



HAL
open science

L'enseignement technologique transversal chez les enseignants de Sciences de l'Ingénieur issus de différentes spécialités : Etude de cas à propos du concept d'énergie

Adrien Koslowski

► To cite this version:

Adrien Koslowski. L'enseignement technologique transversal chez les enseignants de Sciences de l'Ingénieur issus de différentes spécialités : Etude de cas à propos du concept d'énergie. Education. Université Clermont Auvergne, 2019. Français. NNT: . tel-02351763

HAL Id: tel-02351763

<https://uca.hal.science/tel-02351763>

Submitted on 6 Nov 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ CLERMONT AUVERGNE

UFR LETTRES, CULTURE ET SCIENCES HUMAINES

Laboratoire ACTé

THESE

Présentée

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN SCIENCES DE L'ÉDUCATION DE
L'UNIVERSITÉ CLERMONT AUVERGNE

Par Adrien KOSLOWSKI

L'Enseignement Technologique Transversal chez les enseignants de Sciences de l'Ingénieur issus de différentes spécialités : *Étude de cas à propos du concept d'énergie*

Soutenue publiquement le 24 octobre 2019

MEMBRES DU JURY :

Pascale BRANDT-POMARES, Professeure. Université Aix-Marseille. Examinatrice
Katia KOSTULSKI, Professeure, CNAM Paris. Rapporteur
Corinne MARLOT, Professeure, HEP de Lausanne. Examinatrice
Ludovic MORGE, Professeur, Université Clermont-Auvergne. Directeur
Guillaume SERRES, MCF, Université Clermont-Auvergne. Examineur
Antonietta SPECOGNA, MCF, Université de Lorraine. Directrice
Abdelkarim ZAID, Professeur, Université de Lille. Rapporteur

Remerciements

Je tiens à remercier en tout premier lieu mes directeurs de thèse, Antonietta SPECOGNA et Ludovic MORGE qui m'ont encadré et souvent recadré durant ce travail. Un grand merci à vous pour votre aide infaillible et le temps précieux que vous m'avez accordé durant toutes ces années.

Je tiens également à remercier les membres du jury de thèse, Pascale BRANDT-POMARES, Corinne MARLOT, Guillaume SERRES, Abdekarim ZAID et Katia KOSTULSKI pour leur participation au jury.

Un grand merci « numérique » aux membres du laboratoire ACTé pour leur aide et leurs conseils inestimables, au travers de systèmes de visioconférence et autres supports, qui m'ont permis de faire évoluer ma thèse.

Je remercie les collègues de Sciences Industrielles de l'Ingénieur de tous les Lycées (et de toutes les Académies) qui m'ont toujours soutenu lors de mes nombreuses sollicitations pour mes expérimentations. Je vous remercie pour votre patience, votre calme et votre professionnalisme. Je remercie également les collègues d'Anglais et de Lettres Modernes qui m'ont aussi recadré lors de la lecture de mon manuscrit de thèse : votre aide m'a été précieuse.

Je remercie également, les élèves de tous les Lycées qui ont participé à toutes les étapes de ma recherche.

Je remercie ma famille, ma conjointe Coralie et mon fils Nathan pour leur patience tout au long de ces années.

Merci à tous !

*« On ne fait jamais attention à ce qui a été fait ;
on ne voit que ce qui reste à faire. »*
- **Marie CURIE**

Table des matières

Introduction générale	1
Partie 1 Cadrage théorique.....	8
1) Les critères d'adaptation des professeurs de SII : une proposition de définition de l'adaptabilité professionnelle	9
1.1) Modification du travail prescrit : contexte de la réforme STI2D de 2011.....	9
1.2) Imaginer la réforme comme une reconversion professionnelle pour les enseignants de SII 10	
1.3) La motivation au travail.....	13
1.4) La flexibilité professionnelle : proposition d'une définition	18
1.5) Redéfinition de la tâche et articulation avec la flexibilité professionnelle	20
1.6) Enseigner l'énergie : une question de curriculum	23
1.7) Conclusion sur la définition de la flexibilité	25
2) Proposition d'une définition et d'une modélisation de la chaîne fonctionnelle d'énergie exploitable en Sciences Industrielles dans un contexte pluri-technique	28
2.1) Modélisation de la chaîne des transferts d'énergie : point de vue de la didactique de la Physique	29
2.2) La représentation schématique de l'énergie en Sciences Industrielles et en Technologie ...	34
2.3) Représentation schématique de la chaîne fonctionnelle d'énergie en Technologie.....	36
2.4) Différences de modélisation schématique de l'énergie entre le modèle physique et le modèle technologique	41
2.5) Articulation entre le modèle physique et le modèle fonctionnel technologique	45
2.6) Proposition de définition d'Energie exploitable en Technologie	52
2.7) Comparaison de la modélisation d'une chaîne énergétique du point de vue de la didactique de la Physique et de celui de la Technologie.....	56
2.8) Modélisation du barrage hydroélectrique au travers de la chaîne de transferts d'énergie et de la chaîne fonctionnelle d'énergie	58
2.9) Existence d'autres modèles utilisés en Technologie et en Sciences Industrielles pouvant représenter les fonctions énergétiques du barrage hydroélectrique	60
2.10) Synthèse des différents modèles de représentations énergétiques	61
2.11) Conclusion de l'analyse didactique comparée entre la chaîne fonctionnelle d'énergie en Technologie et la chaîne des transferts d'énergie en Physique.....	62
3) Simulation croisée d'une séance en Enseignement Technologique Transversal à propos de l'énergie.....	65

3.1) Les simulateurs de séances et les simulations croisées : l'autoconfrontation	66
3.2) Simulation de séance dans le cadre de la thèse.....	67
3.3) Les enjeux de la simulation	68
3.4) Conclusion	68
4) Problématiques et méthodologie	71
4.1) Questions de recherche	71
4.2) Méthodologie.....	73
4.3) Les élèves de terminale en ETT et les notions relatives à l'Energie en ETT	80
4.4) Synthèse : explication de la manière dont les données recueillies permettent de répondre aux questions de recherche	80
Partie 2 Etude des déclarations des enseignants de SII et des élèves.....	83
1) Etude des déclarations des enseignants recueillies par questionnaire	84
2) Profil de l'échantillon des enseignants de SII étudié	84
2.1) Répartition de la population en fonction de l'ancienneté et de la spécialité.....	84
2.2) Résultats concernant la difficulté déclarée de l'enseignement de l'énergie	85
3) Analyse statistique des difficultés déclarées par les enseignants de SII pour l'enseignement des savoirs relatifs à l'énergie en ETT en STI2D en fonction de leur spécialité.....	86
3.1) Résultats des déclarations de niveaux de difficulté pour chaque savoir	87
3.2) Synthèse des résultats concernant les enseignants de SII.....	107
3.3) Analyse qualitative par regroupements de savoirs.....	108
4) Entretien avec les enseignants de SII.....	113
4.1) Analyse des entretiens de la population enseignante	114
4.2) Différentes propositions de la chaîne fonctionnelle d'énergie des enseignants de SII	123
5) Analyse langagière et didactique : simulation de séance	129
5.1) Analyse des interactions entre enseignants : simulation croisée	129
5.2) Résultats : simulation croisée.....	131
5.3) Analyse des échanges langagiers	136
5.4) Analyse didactique des différences de déroulement des séances d'enseignement lors de chaque simulation	142
5.5) Conclusion de la simulation croisée.....	157
6) Analyse des réponses d'élèves de terminale STI2D dans le cadre de l'enseignement de l'énergie en ETT à propos de la difficulté perçue de l'apprentissage de l'énergie	160
6.1) Corrélation entre la spécialité des élèves et leur compréhension des savoirs relatifs à l'énergie en ETT	161
6.2) Le co-enseignement en ETT : facteurs de compréhension des élèves.....	164

6.3) L'enseignant de spécialité EE intervenant en ETT : facteur de compréhension	166
6.4) Entretiens avec les élèves	167
6.5) Conclusion de l'étude des difficultés des élèves.....	168
7) Synthèse des résultats.....	170
Partie 3 Conclusion	173
Partie 4 Perspectives.....	177
Partie 5 Bibliographie.....	180
Partie 6 Annexes.....	193
A) Les référentiels de la série STI	193
A.1) Extrait des savoirs relatif à l'énergie des référentiels de génie mécanique (STI)	193
A.2) Extrait des savoirs relatif à l'énergie des référentiels de génie civil (STI).....	197
A.3) Extrait des savoirs relatif à l'énergie des référentiels d'électronique (STI)	198
A.4) Extrait des savoirs relatif à l'énergie des référentiels d'électrotechnique (STI).....	199
A.5) Extrait des savoirs relatif à l'énergie des référentiels d'énergétique (STI).....	202
A.6) Extrait des savoirs relatif à l'énergie des référentiels de matériaux (STI)	204
B) Le référentiel d'Enseignement Technologique Transversal.....	205
C) Questionnaire utilisé lors de l'étude statistique avec les enseignants	207
D) Tableaux de réponses des questionnaires (Données linéaires par spécialités et savoirs)	212
E) Questionnaires utilisés pour l'étude de la population d'élèves.....	216
F) Tableaux de réponses des questionnaires des élèves.....	218
G) Carnet d'entretien (entretiens avec les élèves).....	220
H) Entretiens avec les élèves	221
H.1) Entretien 1 : Elève de terminale STI2D de spécialité EE	221
H.2) Entretien 2 : Elève de terminale STI2D de spécialité EE	223
H.3) Entretien 3 : Elève de terminale STI2D de spécialité SIN.....	225
H.4) Entretien 4 : Elève de terminale STI2D de spécialité SIN.....	227
H.5) Entretien 5 : Elève de terminale STI2D de spécialité ITEC.....	229
H.6) Entretien 6 : Elève de terminale STI2D de spécialité ITEC	231
I) Carnet d'entretien proposé.....	233
J) Entretiens avec les enseignants.....	237
J.1) Entretien 1 : enseignant de spécialité Energie Environnement sans expérience en Enseignement Technologique Transversal.....	237
J.2) Entretien 2 : enseignant de spécialité Ingénierie Mécanique avec 3 ans d'expérience en Enseignement Technologique Transversal.....	247

J.3) Entretien 3 : enseignant de spécialité Energie Environnement avec 1 an d'expérience en Enseignement Technologique Transversal.....	256
J.4) Entretien 4 : enseignant de spécialité Information et Numérique avec 1 an d'expérience en Enseignement Technologique Transversal.....	267
J.5) Entretien 5 : enseignant de spécialité Ingénierie Mécanique avec 5 ans d'expérience en Enseignement Technologique Transversal.....	276
J.6) Entretien 6 : enseignant de spécialité Information et Numérique avec 1 an d'expérience en Enseignement Technologique Transversal.....	284
K) Extraits du simulateur de séance utilisé lors de la recherche.....	292
L) Simulations croisées	328
L.1) Simulation croisée analysée n°1	328
L.2) Simulation croisée analysée n°2.....	375
L.3) Simulation croisée analysée n°3.....	420
L.4) Simulation croisée analysée n°4.....	464
M) Tableaux d'analyse des simulations (Données linéaires par spécialités)	548
N) Tableau de référencement des débuts et des fins de séquences de simulation	557

Liste des tableaux

Tableau 1 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel d'Enseignement Technologique Transversal de STI2D	4
Tableau 2 : Extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A1 d'Etude des constructions.....	5
Tableau 3 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A2 de Construction.....	5
Tableau 4 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B1 d'Automatisme	5
Tableau 5 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B1 de IAI (GET)	6
Tableau 6 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B2 d'Electrotechnique (GET)	7
Tableau 7 : récapitulatif des catégories de « motivations » au travail énoncées par Blais, R. Brière, N. Lachance, L. Riddle, A & Vallerand, R. en 1993 (p.187-193).....	14
Tableau 8 : récapitulatif des critères probables de flexibilité chez les enseignants.....	19
Tableau 9 : fonctions de la chaîne d'énergie étudiées en Technologie.....	36
Tableau 10 : comparaison du contenu des chaînes du modèle Physique et du modèle technologique.....	43
Tableau 11 : proposition de traduction des fonctions d'énergie utilisées en Technologie.....	48
Tableau 12 : proposition de traduction des représentations schématiques utilisées en Physique	49
Tableau 13 : catégories de chaînes fonctionnelles d'énergie en fonction des concepts physiques.....	62
Tableau 14 : moyenne de l'ancienneté des enseignants de SII en Enseignement Technologique Transversal en fonction de leur spécialité (données recueillies de 2014 à 2016).	85
Tableau 15 : rangs déclarés de la difficulté d'enseignement de l'énergie en fonction de la spécialité des enseignants.....	86
Tableau 16 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 1211 « Enjeux énergétiques mondiaux : extraction et transport, production centralisée, production locale » en fonction des spécialités des enseignants	87
Tableau 17 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 1232 « Minimisation de la consommation énergétique » en fonction des spécialités des enseignants	88
Tableau 18 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 1233 « Efficacité énergétique d'un système » en fonction des spécialités des enseignants.....	89

Tableau 19 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2111 « Caractérisation des fonctions relatives à l'énergie » en fonction des spécialités des enseignants	90
Tableau 20 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2221 « Graphe de flux d'énergie » en fonction des spécialités des enseignants	92
Tableau 21 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2222 « Schéma architectural énergétique » en fonction des spécialités des enseignants.....	93
Tableau 22 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2223 « Représentations des répartitions et de l'évolution des grandeurs énergétiques » en fonction des spécialités des enseignants	94
Tableau 23 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2324 « Thermiques (échauffement par conduction, convection et rayonnement, fusion, écoulement) » en fonction des spécialités des enseignants	95
Tableau 24 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2351 « Analyse des pertes de charges fluidiques, caractéristiques des composants » en fonction des spécialités des enseignants.....	96
Tableau 25 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2352 « Les paramètres de gestion de l'énergie liés au stockage et aux transformations » en fonction des spécialités des enseignants	97
Tableau 26 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2353 « Conservation d'énergie, pertes et rendements, principe de réversibilité » en fonction des spécialités des enseignants	98
Tableau 27 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2354 « Natures et caractéristiques des sources et des charges » en fonction des spécialités des enseignants ..	99
Tableau 28 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2355 « Caractérisation des échanges d'énergie entre source et charge » en fonction des spécialités des enseignants	100
Tableau 29 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 3211 « adaptateurs d'énergie : réducteurs mécaniques, transformateurs électriques parfaits et échangeurs thermiques » en fonction des spécialités des enseignants	101
Tableau 30 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 3212 « Actionneurs et modulateurs » en fonction des spécialités des enseignants	102
Tableau 31 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 3213 « Accouplements permanents ou non, freins » en fonction des spécialités des enseignants	103
Tableau 32 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 3214 : « Convertisseurs d'énergie : ventilateurs, pompes, compresseurs, moteur thermique » en fonction des spécialités des enseignants	104

Tableau 33 : niveau de difficulté déclaré relatif à l’enseignement du savoir 3215 : « Éclairage » en fonction des spécialités des enseignants	105
Tableau 34 : niveau de difficulté déclaré relatif à l’enseignement du savoir 3221 « Constituants permettant le stockage » en fonction des spécialités des enseignants	106
Tableau 35 : niveau de difficulté déclaré relatif à l’ensemble des savoirs énergétiques du programme d’Enseignement Technologique Transversal en fonction des spécialités des enseignants	108
Tableau 36 : représentation du nombre des écarts par rapport à la situation d’indépendance	113
Tableau 37 : listing des enseignants interviewés.....	114
Tableau 38 : les freins exprimés par les enseignants.....	116
Tableau 39 : les moteurs exprimés par les enseignants.	118
Tableau 40 : analyse des entretiens au regard des caractéristiques théoriques de la flexibilité	123
Tableau 41 : catégories réalisées en fonction des éléments cognitifs.....	130
Tableau 42 : comparaison des catégories et de leur composition par enseignant	131
Tableau 43 : totalisation des catégories lors des échanges entre les enseignants pour la première simulation	132
Tableau 44 : totalisation des catégories lors des échanges entre les enseignants pour la seconde simulation	133
Tableau 45 : totalisation des catégories lors des échanges entre les enseignants pour la troisième simulation.....	133
Tableau 46 : totalisation des catégories lors des échanges entre les enseignants pour la quatrième simulation	134
Tableau 47 : comportements analysés des enseignants au sein de leur simulation par spécialité	135
Tableau 48 : décompte actes langagiers initiatif des enseignants en fonction des simulations	137
Tableau 49 : acceptation ou rejet des modélisations proposées dans le simulateur en fonction des couples d’enseignants	146
Tableau 50 : comparatif des arguments énoncés pour accepter ou refuser les chaînes des apprenants	147
Tableau 51 : synthèse des modifications apportées sur les chaînes proposées lors de la simulation de séance.....	151
Tableau 52 : différences entre les modélisations proposées lors des simulations croisées.	156
Tableau 53 : répartition des taux d’accord des enseignants en fonction des caractéristiques de la chaîne fonctionnelle d’énergie.....	157

Tableau 54 : répartition et caractéristiques des groupes d'élèves en fonction de leur spécialité et de celles de leurs enseignants	160
Tableau 55 : déclarations des élèves de terminale quant à la difficulté de compréhension des notions relatives à l'énergie en ETT (en fonction de la spécialité des élèves).....	161
Tableau 56 : répartition des niveaux de déclaration des notions relatives à l'énergie en fonction du co-enseignement ou non de l'ETT	164
Tableau 57 : difficulté de compréhension des notions relatives à l'énergie en fonction de la présence ou non d'en enseignant de spécialité EE en ETT	166
Tableau 58 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A1 d'Etude des Constructions	193
Tableau 59 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A2 de Construction	194
Tableau 60 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B1 de All	194
Tableau 61 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B2 de Productique Systèmes Motorisés	196
Tableau 62 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A3 de Construction Microtechnique	197
Tableau 63 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B2 de Productique Microtechnique	197
Tableau 64 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A1 de Mécanique (GC).....	197
Tableau 65 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A2 de Construction (GC)	197
Tableau 66 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A1 de Mécanique (GE)	198
Tableau 67 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A2 de Construction (GE)	198
Tableau 68 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A2 de Construction (GE)	199
Tableau 69 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A1 de Mécanique (GET)	199
Tableau 70 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A2 de Construction (GET)	200
Tableau 71 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B1 de IAI (GET)	200
Tableau 72 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B2 d'Electrotechnique (GET)	201

Tableau 73 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A2 de Mécanique des fluides (GEN)	202
Tableau 74 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A3 d'énergétique (GEN)	202
Tableau 75 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B1 de EST (GEN)	203
Tableau 76 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B2 de Fluidique et énergétique appliquées (GEN)	203
Tableau 77 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A1 de Mécanique (GMat)	204
Tableau 78 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel d'Enseignement Technologique Transversal de STI2D	206
Tableau 79 : réponses des enseignants aux questionnaires (forme linéaire)	215
Tableau 80 : résultats des questionnaires élèves	219
Tableau 81 : simulation croisée n°1	374
Tableau 82 : simulation croisée n°2	419
Tableau 83 : simulation croisée n°3	463
Tableau 84 : simulation croisée n°4	547
Tableau 85 : tableau de réponses pour analyse statistique	556
Tableau 86 : référencement des initiatives d'ouverture et de fermeture des séquences lors de la simulation n°1.....	558
Tableau 87 : référencement des initiatives d'ouverture et de fermeture des séquences lors de la simulation n°2.....	559
Tableau 88 : référencement des initiatives d'ouverture et de fermeture des séquences lors de la simulation n°3.....	561
Tableau 89 : référencement des initiatives d'ouverture et de fermeture des séquences lors de la simulation n°4.....	563

Table des figures

Figure 1 : transfert d'énergie par travail du réservoir vers un récepteur	29
Figure 2 : transport du réservoir d'énergie	30
Figure 3 : structuration de la chaîne d'énergie en Physique.....	31
Figure 4 : modélisation du réservoir d'énergie « pile »	32
Figure 5 : modélisation du transformateur « Lampe »	32
Figure 6 : modélisation du récepteur « Pièce »	32
Figure 7 : chaîne d'énergie d'un système de chauffage gaz	33
Figure 8 : Chaîne des transferts d'énergie d'une personne sur un vélo se déplaçant à l'horizontal.....	34
Figure 9 : représentation de la chaîne d'énergie en STI2D	37
Figure 10 : modélisation de la chaîne des rendements des fonctions énergétiques de trois modes de production de chaleur	38
Figure 11 : chaîne des rendements des fonctions énergétiques d'une voiture à moteur thermique.....	39
Figure 12 : la chaîne des rendements des fonctions énergétiques d'une voiture électrique .	39
Figure 13 : modélisation SysML de la chaîne d'énergie du véhicule F-City	40
Figure 14 : modélisation SysML de la chaîne d'énergie d'une turbine.....	41
Figure 15 : chaîne fonctionnelle d'information régulant une chaîne fonctionnelle d'énergie	44
Figure 16 : modélisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie dans l'enseignement technologique compatible avec l'enseignement de la physique.....	51
Figure 17 : système alimenté par une pile	53
Figure 18 : chaîne fonctionnelle d'énergie modifiée de manière à présenter une forme non linéaire avec retour sur la fonction Alimenter	55
Figure 19 : chaîne fonctionnelle d'énergie avec un mode de transfert régulé par l'environnement.....	55
Figure 20 : chaîne des transferts d'énergie vue par la didactique de la physique (barrage) ..	56
Figure 21 : chaîne fonctionnelle d'énergie linéaire du barrage hydroélectrique	57
Figure 22 : chaîne fonctionnelle d'énergie non linéaire avec régulation de la fonction Distribuer sur le transfert d'énergie de la fonction Alimenter	57
Figure 23 : modèle Physico-Technique appliqué au barrage hydroélectrique	59
Figure 24 : chaîne d'énergie du système de production vue par la Technologie	59
Figure 25 : diagramme SysML (ibd) pour la représentation du barrage hydroélectrique.....	60
Figure 26 : chaîne des rendements du barrage hydroélectrique en Technologie	60

Figure 27 : extrait du simulateur mettant en scène un apprenant numérique qui lève la main pour poser une question	77
Figure 28 : extrait du simulateur mettant en scène un apprenant numérique qui propose une réponse à la question posée	78
Figure 29 : extrait du simulateur mettant en scène un apprenant numérique qui soumet une production à l'utilisateur	78
Figure 30 : Niveaux de difficulté déclarés en fonction de la spécialité (Réalisé à l'aide du logiciel Tanagra v1.4.50).....	109
Figure 31 : cumul des déclarations de difficultés d'enseignement des savoirs relatifs à la mise à disposition et de l'utilisation des ressources (SA1211, 1232 et 1233) en fonction de la spécialité.....	110
Figure 32 : cumul des déclarations de difficultés d'enseignement des savoirs relatifs à l'organisation et à la schématisation (SA2111, 2221, 2222 et 2223) en fonction de la spécialité	111
Figure 33 : cumul des déclarations de difficultés d'enseignement des savoirs relatifs aux comportements énergétique des systèmes et des matériaux (SA2324 et 2351 à 2355) en fonction de la spécialité	112
Figure 34 : cumul des déclarations de difficultés d'enseignement des savoirs relatifs aux transformateurs et au stockage de l'énergie (SA3211, 3212, 3213, 3214, 3215 et 3221) en fonction de la spécialité	112
Figure 35 : carte heuristique proposant des extraits des entretiens concernant l'environnement de travail.....	120
Figure 36 : carte heuristique proposant des extraits des entretiens concernant les motivations des enseignants.....	121
Figure 37 : carte heuristique récapitulant les formations initiales des enseignants	122
Figure 38 : proposition de chaîne d'énergie pour le barrage hydroélectrique (Enseignant 1)	124
Figure 39 : proposition de chaîne d'énergie pour le barrage hydroélectrique et d'un bloc de type SADT (Enseignant 3)	125
Figure 40 : proposition de chaîne d'énergie pour le barrage hydroélectrique (Enseignant 2)	126
Figure 41 : proposition de chaîne d'énergie pour le barrage hydroélectrique (Enseignant 5)	126
Figure 42 : proposition de chaîne d'énergie pour le barrage hydroélectrique (Enseignant 4)	127
Figure 43 : proposition de chaîne d'énergie pour le barrage hydroélectrique (Enseignant 6)	127
Figure 44 : résumé des caractéristiques langagières lors des simulations croisées.....	135

Figure 45 : répartition des tours de parole en fonction des enseignants (Réalisé à l'aide du logiciel Tanagra v1.4.50).....	140
Figure 46 : répartition des déclarations en fonction de la spécialité des enseignants (Réalisé à l'aide du logiciel Tanagra v1.4.50).....	141
Figure 47 : ensemble des modifications apportées par les enseignants sur la première chaîne fonctionnelle d'énergie	148
Figure 48 : ensemble des modifications apportées par les enseignants sur la seconde chaîne fonctionnelle d'énergie	149
Figure 49 : ensemble des modifications apportées par les enseignants sur la troisième chaîne fonctionnelle d'énergie	149
Figure 50 : ensemble des modifications apportées par les enseignants sur la cinquième chaîne fonctionnelle d'énergie	150
Figure 51 : ensemble des modifications apportées par les enseignants sur la sixième chaîne fonctionnelle d'énergie	150
Figure 52 : chaîne fonctionnelle d'énergie proposée par IN-IM lors de la simulation croisée N°1	152
Figure 53 : chaîne fonctionnelle d'énergie proposée par IN-EE lors de la simulation croisée N°2	153
Figure 54 : chaîne fonctionnelle d'énergie proposée par IMs-IM lors de la simulation croisée N°3	154
Figure 55 : chaînes fonctionnelles d'énergie proposées par EE-IM lors de la simulation croisée N°4	155
Figure 56 : déclarations des difficultés de compréhension de l'énergie en ETT en fonction de la spécialité des élèves (Réalisé à l'aide du logiciel Tanagra v1.4.50).....	163
Figure 57 : déclarations des difficultés de compréhension de l'énergie en ETT regroupées en fonction de la spécialité des élèves (Réalisé à l'aide du logiciel Tanagra v1.4.50)	164
Figure 58 : déclarations des difficultés de compréhension de l'énergie en ETT en fonction de la situation de co-enseignement ou non (Réalisé à l'aide du logiciel Tanagra v1.4.50).....	165
Figure 59 : déclarations des difficultés de compréhension de l'énergie en ETT en fonction de la présence d'un enseignant de spécialité EE en ETT (Réalisé à l'aide du logiciel Tanagra v1.4.50).....	167
Figure 60 : questionnaire des terminales AC	216
Figure 61 : questionnaire des terminales EE	216
Figure 62 : questionnaire des terminales ITEC.....	217
Figure 63 : questionnaire des terminales SIN	217
Figure 64 : carte mentale des propositions de l'élève 1	222
Figure 65 : carte mentale des propositions de l'élève 2	224
Figure 66 : carte mentale des propositions de l'élève 3	226

Figure 67 : carte mentale des propositions de l'élève 4	228
Figure 68 : carte mentale des propositions de l'élève 5	230
Figure 69 : carte mentale des propositions de l'élève 6	232
Figure 70 : proposition de l'enseignant pour la chaîne d'énergie	243
Figure 71 : carte mentale des propositions de l'enseignant 1	246
Figure 72 : proposition de l'enseignant pour la chaîne d'énergie	251
Figure 73 : proposition de l'enseignant pour la chaîne d'énergie	262
Figure 74 : support complémentaire proposé par l'enseignant (sous la forme SADT : Structured Analysis and Design Technique)	262
Figure 75 : carte mentale des propositions de l'enseignant 3	266
Figure 76 : proposition de l'enseignant pour la chaîne d'énergie	272
Figure 77 : carte mentale des propositions de l'enseignant 4	275
Figure 78 : proposition de l'enseignant pour la chaîne d'énergie	280
Figure 79 : carte mentale des propositions de l'enseignant 5	283
Figure 80 : proposition de l'enseignant pour la chaîne d'énergie	288
Figure 81 : carte mentale des propositions de l'enseignant 6	291

Introduction générale

Depuis la réforme du baccalauréat technologique STI2D (Sciences et Techniques de l'Industrie et du Développement Durable) de 2011, l'enseignement de la discipline a changé. Les professeurs, initialement formés pour des champs disciplinaires précis (Génie Mécanique, Electronique, Electrotechnique, etc..), ne sont plus censés enseigner uniquement dans le cadre unique de leur discipline de recrutement mais intervenir de manière plus systémique au niveau de l'enseignement technologique. L'enseignement de la Technologie Transversale en STI2D et des Sciences de l'Ingénieur en S-SI (Série Scientifique, Sciences de l'Ingénieur) nécessitent une pluridisciplinarité (Etude des énergies, des mécanismes, du traitement de l'information, des ouvrages architecturaux, du développement durable...). Ce changement majeur de l'activité professionnelle des enseignants pourrait-il être apparenté et perçu comme un changement de discipline ?

Un des objectifs de ce travail de thèse est de déterminer les conditions internes et/ou externes permettant à un individu de s'acclimater dans le passage d'une situation antérieure vers une situation nouvelle, de comprendre les critères de flexibilité et d'adaptabilité pouvant permettre ce passage. Pour ce faire, nous nous attacherons aux éléments relatifs à la reconversion professionnelle et à la motivation au travail, notamment, l'affect, les caractéristiques de cette motivation pour essayer de proposer une définition de la flexibilité professionnelle. La réforme du baccalauréat technologique a apporté de nombreuses modifications : là où seuls les enseignants de l'ancienne série Electrotechnique devaient modéliser la chaîne d'énergie d'un système (certaines spécialités se limitaient juste à l'explication des différentes formes d'énergies), la série STI2D impose son utilisation aux quatre spécialités ainsi qu'à l'Enseignement Technologique Transversal (ETT). Les ressources pour faire la classe en STI2D propose une représentation de la chaîne d'énergie sous la forme linéaire : forme qui peut être soumise à des interprétations différentes et pouvant être erronées. La didactique de la Physique et la didactique de la Technologie proposent chacune deux manières différentes d'enseigner la modélisation de la chaîne d'énergie. Pour aider les élèves à comprendre ces deux modèles, il est nécessaire d'en saisir les fondements, les différences et les similitudes. Avec la systématisation de l'enseignement de la chaîne de l'énergie dans les disciplines technologiques, un nouvel enjeu apparaît, s'articulant autour de la cohérence entre le modèle physique et le modèle technologique. De plus, la réalisation d'un modèle compatible entre les deux disciplines permettra in fine de proposer un comparatif des

objectifs de représentation des deux modélisations (à l'aide d'un modèle hybride compatible entre la physique et la technologie).

Un des objectifs de ce travail est de proposer une représentation et une définition de la chaîne d'énergie, exploitables en sciences industrielles tout en regardant les représentations de l'énergie vues par la didactique de la Physique. La modélisation de la chaîne d'énergie doit se faire en fonction des particularités des systèmes étudiés et des phénomènes physiques les régissant et non pas seulement dans l'objectif de calculer le rendement global d'un système technique.

Ce travail de thèse présentera tout d'abord une analyse des référentiels de l'ancienne série STI de 1991 (Sciences et Technologies Industrielles) qui sera comparée aux référentiels de la réforme STI2D de 2011. Cette approche comparative sera l'élément pivot de ce travail car il est la représentation des changements de prescriptions opérées lors de la réforme. Nous formulons comme hypothèse lors de ce travail de recherche que ce changement mobilise la flexibilité et la maîtrise didactique des enseignants pour la modélisation de la chaîne fonctionnelle d'énergie. Nous analyserons donc dans un premier temps le référentiel d'Enseignement Technologique Transversal puis, dans un second temps, certains référentiels des anciennes séries STI que nous comparerons.

Grâce à ce travail comparatif, il nous sera possible d'aborder, avec une meilleure appréhension du contexte de la réforme, les champs théoriques relatifs à la flexibilité des enseignants. Cette approche psychologique et de didactique professionnelle sera étayée par l'analyse d'un point de vue de la didactique de la Physique-Chimie et de la Technologie, des représentations énergétiques de chacune de ces deux disciplines. L'ensemble de cette exploration auprès des enseignants sera utilisée dans le but de concevoir et de réaliser une simulation de séance sur l'énergie en ETT (la séance simulée se trouve en annexe). Cette investigation permettra d'analyser, par le biais d'une activité simulée, la manière dont les enseignants appréhendent des situations d'enseignement de l'énergie lors d'une séance en co-enseignement et également d'accéder aux connaissances que les enseignants utilisent.

L'enseignement Technologique Transversal en STI2D est une discipline vaste rassemblant des thématiques relatives aux différentes disciplines de STI. L'enseignement de l'énergie y tient une place importante : 19 savoirs du référentiel sont relatifs à l'enseignement de l'énergie. Ces savoirs sont regroupés en différentes « Thématiques » énoncées dans le référentiel : mise à disposition des ressources, utilisation raisonnée des ressources, organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie, représentations symboliques, comportement des matériaux,

comportement énergétique des systèmes, transformateurs et modulateurs d'énergie et stockage de l'énergie. Le tableau n°1 suivant présente ces savoirs :

Réf.	Thématiques	Savoir Associé
1.2.2.1	Mise à disposition des ressources	Enjeux énergétiques mondiaux : extraction et transport, production centralisée, production locale
1.2.3.2	Utilisation raisonnée des ressources	Minimisation de la consommation énergétique (extrait du savoir associé)
1.2.3.3	Utilisation raisonnée des ressources	Efficacité énergétique d'un système
2.1.1.1	Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie	Caractérisation des fonctions relatives à l'énergie : production, transport, distribution, stockage, transformation, modulation.
2.2.2.1	Représentations symboliques	Graphe de flux d'énergie (extrait du savoir associé)
2.2.2.2	Représentations symboliques	Schéma architectural énergétique (extrait du savoir associé)
2.2.2.3	Représentations symboliques	Représentations des répartitions et de l'évolution des grandeurs énergétiques
2.3.2.4	Comportement des matériaux	Thermiques (échauffement par conduction, convection et rayonnement, fusion, écoulement)
2.3.5.1	Comportement énergétique des systèmes	Analyse des pertes de charges fluidiques, caractéristiques des composants
2.3.5.2	Comportement énergétique des systèmes	Les paramètres de gestion de l'énergie liés au stockage et aux transformations
2.3.5.3	Comportement énergétique des systèmes	Conservation d'énergie, pertes et rendements, principe de réversibilité
2.3.5.4	Comportement énergétique des systèmes	Natures et caractéristiques des sources et des charges
2.3.5.5	Comportement énergétique des systèmes	Caractérisation des échanges d'énergie entre source et charge : disponibilité, puissance, reconfiguration, qualité, adaptabilité au profil de charge, régularité
3.2.1.1	Transformateurs et modulateurs d'énergie	Adaptateurs d'énergie : réducteurs mécaniques, transformateurs électriques parfaits et échangeurs thermiques
3.2.1.2	Transformateurs et modulateurs d'énergie	Actionneurs et modulateurs : moteurs électriques et modulateurs, vérins pneumatiques et interfaces, vannes pilotées dans l'habitat pour des applications hydrauliques et thermiques
3.2.1.3	Transformateurs et modulateurs d'énergie	Accouplements permanents ou non, freins
3.2.1.4	Transformateurs et modulateurs d'énergie	Convertisseurs d'énergie : ventilateurs, pompes, compresseurs, moteur thermique

3.2.1.5	Transformateurs et modulateurs d'énergie	Éclairage
3.2.2.1	Stockage de l'énergie	Constituants permettant le stockage sous forme : - mécanique, hydraulique ou pneumatique : sous forme potentielle et/ou cinétique - chimique : piles et accumulateurs, combustibles, carburants, comburants - électrostatique : condensateur et super condensateur - électromagnétique - thermique : chaleur latente et chaleur sensible

Tableau 1 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel d'Enseignement Technologique Transversal de STI2D

Les enseignants de SII n'ont pas tous la même origine, puisqu'ils sont issus de disciplines, de spécialités différentes. Lebeaume et Hamon en 2011 et en 2013, précisent que la réforme est majeure car relative à la déspecialisation, mais également déprofessionnalisée suite à la suppression des pratiques d'atelier pour des enseignements transversaux. Si aujourd'hui ils doivent tous enseigner l'énergie, on peut faire l'hypothèse que cet enseignement sera influencé par l'origine de ces enseignants. Un rapide retour sur la manière dont l'énergie était proposée dans les programmes avant la réforme¹, permet de percevoir l'impact probable de l'origine des enseignants sur l'enseignement de l'énergie qui est aujourd'hui commun et transversal en ETT.

La spécialité Génie Mécanique du Baccalauréat STI possède 6 options ayant des intitulés spécifiques et amenant vers une spécialisation plus spécifique des candidats, les options de la spécialité Génie Mécanique sont : Productique Mécanique, Systèmes motorisés, Structures Métalliques, Bois et Matériaux associés, Matériaux souples, Microtechniques.

Il existe 2 catégories d'enseignants en Génie Mécanique : les professeurs de spécialité qui n'enseignent généralement pas de savoirs relatifs à l'énergie² et les professeurs de construction mécanique qui peuvent être amenés à enseigner des notions relatives à l'énergie.

¹Cette culture n'est pas forcément une généralité pour tous les individus mais peut permettre de comprendre certains résultats. Elle peut provenir également de la formation universitaire ou du vécu professionnel ou personnel autre que l'enseignement pour les enseignants titulaires mais plus spécifiquement pour les professeurs de Technologie au collège ou ceux qui n'ont jamais enseigné en STI comme les enseignants stagiaires).

² Excepté les professeurs des spécialités de systèmes motorisé et microtechnique, mais qui restent des spécialités très rares.

Les tableaux 2, 3 et 4 récapitulent les savoirs relatifs à l'énergie du tronc commun de construction de la filière Génie Mécanique :

Epreuve A1 – Etude des Constructions		
Références	Savoirs	Page(s)
6.1	Expression des différentes formes d'énergie : Electrique, potentielle de pression ou de gravité, cinétique, calorifique ; Existence d'autres formes d'énergies	55 (FA1)
6.2	Principe de conversion de l'énergie totale : Conversion d'énergie, notion de rendement	55 (FA1)
7.3.3	Pertes d'énergie par viscosité. Rendement d'un système hydraulique.	55 (FA1)

Tableau 2 : Extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A1 d'Etude des constructions

Epreuve A2 – Construction		
Référence	Savoir	Page
2.2.1	Flux de matière d'œuvre, d'énergie, d'information	66 (FA1)

Tableau 3 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A2 de Construction

Epreuve B1 – Automatique et Informatique Industrielle		
Références	Savoirs	Page(s)
2.1	Décomposition organisationnelle et temporelle d'un système automatisé : <ul style="list-style-type: none"> - Définition ; - Flux associés (matière d'œuvre, énergie, information) ; - Contraintes ; - Moyen(s) associé(s) à une tâche. 	81 (FA1)
2.2.1.3	- Fonction commander la puissance	81 (FA1)

Tableau 4 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B1 d'Automatisme

Le programme de spécialité Electrotechnique (1991-2011) était le plus vaste de la série STI concernant l'enseignement de l'énergie. Le programme était décomposé en 2 épreuves de spécialité, l'épreuve d'automatisme et l'épreuve d'électrotechnique. Les tableaux 5 et 6 récapitulent les savoirs relatifs à l'énergie des deux programmes :

Epreuve B1 – Information et Automatique Industrielle		
Références	Savoirs	Page
2.2.1.4	Fonction commander la puissance	42 (FA4)
7.3.1	Circuit de puissance pneumatique	46 (FA4)
7.3.2	Circuit de puissance hydraulique	46 (FA4)
7.3.3	Circuit de puissance électrique	46 (FA4)

Tableau 5 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B1 de IAI (GET)

Epreuve B2 – Electrotechnique		
Références	Savoirs	Page
2	<p>Systèmes terminaux de conversion de l'énergie électrique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Electrochimie ; - Electrothermie ; - L'éclairage ; - La force motrice. <p>Ou la conversion de l'énergie prend une place prépondérante.</p>	56 (FA4)
2.1.2.1	<p>Approche fonctionnelle (Extrait du savoir) : les données de contrôle et de commande de système automatisé. Ces données peuvent concerner :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La qualité de l'énergie, le réglage du procédé, l'exploitation et la maintenance du système automatisé, la configuration du processus. 	57 (FA4)
2.1.2.3	<p>Approche séquentielle et temporelle des tâches qui caractérisent le processus du système (extrait du savoir) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en relation le programme d'action et la demande énergétique qui lui correspond. 	59 (FA4)
2.2.1	Etude de la chaîne directe des énergies mises en jeu dans le système automatisé	59-60 (FA4)
2.2.2	Etude de la chaîne inverse de circulation d'énergie. Cas de la force motrice.	60 (FA4)
2.2.3	<p>Etude des fonctions qui interviennent dans la chaîne de conversion de l'énergie (Extrait du savoir) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fonction alimenter (nature de l'énergie potentielle stockée en amont de la source, nature de la transformation énergétique opérée par la source) ; 	61 à 68 (FA4)

	<ul style="list-style-type: none"> - Fonction distribuer (Transmettre, séparer, isoler, consigner) ; - Fonction protéger les matériels ; - Fonction protéger les personnes ; - Fonction commander la puissance (tout ou rien) ; - Fonction convertir l'énergie (caractérisation, type de conversion). 	
--	--	--

Tableau 6 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B2 d'Electrotechnique (GET)

Cette analyse nous montre l'étendue des savoirs relatifs à l'énergie en ETT et dans les séries STI qui en possédaient³. Les enseignants de construction de Génie Mécanique et les enseignants d'Automatisme et d'Informatique Industrielle étaient amenés à enseigner des savoirs proches des chaînes d'énergie, mais seuls les enseignants de Génie Electrotechnique devaient le faire. Les autres spécialités des filières STI n'étaient pas du tout équipées, du point de vue de leurs pratiques professionnelles, pour enseigner l'étendue des champs énergétiques du référentiel d'ETT et plus spécifiquement les chaînes fonctionnelles d'énergie. Une question se dégage de cette comparaison et de cette mise en matière : de quelle manière les enseignants de différentes spécialités enseignent actuellement la modélisation de la chaîne fonctionnelle d'énergie en fonction de leur origine disciplinaire qui a un rapport très variable à l'enseignement de l'énergie ?

³ Voir les annexes pour l'ensemble des référentiels de STI de la réforme de 1991. Ces référentiels sont des extraits des notions relatives à l'énergie et au réseau proche des concepts énergétiques.

Partie 1

Cadrage théorique

Un changement de prescription est un croisement, une frontière entre la situation professionnelle précédente et la nouvelle. Ce nouvel « arrangement » doit être mis en place par les acteurs sur le terrain. Ces opérations professionnelles nécessitent parfois l'abandon de certaines pratiques et/ou l'acceptation de nouvelles qui peuvent provenir d'un champ disciplinaire et didactique différent du sien. L'individu peut mettre en œuvre de différentes manières ce « changement d'état » en fonction de son environnement, de sa relation avec sa discipline et de sa condition psychologique : dans une première partie, nous étudierons les aspects de la flexibilité, de cette capacité d'adaptabilité professionnelle.

Dans le cas de la réforme STI/STI2D de 2011, les enseignants de Sciences Industrielles de l'Ingénieur (SII) ont dû, au travers d'un enseignement transversal, enseigner l'ensemble des champs didactiques qui composent le programme de STI2D. Cette étude prend le parti d'analyser, parmi l'ensemble des éléments constitutifs de l'enseignement transversal, l'énergie, car c'est une notion très présente dans la nouvelle prescription au contraire des anciens référentiels de STI. L'énergie y est omniprésente et peut prendre des formes, des concentrations différentes selon les disciplines car son enseignement est source de difficultés. L'étude de la didactique de l'énergie sera consacrée à la définition des concepts permettant la modélisation des chaînes fonctionnelles d'énergie qui composent le référentiel de STI2D et leur comparaison avec les chaînes de transferts d'énergie utilisées en Physique-Chimie.

Le simulateur de séance utilisé dans le cadre de la méthode de la simulation croisée permet d'approcher la pratique des enseignants avec les connaissances professionnelles qu'ils mobilisent. De plus, cet aspect est important pour comprendre les différences entre la spécialité des enseignants qui peuvent être amenés à enseigner ensemble au sein de la même classe et parfois au sein du même laboratoire dans le cadre du co-enseignement⁴.

⁴ La pratique de co-enseignement et de répartition des services en ETT résulte de la gestion des personnels au sein d'un établissement. Le co-enseignement peut donc être influencé par les demandes spécifiques de service des enseignants, des questions pédagogiques comme la composition des équipes d'ETT. Il est impossible de présenter ici des règles spécifiques car chaque établissement ventile la répartition de service pour l'adapter au besoin local et spécifique du fonctionnement de l'établissement en question.

1) Les critères d'adaptation des professeurs de SII : une proposition de définition de l'adaptabilité professionnelle

Depuis la réforme du baccalauréat technologique (Sciences et Techniques de l'Industrie et du Développement Durable), l'enseignement de la discipline a changé. Les professeurs ne sont plus censés enseigner uniquement leur discipline. L'enseignement de la Technologie Transversale en STI2D et des sciences de l'Ingénieur en S-SI nécessitent une pluridisciplinarité (Etude des énergies, des mécanismes, du traitement de l'information, des ouvrages architecturaux, du développement durable...). Ce changement majeur de l'activité professionnelle des enseignants pourrait être apparenté et perçu comme un changement de discipline.

L'objectif de cette partie est d'identifier les « caractéristiques » permettant à un individu de s'acclimater d'une situation connue vers une nouvelle, mais également de comprendre les critères de flexibilité et d'adaptabilité pouvant permettre ce passage. Pour ce faire, nous nous attacherons aux éléments relatifs à la reconversion professionnelle en s'appuyant sur le domaine des ressources humaines et de la psychologie, mais aussi à la motivation au travail et notamment, l'affect. L'objectif est de déterminer les caractéristiques de cette motivation pour essayer de proposer une définition de la flexibilité professionnelle. La description théorique de flexibilité permettra une exploration de cette dimension dans la population enseignante étudiée.

1.1) Modification du travail prescrit : contexte de la réforme STI2D de 2011

La réforme STI2D de 2011 a remplacé les douze anciennes spécialités de l'ancienne version par quatre nouvelles spécialités. Les anciennes options des baccalauréats technologiques industriels sont alors supprimées. La série de la voie technologique STI2D comprend quatre nouvelles spécialités : Architecture et Construction (AC), Energie et Environnement (EE), Innovation Technologique et Eco-Conception (ITEC) et Systèmes d'Information et Numérique (SIN).

Lebeaume et Hamon, en 2011 et en 2013, précisent que la réforme est majeure car relative à la déspecialisation, mais également déprofessionnalisée suite à la suppression des pratiques d'atelier pour des enseignements transversaux. De plus Hamon (2013) précise dans son article que la formation des enseignants est rénovée par l'abrogation des anciens CAPET industriels et de Technologie pour un nouveau : Sciences Industrielles de l'Ingénieur. La formation des

« nouveaux » enseignants étant mise en place⁵, qu'en est-il des personnels en poste ? Comment se sont-ils adaptés à ce bouleversement⁶ ? Quels sont les critères et les conditions de leur adaptabilité ?

1.2) Imaginer la réforme comme une reconversion professionnelle pour les enseignants de SII

La reconversion professionnelle représente un « cap » déterminant dans la carrière d'un individu venant alors « bouleverser » sa situation professionnelle. Le changement, qui peut être soit volontaire soit subi, amène dans tous les cas à une restructuration des modes et des routines de travail : la transition est un « intermédiaire entre deux états, deux situations, un entre-deux plus ou moins confortable » (Balleux & Perez-Roux, 2013, p.101). D'après Daugoumau, 2013, la notion de reconversion professionnelle est « polysémique » et peut être le fait d'un changement biographique désiré, une bifurcation, une rupture ou une crise [...].

Dans le cadre d'une modification du travail prescrit comme la réforme STI/STI2D, les changements devront être opérés par les personnels dans l'optique de correspondre avec le référentiel attendu. Cet « état transitoire » entre la situation d'avant et post réforme peut être représenté par un changement subi par les personnels : en effet, le changement n'est pas de leur fait mais provient d'une modification du travail prescrite par l'employeur. Dans ce cadre et pour cette étude, nous placerons comme hypothèse que les professeurs de STI se trouvent dans une situation de reconversion professionnelle subie et donc dans une situation de rupture avec leur(s) ancien(s) référentiel(s) d'emploi (anciennes spécialités de STI).

1.2.1) Reconversion professionnelle volontaire

Lorsque la reconversion professionnelle est désirée par le professionnel, dans un but mélioratif de ses conditions de travail par exemple, la décision est guidée par la réflexion de l'individu la désirant (Beck, 2001) et par un ensemble de décisions personnelles comme précisé par Negroni en 2005 : « un désir de réappropriation de sa vie, qui passe par un changement professionnel » (Negoni, 2005, p.319) et par le désir de changer de métier (Negoni, 2011) ou du moins un changement en dehors des compétences du métier de l'individu (Dorgère, 2012). La motivation et le désir de changement semblent alors être prépondérants lors d'une reconversion professionnelle volontaire car l'optique de rupture

⁵ Bien qu'ils aient une spécialité universitaire bien définie.

⁶ Hamon, C. (2013), opus-cité : « Plus qu'une rénovation, il s'agit d'un véritable bouleversement » en parlant de la réforme STI.

avec la situation professionnelle antécédente est forte (mal-être au travail, désir de changement, burn-out, bore-out...).

1.2.2) Reconversion professionnelle subie et « désécialisation »

Dans le cadre d'une reconversion professionnelle subie, l'individu se retrouve confronté à une situation non prévue, non préméditée et non réfléchie en amont. Un changement, un élément apparait et vient alors modifier radicalement la situation de travail. Contrairement au cas d'une reconversion volontaire la dimension désirée et réfléchie par l'individu n'est plus présente : les salariés doivent s'acclimater à la nouvelle situation de travail prescrite par l'employeur ou à la situation de changement du contenu du travail. Dans notre cas il s'agit d'un changement du travail prescrit : la notion de « désécialisation » peut prendre deux orientations et notamment celle d'un « glissement progressif de l'enseignement technique fondé sur les formations professionnelles ou professionnalisantes de spécialités vers un enseignement technologique de culture générale » (Zaid & Lebaume, 2015, p.238). La réforme STI2D ne constitue pas un changement d'emploi pour les enseignants mais une modification majeure dans les contenus scolaires et les savoirs enseignés et de leur mise en œuvre.

C'est dans ce contexte de changement de prescription fort qu'il est nécessaire de comprendre de quelle manière les enseignants assimilent la nouvelle prescription et comment ils l'opérationnalisent. Des éléments de réponse peuvent être analysés au travers de la définition du schème et pour comprendre l'évolution des schèmes des enseignants de SII, il faut analyser un certain nombre d'éléments et notamment « l'importance de la prescription, l'importance des instruments, l'importance de l'expérience professionnelle » (Pastré, 2002, p.12). Dans notre cas d'étude, la prescription du travail a changé pour évoluer vers de nouvelles pratiques vis-à-vis de l'enseignement des Sciences Industrielles. La définition d'un concept (le concept d'énergie dans notre cas) est « variable » en fonction des individus, des parcours, des spécialités enseignées : « le schème est en effet le moyen d'assimiler de nouveaux objets et de s'accommoder aux propriétés nouvelles qu'ils présentent par rapport aux objets antérieurement assimilés » (Pastré et al., 2006, p.149). La population des enseignants de STI, comme vu précédemment, est hétérogène vis-à-vis de la thématique énergétique.

Un deuxième élément à prendre en compte est l'évolution du schème en fonction des « sollicitations extérieures ». Comme précisé par Fischbein (1978, p.12) « Il faut d'abord rappeler la fonction assimilatrice des schèmes, c'est-à-dire leur rôle comme mécanisme d'intégration » Le schème évolue donc en fonction de son état initial mais également de ces sollicitations extérieures qui peuvent conduire à un nouvel état de représentation incomplète

ou erronée ⁷: « un apprentissage par simple renforcements externes consistant à faire connaître au sujet, par constatation ou information verbale, etc., les résultats du raisonnement qu'il aurait dû faire, n'aboutit qu'à des résultats très pauvres » (Piaget, 1968, p.291). De ce point de vue, il est également possible que le schème ait été alimenté par des informations erronées d'un point de vue scientifique.

L'établissement d'un schème est aussi sujet à la représentation en amont de l'individu, « Il faut que le sujet parte d'une autre structure logique plus élémentaire qu'il parviendra à différencier ou à compléter : autrement dit, l'apprentissage n'est alors qu'un secteur du développement plus ou moins favorisé ou accéléré par l'expérience » (Piaget, 1968, p.291).

Ces différents éléments peuvent être utilisés pour les entretiens afin de comprendre le schème en amont et les différentes sollicitations ayant permis son évolution chez les individus. Ce travail s'intéresse uniquement à l'enseignement de l'énergie et de la modélisation de la chaîne d'énergie en termes d'évolution du travail prescrit lors de la réforme STI2D de 2011. Nous nous intéresserons à cette évolution dans le but d'analyser les différences entre un enseignant issu d'une ancienne spécialité de la série STI par rapport aux enseignants issus d'autres spécialités (voir partie 2, chapitre 4.1 de la thèse).

1.2.1) Prescription relative à l'Énergie en STI de 1992 à 2011

La modélisation de la chaîne d'énergie en STI n'était prescrite que dans une seule spécialité (Génie Electrotechnique) et ne correspondait pas exactement aux attentes exprimées dans le référentiel ou dans les ressources de STI2D. Les enseignants des autres spécialités de STI n'ont jamais été amenés à modéliser cette chaîne, certains ont enseigné l'énergie uniquement d'un point de vue disciplinaire (énergie mécanique pour les professeurs de génie mécanique par exemple) alors que d'autres n'ont jamais enseigné une notion relative à l'énergie (spécialité de productique mécanique, chaudronnerie industrielle etc...).

La nouvelle prescription de 2011 en ETT est quant à elle beaucoup plus exigeante vis-à-vis du nombre de savoirs relatifs à l'énergie à enseigner.

⁷ Cette idée se base sur le postulat que les enseignants n'ont pas forcément reçu une formation spécifique ou n'ont pas forcément un cursus, un vécu relatif à l'enseignement de l'énergie. La structuration des connaissances des enseignants pourrait donc provenir de diverses méthodes comme l'autoformation, dialogue avec les collègues de spécialité, recherches personnelles... Ce postulat amène donc à réfléchir sur les sollicitations extérieures renforçant les schèmes des enseignants vers un modèle qui pourrait être en décalage avec le savoir savant qui pourront tout simplement être mal interprétés.

1.2.2) Prescription relative à l'Énergie en STI2D (Réforme de 2011)

Depuis la réforme STI2D, en Enseignement Technologique Transversal, les enseignants⁸ doivent enseigner l'ensemble des thématiques couvrant le nouveau programme dont l'enseignement de l'énergie et la modélisation de la chaîne énergétique des systèmes : « caractérisation des fonctions relatives à l'énergie : production, transport, distribution, stockage, transformation, modulation »⁹.

Comme vu précédemment, le référentiel d'ETT totalise 18 savoirs proches relatifs à l'énergie dont la modélisation de la chaîne fonctionnelle d'énergie. Cet enseignement doit être réalisé par tous les enseignants intervenant en ETT quelle que soit leur spécialité. L'analyse des référentiels montre un écart entre les enseignements des différentes spécialités qui n'ont pas tous de relation avec l'énergie et certains n'ont même aucune référence comme par exemple en Génie Mécanique Productique, en Chaudronnerie.

1.3) La motivation au travail

La compréhension des paramètres régissant la motivation au travail sont importants pour permettre de comprendre les critères de flexibilité des professionnels. Louart (2002) proposait une définition de la motivation dans ses travaux sur les théories du contenu motivationnel de Maslow et de Herzberg : « la motivation désigne les forces qui agissent sur une personne ou à l'intérieur d'elle pour la pousser à se conduire d'une manière spécifique, orientée vers un objectif. Les pulsions, enjeux ou mobiles auxquels obéissent les salariés dans leur travail affectent leur productivité » (Louart, 2002, p.3). Les travaux de Herzberg (1971), relatent certains paramètres influant sur la motivation d'un individu et notamment la réalisation d'un travail bien fait, la reconnaissance issue du travail accompli, la nature du travail et la possibilité de développement de l'individu est également énoncée. Ces éléments nous renseignent sur des points importants qui nous permettront d'intégrer des éléments relatifs aux motivations des enseignants de SII.

Blais et al. (1993), définissent la motivation au travail comme l'expression de « préférences vis-à-vis de certaines tâches » (Blais et al., 1993, p.186) qui ont un impact sur « l'effort et l'attention déployés à la réalisation d'un travail » ainsi que sur « l'engagement » déployés lors de l'activité. L'intérêt que les enseignants portent à la tâche peut donc affecter la réalisation de celle-ci. De plus, les auteurs proposent une échelle permettant de « scinder » les différents

⁸ Indépendamment de leur spécialité

⁹ Extrait du programme d'Enseignement Technologique Transversal du baccalauréat STI2D

échelons de la motivation au travail allant de l'amotivation à la motivation intrinsèque. Chacune de ces modifications fait l'objet de subdivisions :

Catégories	Subdivisions	Critères
Amotivation	Externe	Individu effectuant l'activité de façon résignée ou la source de cette résignation est perçue comme étant l'environnement externe (personnes, structure, hiérarchie).
	Interne	Individu effectuant l'activité de façon résignée en croyant que le manque de contrôle sur les résultats est dû à des facteurs qui proviennent de soi même
Motivation extrinsèque	Régulation externe	Individu effectuant son travail afin d'obtenir des récompenses ou d'éviter des punitions de son environnement : pour être motivé il dépend des autres.
	Régulation introjectée	Individu effectuant son travail en se motivant lui-même en s'imposant des « pressions » : il peut travailler pour améliorer son égo par exemple.
	Régulation identifiée	Individu effectuant son travail de façon instrumentale mais qui a le sentiment d'avoir le choix parmi les différentes tâches qu'il accomplit. Effectue son travail parce qu'il veut le faire, même si les tâches ne lui plaisent pas.
	Régulation intégrée	Individu accomplissant son travail à des fins instrumentales tout en assumant son choix mais en intégrant son engagement dans son travail avec les autres activités importantes de la vie.
Motivation Intrinsèque	Stimulations	Individu effectuant son travail car il lui permet de ressentir des stimulations plaisantes, d'excitation, d'amusement...
	Connaissance	Individu effectuant son travail pour la satisfaction et le plaisir d'être en train d'apprendre de nouvelles choses.
	Accomplissement	Individu effectuant son travail pour la satisfaction et le plaisir d'être en train d'accomplir et créer ou de relever un défi optimal. Cette catégorie peut englober la motivation à la maîtrise de la tâche Harter, 1981).

Tableau 7 : récapitulatif des catégories de « motivations » au travail énoncées par Blais, R. Brière, N. Lachance, L. Riddle, A & Vallerand, R. en 1993 (p.187-193)

Le tableau 7, qui récapitule les catégories de motivation, permet de comprendre et d'analyser l'influence de la motivation sur les caractéristiques de flexibilité des enseignants comme les efforts consentis par les enseignants lors de la réalisation des tâches prescrites.

1.3.1) La « performance » au travail et les enjeux

Frimousse (2008, p.121) explique l'importance de la relation au savoir et de la performance au travail : « la tâche renvoie aux actes qui nécessitent des connaissances et des qualifications spécifiques au travail ». Dans son article il proposait également un récapitulatif de différentes définitions et caractéristiques de différents auteurs de la performance au travail :

- « La productivité dépend de la quantité et de la qualité du travail qu'un individu ou un groupe fournit dans l'accomplissement des tâches prescrites » (Frimousse 2008, p.122) citant Katz (1964) ;
- L'accomplissement des devoirs et des responsabilités. Murphy (1989) ;
- Chaque tâche renvoie vers des compétences spécifiques, l'auto-développement et la persévérance sont des éléments déterminants de la performance. Campbell, McHenry et Wise (1990) ;
- L'apprentissage de la tâche recentrée dans son contexte : la capacité ainsi que la motivation sont incluses dans ce contexte. Murphy et Shiarella (1997) ;
- L'efficacité d'accomplissement des différentes tâches confiées. Borman et Motowidlo (1997).

Ces éléments permettent de lier la performance de l'opérateur de la prescription, un enseignant par exemple, et les paramètres pouvant influencer sur sa capacité à exercer son travail. Quelle quantité de travail un enseignant veut fournir pour réaliser la tâche prescrite ? Sa mission d'enseignement envers les élèves est-elle un facteur ? Ces questions pourront trouver des réponses auprès des enseignants et expliquer la ou les manières avec laquelle/lesquelles ils sont passés d'une prescription à une autre et avec quel degré de ressenti sur la tâche réalisée.

1.3.1.1) Un « déterminant psychologique » de la performance : l'affect

Le sentiment ressenti par un individu sur son travail est un critère important dans la réalisation des tâches prescrites mais la relation de l'enseignant avec sa discipline l'est également. L'affect est un paramètre pouvant influencer sur la performance et la motivation au travail. Le concept est relié à la représentation de l'individu (Freud, 1887-1902) sur la situation, la personne, l'objet concerné (Charles-Pauvers, Commeiras, Peyrat-Guillard, D. et Roussel, 2006). Le concept est également relié à un sentiment qui peut être agréable ou non mais également comme un trait de personnalité ou comme une attitude (Garcia-Prieto, Tran et Wranik, 2005). Charles-Pauvers et al., opus-cité et Locke (1997, P375-412) précisent que l'humeur peut être reliée à un effet « durable » mais « faiblement intense », l'émotion est « éphémère mais intense » et finalement l'humeur est un sentiment « plus diffus » donc

« moins intense » mais beaucoup « plus durable » ce « qui peut être le cas du plaisir ou du déplaisir ressenti dans un emploi occupé ».

La réforme STI2D supprime une relation particulière au profit de l'enseignement d'un Enseignement Technologique Transversal : la discipline d'origine de l'enseignant n'existe plus à part entière car elle fait maintenant partie d'un ensemble. La relation d'affect de l'enseignant avec sa discipline ne semble plus si évidente et il sera nécessaire de voir les liens entre l'affect et la nouvelle discipline. Cet aspect peut alors être utilisé pour des entretiens afin de comprendre l'influence de la réforme et de son « acceptation » par la population des enseignants de SII et ainsi valider ou invalider les relations avec l'affect ressenti par la population en éventuel critère d'adaptabilité. Le ressenti sur la tâche prescrite des enseignants peut également prendre la forme de l'utilité du savoir qu'ils transmettent et de son intérêt réel : « est-ce utile, ce que j'enseigne ? ».

1.3.1.2) L'utilité perçue est-elle un critère de l'acceptation de la tâche ?

Un des critères importants de l'acceptation de la tâche prescrite pourrait être relié à la compréhension de la tâche elle-même et à l'utilité perçue de celle-ci. Dubeau (2015) en citant Eccles et al. (1983) précise que « la valeur intrinsèque ou l'intérêt est inhérent au plaisir immédiat que l'on retire de la réalisation d'une activité. En contrepartie, l'utilité perçue de la tâche est déterminée par l'importance accordée à la réalisation d'une tâche pour atteindre un objectif » (Dubeau et al., 2015, P4).

Les enseignants peuvent ne pas comprendre la finalité ou l'intérêt global de ce nouvel enseignement. Cette non-compréhension de la globalité de la prescription peut amener un certain désintérêt de la part des enseignants et donc affecter l'utilité perçue.

L'intérêt de nouveaux contenus peut ne pas être perçu par les enseignants et peut amener au refus de l'acceptation de la tâche. La perception de l'intérêt peut découler d'une incompréhension des nouveaux contenus.

La nouvelle prescription est en rupture avec les anciens enseignements et activités réalisées par les professeurs de SII. Cette différence au niveau de l'activité peut être difficile à surmonter et cet « écart » didactique peut être un facteur influant sur la flexibilité des enseignants.

1.3.1.3) Conséquences et pathologies d'une « rupture » avec l'activité

L'activité professionnelle peut être, dans certains cas, source de difficulté(s) pour certains individus. La pénibilité, la « non acceptation » ainsi que d'autres paramètres peuvent ainsi influencer les performances et l'état de santé des salariés. Grosjean (2005, P30) précisait que « les travailleurs sont sensibles au respect de leurs aspirations (autre que financières) [...] accomplissement professionnel, intérêt du travail, dimension relationnelle ». Autant de paramètres pouvant être reliés à certaines « pathologies telles que le stress, l'anxiété et la violence au travail ». Certaines situations peuvent également amener à une fatigue, un épuisement, voire de la frustration attribuable au travail (Vésina, 2003).

La pénibilité perçue de la tâche prescrite peut alors avoir des conséquences sur les performances mais également sur la santé des individus l'exerçant : cette dimension pourra également être un élément permettant de comprendre les paramètres de flexibilité des enseignants de SII vis-à-vis de leur pratique et du contexte de la réforme.

De plus, l'étude de stress au travail des enseignants de STI menée par Tavani et Collange en 2013 montre « un lien négatif et significatif entre la perception du changement et le stress perçu » (Tavani et al., 2013, P33). Les auteurs plaçaient comme hypothèse que « le lien entre une attitude négative envers le changement et un fort niveau de stress est (en partie) déterminé par le manque de ressources consécutif à ce changement, particulièrement en termes de reconnaissance, d'autonomie, de clarté de rôle et de soutien » (Tavani et al., 2013, P36).

Nous terminerons cette partie avec une citation de l'article de Pauly et Viers (2008) : « les impacts des risques psychosociaux¹⁰ ne se limitent pas au salarié. Ils peuvent s'étendre à l'équipe de travail et affecter la performance de l'entreprise » (Pauly et al., 2008, P25). Cette citation s'applique à un établissement scolaire puisque l'équipe pédagogique est une construction de différents individus ayant la même fonction d'enseignement envers les élèves. Le mal-être au travail peut être ressenti par un enseignant ou par une équipe entière au travers de l'incompréhension du changement de prescription par exemple.

¹⁰ « Causes et des symptômes de mal-être : violence en provenance du public externe à l'entreprise, violence interne à l'équipe de travail, harcèlement moral et sexuel, excès de stress, troubles anxieux et dépressifs, stress post-traumatique, addictions ». (Pauly et Viers, 2008) opus-cité.

1.3.2) La conscience disciplinaire et la pluridisciplinarité

La conscience disciplinaire peut être représentée comme une image de la discipline (Colomb, 1987-1993), Van Beveren expliquait en 2013 que la « réflexivité » était liée à la manifestation de la « représentation que l'enseignant s'était forgé de la discipline » (Van Beveren, 2013, P2). De plus, Reuter proposa également une définition de conscience disciplinaire en 2007 : « j'avais proposé de définir la conscience disciplinaire comme la manière dont les acteurs sociaux, et plus particulièrement les acteurs scolaires, (re) construisent les disciplines scolaires » (Reuter, 2007, P57).

La réforme soulève également la question des enseignants « non spécialistes » d'une thématique et la difficulté de l'enseigner mais également son efficacité¹¹. Reuter en 2007, en citant Jaubert (2001), expliquait « comment toute une série de problèmes pouvaient être éclairés par la difficulté à entrer dans un discours disciplinaire (et non ordinaire) » (Reuter, 2007, P58), ce qui pourrait être une piste d'investigation lors d'entretiens avec les enseignants : comprendre quel est le recul de l'enseignant, sa vision et sa compréhension de la thématique visée. Cet élément reste important car il existe des relations entre les représentations des enseignants, sur les modalités d'enseignement et sur les modalités d'appropriation des élèves (Lautier, 1997)¹².

Ces différents éléments pourront être utilisés pour comprendre les « liens » entre les enseignants avec leurs anciennes disciplines et les nouvelles : ces relations pourraient éventuellement être une des caractéristiques de la flexibilité. En effet, la représentation des enseignants de cette « nouvelle discipline » pourrait être importante pour la compréhension de leur flexibilité.

1.4) La flexibilité professionnelle : proposition d'une définition

D'après Sennet (2000), la flexibilité est associée à « un nouveau mode de vie qui fait des ravages »¹³, l'auteur dresse certains « effets » de la flexibilité comme la difficulté de se « projeter dans l'avenir » et « l'identité professionnelle et sociale » mise à mal (Sennet, 2000, P221). Dans notre étude, plusieurs éléments ont été rassemblés nous permettant de recentrer certaines caractéristiques qui peuvent potentiellement influencer (de manière méliorative ou

¹¹ Peut-on enseigner ce « qu'on ne connaît pas » ? (Daele, 2012)

¹² Etudiant les représentations des enseignants sur l'Histoire (comme discipline) et leurs « conséquences » sur les modalités d'enseignement et d'appropriation des élèves.

¹³ Pour le professionnel.

non) sur cette « capacité » à être flexible des professionnels et de s'adapter à une nouvelle prescription :

Thématiques	Éléments à rechercher en entretien
Le Choix	La situation est-elle désirée ? A l'initiative de l'individu ?
Les perceptions de la discipline	L'affect, l'attrait, la conscience disciplinaire, sa représentation de la discipline, l'ancienneté
L'environnement de travail	Les outils, le matériel, les relations avec la hiérarchie, la reconnaissance du travail accompli, une éventuelle formation
Les performances	La « maîtrise de la tâche » (Harter, 1981), les compétences, les connaissances de/sur la discipline ou de la thématique, l'accomplissement des tâches
Les « efforts » consentis et l'investissement personnel	La motivation, l'amotivation, les moyens mis en œuvre, la quantité de travail fourni
Les « capacités » de l'individu	Etat physique, mental comme la dépression ou le stress par exemple
L'expérience de l'individu	Quelle est la spécialité de l'enseignant ? A-t-il enseigné la modélisation de la chaîne d'énergie précédemment ? A-t-il déjà enseigné une notion relative à l'énergie précédemment ? Quel parcours universitaire ?
L'accompagnement de l'individu	Quelles formations sur l'énergie pour l'enseignant ? Le rôle du travail d'équipe au sein de son établissement ? Autoformation ?

Tableau 8 : récapitulatif des critères probables de flexibilité chez les enseignants

A partir du tableau 8, la flexibilité professionnelle peut être définie comme une capacité psychologique et/ou physique (en cas de handicap comme cause de reconversion) mettant en œuvre la facilité d'un l'individu à s'adapter dans un nouvel environnement de travail ou une nouvelle situation professionnelle. L'aspect volontaire ou imposé du changement de pratique professionnelle, les perceptions de l'individu sur les nouvelles tâches, le nouveau contenu disciplinaire et l'environnement de travail influencent la flexibilité de l'enseignant.

L'individu sera alors impacté par ces différents éléments qui influenceront sur les performances et les efforts qu'il consent à faire pour réaliser, plus ou moins efficacement, les tâches qui lui sont prescrites et la manière dont il les redéfinit.

1.5) Redéfinition de la tâche et articulation avec la flexibilité professionnelle

La redéfinition de la tâche par les enseignants qui sont les opérateurs de la prescription est primordiale. Pour comprendre leurs critères de flexibilité lors de la réforme, il est nécessaire d'analyser les méthodes et les arrangements qu'ils mettent en œuvre pour réaliser opérationnellement la transmission du savoir.

La notion de tâche peut prendre diverses significations en fonction de la position prescripteur/opérateur (de la prescription). Leplat et Hoc (1983, p.50-51) définissent la tâche comme étant « ce qui est à faire » et l'activité comme « ce qui est fait ». Ils associent également la prescription à la notion de tâche et la notion d'activité « à ce qui est mis en jeu par le sujet pour exécuter ces prescriptions ». Goigoux (2007, p.57) définit la prescription comme étant « tout ce que l'institution scolaire définit et communique au professeur pour l'aider à concevoir, à organiser et à réaliser son travail ».

La mise en œuvre de la tâche prescrite ne se réalise par toujours selon les mêmes modes d'action d'un individu à un autre car « la notion de tâche effective qui correspond à ce que le sujet fait effectivement » est divergent en fonction du « but » et des « conditions » de réalisation de la tâche prescrite (Leplat et Hoc, 1983, p.50-51).

Rogalski (2004, p.112) détermine le terme de « compétence professionnelle » comme étant les paramètres mis en œuvre par un professionnel dans la réalisation de la prescription du travail.

1.5.1) Redéfinition de la tâche

La redéfinition de la tâche est un des paramètres des opérateurs de la prescription qui fait l'interface entre la tâche prescrite et la tâche effective, Leplat et Hoc (1983, P56) parlent dans leur article des écarts entre les tâches effectives et les tâches prescrites et notamment des « conditions d'exécution effectivement prises en compte par le sujet ». Plus récemment, la redéfinition de la tâche est définie par Simar et al. (2014) comme étant les codes utilisés par les professionnels pour la mise en œuvre des tâches prescrites. Ainsi, la redéfinition de la tâche revêt un caractère intrinsèque à la personne mettant en œuvre la tâche prescrite d'une part et d'autre part son lien disciplinaire avec sa spécialité comme le précise Clot et Faïta (2000, P11) : « le genre est en quelque sorte la partie sous-entendue de l'activité, ce que les travailleurs d'un milieu donné connaissent et voient, attendent et reconnaissent, apprécient ou redoutent ; ce qui leur est commun et qui les réunit sous des conditions réelles

de vie ; ce qu'ils savent devoir faire grâce à une communauté d'évaluations présupposées, sans qu'il soit nécessaire de respecifier la tâche chaque fois qu'elle se présente ». Plus récemment, Goigoux (2007, p.58) précise que « le genre professionnel, est un corps d'évaluations partagées qui règle l'activité personnelle de façon tacite et marque l'appartenance à un groupe. »

1.5.1.1) La redéfinition de la tâche comme paramètre intrinsèque de l'opérateur de la prescription

La redéfinition de la tâche est une notion associée à l'individu et à la prescription. Cette activité d'adaptation et de travail autour de la tâche prescrite peuvent donner des indications quant à la nature du travail et de la mise en œuvre de la tâche par l'individu : « l'activité de l'enseignant dans la réalisation de cette mission comprend non seulement ce qu'il fait (ce qui est observable de ses actions), mais aussi ses diagnostics, ses anticipations, ses inférences » Rogalski (2007, p.3). La tâche est alors adaptée par l'enseignant, elle « comporte une représentation du but visé par l'enseignant, les contraintes et les ressources dont il dispose pour agir ainsi que les critères et les degrés de réussite qu'il prend en considération » mais également sur la manière dont ils « interprètent les prescriptions en fonction des moyens dont ils disposent et des exigences qu'ils se donnent. » Goigoux (2007, p.56).

L'activité de redéfinition de la tâche peut donc être assimilée à un ou des paramètres d'un individu à mettre en œuvre la prescription en fonction de ses capacités, ses objectifs et ses niveaux d'exigences. La redéfinition de la tâche sera donc variable en fonction de l'enseignant, de son vécu, de son expérience, de sa relation aux savoirs et de sa spécialité et de ses objectifs qui lui sont propres¹⁴. Les champs disciplinaires et didactiques dans lesquels les enseignants ont évolué et/ou ont été formés sont des paramètres qui doivent influencer leur adaptation et leur réarrangement de la tâche prescrite.

1.5.1.2) La notion de genre professionnel comme étant un paramètre de la redéfinition de la tâche

La notion de genre professionnel nous renseigne sur les différentes manières dont les enseignants redéfinissent les tâches qui leur sont attribuées par le travail prescrit. Cette

¹⁴ Les paramètres relatifs à l'environnement de travail (matériel, équipe pédagogique, hiérarchie...) sont également importants dans la redéfinition de la tâche de l'enseignant. Ces caractéristiques peuvent être communes à plusieurs individus et peuvent prendre la forme de paramètres influant sur un groupe d'individu.

notion de genre peut être attachée à l'idée de la culture technique ou disciplinaire des enseignants. Clot et al. (2000, p.2) le définissent ainsi : « il s'agit d'une sorte de mémoire mobilisée par l'action. Mémoire impersonnelle et collective qui donne sa contenance à l'activité en situation : manières de se tenir, manières de s'adresser, manières de commencer une activité et de la finir, manières de la conduire efficacement à son objet. Ces manières de prendre les choses et les gens dans un milieu de travail donné forment un répertoire d'actes convenus ou déplacés que l'histoire de ce milieu a retenus ».

Cette définition peut être attachée à notre recherche car elle peut mettre en lien l'analyse de la population des différentes spécialités de SII. La population peut être attachée à des genres différents en fonctions des différents corps de SII pouvant appartenir à des genres différents comme la Mécanique, l'Electrotechnique, le Génie Civil ou l'Electronique par exemple).

1.5.2) Articulation entre la redéfinition de la tâche et la flexibilité professionnelle

La flexibilité professionnelle dépend de la capacité de l'enseignant à redéfinir la tâche qui elle-même dépend de la spécialité dont l'enseignant est originaire. En effet, chaque enseignant est rattaché à une discipline de recrutement émanant d'une famille disciplinaire qui définit un genre professionnel à partir de laquelle il puise les contenus permettant l'analyse de son activité et donc de la redéfinition de la tâche.

Les caractères intrinsèques reliant l'individu (opérateur de la prescription) à la tâche confiée sont également à prendre en compte. Le caractère personnel de la redéfinition de la tâche peut alors prendre place au sein des éléments théoriques mis en place lors de la définition de la flexibilité professionnelle¹⁵ : l'objectif ou les objectifs est/sont fixé(s) par l'enseignant en fonction des contraintes avec lesquelles il doit composer¹⁶ dans cet environnement de réforme. La définition des genres disciplinaires (genre du génie mécanique, du génie civil etc..) pourrait apporter des éclaircissements au niveau de la compréhension de la mise en œuvre de la réforme. Mais cette définition aurait pour prérequis l'analyse et la caractérisation des différents profils S2I. Ce développement pourrait être une perspective à ce travail de recherche.

¹⁵ Les efforts consentis, la maîtrise de la tâche par exemple

¹⁶ La notion de contrainte peut prendre ici la forme de l'environnement de travail et l'accompagnement lors de la réforme de l'enseignant

Goigoux (2007, p.60) souligne dans son article : « on sait, en effet, que, bien souvent, les maîtres rejettent les instruments s'ils impliquent des modifications trop importantes de leurs manières de faire ou s'ils ne correspondent pas aux buts qu'ils se donnent ». En étendant la réflexion de Goigoux sur les instruments didactiques aux prescriptions primaires, alors on peut considérer que plus les modifications seront importantes dans la manière de faire des enseignants plus ils risquent de rejeter la prescription. Ainsi la flexibilité ne dépend pas uniquement des caractéristiques intrinsèques de l'enseignant mais dépend aussi de l'écart entre les pratiques anciennes et celles qui sont données par la prescription. La mise en œuvre de la réforme peut également être l'objet d'un rejet de la part de la population enseignante si la nouvelle prescription devient trop importante avec une mise en œuvre lourde et de nouveaux matériels pédagogiques.

Cet élément supplémentaire pourra alors être mis en relation avec l'acceptation du changement de la prescription et la motivation de la population : est-elle résignée à accomplir la tâche ? Quelle(s) spécialité(s) du corps de SII ne peut/veut pas faire coïncider ces objectifs ou sa perception de la discipline (genre professionnel) vers l'enseignement de l'énergie en Enseignement Technologique Transversal ?

Finalement la notion de schème et d'évolution du schème, définies précédemment, sont également mêlées à la redéfinition de la tâche par le biais de « tentatives » et de « compromis » comme le souligne Goigoux (2007, p.60) : « les prototypes sont ensuite modifiés pour donner lieu à des secondes versions des instruments, fruits de compromis entre les contraintes identifiées et les projets initiaux. ».

Cette section vise à rassembler deux visions du travail dans un contexte de nouvelle prescription de la tâche et de permettre d'instrumenter la flexibilité professionnelle. L'ensemble des caractéristiques inhérentes à la flexibilité énoncé précédemment pourra permettre de comprendre les caractéristiques qui permettent aux enseignants de SII de mettre en œuvre leur nouvelle prescription en fonction de leur spécialité. C'est justement ces spécialités qui nous intéressent car elles sont relatives à des fondements, des perceptions de la Technologie, de l'énergie qui sont différentes et qui sont inhérentes au curriculum des enseignants.

1.6) Enseigner l'énergie : une question de curriculum

Les curriculums représentent la réflexion autour de la structuration et de la mise en œuvre de la transmission de contenus spécifiques à une population donnée (Duplessis, 2009). Plus qu'un référentiel prescrit, il s'agit plutôt de tout ce qui est mis en œuvre pour le rendre effectif

(Demeuse, 2013). Pour un curriculum donné, la stratégie de structuration se réalise au niveau sociétal : « un curriculum d'enseignement est une des manifestations les plus évidentes, voire la plus évidente, d'un projet de société en matière d'éducation » (Roegiers, 2011, p.2). Plus que l'aspect sociétal, le curriculum peut également tendre vers des aspects « culturels » mais également « économiques » (Duplessis, 2009, p1). Cette stratégie, pensée en amont, détermine, structure et réalise le découpage disciplinaire des contenus (Reverdy, 2018 ; Liénard & Mangez, 2017). Du point de vue de sa mise en œuvre, les enseignants adaptent, modélisent, pensent et rendent effectif la prescription en fonction de leurs perceptions et de leur vécu (Mahamat, 2011) « sous la forme d'un plan d'actions éducatives structuré, en cohérence avec les finalités assignées par l'institution » (Duplessis, 2009, p.1). Il est donc possible de rencontrer des disparités dans les différentes pratiques qui peuvent être dues aux politiques et aux stratégies pédagogiques et didactiques effectives (Thurler et Perrenoud, 2005).

Le curriculum peut-être de différente nature, notamment caché (Perrenoud, 1993 ; Demeuse, 2013) ou encore réel (Perrenoud, 1984 ; 1993 ; 2002 ; Miled, 2005). Nous allons voir ces différentes spécificités dans les chapitres suivants.

1.6.1) Le curriculum caché et le curriculum réel

Le curriculum caché comprend l'ensemble des variables « visibles » ou « non visibles » par les élèves et les enseignants comme les ressources intrinsèques aux formateurs (valeurs, expériences) ou les attraits des élèves (Demeuse, 2013 ; Perrenoud, 1993).

Le curriculum réel, à l'instar du curriculum caché, représente la dimension effective de l'activité par l'enseignant auprès des élèves : il s'agit du curriculum réalisé (Perrenoud, 1984). Du point de vue de l'élève, il s'agit de l'expérience qu'il a de l'enseignement suivi, autrement dit, c'est ce qui est effectivement vécu par les élèves en situation (Dominicié, 1990 ; Perrenoud, 1993 ; Perrenoud, 2002 ; Miled 2005).

Cette approche par l'expérience effectivement vécue par les élèves permet d'alimenter la réflexion vis-à-vis de l'enseignement en co-enseignement et de son impact sur l'expérience des élèves.

1.6.2) Le curriculum en Technologie

La représentation de la chaîne fonctionnelle d'énergie peut prendre de nombreuses formes en fonction des énergies et des cas de systèmes étudiés. Une étude comparative est réalisée

parmi les enseignants de Sciences de l'Ingénieur de la spécialité Energie Environnement¹⁷ avec comme objectif de travailler sur un système modélisé par deux chaînes fonctionnelle d'énergie (une linéaire et une adaptée aux concepts physiques du système). Pour analyser leurs représentations par rapport aux deux modèles, cette analyse sera réalisée lors des entretiens avec les enseignants de cette spécialité (Voir étude de la population). Le récapitulatif suivant, extrait des travaux de Koliopoulos et Ravanis (1998, p.173), propose différents curriculums relatives à l'énergie¹⁸ :

- **Curriculum traditionnel** : « dispersion du concept d'énergie en diverses unités thématiques » ;
- **Curriculum innovatif** : « se référant seulement à l'importance du concept en sciences physiques mais aussi à l'impact provenant des problèmes sociaux » ;
- **Curriculum constructiviste** : « l'énergie exige une unité conceptuelle unique ou une élaboration progressive est tentée à travers l'introduction des différents modèles de la chaîne énergétique à partir d'un modèle-germe ».

Ces différents curriculums proposent des approches différentes de l'enseignement de l'énergie qui peuvent être éventuellement utilisées en ETT. La modélisation d'une chaîne fonctionnelle d'énergie compatible avec plusieurs disciplines est quant à elle assujettie au curriculum constructiviste. Il pourrait être intéressant d'envisager diverses méthodes d'enseignement de l'énergie que les enseignants de SII pourraient utiliser en les classifiant par ces catégories de curriculums.

1.7) Conclusion sur la définition de la flexibilité

Lors d'une réforme, les enseignants sont contraints à une forme de flexibilité. Il est alors nécessaire de s'intéresser à la compréhension des « facilités » et des « difficultés » rencontrées par les enseignants lors de la mise en œuvre de la prescription. Cette revue de littérature sur la flexibilité permet d'alimenter les questions de recherche relatives aux paramètres de flexibilité. Notamment par l'apport des éléments théoriques énoncés précédemment.

¹⁷ La population de spécialité Energie Environnement est généralement des enseignants de la série Electrotechnique de STI (les seuls qui avaient l'habitude de modéliser des systèmes par leur chaîne d'énergie). Cette étude étant réalisée en entretien individuel, il faudra se renseigner sur leur parcours en STI pour éviter de choisir un individu ayant fait une reconversion lors de la réforme (génie civil en Energie Environnement par exemple).

¹⁸ Le tableau permettra de situer les enseignants sur un profil de curriculum dans l'objectif de voir si différents profils existent au sein de la population et si la spécialité impacte le positionnement.

D'après les lectures effectuées, la flexibilité professionnelle¹⁹ est déterminée par la situation de choix de l'individu (comme lors d'une reconversion professionnelle volontaire ou subie), par la perception de la nouvelle situation de travail (de la discipline, du matériel pédagogique [...]), des efforts consentis et finalement par la capacité de redéfinition de la tâche. Il faudra donc valider ou discriminer ces éléments ou leur signifier une valeur (méliorative ou non) agissant sur cette « capacité » de s'adapter à la nouvelle situation de travail.

Dans notre cas, la flexibilité professionnelle est déterminée par le caractère subi de la nouvelle réforme de l'enseignement Technologique, par la famille disciplinaire dont les enseignants de SII proviennent, par l'importance de l'écart entre les pratiques qui sont différentes (peut être variable en fonction de l'origine : un écart très important par exemple pour la spécialité Chaudronnerie et très faible pour la spécialité Electrotechnique) et par la capacité à redéfinir sa pratique pour l'adaptation des nouveaux contenus.

Ces critères d'adaptabilité qui constituent les déterminants de la flexibilité des enseignants seront identifiés dans la population étudiée à travers un entretien au cours duquel nous chercherons à les faire émerger pour chaque individu.

¹⁹La définition que j'ai proposé de la flexibilité prend en compte certaines notions qui gravitent uniquement avec l'environnement professionnel dans lequel évolue l'individu, certains paramètres relevant de la sphère privée peuvent également influencer sur les performances au travail : Pour mon étude je ne pense pas étudier ces relations sauf si elles sont énoncées lors d'entretiens.

Synthèse partielle des critères de l'adaptabilité professionnelle

Les enseignants de Sciences Industrielles de l'Ingénieur ont subi une réforme profonde de leurs enseignements en 2011. Les nouveaux enseignements sont déprofessionnalisés et une certaine polyvalence technologique est demandée (enseignements à cheval sur des champs disciplinaires autrefois distincts). Différents critères de flexibilité professionnelle sont définis théoriquement dans cette partie (l'acceptation de la tâche, la motivation, l'utilité perçue...). Ces différents critères sont utilisés lors de l'étude avec les enseignants pour déterminer les éventuels freins et moteurs inhérents à la mise en place de la nouvelle prescription.

2) Proposition d'une définition et d'une modélisation de la chaîne fonctionnelle d'énergie exploitable en Sciences Industrielles dans un contexte pluri-technique

La réforme du baccalauréat technologique a apporté de nombreuses modifications notamment sur l'attribution de la mission d'enseignement de la modélisation de la chaîne d'énergie. Cette modélisation est un savoir qui n'était pas commun à toutes les autres disciplines et qui pouvait avoir des gradations aux niveaux des tâches prescrites (comme analysé dans l'introduction). Là où, seuls les enseignants de l'ancienne série Electrotechnique devaient modéliser la chaîne d'énergie d'un système (certaines spécialités se limitaient juste à l'explication des différentes formes d'énergies)²⁰, les nouveaux programmes de la série STI2D imposent son utilisation aux quatre spécialités ainsi qu'à l'Enseignement Technologique Transversal, proposant ainsi un curriculum constructiviste au sens de Koliopoulos et Ravanis (1998). Les différences d'opérationnalisation de la prescription en fonction de la spécialité des enseignants seront analysées tout au long de ce travail de recherche.

Certaines ressources pour faire la classe en STI2D proposent une représentation de la chaîne d'énergie sous la forme linéaire²¹, forme qui peut être soumise à des interprétations différentes pouvant être erronées²². Les deux disciplines proposant chacune deux manières différentes d'enseigner la modélisation de la chaîne d'énergie (chaîne des transferts d'énergie en Physique-Chimie et chaîne fonctionnelle d'énergie en Technologie), il faut comprendre la logique d'enseignement des deux méthodes pour arriver à articuler les deux définitions et les modes de représentations.

En plus d'analyser la représentation énergétique au travers de la Physique et de la Technologie il convient également de penser aux diverses représentations de cette modélisation au travers des différentes spécialités des enseignants de Sciences de l'Ingénieur et des caractéristiques inhérentes à leur spécialité propre.

La proposition d'une représentation et une définition de la chaîne d'énergie (exploitable en sciences industrielles et compatible avec les représentations de l'énergie de la didactique de la Physique) sont réalisées dans ce travail de recherche car elles permettent l'analyse des

²⁰ Référentiels de Sciences et technologies Industrielles Edition de 1995).

²¹ Les fonctions techniques sont positionnées les unes après les autres de telle manière que la chaîne fonctionnelle d'énergie est organisée sous la forme d'une ligne.

²² Il est possible d'avoir une interprétation erronée des interactions entre les composants au regard des lois physiques qui les régissent. Par exemple la fonction Distribuer peut réguler un travail électrique mais son positionnement après la fonction Alimenter ne permet pas de rendre évident cette régulation. Le modèle linéaire peut ainsi déboucher sur des représentations qui ne correspondent pas à la réalité du système étudié.

conceptions énergétiques des enseignants de SII. La modélisation de la chaîne d'énergie doit se faire en fonction des particularités des systèmes étudiés et des phénomènes physiques les régissant et non pas seulement dans l'objectif de calculer le rendement global d'un système technique, ce qui implique d'analyser les concepts physiques régissant ces systèmes.

2.1) Modélisation de la chaîne des transferts d'énergie : point de vue de la didactique de la Physique

L'énergie peut exister sous de multiples formes, notamment l'énergie mécanique potentielle et cinétique, chimique, nucléaire, thermique et électromagnétique... Ces différentes énergies peuvent être transférées par travail (mécanique ou électrique) par transferts thermiques ou chaleur, mais également, par un rayonnement électromagnétique Lemeignan et Weil-Barais (1993, p.147). La chaîne d'énergie utilisée Physique-Chimie est articulée autour du concept de transfert d'énergie (Lemeignan et Weil-Barais, 1993 ; Tiberghien, 2008). Trois grands modes de transferts d'énergie (travail mécanique, électrique, la chaleur et le rayonnement) peuvent être utilisés pour transférer les énergies entre les entre différents systèmes. Finalement la chaîne des transferts d'énergie commence et se termine par un réservoir (Tiberghien, 2008).

Dans le cas d'un transfert la source ne se déplace pas mais délivre son énergie qui est transférée au reste du système. Dans d'autres cas, la source peut être littéralement déplacée, il ne s'agira donc pas d'un transfert mais d'un transport d'énergie. La représentation suivante symbolise le transfert d'énergie par travail entre le réservoir et un récepteur²³ comme représenté dans les travaux de Lemeignan et Weil-Barais (1993) :



Figure 1 : transfert d'énergie par travail du réservoir vers un récepteur

²³ La représentation suivante est associée au niveau du réservoir par un cadenas car il n'y a pas de déplacement du réservoir d'énergie lors d'un transfert. Le travail est modélisé par 3 flèches pour ne pas être confondu par le déplacement représenté par la schématisation relative au transport de l'énergie.

2.1.1) Les transports d'énergie

La source de l'énergie peut être, dans certains cas, déplacée. Dans ces situations il ne s'agira pas d'un travail transférant de l'énergie d'une source mais d'un déplacement complet de cette dernière. Il est possible de rencontrer ce phénomène dans un très grand nombre de cas, le transport d'énergie se faisant au quotidien dans notre société (transport de pétrole). Dans certains cas, la différence entre transport et transfert est plus délicate, comme dans le cas de la convection d'une masse d'air chauffée par un radiateur comme expliqué par Lemeignan et Weil-Barais (1993, p.147), alors que la convection est souvent présentée comme un mode de transfert d'énergie, elle peut également se concevoir comme un mode de transport d'énergie par exemple quand la masse d'air chaud va se déplacer vers le haut. Cette différence est aussi délicate dans le cas de la lumière dont le flux pourra être considéré comme un transfert si elle est modélisée comme une onde, ou comme un transport si elle est modélisée par un photon (Morge et Buty, 2014, p.29). Pour représenter les transports d'énergie, la représentation ci-dessous montre le principe de transport (un réservoir d'énergie qui est déplacé) sous la forme des représentations de Lemeignan et Weil-Barais :



Figure 2 : transport du réservoir d'énergie

2.1.2) Les réservoirs d'énergie

Un réservoir d'énergie possède de l'énergie sous une forme et peut le céder à un autre système Therras et Arcelin (2012, p.12). L'énergie cédée peut être de la même nature que l'énergie reçue par un autre système (énergie thermique transférée d'un système à un autre dans le cas de deux systèmes de température différente en contact) ou de nature différente (énergie chimique transférée puis stockée en énergie mécanique comme dans le cas d'une pile qui alimente un moteur qui fait monter une charge). Un réservoir d'énergie chimique peut prendre la forme d'une pile, batterie, accumulateur. Un objet en hauteur est un réservoir d'énergie mécanique potentielle.

2.1.3) Les transformateurs

En Physique, une transformation est le passage d'une forme d'énergie en une autre, le passage de l'un vers l'autre peut se réaliser sans l'aide d'un système comme l'exemple utilisé par Therras et Arcelin (2012) : lorsqu'une bille tombe, il y a transformation de son énergie potentielle en énergie cinétique. Dans cet exemple, l'énergie reste sous la même forme, une énergie mécanique (potentielle) se convertissant en énergie mécanique (cinétique).

2.1.4) Représentation schématique de la chaîne des transferts d'énergie en Physique

La chaîne d'énergie en didactique de la Physique est généralement utilisée pour faire comprendre aux élèves « ce qui est contenu dans les systèmes et ce qui est transféré d'un système à une autre » Lemeignan et Weil-Barais (1993, p.137). Cette modélisation est réalisée à l'aide de bloc représentant les éléments constitutifs des systèmes en indiquant à l'intérieur la nature de l'énergie contenue ou transférée (si elle existe).

La représentation prend alors la forme proposée ci-dessous, où les systèmes sont représentés par des ellipses, la nature de l'énergie contenue est indiquée à l'intérieur de celle-ci (s'il n'y a pas d'énergie contenue l'ellipse est vide) et la nature du transfert d'un système à un autre est écrite sur une flèche qui représente le sens du transfert. Lors d'un transfert, l'énergie passe d'un système à un autre, ce qui n'est pas le cas lors d'un transport d'énergie.

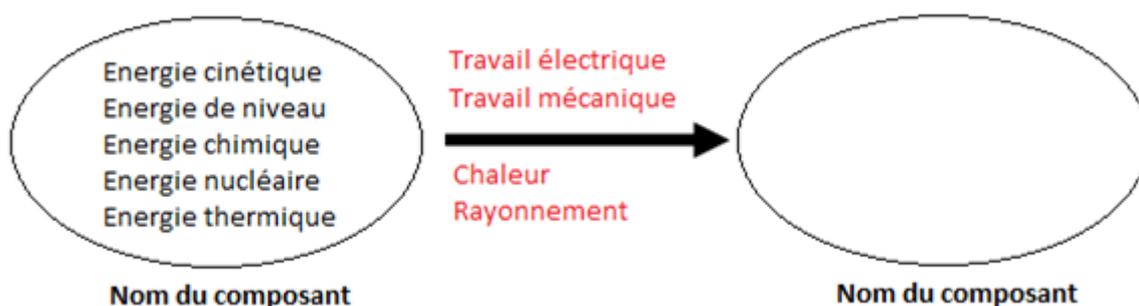


Figure 3 : structuration de la chaîne d'énergie en Physique

Dans ce modèle, les réservoirs d'énergie prennent la forme d'un système « qui ont et qui donnent quelque chose », les transformateurs « qui donnent mais qui ne semblent rien n'avoir » et les récepteurs « reçoivent et ont quelque chose » Lemeignan et Weil-Barais (1993, p.134).

L'exemple suivant montre la représentation d'un réservoir d'énergie. Le système est une pile qui possède de l'énergie chimique et la restitue sous la forme d'un travail électrique à un autre système.

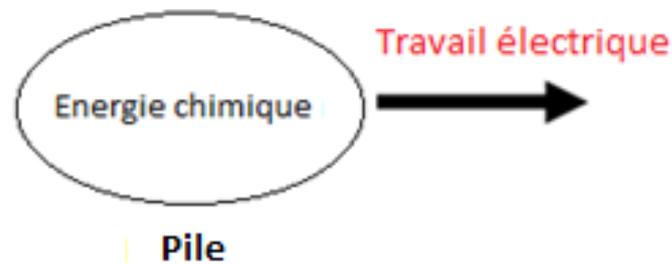


Figure 4 : modélisation du réservoir d'énergie « pile »

La modélisation suivante est un exemple de transformateur qui ne contient pas d'énergie, mais transforme un mode de transfert en un autre mode de transfert. Le système choisi est une lampe (Travail électrique en entrée, chaleur et rayonnement en sortie) :

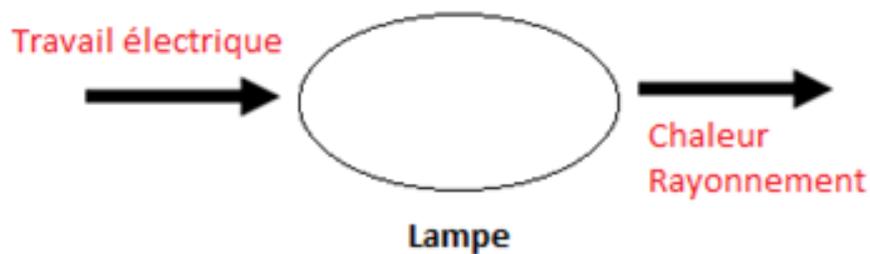


Figure 5 : modélisation du transformateur « Lampe »

La représentation suivante montre un récepteur : un élément recevant de l'énergie. Le cas proposé est une pièce qui « emmagasine » de l'énergie thermique suite au rayonnement et à la chaleur d'entrée au sein du système :

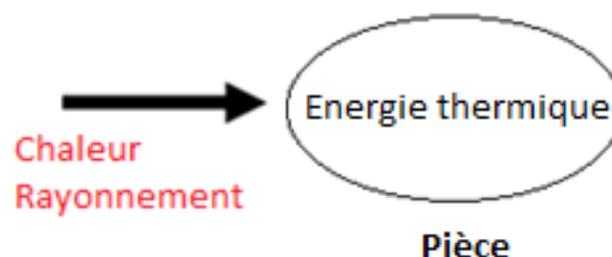


Figure 6 : modélisation du récepteur « Pièce »

Les éléments proposés permettent de modéliser des cas de la vie quotidienne ou de l'environnement proche mais également des cas industriels comprenant plusieurs systèmes échangeant de l'énergie entre eux.

2.1.5) Représentation de la chaîne des transferts d'énergie de quelques systèmes en Physique

Cette partie s'affaire à la modélisation de quelques cas concrets de modélisation de chaînes de transfert d'énergie vue par la didactique de la Physique-Chimie. Les systèmes étudiés sont des applications qui peuvent être étudiés avec des élèves qui découvrent cette modélisation car elles sont simples à comprendre. Ces modélisations permettent de comprendre les relations de transferts entre les systèmes et la représentation de l'énergie au sein de la modélisation. Ces éléments seront utilisés par la suite pour comprendre les différences entre les modèles de Technologie et de Physique-Chimie.

2.1.5.1) Cas d'un système de chauffage

Le système étudié est un chauffage gaz (ensemble possédant une chaudière et différents radiateurs). L'unité centrale est la chaudière qui utilise du gaz. Les radiateurs « diffuseront » ensuite cette chaleur aux pièces de la maison qui verront leur énergie thermique augmenter. La modélisation suivante montre les transferts d'énergie au sein du système de chauffage :

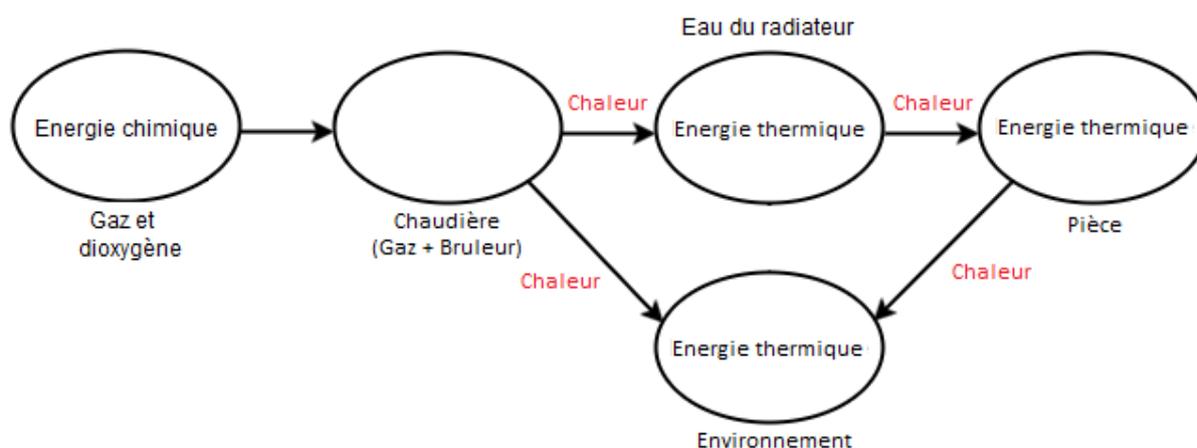


Figure 7 : chaîne d'énergie d'un système de chauffage gaz

2.1.5.2) Cas d'un vélo

Le vélo est un système actionné par un utilisateur qui est la source d'énergie (fourni un travail mécanique au pédalier). Le travail mécanique est ensuite « adapté » par la chaîne de transmission du vélo qui transmet à nouveau un travail mécanique à l'ensemble Homme et vélo. Les échanges vers l'environnement sont représentés (Chaleur et travail mécanique) entre l'Homme, le vélo et l'environnement (dont la mise en mouvement de l'air (énergie cinétique dans le cercle « environnement ») et avec le Pédalier et l'environnement (Frottements) :

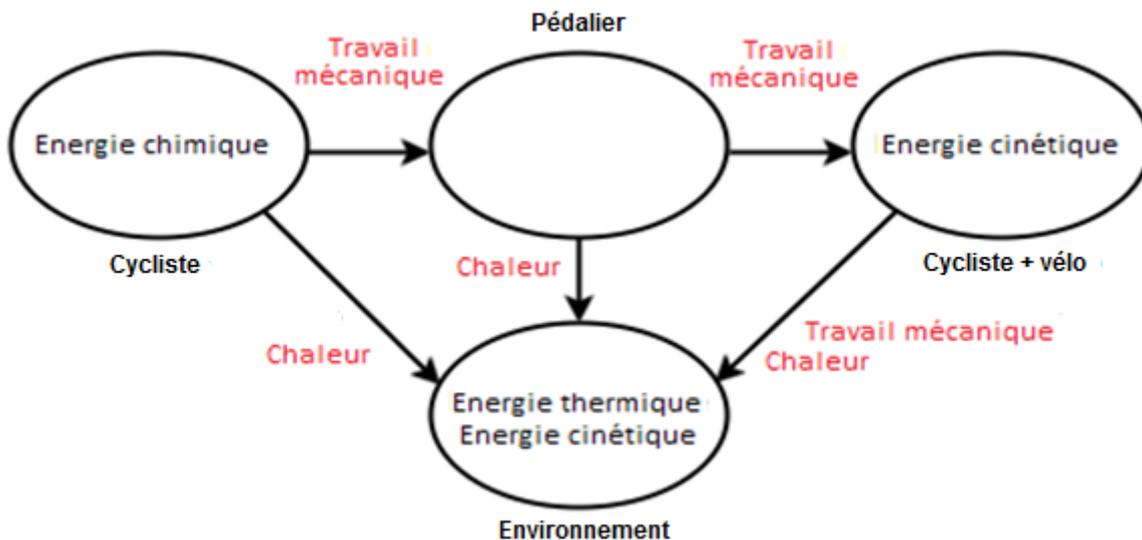


Figure 8 : Chaîne des transferts d'énergie d'une personne sur un vélo se déplaçant à l'horizontal

2.2) La représentation schématique de l'énergie en Sciences Industrielles et en Technologie

L'étude de la représentation des chaînes fonctionnelles d'énergie en STI2D permet la compréhension des principes de modélisations inhérentes à ce savoir à enseigner aux élèves. Nous l'utiliserons pour proposer une chaîne fonctionnelle d'énergie d'un système technique qui nous servira de référence lors des travaux et des expérimentations réalisés avec les enseignants dans ce travail de recherche.

Lors d'une étude de système technique en Sciences Industrielles, la source d'énergie peut être, dans un premier cas, transférée par un « vecteur²⁴ » vers un convertisseur ou « transportée », terme pris dans une acception plus large que précédemment, comme le stipulent Brault. & al. (2011) en citant la chaîne de transport de l'énergie électrique du réseau THT Français. Brault & al. (2011) précisent également les critères de choix en technologie des sources d'énergie chimiques, comme les piles ou les accumulateurs : ces éléments doivent être choisis en fonction de leur capacité, du rendement, de la tension continue à utiliser, de leurs dimensions. Il est également spécifié que les sources d'énergie des systèmes peuvent provenir d'autres éléments, qui sont des transformateurs et non pas des réservoirs, comme dans le cas des panneaux solaires « énergie solaire », éoliennes « énergie éolienne » etc...

2.2.1) Les « Transformations » de l'énergie et leurs distributions

Les énergies et les transferts d'énergie sont convertis par des « convertisseurs » sous une autre forme ou une autre nature. François (2008, p.31), définit les convertisseurs comme étant des « actionneurs d'un système fournissant aux effecteurs l'énergie utile pour modifier les caractéristiques de la matière d'œuvre ». Ces transformations d'énergie, d'une nature à l'autre, sont caractérisées par l'objet effectuant la transformation : un moteur électrique, par exemple, est un convertisseur électromécanique utilisant de l'électricité pour la transformer en travail mécanique avec un certain rendement (pertes par effet joule, pertes fer etc...). La transformation n'est donc pas « parfaite » et est variable en fonction du matériel utilisé, les élèves de STI2D peuvent être amenés à calculer ou à déduire l'énergie ou le travail transmis en fonction de diverses caractéristiques des fonctions Alimenter, Moduler et Convertir. Lors de la modélisation d'une chaîne d'énergie d'un système la fonction Convertir ou Moduler permet de réaliser l'« interface » entre la chaîne d'information qui permet de contrôler et de réguler la chaîne d'énergie (commande de la puissance, variation de la résistance électrique etc...). François (2008, p.53), en parlant des systèmes électriques, explique que la distribution « assure, d'une part, une fonction de conversion de l'énergie électrique [...] et d'autre part une fonction de contrôle de cet échange d'énergie ».

2.2.2) Récapitulatif des fonctions de la chaîne fonctionnelle d'énergie utilisée en STI2D

Le tableau suivant propose des exemples de composants utilisables dans les systèmes étudiés en Technologie en fonction de leurs rôles et de leur(s) relation(s) énergétique(s) au sein du

²⁴ Terme proposé dans les ressources pour faire la classe pour l'Enseignement Technologique Transversal.

système. Ce tableau a été réalisé à l'aide des manuels de Sciences de l'Ingénieur²⁵, en Technologie (STI2D)²⁶ et en CPGE (TSI)²⁷. Les différentes définitions sont proposées par les auteurs pour certaines fonctions de la chaîne d'énergie et associées à certains exemples.

Fonctions	Définition(s)	Exemple(s)	Type d'énergie
Alimenter	- Stocker et restituer une énergie - Alimenter en énergie	Batterie	Energie chimique
		Pile	Energie chimique
		Réservoir	Energie mécanique
Distribuer	- Contrôle de l'échange d'énergie - Distribuer l'énergie vers les convertisseurs	Transistor	Energie électrique
		Contacteur	Energie électrique
		Variateur de vitesse	Energie mécanique
Convertir	- Fournir l'énergie utile pour modifier les caractéristiques de la matière d'œuvre - Convertir les énergies en énergies utiles - Convertir une énergie	Moteur électrique	Energie électrique
		Pompes	Energie mécanique
		Chaudière	Energie chimique
Transmettre	- Convertir une énergie « mécanique » en énergie « mécanique » (exemple proposé par Cimelli et al). - Transmettre les énergies utiles aux éléments du système	Assemblage	Variable
		Poulie/courroie	Energie mécanique
		Réducteur	Energie mécanique

Tableau 9 : fonctions de la chaîne d'énergie étudiées en Technologie

2.3) Représentation schématique de la chaîne fonctionnelle d'énergie en Technologie

Les ressources pour faire la classe en STI2D proposées par EDUSCOL (P43-48) définissent la chaîne énergétique d'un système par 4 fonctions distinctes (Alimenter, Moduler ou Distribuer, Convertir et Transmettre). Il est également précisé que les formes de l'énergie peuvent être « mécanique, électrique, thermique, hydraulique, chimique ou nucléaire [...] l'énergie est acheminée jusqu'à son utilisation par un vecteur énergétique : électricité, fluide caloporteur (eau, air, vapeur). La chaîne d'énergie peut être étudiée dans sa globalité ou une fonction

²⁵ Manuels de Sciences de l'Ingénieur : Rimars, G. (2016) p1 et Launay, G. (2015) P19-39

²⁶ Manuel de Technologie STI2D : Cimelli et al (2012) P31

²⁷ Manuel de TSI : François, C. (2008) P31-53

isolée afin de calculer le rendement ou les performances d'un système²⁸ ». En Sciences de l'Ingénieur la chaîne d'énergie « décrit le cheminement de l'énergie à travers les composants d'un système [...] chaque bloc²⁹ détaille les grandeurs caractéristiques de l'énergie à l'entrée et à la sortie de ce composant » Rimars, G & Voisin, M (2016, p.1). La schématisation générale de la chaîne d'énergie d'un système étudiée en STI2D, en Sciences de l'Ingénieur et en Technologie de manière générale est représentée par l'illustration suivante^{30 31}:

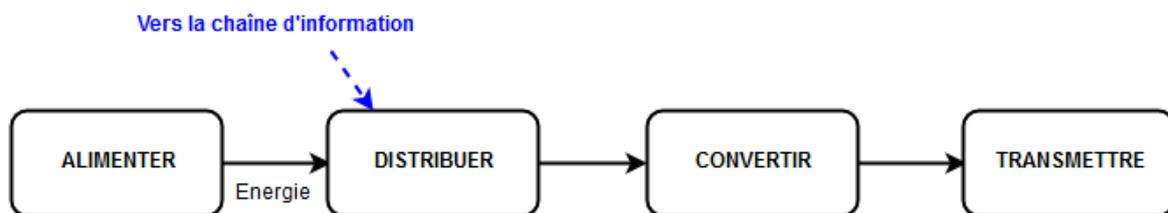


Figure 9 : représentation de la chaîne d'énergie en STI2D

Cette modélisation peut être également retrouvée dans différents manuels de Sciences de l'Ingénieur et de manuels de l'enseignement Technologique. « Elle est constituée des fonctions suivantes : alimenter, distribuer, convertir, transmettre » Rouzaud, E (2017, p.1). Cette modélisation est utilisée pour décrire la « structure d'un système pluri-technique » Hilaire, V (2016, p.7). Le même auteur propose une « structure fonctionnelle de la chaîne d'énergie » d'un tapis de course en décrivant les différentes caractéristiques des fonctions de la chaîne (P191) :

- Alimenter (Alimentation 300V DC) ;
- Distribuer (Interrupteur K « hacheur série ») ;
- Convertir (Moteur à courant continu) ;
- Transmettre (Système poulies-courroie).

La chaîne d'énergie en Technologie n'est pas toujours sous la forme de la chaîne fonctionnelle d'énergie car elle peut être adaptée en fonction des besoins de la modélisation ou de l'étude. Dans tous les cas les relations entre les blocs de fonction sont généralement renseignées ainsi que des indications sur les performances des fonctions elles-mêmes, par exemple Cimelli, C &

²⁸ Le programme de STI2D indique le rôle des méthodes d'analyse et de description de systèmes : « identifier les éléments influents d'un système, décoder son organisation et utiliser un modèle de comportement pour prédire ou valider ses performances ».

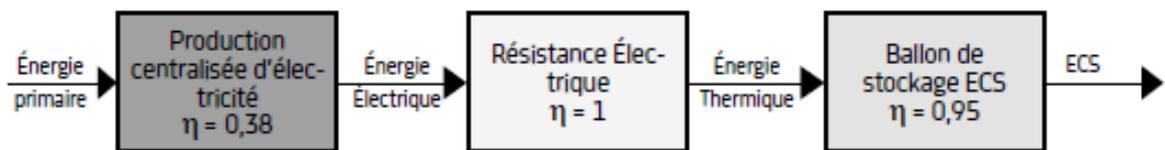
²⁹ De la chaîne d'énergie

³⁰ Représentation standard utilisée en STI2D

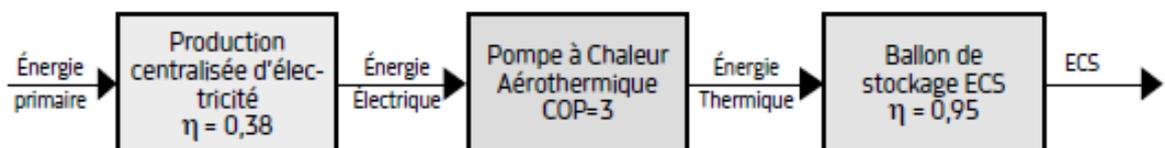
³¹ Lorsque la chaîne est appliquée à un système, les noms des composants peuvent remplacer les noms des fonctions de la chaîne fonctionnelle de l'énergie.

al. (2012)³² proposent un comparatif de trois modes de production de chaleur. Cette modélisation représente une chaîne de rendement des fonctions énergétiques des systèmes avec la particularité d'avoir une association des fonctions Alimenter et Distribuer (Production Centralisée, chaudière murale à condensation) ; Convertir et Transmettre (Résistance, pompe à chaleur, Echangeur) qui font partie d'une première chaîne (au sens de la modélisation générale en Technologie) et le ballon de stockage ECS qui fait partie d'une seconde chaîne (fonction Alimenter). La représentation suivante permet de modéliser ces explications :

► un chauffe eau électrique



► un chauffe eau thermodynamique



► un chauffe associé à une chaudière Gaz

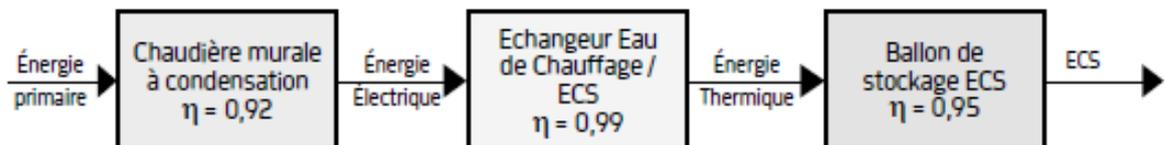


Figure 10 : modélisation de la chaîne des rendements des fonctions énergétiques de trois modes de production de chaleur

Les blocs de fonctions sont renseignés par les éléments constitutifs du système et pas par des fonctions, le rendement du composant y est spécifié. Les relations entre fonctions renseignent la nature de l'énergie ou du travail entre les deux blocs, les différentes pertes ne sont pas mentionnées (ni la nature, ni leur quantification). Cette représentation étant différente du modèle standard, nous étudierons différentes possibilités de modélisation en Technologie et notamment en STI2D.

³² Technologie 1^{ière} STI2D : Du réel au modèle P63.

2.3.1) Exemples de représentation de systèmes en ST12D

Cette section a pour vocation de montrer différentes modélisations de la chaîne d'énergie en ST12D en montrant les objectifs attendus des élèves ou des activités proposées dans le cadre de l'Enseignement Technologique Transversal. La représentation suivante est un extrait du livre de Cimelli, C & al. (2012), et représente un exemple d'activité demandé aux élèves de ST12D dans le cadre de l'Enseignement Technologique Transversal. L'objectif de l'activité est de comparer les rendements d'une voiture électrique et d'une voiture thermique (moteur diesel)³³ :

► Moteur thermique diesel

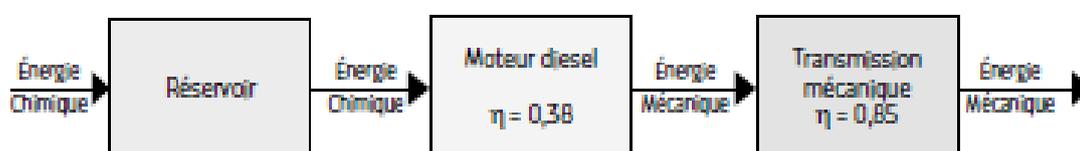


Figure 11 : chaîne des rendements des fonctions énergétiques d'une voiture à moteur thermique

► Moteur électrique

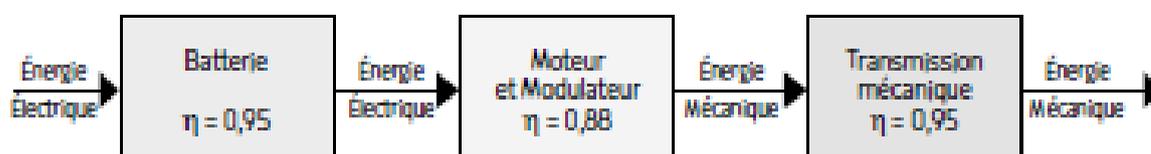


Figure 12 : la chaîne des rendements des fonctions énergétiques d'une voiture électrique

Ces deux représentations de la chaîne fonctionnelle des rendements énergétiques ne sont pas assemblées de la même manière que sur la représentation des modes de production de chaleur. La fonction Alimenter est réalisée par le réservoir et la batterie, les fonctions Distribuer et Convertir sont réalisées par le moteur diesel et le moteur et modulateur dans la seconde chaîne, la fonction Transmettre par la transmission mécanique. Ces exemples respectent la délimitation de la chaîne d'énergie standard contrairement à l'étude du système

³³ Sur cet exemple la modélisation de la fonction Distribuer et Convertir sont assemblées en une seule entité « Moteur et Modulateur » pour simplifier le calcul du rendement global de la chaîne car il s'agit d'un exercice destiné à des élèves de classe de première.

de chauffage : La modélisation « rendement » de la chaîne d'énergie en technologie n'est pas forcément assujetties aux quatre fonctions de la chaîne fonctionnelle d'énergie.

L'exemple suivant permet également d'appuyer l'hypothèse d'une modélisation qui ne respecte pas forcément à la lettre le modèle de la chaîne fonctionnelle d'énergie : cette modélisation de la chaîne d'énergie est sous la forme SysML³⁴ (Diagramme de bloc interne, pouvant également de représenter des flux). Cette représentation est extraite du sujet 0 Etude du Véhicule F-City de ligne grande vitesse Est proposée la première année de la série STI2D³⁵. Les élèves devaient déterminer les constituants de la chaîne d'énergie et proposer les composants remplissant les fonctions Alimenter, Distribuer, Convertir et Transmettre. La fonction Alimenter est représentée par le « block » batterie et la fonction Transmettre est composée de trois composants dans cette modélisation (Réducteur, Cardans et Roues) et permet donc un niveau de détail supérieur au modèle fonctionnel :

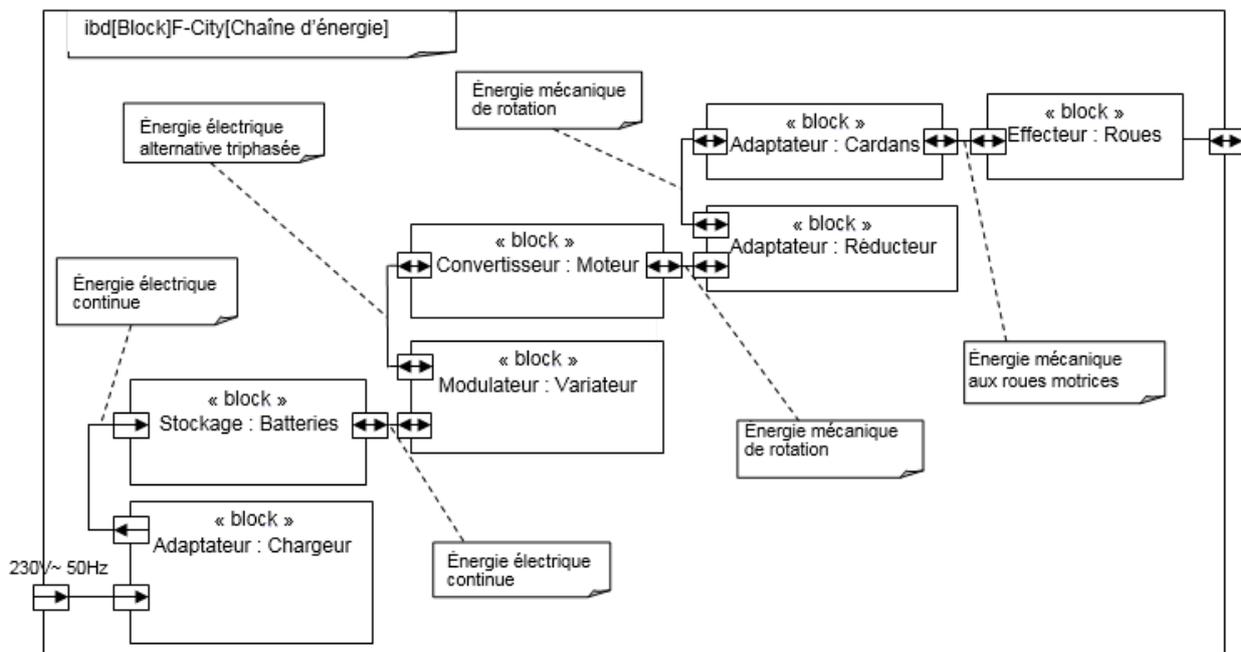


Figure 13 : modélisation SysML de la chaîne d'énergie du véhicule F-City

La dernière représentation est un extrait du sujet de baccalauréat (session de 2014). La représentation de la chaîne d'énergie est également sous la forme SysML et ne concerne que

³⁴ La modélisation SysML permet, entre autres, de compléter les chaînes d'énergies en y apportant des spécifications complémentaires.

³⁵ Cette représentation permet de visualiser les différentes fonctions de la chaîne d'énergie et les différentes relations entre elles.

la fonction conversion (Etude de la turbine dans son ensemble). Les élèves devaient calculer la puissance électrique de sortie de la turbine en fonction des paramètres proposés.

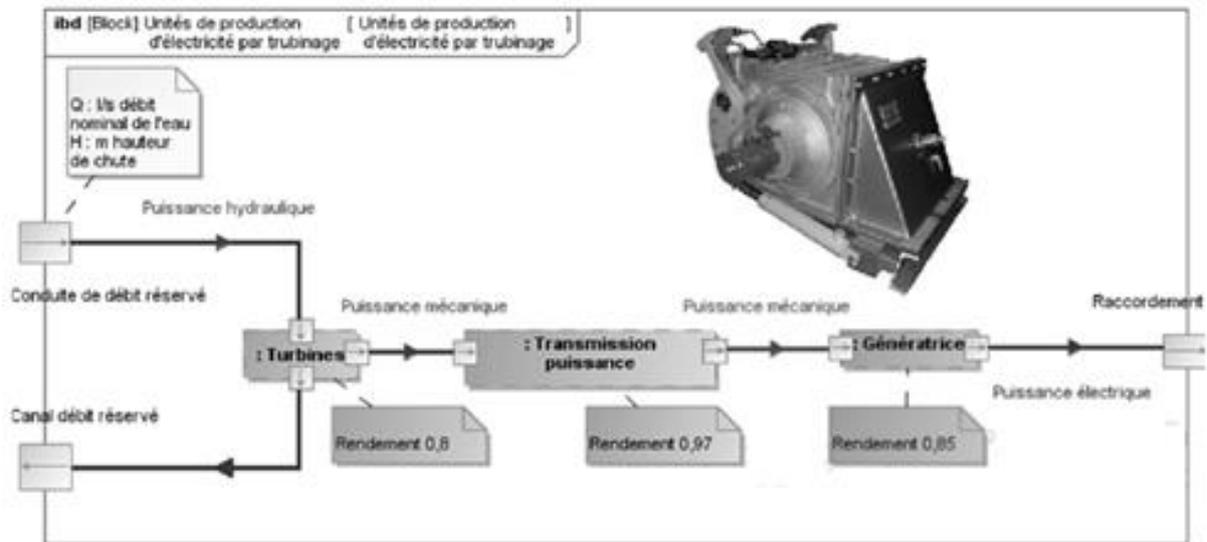


Figure 14 : modélisation SysML de la chaîne d'énergie d'une turbine

Cette représentation est totalement différente de la précédente car les fonctions ne sont pas disposées de la même manière : la délimitation du système ne comprend pas de fonction Alimenter (seules les conduites sont représentées), la fonction Distribuer n'est pas présente également (on imagine une électrovanne régulant le débit). Selon le modèle fonctionnel de la chaîne d'énergie, la génératrice est l'élément associé à la fonction Convertir du système³⁶ ce qui laisse imaginer que la génératrice fait partie d'une autre chaîne d'énergie car elle est la fonction Convertir d'une chaîne qui succéderait la transmission mécanique.

Ces différentes représentations supposent que les représentations de la chaîne d'énergie en Technologie ne sont pas forcément assujetties au modèle fonctionnel (Alimenter, Distribuer, Convertir, Transmettre). Il est donc possible de réorganiser les fonctions selon le besoin de modélisation, ce qui peut être intéressant pour la suite de la recherche car il serait important de comprendre la pratique des enseignants vis-à-vis de ces différents modèles.

2.4) Différences de modélisation schématique de l'énergie entre le modèle physique et le modèle technologique

³⁶ Normalement la fonction Convertir ne succède pas une fonction Transmettre (Transmission de puissance).

Cette analyse des différences entre le modèle Technologique de la chaîne fonctionnelle d'énergie et le modèle Physique de la chaîne des transferts d'énergie est importante dans le cadre méthodologique de la thèse. Elle permet d'analyser les modélisations et les représentations énergétiques des enseignants de SII sous le regard de la didactique de la Physique et des concepts et phénomènes qui régissent les fonctions techniques des chaînes fonctionnelles.

Les objectifs de la modélisation de la chaîne énergétique ne sont pas identiques en Sciences Physiques et dans les disciplines technologiques. Lemeignan et Weil-Barais (1993, p.119), expliquent que la finalité de la modélisation est de distinguer « l'énergie et les transferts d'énergie » et de rendre « acceptables les hypothèses d'existence de l'énergie et de la conservation de l'énergie ». Les modèles employés peuvent prendre une forme très complexe en fonction des besoins de la représentation et les liens avec le milieu extérieur, comme les pertes du système étudié, peuvent être modélisés au sein de la chaîne. Le concept de conservation de l'énergie y est très important car il permet d'expliquer, en partie, les relations entre le système et l'environnement dans lequel il évolue. Les disciplines Technologiques s'attachent quant à elles à décrire le « cheminement de l'énergie à travers les composants d'un système » (Rimars et Voisin, 2015, p.2). La relation entre les fonctions de la chaîne d'énergie ne signifie pas forcément un transfert au sens de la didactique de la Physique mais un flux (Energie, travail, transferts...) entre deux composants distincts dont l'objectif est de déterminer le rendement du composant ou du système et de le représenter (Calculs des rendements proposés par Cimelli et al. opus-cité, ou comme proposé dans les sujets de baccalauréat). La notion de flux introduit l'idée d'une quantité d'énergie par unité de temps hors dans une chaîne énergétique un grand nombre d'éléments à la détermination du flux tout au long de la chaîne (rétroaction de l'aval sur l'amont). Le flux d'énergie n'est pas uniquement déterminé par la fonction Distribuer mais il peut être influencé par des convertisseurs par exemple (La turbine dans le barrage ou le moteur dans un circuit électrique) ce qui nécessiterait en toute rigueur la représentation du flux par une double flèche entre les éléments fonctionnels de la chaîne.

Dans certains cas de figure exprimés par Lemeignan et Weil-Barais (1993), le réservoir d'énergie peut être un être humain ce qui n'est quasiment jamais le cas dans une étude en Sciences Industrielles car le support étudié est quasiment toujours un système industriel ou de la vie courante alimenté et commandé. De la même manière, la représentation schématique de la chaîne fonctionnelle d'énergie utilisée en Technologie n'est pas aussi souple que le modèle Physique car il est régi par les quatre fonctions définies par les

référentiels (Certains cas peuvent être simplifiés ou mis en parallèles³⁷ si besoin). Le tableau n°10 permet de comparer, de manière non exhaustive, les différences constatées dans les sections précédentes de ce travail de recherche :

Caractéristiques	Modèle Physique	Modèle technologique
Objectifs	Modéliser un système et/ou une situation et représenter les transferts entre les constituants	Modéliser un système et/ou calculer le rendement global ou le rendement d'un composant
Longueur de la chaîne	Illimité	Généralement limité à 4 fonctions
Pertes	Représentées	Non représentées
Rendements des éléments	Non représentés	Généralement représentés pour les différentes fonctions, non obligatoire au sein de la chaîne d'énergie.
Nature des constituants	Objets, composants, matières ou états des matières (liquide, gazeux, solide)...	Objets techniques et composants d'un système
Relations à l'environnement	Représentées	Non représentées au sein de la chaîne
fonction du constituant	Modélisé systématiquement (Réservoir, Transformateur, Récepteur) représentés au besoin de la modélisation	Régi par les 4 fonctions uniquement
Linéarité des constituants	Non obligatoire	Obligatoire

Tableau 10 : comparaison du contenu des chaînes du modèle Physique et du modèle technologique

Comme nous venons de le voir il existe de nombreuses divergences de représentation entre les deux modèles. En plus d'avoir des objectifs différents ils sont structurés de manière différente (longueur de la chaîne, fonctions obligatoires, linéarité des composants...).

2.4.1) Les représentations associées et complémentaires en Technologie

En Technologie et en Sciences Industrielles il est possible de rencontrer différentes représentations des concepts énergétiques ou du moins il est possible d'utiliser différents outils de représentation ayant chacun leurs propriétés intrinsèques.

³⁷ Fusion de fonctions comme proposées par Cimelli et al. ou des chaînes multiples.

2.4.1.1) Association avec la modélisation SysML

Le modèle technologique de la représentation schématique de la chaîne d'énergie peut être, dans certains cas, associé à d'autres modélisations comme l'analyse SysML qui permet de représenter de manière plus libre les flux d'un système mais ne constitue pas à proprement dit une analyse de la chaîne d'énergie car l'objectif du diagramme de bloc interne (ibd pour internal bloc diagram) est de décrire « la structure interne du système en terme de partie, ports et connecteurs » comme précisé dans l'ouvrage de Roques Pascal (2015, p.61).

2.4.1.2) Association avec un diagramme des pertes

Dans certains cas d'étude, la chaîne d'énergie peut être associée à un diagramme des pertes qui permet de représenter le bilan énergétique d'un système ou d'un composant. Ce dernier représente les pertes et permet de faire comprendre aux élèves que le rendement d'un objet technique « est toujours inférieur à 1 » Rimars, G et Voisin, M (2016).

2.4.1.3) Association avec la chaîne d'information

L'élément généralement le moins dissociable de la modélisation de la chaîne d'énergie³⁸ en Technologie est la chaîne d'information de par sa relation avec la fonction Distribuer. L'ensemble de la représentation est appelée Approche fonctionnelle des systèmes dans le référentiel de STI2D (P4)³⁹. La représentation suivante exprime l'ensemble de l'approche fonctionnelle des systèmes en alliant la chaîne d'information et la chaîne d'énergie :

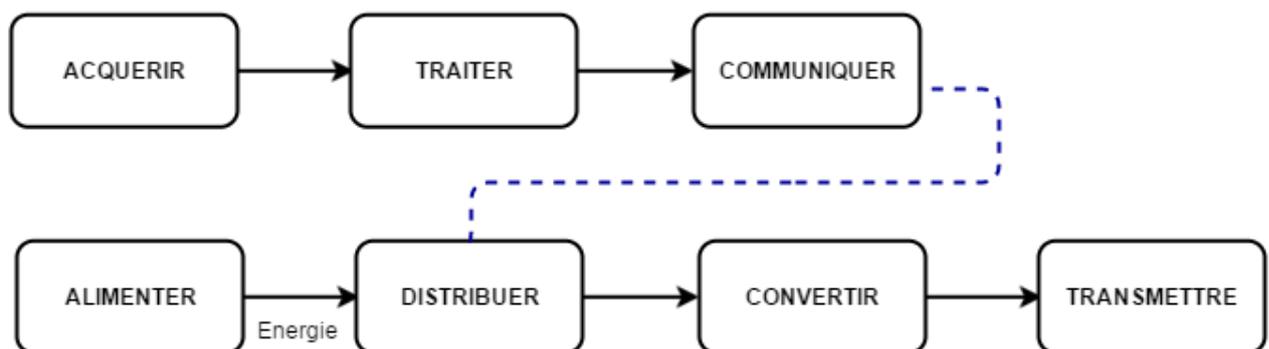


Figure 15 : chaîne fonctionnelle d'information régulant une chaîne fonctionnelle d'énergie

³⁸ La chaîne d'information commande la chaîne d'énergie via la fonction Distribuer

³⁹ La chaîne d'information n'est pas une chaîne d'énergie mais une chaîne complémentaire permettant d'expliquer la nature des flux d'informations interagissant avec la chaîne d'énergie.

La particularité de la chaîne fonctionnelle d'énergie est son association avec la chaîne fonctionnelle de l'information qui régule la fonction Distribuer. La commande énergétique est régulée dans les systèmes technologiques par ce biais. Il est possible d'influer le niveau énergétique du système par la fonction Distribution par asservissement par exemple.

2.4.2) Constats et similitudes entre la chaîne des transferts d'énergie et la chaîne fonctionnelle d'énergie

Cette comparaison entre les deux modèles (fonctionnel et des transferts d'énergie) permet de comprendre les phénomènes physiques considérés dans la chaîne fonctionnelle et d'analyser des chaînes fonctionnelles avec le regard de la didactique de la Physique au niveau des concepts et phénomènes énergétiques (énergie pour des transferts d'énergie par exemple).

Les objectifs des deux représentations schématiques utilisées en didactique de la Physique (chaîne des transferts d'énergie) et en Technologie (chaîne fonctionnelle d'énergie) ne sont pas identiques, les fonctionnalités diffèrent. Le besoin de calcul de rendement en Technologie est identifiable et justifié par le choix des composants les plus compétitifs pour rendre un système opérationnel. La dimension d'énergie utile est importante ce qui n'est pas l'objectif d'une chaîne d'énergie en sciences physiques⁴⁰. De par leurs vocations différentes, nous utiliserons désormais une nouvelle appellation pour les deux modèles : la modélisation en sciences physiques prend la forme de chaîne des transferts d'énergie tandis qu'en Technologie, nous parlerons de chaîne fonctionnelle de l'énergie. Un point commun semble cependant exister au niveau des échanges entre les constituants des chaînes, qu'il s'agisse des transferts en Physique ou des flux en Technologie. Certaines fonctions comme la fonction Convertir est similaire aux transformateurs et la fonction Transmettre peut également être assimilé à cette dernière en étant un cas particulier de la représentation (Il s'agit d'une transformation qui possède la même nature en entrée et en sortie mais avec des niveaux d'énergie ou de travail différents).

2.5) Articulation entre le modèle physique et le modèle fonctionnel technologique

⁴⁰ L'objectif en Physique est de représenter le système dans son ensemble (échanges avec l'environnement notamment).

Le modèle est devenu un outil de plus en plus répandu au sein des programmes d'enseignement (Bécu-Robinault, 1997 ; Morge et Doly, 2013). Un modèle peut être un objet unificateur en tant « que notion commune » (Morge et Doly, 2013, p.149) à de nombreuses disciplines scientifiques comme « la physique, la chimie, la biologie, la géologie » (Morge et Doly, 2013, p.149) mais également technologiques (Morge et Buty, 2014). Cet outil est utilisé pour représenter plus simplement le problème considéré pour le rendre abordable et pouvoir l'analyser plus simplement (Martinand, 1998). Il existe des difficultés de représentation et de compréhension des phénomènes étudiés initialement (Blanquet et Picholle, 2015) et de la délimitation de la frontière d'étude des systèmes considérés (Bécu-Robinault, 1997). La modélisation sera différente en fonction de la question posée sur l'objet. Si on pose la question de l'intensité que la pile délivre alors on va modéliser la pile par sa tension. Si on pose la question de la taille de l'ombre projetée sur un écran, la pile est modélisée comme un objet opaque ayant des dimensions propres et par sa distance avec la source de lumière et de l'écran. Ainsi il est possible pour une pile d'être un objet caractérisé par sa position dans l'espace (énergie mécanique) ou par l'intensité qu'elle délivre en fonction que l'on étudie un phénomène mécanique ou électrique (Morge et Doly, 2013). En Technologie et en Physique-Chimie, les questions posées aux objets ne sont pas identiques et n'aboutissent donc pas à un même résultat. Il en est de même en Technologie en fonction des questions de modélisations proposées (rendements, fonctions, études des flux d'énergie...).

Il existe entre les deux modèles des différences qui découlent des nécessités de modélisations (question différente) et d'un usage différent entre les deux didactiques. En Technologie nous nous intéressons aux étapes permettant de répondre au besoin d'énergie tandis qu'en Physique-Chimie on s'intéresse à l'ensemble de la chaîne et aux transferts d'énergie entre systèmes (d'un réservoir à l'autre). Nous nous intéresserons maintenant à distinguer les nécessités d'usages (habitudes disciplinaires) et les nécessités dues à la modélisation des deux chaînes.

Dans notre cas, nous souhaitons analyser les modèles de chaînes d'énergie utilisées en Physique-Chimie et en Technologie. Dans ce type de modélisation, le sens du flux énergétique est un concept unificateur et généralisant les deux notions de transport et de transfert de l'énergie. Dans les deux cas, qu'il s'agisse d'un transfert (de type travail mécanique par exemple) ou d'un transport d'énergie, l'idée de « quantité » en fonction du temps est vraie : le terme flux possède également cet attachement à la quantité et au temps et peut englober les deux termes. Le flux est également un concept qui est connu en didactique de la Technologie par sa relation avec les champs disciplinaires relatifs aux traitements de l'information et du numérique notamment en représentation SysML (diagramme de bloc interne) et lors des modélisations de la chaîne fonctionnelle de l'information.

L'objectif de cette section est de comprendre les deux modélisations avec le point de vue de l'autre discipline : les deux outils n'utilisant pas les mêmes règles et ne modélisant pas forcément les mêmes objets, il faut expliquer les modes de représentations de la Physique vers la Technologie et réciproquement. Ces éléments pourront être utilisés pour passer d'une modélisation à l'autre et proposer une modélisation hybride (intermédiaire) permettant de passer d'une modélisation à l'autre.

2.5.1) « Traduction » des concepts utilisés lors de la modélisation des chaînes fonctionnelles d'énergie en Technologie vers la Physique

Le tableau n°11 ci-dessous permet de proposer une traduction des fonctions utilisées en Technologie en modélisation des transferts d'énergie utilisée en Physique dans le but de les lier et de comprendre leurs similitudes et leurs différences. Cette traduction permet de réaliser une analogie entre les modes de représentation de la chaîne des transferts en Physique-Chimie et la chaîne fonctionnelle d'énergie en Technologie comme proposé dans notre article sur les modélisations des chaînes énergétiques :

Fonctions ou représentations utilisés en technologie	Liens entre les concepts technologiques et ceux utilisés en Physique
Alimenter	L'élément de la chaîne remplissant la fonction Alimenter est, soit un réservoir d'énergie (pile batterie, réservoir...), soit un transformateur d'énergie (exemple : montage électrique alimenté par un panneau solaire par exemple).
Distribuer	L'élément de la chaîne remplissant la fonction « Distribuer » a pour vocation de réguler le transfert d'énergie issu de la fonction Alimenter (résistance réglable, électrovanne etc...). Or cet élément n'apparaît pas nécessairement dans la chaîne d'énergie en physique si cet élément régulateur du flux d'énergie ne transforme pas le mode de transfert (exemple de l'interrupteur). Sur le plan de la physique, plusieurs éléments remplissent la fonction « distribuer », entendu comme agissant sur la rapidité du transfert, comme par exemple la lampe et l'interrupteur (Notons que sur un plan didactique le fait d'attribuer la fonction « distribuer » uniquement à l'interrupteur, peut renforcer les formes de raisonnement linéaire causal « la pile distribue toujours la même

	quantité de courant » ou son corollaire « le circuit n'a pas d'influence sur le générateur ».)
Convertir	L'élément de la chaîne remplissant la fonction « convertir » est un transformateur de mode de transfert .
Transmettre	L'élément de la chaîne remplissant la fonction « Transmettre » peut être un transformateur si le mode de transfert d'énergie est modifié par ce transmetteur. Mais dans la plupart des cas, le transformateur « conditionne » le transfert d'énergie de sortie du système étudié (Poulie/courroie, réducteur mécanique, transformateur électrique...), sans modifier son mode de transfert. Dans ce cas il n'apparaît pas nécessairement dans la chaîne de transfert d'énergie en physique.
	Le bloc fonction est un élément du système étudié qui possède une des fonctions établies précédemment. Il pourrait être représenté par une ellipse ou par un rectangle (la nature de l'ellipse ou du rectangle doit être en relation avec la fonction se trouvant à l'intérieur). Il s'agit généralement d'un composant (objet technique).
	La flèche est l'énergie perdue par le système, alors qu'en Physique la flèche représente le mode de transfert d'énergie.

Tableau 11 : proposition de traduction des fonctions d'énergie utilisées en Technologie

Les différentes fonctions technologiques trouvent des modèles de représentation « analogues » en Physique-Chimie. Cette conversion peut permettre de comprendre la méthode utilisée pour décrire les concepts physiques.

2.5.2) « Traduction » des concepts utilisés lors de la modélisation des chaînes de transferts d'énergie en Physique vers la Technologie

Le tableau n°12 traduit les représentations utilisées en Physique en langage technique avec l'objectif de comprendre les représentations utilisées pour un enseignant en Sciences Industrielles :

Représentations en Physique	Liens entre les concepts physiques et ceux utilisés en Technologie
Réservoir d'énergie	Elément stockant de l'énergie pouvant être associé principalement à la fonction Alimenter en Technologie (cas de la pile en tant que source d'énergie) ou Convertir (cas d'une pile qui se recharge). Cet élément est considéré comme la source de la chaîne énergétique étudiée.
Transformateur	Elément ne contenant pas d'énergie mais modifiant un mode de transfert. Cette modification peut porter sur la nature du mode de transfert (cas de la lampe qui reçoit de l'énergie par électricité et la transmet par chaleur et rayonnement) ou sur les caractéristiques du mode de transfert (cas du transformateur électrique). Les fonctions Distribuer, Convertir, Transmettre et Alimenter (dans le cas d'un panneau solaire par exemple) peuvent être assurées par des transformateurs.
Environnement	Espace dans lequel sont stockées l'ensemble de l'énergie dépensée par le réservoir et non stockée dans les éléments de la chaîne. Il permet d'identifier le bilan des pertes en technologie.
Ellipse ou Rectangle	« Equivalent » du bloc de fonction en Technologie. Cette représentation associe ou n'associe pas d'énergie en son sein (en fonction de la nature de l'élément), le nom de l'élément représenté est situé en dessous de l'ellipse et ne correspond à aucune fonction technologique dédiée.
	La flèche représente le transfert d'énergie entre deux éléments de la chaîne qui peut s'exercer par un travail électrique, mécanique, par la chaleur ou rayonnement.

Tableau 12 : proposition de traduction des représentations schématiques utilisées en Physique

De la même manière que le tableau n°11, cette traduction des modes de représentation en Physique en fonctions technologiques peut permettre de comprendre la représentation technologique des systèmes techniques.

2.5.3) Différences entre la chaîne fonctionnelle d'énergie en Technologie et la chaîne des transferts d'énergie en Physique

Comme nous venons de le voir, les deux modèles sont très différents d'un point de vue structurel et peuvent ne pas avoir le même angle de vue lors de la modélisation d'un système/cas d'étude. La chaîne des transferts en Physique représente l'énergie à l'intérieur des ellipses au sein d'un réservoir tandis que la modélisation de la chaîne fonctionnelle d'énergie en Technologie représente les énergies sur la flèche des transferts (en Physique la flèche des transferts est réservée au travail à la chaleur ou au rayonnement). Le concept de rendement est alors associé au bloc fonction de la chaîne d'énergie tandis que les physiciens représentent plutôt les différentes pertes des éléments constituant la chaîne des transferts (les pertes sont transférées à l'environnement). La différence entre la notion de rendement et les pertes réside sur le fait que le rendement peut être appliqué directement à l'énergie d'entrée sans avoir à faire caractériser les pertes du composant étudié⁴¹ tandis qu'en Physique les élèves doivent directement les caractériser (ce qui peut aider à la compréhension du phénomène).

Comme précisé précédemment, les fonctions de la chaîne utilisée en Technologie sont limitées au nombre de quatre et respectent une procédure stricte d'association linéaire des fonctions Alimenter, Distribuer, Convertir et Transmettre (Transmettre étant la dernière fonction d'un système). En physique la chaîne permet d'utiliser les trois représentations Réservoir, Transformateur et Récepteur qui peuvent se positionner indifféremment au sein de la chaîne (Un récepteur devra cependant être l'élément final).

Les deux modélisations peuvent sembler contradictoires sur certains points. En technologie, il est indiqué que les échanges sont des échanges d'énergie alors qu'il s'agit de mode de transfert en physique Cette contradiction peut provoquer des incompréhensions car cela impliquerait que l'énergie soit stockée en Physique et que cette énergie soit transférée par travail, chaleur ou rayonnement tandis qu'en Technologie il n'y aurait pas de mode de transfert d'énergie. La modélisation employée en Physique semble être plus cohérente vis-à-vis de la représentation des concepts physiques car l'énergie est transférée d'une fonction à une autre ou d'un constituant à un autre par travail, chaleur ou rayonnement. Ce qui implique que l'énergie se situe au niveau du composant⁴² et le travail mécanique par exemple, est un vecteur énergétique d'un constituant à un autre.

En prenant en compte les diverses caractéristiques présentées dans cette section, la chaîne fonctionnelle doit pouvoir être la plus compatible possible avec les concepts physiques

⁴¹ Cette pratique peut s'expliquer par l'utilisation complémentaire du diagramme des pertes en Technologie qui a pour objectif de caractériser les différentes pertes.

⁴² Energie qui pourra être emmagasiné ou non en fonction de la nature du composant.

(notamment vis-à-vis de la différenciation entre travail et énergie) et des besoins de la modélisation en Technologie (notamment pour la frontière d'étude du système analysé).

2.5.4) Proposition d'un modèle technologique physico-compatible dans le but de comprendre les différences de modélisation entre les deux modèles

Cette proposition de représentation peut être utilisée pour faire une proposition didactique qui pourrait être proposées à des enseignants de Physique et de SII pour éviter que les élèves ne se retrouvent avec des modèles contradictoires. Cette appropriation de ce nouveau modèle hybride pourrait faire l'objet d'une étude complémentaire à ce travail de recherche auprès des enseignants de physique et de SII : cette modélisation pourrait être éventuellement utilisée dans le cadre d'une approche comparée entre les pratiques des enseignants de Physique-Chimie et de Technologie pour clarifier les concepts avec les élèves. Cet approfondissement ne sera par étudiée dans le cadre de cette thèse.

La modélisation hybride proposée doit permettre de modéliser les éléments utilisés en Physique en utilisant l'approche fonctionnelle utilisée en Technologie (Bridé par les 4 fonctions). La représentation intègre également l'environnement pour modéliser les pertes et permet de déterminer le rendement utile en Technologie :

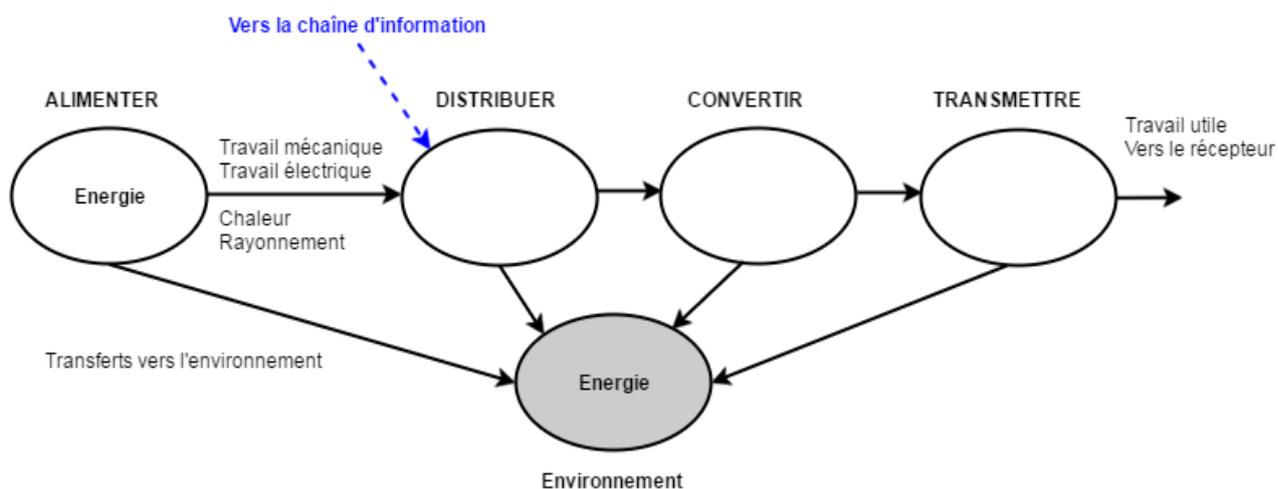


Figure 16 : modélisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie dans l'enseignement technologique compatible avec l'enseignement de la physique

Cette modélisation n'a pas vocation à remplacer le modèle Technologique ou Physique car elle serait trop lourde à représenter. Cela étant, elle permet de créer un modèle qui permet de faire le lien entre les modèles physiques et techniques.

2.6) Proposition de définition d'Énergie exploitable en Technologie

Le modèle de chaîne fonctionnelle de l'énergie est actuellement enseigné dans l'ensemble des champs technologiques (Technologie au collège, STI2D et en S-SI). Cette forme de représentation est linéaire et ne permet pas de représenter l'influence de la fonction Moduler sur le composant du système permettant la fonction Alimentation de la chaîne. Comme précisé par Morge et Buty (2014, pp.27-28), il existe une confusion entre le transport et le transfert de l'énergie chez les élèves et les enseignants (énergie électrique transportée dans le réseau EDF par exemple). Le modèle actuel utilisé en Technologie ne permet pas de distinguer les deux concepts.

Le terme « énergie électrique » est généralement utilisé à mauvais escient dans les modélisations en Technologie car la notion désignée est le travail électrique et non l'énergie électrique, amalgame très largement répandu dans les manuels scolaires en Technologie, en Sciences Industrielles et en Sciences de l'Ingénieur.

Quelques citations extraites de manuels scolaires de différents niveaux montrent cet amalgame : « chaîne de production et de distribution de l'énergie électrique » Brault, L. & al. (2011, p.44), dans un manuel visant les professeurs les Technologie, « Sachant que les besoins en ECS représentent une énergie de 2 300 kW.h/an, évaluer la quantité d'énergie électrique maximum nécessaire à la couverture de ces besoins. » Cimelli, C& al. (2012, p.79) en STI2D, « Caractéristiques de l'énergie électrique distribuée sur le réseau » Launay, G. (2015, p.41), « Conversion de l'énergie de l'eau sur la vis hydrodynamique en énergie électrique » Rimars, G & Voisin, M. (2016, p.6) en Sciences de l'Ingénieur, « Les actionneurs électriques à sortie mécanique, qui transforment l'énergie électrique d'entrée en énergie mécanique » François, C. (2008, p.36) dans un ouvrage prévu pour les classes préparatoires TSI.

2.6.1) Transfert modulé d'énergie d'une source vers un convertisseur

La modulation du transfert d'énergie entre une source et un convertisseur est représentée par la fonction Distribuer dans les chaînes d'énergies technologiques. L'action de modulation a lieu au sein d'une fonction avec une entrée par un transfert et un transfert en sortie. Cette

sous-partie développe et montre une approche différente qui consiste à agir sur le transfert d'énergie.

2.6.1.1) Cas d'un système alimenté par une pile

Dans le cas d'un système alimenté par une pile, l'énergie chimique n'est pas déplacée vers le convertisseur mais est transférée par l'électricité. La fonction « Moduler » ou « Distribuer » (ici résistance réglable) n'agira pas directement sur la variation d'énergie chimique mais par l'intermédiaire de la variation du « débit » électrique.

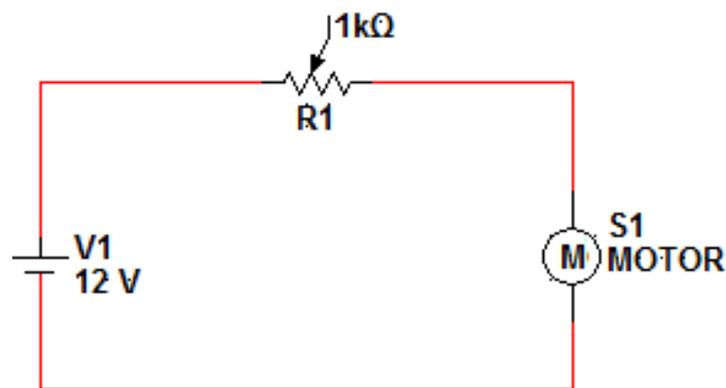


Figure 17 : système alimenté par une pile

La pile sera déchargée de son énergie chimique plus ou moins vite en fonction du travail électrique nécessaire au fonctionnement du système. La quantité d'électricité est déterminée en fonction de l'intensité et du temps. Le travail électrique est quant à lui fonction de l'intensité nécessaire au fonctionnement convertisseur électromécanique. Concernant de la figure 17, en Technologie on considèrera que la fonction Distribuer est uniquement régie par la résistance alors qu'en Physique on considèrera que le moteur influence également le débit de courant au sein de la chaîne d'énergie.

Dans ce cas de figure la représentation la plus cohérente doit permettre de modéliser la régulation entre les paramètres de la modulation et de l'alimentation car ces fonctions agissent l'une sur l'autre en fonction des paramètres du système.

2.6.1.2) Cas d'un barrage hydroélectrique

Dans le cas d'un barrage hydroélectrique le phénomène est similaire : l'énergie mécanique potentielle stockée dans le barrage est délivrée lors de l'ouverture de la conduite forcée. Le réservoir d'eau n'est pas transporté d'un endroit à un autre, il change d'état énergétique

lorsqu'il est utilisé pour produire de l'électricité. L'énergie est transférée par travail mécanique de la source vers le convertisseur par contact au niveau de la turbine et la Distribution se fera à l'aide de l'ouverture des vannes. Dans cette situation l'énergie mécanique potentielle géodésique est représentée par le volume d'eau stocké dans le barrage et la hauteur de la chute d'eau, en fonction du débit et de la dimension de la conduite, une masse d'eau est déplacée en aval de la descente. Le volume d'eau du barrage diminuera en fonction du débit.

Pour cet exemple la « décharge » du volume d'eau s'apparente au cas de la pile : l'énergie de la source est impactée par le débit demandé et le travail est d'autant plus important que le débit augmente.

En Technologie on considèrera que la fonction Distribuer est uniquement régie par la vanne alors qu'en Physique on considèrera que la turbine contribue également à la régulation du flux d'eau dans la conduite forcée.

2.6.2) Modélisation fonctionnelle pour les transferts modulés

Pour ces deux exemples la chaîne fonctionnelle d'énergie présente une incohérence entre la « décharge » de la source et la consommation mais également au niveau du transfert de l'énergie (la fonction Distribuer agit ou régule le travail entre la fonction Alimenter et Convertir). Le modèle linéaire ne permet pas de modéliser la relation entre modulation et alimentation. Il peut être source de confusion pour les élèves quant à l'état de la source (transfert / transport de la source), car dans le cas du transfert la source ne se déplace pas vers le convertisseur (la source est « déchargée » progressivement de son énergie). Une représentation non linéaire avec une boucle entre les fonctions alimenter et moduler pourrait permettre de représenter plus fidèlement les principes physiques mobilisés lors de la représentation du système étudié. La fonction Distribuer/Moduler prendra alors le rôle de « régulateur » du travail, du transfert d'énergie entre les fonctions Alimenter et Convertir :

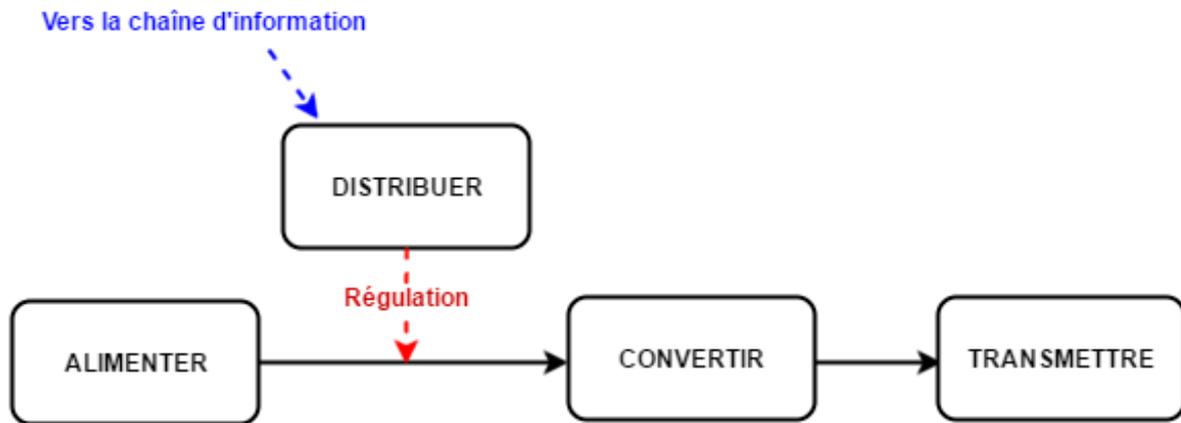


Figure 18 : chaîne fonctionnelle d'énergie modifiée de manière à présenter une forme non linéaire avec retour sur la fonction Alimenter

2.6.3) Transfert sans modulation : corps de températures différentes

Pour le troisième exemple nous considérerons que les échanges avec l'extérieur du système sont négligeables (système fermé). Deux éléments sont au contact (une ayant une température supérieure à l'autre), l'énergie thermique contenue dans la pièce chaude (la différence de température entre les 2 éléments) va être transférée par conduction à l'élément froid jusqu'à l'équilibre de la température entre les 2 pièces : la source de l'énergie (l'objet chaud) n'a pas été déplacé physiquement. Dans cet exemple il est difficile de moduler la diffusion à l'aide d'un élément extérieur comme dans les exemples précédents (résistance variable, vannes) sans modification de l'environnement du système (isolation). Pour les systèmes sans variation commandée la chaîne fonctionnelle d'énergie ne peut pas prendre la forme linéaire mais ne peut pas également posséder de fonction Distribuer / Moduler ni de fonction convertir car la forme de l'énergie ne change pas. La chaîne d'énergie prendrait donc la forme suivante :



Figure 19 : chaîne fonctionnelle d'énergie avec un mode de transfert régulé par l'environnement

2.7) Comparaison de la modélisation d'une chaîne énergétique du point de vue de la didactique de la Physique et de celui de la Technologie

Dans cette partie de l'étude nous proposerons de modéliser la chaîne d'énergie d'un site de production d'électricité (barrage hydroélectrique) avec les méthodes de représentations utilisées en Physique, en Technologie/Sciences Industrielles et avec la nouvelle proposition de modélisation fonctionnelle physico compatible.

2.7.1) Modélisation des transferts d'énergie vue par les physiciens

La modélisation de la chaîne des transferts d'énergie en Physique du mode de production proposé met en avant les transformations, et les transferts d'énergie par les systèmes de la chaîne. La représentation suivante montre ces différentes étapes de l'énergie potentielle (de niveau) contenue dans le réservoir d'énergie jusqu'au travail délivré au Réseau :

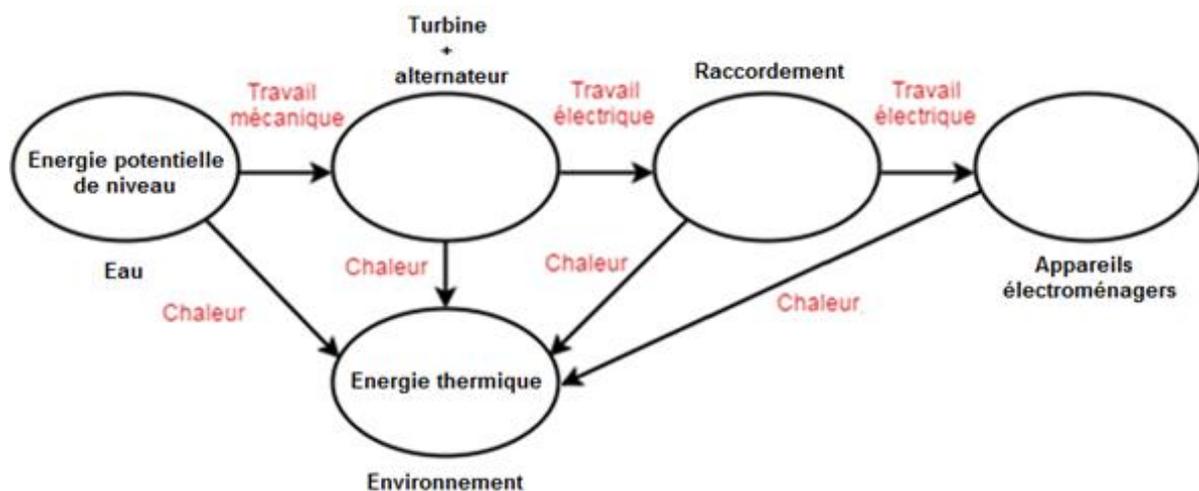


Figure 20 : chaîne des transferts d'énergie vue par la didactique de la physique (barrage)

2.7.2) Modélisation de la chaîne fonctionnelle d'énergie en Technologie

La représentation de la chaîne fonctionnelle d'énergie dans les matières technologiques serait orientée avec une utilisation erronée de l'énergie électrique au sens de la didactique de la Physique et une non différenciation entre travail et énergie. La représentation sera linéaire et orientée vers un modèle permettant de déterminer le rendement global du système étudié :

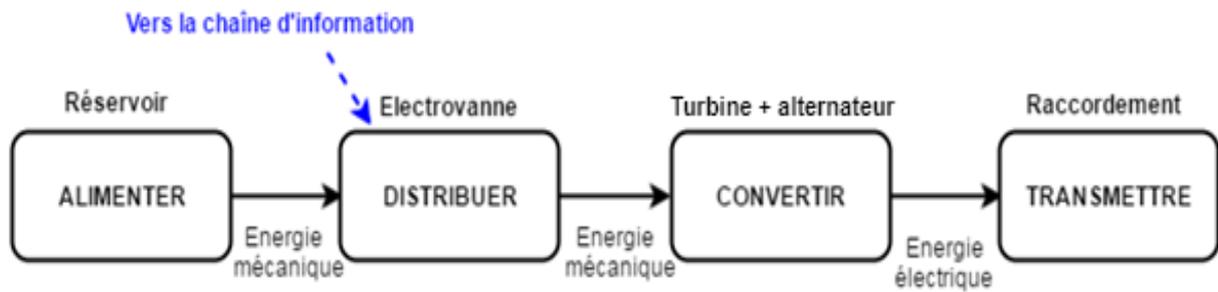


Figure 21 : chaîne fonctionnelle d'énergie linéaire du barrage hydroélectrique

2.7.3) Modélisation d'une chaîne fonctionnelle d'énergie avec régulation de la fonction Distribuer sur le transfert d'énergie

L'objectif de la nouvelle modélisation est de remplacer le modèle par un modèle plus proche de la représentation des concepts physiques (utilisation des termes « travail mécanique » ou « travail électrique » pour les transferts au lieu de l'utilisation systématique du terme énergie). La modélisation doit également permettre de calculer le rendement de la sortie de l'électrovanne à la sortie du conditionnement (distribution au réseau EDF du travail électrique) peut donc rester linéaire pour les fonctions Convertir et Distribuer. La rétroaction entre l'électrovanne et le réservoir d'énergie est modélisée sous la forme régulation pour montrer la relation entre le débit demandé à l'électrovanne et la sollicitation sur le réservoir. La modélisation suivante du système est proposée pour respecter les concepts physiques mis en jeu et les besoins de la modélisation technologique ou les rendements pourront être appliqués aux composants de la chaîne et avec la représentation des transferts entre les fonctions :

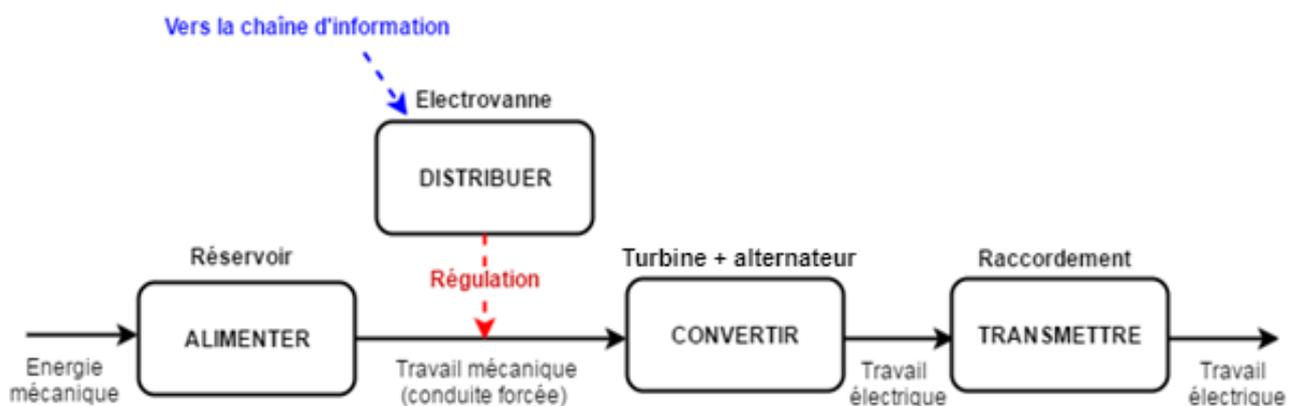


Figure 22 : chaîne fonctionnelle d'énergie non linéaire avec régulation de la fonction Distribuer sur le transfert d'énergie de la fonction Alimenter

2.7.4) Critique de la modélisation proposée pour la chaîne fonctionnelle d'énergie

La nouvelle modélisation ne permet pas de représenter les différentes pertes justifiant les rendements des composants utilisés ainsi que les rétroactions possibles entre les différentes fonctions de la chaîne. L'analyse globale d'un système technique pourra néanmoins continuer de s'utiliser avec les autres modélisations utilisées en Sciences Industrielles comme la modélisation SySML ou les diagrammes de pertes comme c'était le cas avec la modélisation classique de la chaîne fonctionnelle d'énergie en Technologie, STI2D ou en Sciences de l'ingénieur. La représentation Physico-Technique permet, quant à elle, de passer d'un mode de représentation vers un autre en s'appuyant sur les objectifs principaux des deux modélisations.

2.8) Modélisation du barrage hydroélectrique au travers de la chaîne de transferts d'énergie et de la chaîne fonctionnelle d'énergie

Cette partie s'attache au passage d'un mode de représentation à l'autre jusqu'à la réalisation du modèle Physico-Technique. L'étude de la modélisation prendra comme départ les modèles standards des disciplines de Physique et de Technologie pour évoluer vers la représentation proposée. Le modèle Physique (proposé précédemment), permet de représenter les transferts entre les systèmes ainsi que les pertes vers l'environnement.

Finalement, le modèle Physico-Technique proposé pour l'articulation entre les deux chaînes (fonctionnelle et des transferts d'énergie) représente les concepts physiques et les fonctions énergétiques en respectant les caractéristiques de modélisation fonctionnelle et des transferts d'énergie. Ce modèle ne sera pas utilisé au sein du protocole expérimental mais il permet cette meilleure appréhension des concepts physiques au sein de la modélisation fonctionnelle.

Le modèle Physico-Technique du barrage hydroélectrique permettant l'articulation entre les deux disciplines doit prendre en compte la non-linéarité de la chaîne des fonctions énergétiques proposée précédemment (Electrovanne régulatrice du travail entre la fonction Alimenter et Convertir) ainsi que les caractéristiques du modèle Technologique et Physique (Voir modèle général de la chaîne hydride). La représentation suivante modélise le barrage hydroélectrique sous cette forme :

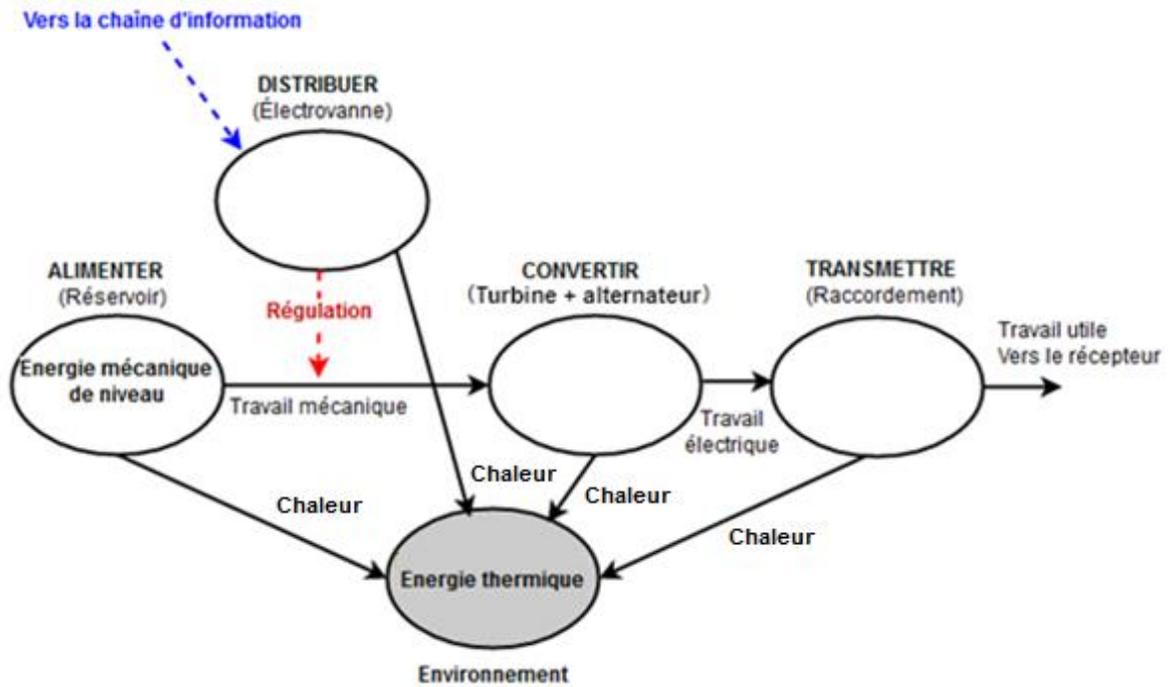


Figure 23 : modèle Physico-Technique appliqué au barrage hydroélectrique

Cette modélisation permet de représenter un modèle transitoire entre la Technologie et la Physique et permet la représentation des énergies mises au sein des fonctions énergétiques qui sont conservées sous la forme du modèle non-linéaire avec régulation.

Le modèle technique permet de représenter les différentes fonctions énergétiques du système et les composants réalisant ces fonctions :

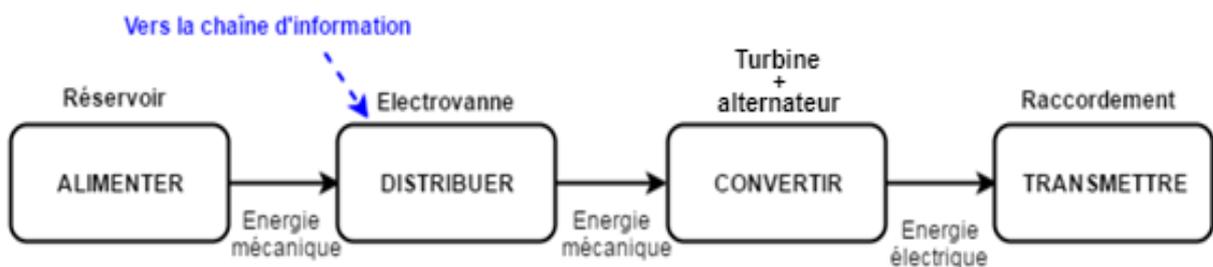


Figure 24 : chaîne d'énergie du système de production vue par la Technologie

Cette dernière représentation est le modèle qui sera utilisé pour comparer les productions des enseignants lors des entretiens avec la population de SII.

2.9) Existence d'autres modèles utilisés en Technologie et en Sciences Industrielles pouvant représenter les fonctions énergétiques du barrage hydroélectrique

Pour compléter le modèle technique et comprendre les outils de modélisation énergétiques que peuvent utiliser les enseignants de SII, ils disposent d'une méthode de modélisation supplémentaire sous la forme d'un diagramme SysML de bloc interne, ibd pour internal block diagram qui permet de compléter la chaîne des fonctions énergétiques en Technologie. Cette modélisation permet de représenter d'une manière différente les composants constituant du système étudié, notamment le détail de composants au sein d'une fonction énergétique en y faisant apparaître des éléments non présentés comme la conduite forcée, la décomposition de la turbine en aubes et en génératrice (il est également possible d'avoir des niveaux de détails beaucoup plus important comme les branchements électriques, les ports de fixations etc...). Cette modélisation peut résoudre des problèmes de conception et de maintenance par exemple (branchements, dimensionnements, etc...).

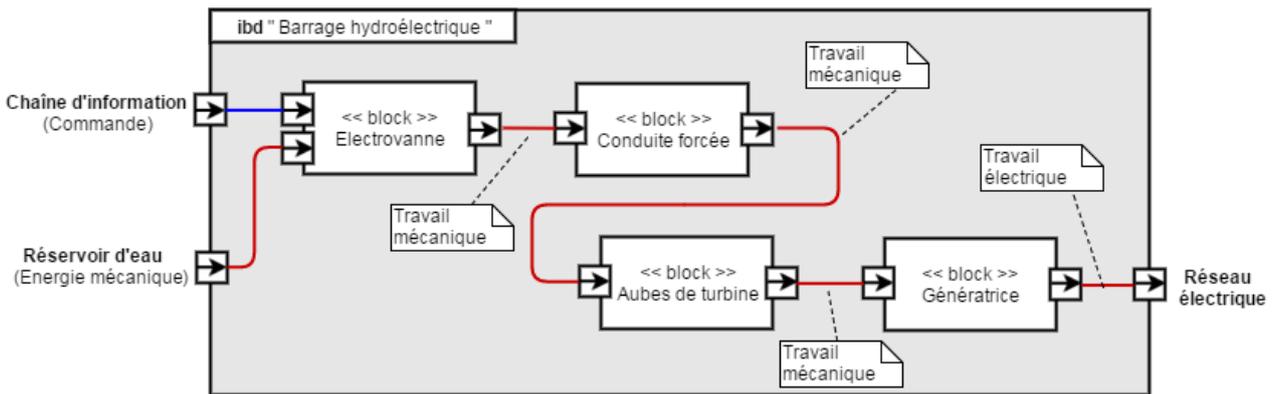


Figure 25 : diagramme SysML (ibd) pour la représentation du barrage hydroélectrique

Il est également possible de représenter les rendements des constituants de la chaîne fonctionnelle d'énergie en stipulant le coefficient de rendement au sein de chaque fonction. La modélisation des rendements énergétiques en Technologie prend la forme suivante :

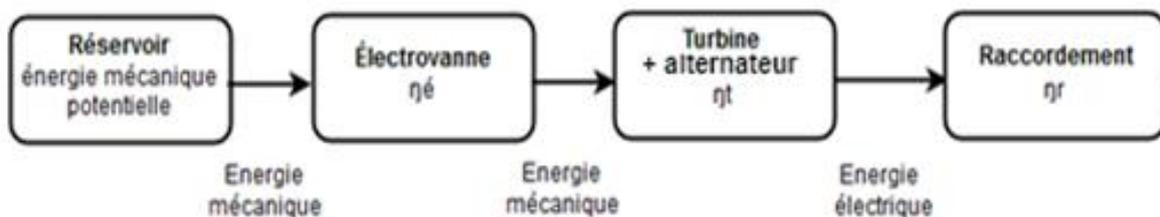


Figure 26 : chaîne des rendements du barrage hydroélectrique en Technologie

2.10) Synthèse des différents modèles de représentations énergétiques

L'énergie est un concept physique chevauchant plusieurs champs disciplinaire (mécanique, génie électrique, nucléaire etc...). Les enseignants intervenant en Enseignement Technologique Transversal doivent balayer les quatre champs couverts par le référentiel du baccalauréat STI2D (Architecture, Energie Environnement, Ingénierie Mécanique et Information Numérique) et se retrouvent donc confrontés à l'enseignement de l'énergie dans une relative globalité. Chaque enseignant a une spécialité initiale et une formation initiale inscrite dans un champ disciplinaire⁴³ distinct. Dans ces conditions il est difficile pour les enseignants de SII d'avoir les différents points de vue nécessaires à l'enseignement de l'énergie de manière transversale (ensemble des disciplines traitant des notions énergétiques).

Un système industriel ou grand public étudié en STI2D peut être modélisé par une chaîne fonctionnelle d'énergie qui représente le ou les flux énergétique(s) au sein du système, de sa source jusqu'à son utilisation finale. La source peut être primaire (naturelle) ou secondaire en fonction du système étudié. Cette énergie⁴⁴ provenant d'une source (qui peut prendre la forme d'un réservoir d'eau, d'une pile chimique, etc...), peut alors être transférée par travail ou par diffusion vers un autre composant ou dans un deuxième cas, la source entière (avec l'énergie contenue) peut être déplacée⁴⁵. La modélisation d'un système peut donc prendre plusieurs formes en fonction des relations physiques et des concepts mobilisés par l'élément étudié. Le tableau n°13 récapitule les différentes typologies de chaînes proposées précédemment :

⁴³ Les enseignants stagiaires et des enseignants ayant pris leurs fonctions après la réforme de la voie technologique n'ont jamais pu enseigner dans la série STI, seul l'aspect de la formation universitaire ou du parcours professionnel (autre que l'enseignement) peut être pris en compte.

⁴⁴ L'énergie d'un point de vue multidisciplinaire.

⁴⁵ Pour la modélisation des systèmes techniques, le transfert ou le transport dépendent de la nature et des concepts physiques qui y sont attachés.

Type de modélisation	Usage de la modélisation	Caractéristique(s)
Modélisation des fonctions énergétiques	Identifier le rôle joué par les constituants.	Constituants qui remplissent les fonctions permettant de disposer d'une énergie utilisable pour répondre à un besoin exprimé. Les constituants sont des objets techniques (cellule photoélectrique par exemple)
Modélisation des transferts	Représenter les modes de transferts d'énergie, les réservoirs et l'ensemble des éléments naturels, technologiques ou biologiques	Les constituants sont des éléments naturels (soleil par exemple) ou techniques.
Modélisation des rendements	Identifier le rôle joué par les constituants et détermination du rendement global. Peut permettre le choix des constituants en fonction du cahier des charges.	Performance du composant et de la chaîne.
Modélisation SysML (ibd)	Permet une représentation de la globalité d'un système et de leurs interactions (capteurs, IHM...). Peut permettre l'utilisation de la modélisation pour des fins de conception ou de maintenance.	Représentation des flux énergétiques et informationnels.

Tableau 13 : catégories de chaînes fonctionnelles d'énergie en fonction des concepts physiques

2.11) Conclusion de l'analyse didactique comparée entre la chaîne fonctionnelle d'énergie en Technologie et la chaîne des transferts d'énergie en Physique

Une modélisation fonctionnelle plus proche de la modélisation physique associée aux composants du système étudié semble être plus intéressante car elle permet de relier système étudié et phénomènes énergétiques au plus juste des relations physiques.

Ces modélisations décrites précédemment permettent l'analyse des propositions de chaînes fonctionnelles d'énergie réalisées par les enseignants lors des entretiens mais également pour l'analyse des simulations croisées.

(Les extraits de la séance et le simulateur sont disponibles en annexe).

Dans le modèle de la chaîne fonctionnelle, certaines caractéristiques sont directement liées à la nécessité de représentation alors que d'autres sont liées à l'usage. Différentes modifications ont été proposées au niveau des choix d'usages pour rendre le modèle fonctionnel plus compatible avec le modèle de physique. Certaines caractéristiques issues du choix d'usage de la modélisation ont été adaptées pour se rapprocher du modèle des transferts d'énergie dans le but de faciliter l'apprentissage et l'assimilation des deux modèles. Dans la nouvelle proposition les flèches représentent les transferts d'énergie et non plus l'énergie, les formes d'énergie sont inscrites à l'intérieur des espaces délimitant les objets remplissant une des quatre fonctions, la fonction Distribuer est représentée pour réguler le flux d'énergie entre les fonctions Alimenter et Convertir. L'environnement est également représenté ce qui permet aux élèves d'identifier les pertes dans le but de caractériser les rendements. L'appropriation de cette modélisation par les enseignants et la pertinence du point de vue des élèves n'est pas évaluée dans le cadre de cette thèse mais pourra faire l'objet de travaux complémentaires.

Synthèse partielle de la modélisation de la chaîne fonctionnelle d'énergie

Les modélisations des chaînes d'énergie sont utilisées dans différentes disciplines notamment en Technologie et en Sciences Physiques et Chimiques. Les finalités didactiques ne sont pas les mêmes : représentation fonctionnelle en Technologie et en Sciences Industrielles, représentation des transferts d'énergie en SPC. Cette partie compare ces méthodes de modélisation de l'énergie. Ce travail de définition et de différenciation des modèles est utilisé lors de l'étude avec les enseignants pour analyser la manière dont ils mobilisent les concepts relatifs à énergie en fonction de leur spécialité.

3) Simulation croisée d'une séance en Enseignement Technologique Transversal à propos de l'énergie

La simulation croisée est un outil de simulation de séance et de scénarii pédagogiques qui allie l'ensemble du cadrage théorique que nous venons de voir. En effet une simulation de séance par la méthode de la simulation croisée (Morge, 2008) permettrait d'analyser les interactions entre les enseignants de différentes spécialités, de comprendre les difficultés exprimées, les erreurs et ainsi d'allier l'aspect didactique de ce travail de thèse (sur la modélisation des chaînes fonctionnelles d'énergie) et les éléments théoriques de la flexibilité des enseignants de SII. L'analyse des interactions entre les enseignants permet de comprendre, au travers des expressions langagières et des codes utilisés par les différents spécialistes, le schème des enseignants qui se manifeste en partie dans leurs déclarations. En effet les enseignants mobilisent un schème existant pour construire leur argumentation, pour répondre ou pour agir (Bucheton & Soulé, 2009).

Les outils de simulation dans des situations d'apprentissage sont utilisés depuis longtemps (Coquidé et Le Maréchal, 2006) : en Sciences de l'Ingénieur, ils font partie de la démarche d'analyse des écarts entre les modèles réels, théoriques et simulés. Les outils de simulation peuvent ainsi être utilisés dans les laboratoires des lycées dans certains enseignements technologiques et scientifiques, comme par exemple en électronique où il est possible de simuler « le brochage de circuits intégrés et de l'ensemble de composants électroniques ou électriques, effectuer des mesures à l'aide de voltmètres ou d'ampèremètres, afficher des graphiques sur des oscilloscopes, brancher des générateurs de tension ... mais de façon virtuelle » (Hassani et Briaud, 2015, p.72). Nous verrons dans la suite de cette partie l'utilisation de cet outil dans un contexte d'étude d'une situation d'apprentissage et les apports d'un tel procédé sur la formation des enseignants.

Les enseignants seront amenés, dans le cadre de la recherche, à produire des chaînes fonctionnelles d'énergie qui sont des outils de représentation introduits par la réforme de 2011 pour l'enseignement transversal. Ces chaînes seront la base de la trame de la séance simulée avec le programme de simulation. Il a été donné comme consigne aux enseignants de réaliser ces simulations et statuer sur leur acceptation ou leur refus en apportant les correctifs par binômes et arriver à un consensus dans la réponse à apporter.

3.1) Les simulateurs de séances et les simulations croisées : l'autoconfrontation

L'autoconfrontation croisée est une méthode d'analyse de l'activité qui est décrite dans l'article de Clot et al. (2000). L'objectif est de faire analyser des extraits filmés de situations professionnelles à un groupe de travailleurs. Cette méthode de recherche est régie par différentes étapes, un « travail d'observation des situations et des milieux professionnels », « l'enregistrement des séquences d'activité de chaque membre du groupe » ainsi que « les commentaires du sujet, confronté aux images de sa propre activité » et finalement l'autoconfrontation croisée qui « réunit deux sujets et le chercheur » (Clot, Y. Faïta, D. Fernandez, G et Scheller, L. 2000, p.1-9). La procédure décrite par Clot et al. (2000) permet de provoquer les interactions nécessaires entre les professionnels pour comprendre l'activité professionnelle de chaque membre du groupe et dans son ensemble, le tout avec des supports d'analyse qui se basent sur l'analyse des pairs.

Des recherches visent l'utilisation de logiciels de simulation de situations professionnelles comme par exemple la taille de la vigne qui nécessite un apprentissage particulier et donc une utilisation particulière d'un logiciel de simulation et une interaction avec le formateur. Cette « formation tutorée avec un binôme techno-humain formateur-simulateur semble être la situation de formation la plus adaptée à satisfaire l'objectif visé : améliorer l'apprentissage de la taille de la vigne » (Caens-Martin, S. Specogna, A. Delépine, L et Stéphane Girerd, 2004, p.5). Les auteurs précisent également qu'un tel outil « permet d'approximer un environnement complexe » (Caens-Martin et al, 2004, p.5). Les simulateurs de situations professionnelles peuvent être utilisés en simulation croisée, méthode décrite par Morge (2004, p.6) qui « repose sur l'utilisation d'un logiciel qui place les enseignants en situation de simuler certains aspects de la gestion d'une séance d'enseignement ». La séance est donc simulée sur ordinateur et « les enseignants sont placés par deux face à un ordinateur. Cette situation les conduit à exprimer à haute voix le déroulement de leur pensée en situation de simulation » (Morge, 2004, p.7). Les échanges peuvent alors « être enregistrés » et utilisés comme « données brutes qui sont ensuite transcrites et analysées » (Morge, 2004, p.7).

L'analyse des interactions entre les enseignants lors de la simulation croisée permet de voir les différences d'enseignement ou de perception de l'enseignement d'une notion donnée, pour un individu et de détenir la trace extériorisée de leur raisonnement interne.

Chaque individu a une mise en œuvre de la prescription qui lui est propre, ce qui est réalisé effectivement peut donc être variable d'un individu à l'autre (Kostulski, K. Litim, M, 2006). Ces différentes mises en œuvre dépendent de différents paramètres comme « des façons de faire acquises dans leur expérience ou transmises dans l'histoire du métier, qui permettent la

coopération, l'anticipation, la production de nouveaux instruments de travail » (Kostulski et al., 2011, p.131). C'est justement au niveau des interactions entre les enseignants ayant diverses pratiques (ou peut-être la même pratique) qu'il est possible d'établir un échange entre les deux intervenants : « Ces observations sont rendues discutables dès lors que l'un ou l'autre ne reconnaît plus son activité propre dans les mots d'autrui » (Bonnemain et al, 2015, p.120). C'est ainsi que la simulation croisée peut être utilisée pour amener les enseignants à échanger sur la situation professionnelle proposée dans le but d'analyser leurs perceptions des concepts liés à l'énergie.

Cette méthode permettrait dans le cadre de cette thèse de placer des enseignants de différentes spécialités, en situation de simuler une séance ce qui permet au chercheur d'observer les échanges de ces derniers sur des problématiques liées à l'énergie⁴⁶ et d'observer les éventuelles variations de perception des concepts d'énergie et de son enseignement en fonction de leur spécialité.

3.2) Simulation de séance dans le cadre de la thèse

Pour l'étude de cas de la séance sur l'énergie en Enseignement Technologique Transversal que je souhaite analyser dans ce travail de recherche, le simulateur de séance est une solution qui permet de mettre en place une séance prédéterminée sans l'influence de diverses variables (contenus, matériels, groupes d'élèves, gestion effective des élèves, etc...). En effet, comme le stipule Morge dans ses travaux, « La méthode de la simulation croisée que nous avons développée réduit les inconvénients [...] en plaçant l'enseignant en situation d'action (même s'il s'agit d'une action simulée) et non plus en situation d'analyse de l'action » (Morge, 2008, p.71). La simulation de séance permet alors de placer l'enseignant dans une démarche de « réflexion dans l'action » et non de « réflexion sur l'action » (Schön, 1983), réflexion dans l'action que nous pouvons enregistrer car les 2 enseignants doivent arriver à une décision lors des différentes étapes de la simulation de séance.

Cette méthode permettra, dans le cadre de cette thèse, d'acquérir des données pouvant étayer et compléter l'étude statistique et les entretiens, notamment au travers d'une activité professionnelle simulée⁴⁷. Les analyses des enseignants et les commentaires sur les productions proposées des élèves permettront une analyse plus approfondie sur la mobilisation des notions relatives à l'énergie des enseignants dans un cadre professionnel.

⁴⁶ Les enseignants des différentes spécialités n'ont pas forcément le même recul ou les mêmes connaissances sur la thématique de l'énergie.

⁴⁷ Une séance sur l'énergie en Enseignement technologique Transversal.

Le choix de la simulation de séance permet d'accéder aux raisonnements des enseignants selon leur spécialité⁴⁸, cette méthode est la plus adaptée à mon objectif car elle permet de « confronter » deux enseignants et dans notre cas des enseignants de spécialités différentes. Le fait qu'ils ne soient pas de la même spécialité est important car il est possible de ressortir différentes spécificités lors des échanges entre les professeurs à travers la séance simulée (ce qui ne peut pas être le cas lors d'une séance ordinaire enregistrée ou filmée).

3.3) Les enjeux de la simulation

La simulation numérique a pour avantage de placer les enseignants dans une situation plus proche de la réalité, plus proche d'une situation professionnelle d'enseignement. Les participants se trouvent dans une situation professionnelle simulée avec laquelle ils doivent interagir sans avoir pour autant à s'occuper de la gestion de la classe⁴⁹. Les enseignants participants à l'étude effectuent la séance simulée en binôme et doivent aboutir vers un consensus lors de leurs réponses. La simulation et les échanges sont enregistrés pour analyser les choix et les justifications des enseignants en aval de la simulation⁵⁰.

3.4) Conclusion

Ce cadrage théorique permet l'articulation entre les trois champs théoriques nécessaires à la réalisation des explorations et à leur analyse : la flexibilité, la modélisation des chaînes fonctionnelles d'énergie et la simulation croisée.

La définition de la flexibilité permet l'analyse et la caractérisation des enseignants et leur appropriation du changement de prescription. Il ressort de cette analyse théorique de nombreux paramètres pouvant inférer sur la flexibilité comme l'environnement de travail, l'affect porté par l'enseignant pour sa discipline, les motivations, les écarts entre la pratique réelle et la pratique attendue mais également les apports de la réforme (intérêt porté à la pluridisciplinarité du nouvel enseignement). Ces éléments théoriques pourront être comparés aux déclarations des enseignants lors des investigations menées dans le cadre de cette

⁴⁸ Première question de recherche de ma thèse.

⁴⁹ Cette « non gestion » est à double tranchant car elle fait partie intégrante de l'activité professionnelle de l'enseignant mais permet par contre d'isoler les variables possibles de l'environnement, de la configuration du public, du matériel etc... Il s'agit dans notre cas de figure d'une considération de modélisation au même titre que des considérations de modélisation en résistance des matériaux (liaisons parfaites, indéformables etc...).

⁵⁰ Les retranscriptions des enregistrements et leur analyse sont en annexes.

recherche pour déterminer les relations qui existent entre la population considérée et la théorie de la flexibilité.

L'analyse didactique de la modélisation des chaînes fonctionnelles d'énergie et le champ théorique de l'autoconfrontation croisée permettra d'analyser les propositions de chaînes énergétiques des enseignants lors des entretiens et des simulations de séance.

La partie méthodologie qui suit ce cadrage théorique explicite la manière dont ce cadrage sera employé, au travers des expérimentations, pour répondre aux différentes questions de recherches posées.

Synthèse partielle de la simulation croisée d'une séance sur l'énergie en ETT

Le dispositif de simulation croisée propose aux enseignants un scénario pédagogique relatif à une séance sur l'énergie en ETT. Les enseignants de Sciences de l'Ingénieur concernés doivent réaliser la simulation en arrivant à un consensus pour les réponses et les résultats saisis dans l'application. Le simulateur de séance est utilisé pour recueillir et analyser les interactions entre les enseignants lors de la conduite (simulée) d'une séance d'ETT dans l'objectif de voir certaines caractéristiques (effet de spécialiste entre les enseignants, prises de parole, plus fort taux d'assertion etc...).

4) Problématiques et méthodologie

L'objectif de ce travail de recherche est d'identifier les différences de raisonnement en situation d'enseignement simulée vis-à-vis de l'énergie en fonction de la spécialité des enseignants de Sciences de l'Ingénieur, les paramètres qui influencent la flexibilité et l'impact de l'origine des enseignants sur leur enseignement et sur leurs élèves. Les diverses méthodes utilisées vont permettre à la fois de lister les diverses difficultés relatives à la mise en place des nouveaux savoirs en fonction de la spécialité des enseignants et également de comprendre, à l'aide d'un entretien, les différentes méthodes de mise en œuvre de ces savoirs et les difficultés réellement rencontrées selon leur spécialité. Ces entretiens seront complétés par une activité de modélisation d'un barrage et d'une comparaison d'une chaîne des transferts d'énergie. Le but étant de comprendre les différents positionnements des enseignants en fonction de la modélisation proposée. Enfin, par le biais d'un simulateur de séance, une séance sur l'énergie en Enseignement Technologique Transversal en STI2D sera simulée. Cette simulation devrait elle aussi contribuer à l'appréhension des différences entre les pratiques des enseignants en fonction de leur spécialité.

Les données ainsi recueillies pourront alors être croisées avec les éléments théoriques mis en place pour comprendre la manière dont les enseignants s'approprient et mettent en œuvre la réforme en fonction des différentes spécialités et des différents parcours des enseignants.

4.1) Questions de recherche

Cette étude s'articule autour de trois questions de recherche qui permettront de comprendre l'impact de l'origine de l'enseignant de SII sur son enseignement de l'énergie.

Question de recherche n°1 : Comment les enseignants de SII enseignent-ils la notion d'énergie en ETT ?

L'énergie est un concept central dans un grand nombre de formations. Il est donc relativement polymorphe et peut être sensible à la spécialité des enseignants. Connaitre la manière dont ils définissent l'énergie et la modélisent sont les moyens que nous avons considérés comme les plus révélateurs de l'enseignement de ce concept.

Cette question de recherche peut être décomposée en deux sous questions :

- **Question de recherche 1.1) leur manière d'enseigner l'énergie dépend-elle de leur spécialité ?**

- **Question de recherche 1.2) L'enseignement de l'énergie en ETT est-il homogène ou hétérogène ?**

Nous avons conçu un questionnaire dont l'objectif est de référencer les données relatives au vécu de l'enseignant d'une part (base de données) et d'obtenir des informations (pratiques et difficultés) sur l'enseignement des notions relatives à l'enseignement de l'énergie dans le cadre du référentiel d'ETT. Un entretien avec les enseignants suite à cette première étude permettra d'approfondir sur les pratiques et les difficultés rencontrées et notamment sur le ressenti des participants (difficultés, redéfinition de la tâche et flexibilité) pour répondre à la question de recherche 1.1. La simulation d'une séance d'enseignement sur l'énergie en ETT pourra permettre de voir comment les enseignants mettent en œuvre une séance prédéterminée (question 1.2)

Question de recherche n°2 : quels sont les déterminants de la flexibilité des enseignants ?

Cette question n'est pas à dissocier de la première question de recherche car elles sont étroitement liées. Certains critères d'adaptabilité⁵¹ peuvent être relatifs à la pratique enseignante, à la conscience disciplinaire ou à la redéfinition de la tâche par exemple. L'entretien avec les enseignants apportera des éléments de réponse à cette question.

L'entretien réalisé avec les enseignants de SII est conçu dans l'objectif d'amener les enseignants à exprimer leurs critères d'adaptabilité lors de la réforme et/ou au cours de leur pratique en ST12D pour l'enseignement relatif à l'énergie en ETT.

Question de recherche n°3 : les élèves expriment-ils des difficultés en fonction de la spécialité des enseignants ?

Les difficultés des élèves représentent le dernier point de cette étude, rencontrent-ils des difficultés pour comprendre les notions relatives à l'énergie (en ETT) en fonction de leur spécialité ? Cette entrée est étudiée avec un questionnaire distribué à des groupes d'élèves de différentes spécialités et par un entretien avec les élèves. L'objectif n'ira pas jusqu'à comprendre l'ensemble des difficultés des élèves. Cela étant, il s'agira ici de procéder à un premier regard qui sera ensuite à approfondir.

⁵¹ Nous utilisons de manière indifférenciée les termes d'adaptabilité et de flexibilité.

4.2) Méthodologie

Ces trois questions de recherches possèdent un certain nombre de relations notamment au niveau de la représentation des concepts d'énergie par les enseignants en fonction de leur spécialité et vécu professionnel, personnel etc. Cette articulation entre les différents protocoles expérimentaux doit pouvoir permettre de comprendre les différentes interactions entre la difficulté exprimée par les enseignants, leurs perceptions du changement de prescription et leur conception/construction de la modélisation des chaînes fonctionnelles d'énergie au travers de la dimension disciplinaire intrinsèque à chaque enseignant.

4.2.1) Modalité de recueil des données et traitement des données

Les différents objectifs de cette étude passent par la caractérisation des niveaux de difficultés exprimées, des définitions de l'énergie et de la modélisation de la chaîne fonctionnelle d'énergie de la population des enseignants de SII. Cette analyse aura comme objectif de recueillir, au travers des différents savoirs relatifs à l'énergie de l'Enseignement Technologique Transversal, les niveaux de difficultés déclarés par spécialité des enseignants de SII. Cette caractérisation ne pourra pas expliquer, seule, les difficultés rencontrées mais permettra de voir quels enseignants selon leur spécialité seront en difficulté sur l'enseignement tel(s) ou tel(s) savoirs de la nouvelle prescription. Cette étude devra être complétée par une analyse des anciens référentiels de STI qui pourront fournir des éléments de réponses quant à la spécialisation et leur(s) relation(s) avec l'énergie la culture de la mécanique, de l'électrotechnique, de l'électronique. Ce croisement de données pourra alors fournir des éléments de réponses qui pourront être complétés par des entretiens avec les enseignants.

Cette collecte de données sera réalisée auprès des enseignants de SII, de différentes spécialités, et exerçant sur différents postes (Technologie au Collège, STI2D ou SSI au lycée). L'ancienneté de la population (dans l'enseignement de manière générale et en ETT de manière plus spécifique) sera variable car cette étude est proposée aux enseignants stagiaires et aux titulaires. Les données recueillies seront alors analysées sous forme de statistiques en fonction des savoirs du référentiel et par spécialité des enseignants pour comprendre les différences éventuelles. Les données recueillies seront également analysées au travers des anciens référentiels de STI qui pourront alors donner des éléments de réponse à la question de recherche relative à l'impact de la spécialité des enseignants.

Pour répondre à la première question de recherche relative à la pratique enseignante plusieurs éléments du questionnaire sont relatifs au passé et au vécu des enseignants dans le

but de référencer le cursus (Age, parcours et diplômes ou formations suivies, ancienneté générale dans l'enseignement, ancienneté en ETT...). La première et la deuxième question de recherche (L'adaptabilité des enseignants) un temps est réservé dans le questionnaire pour que les enseignants puissent déterminer leur niveau de difficulté à enseigner tel ou tel savoir, relatif à l'énergie, du référentiel d'Enseignement Technologique Transversal.

Les différentes analyses réalisées tout au long de cette étude se basent sur l'utilisation de la méthode du khi-2 avec 5% comme seuil d'acceptation de la situation d'indépendance.

4.2.2) Entretiens avec les enseignants de SII

Les entretiens avec les enseignants portent sur les thèmes de la mise en œuvre de la réforme, de l'énergie et de l'Enseignement Technologique Transversal. L'objectif sera de comprendre les caractéristiques favorables ou défavorables à l'adaptation des enseignants à la réforme.

Les entretiens seront de type semi-directif et axés sur les thématiques abordées dans la partie théorique ou en rapports avec les résultats de l'étude statistique⁵² sur les déclarations des niveaux de difficultés exprimées pour les savoirs relatifs à l'énergie. Les données recueillies permettront de caractériser diverses modélisations de la chaîne d'énergie : les enseignants des différentes spécialités, l'enseignant-elle différemment ? ; Sur quelles classes de motivation se placent-ils (Motivation intrinsèque, extrinsèque...) et quelles sont les difficultés rencontrées à la mise en œuvre du savoir (Culture technologique de STI ou initiale et leurs influences, études universitaires...).

Pour répondre à la première et à la seconde question de recherche, cette partie de l'étude relative aux entretiens avec les enseignants, comportera plusieurs questions relatives au parcours de l'enseignant et des relations qui le lie à sa discipline (expliquer le parcours, le vécu dans l'enseignement, les motivations et les stimulations...).

4.2.3) Comparaison des différentes modélisations d'une chaîne d'énergie

Ce recueil de données spécifique sur les modélisations des chaînes fonctionnelles d'énergie succède aux entretiens et consiste en l'étude des différentes modélisations de la chaîne d'énergie du barrage hydroélectrique (étude proposée dans la partie théorique). Les enseignants devront analyser les différentes chaînes et expliquer le fonctionnement du

⁵² Voir en annexe « Carnet d'entretien proposé » pour visualiser la trame et les thématiques proposées lors de cette phase d'investigation avec la population.

système, les différences entre les modélisations et leurs avantages/inconvénients. Cette partie pourra également permettre de voir la manière dont les enseignants considèrent l'« énergie électrique » généralement employée dans les BO en STI, les notions de travail et de puissance. L'entretien se terminera par la formalisation de la différence entre énergie et travail par l'enseignant.

Les résultats de cette partie pourront être utilisés pour comprendre certaines difficultés rencontrées par la population vis-à-vis du savoir savant relatif à l'énergie et donc des perceptions de ces individus sur cette thématique. Les résultats seront alors croisés avec l'étude théorique et l'entretien pour alimenter la question de recherche relative à l'impact de la spécialité sur l'enseignement de l'énergie.

4.2.4) Simulateur de séance et autoconfrontation croisée

Le simulateur de séance a pour but de révéler la pratique des enseignants vis-à-vis de la mise en place d'une séance sur l'énergie. Il sera demandé à l'enseignant de choisir des réponses en fonction de certaines situations. Cette simulation permettra de renseigner certains éléments de la pratique des enseignants en fonction de leur spécialité.

4.2.4.1) Instruction des chaînes fonctionnelles d'énergie de la séance simulée

Lors de la simulation, des chaînes fonctionnelles d'énergie seront proposées aux expérimentateurs du simulateur, qui sont enseignants qui interviennent ou sont déjà intervenus en STI2D, afin qu'ils les analysent, puis les valide ou non. Les modélisations des chaînes qui seront implantées dans le logiciel sont des modélisations produites par d'autres enseignants. L'objectif de l'utilisation de chaînes modélisées par des enseignants est de croiser les regards et ainsi comprendre le regard d'autres enseignants sur des productions de professionnels (les expérimentateurs ne savent pas qu'il s'agit de productions d'enseignants). L'objectif est de voir s'il existe des différences potentielles dans la perception de la chaîne et dans les corrections de l'activité discutées entre les enseignants.

4.2.4.2) Scénario pédagogique de la simulation croisée

L'activité de simulation de séance n'est pas conçue dans le but de former les enseignants mais de recueillir des données sous forme d'enregistrements qui permettront d'identifier leur manière d'appréhender l'enseignement de l'énergie en ETT.

Il s'agit ici, d'un programme permettant l'acquisition de données pour recueillir les interactions entre les enseignants⁵³. Le simulateur de séance met en œuvre un scénario pédagogique basé sur l'étude de la représentation de la chaîne d'énergie d'un barrage hydroélectrique. Le logiciel de simulation demande aux enseignants s'ils acceptent ou refusent les propositions en justifiant leurs choix auprès des apprenants.

Cette séance repose sur la modélisation des chaînes fonctionnelles d'énergie d'un barrage hydroélectrique (système étudié dans le cadre théorique précédent). Par le biais de cette analyse technologique les élèves de la classe répondent à certaines questions et les enseignants doivent valider/invalidier les réponses en y apportant les commentaires adéquats (à l'écrit dans une zone de réponse, il s'agit là de la réponse qu'ils souhaitent soumettre à la classe).

Le scénario repose sur les étapes suivantes :

- Définition de la signification de la flèche entre deux blocs fonctionnels : cette étape permet de comprendre la représentation des enseignants quant aux transferts énergétiques (forme de l'énergie, du travail etc...).
- Travail en îlots de la classe et production de chaînes d'énergie : les enseignants doivent accepter ou refuser les chaînes d'énergie proposées en expliquant les raisons et les modifications qu'ils souhaitent y apporter. Cette étape permet de recenser les avis des enseignants en fonction de leur spécialité et leurs prises de positions éventuelles lors de l'analyse et des correctifs des chaînes proposées.
- Correction de l'activité : les enseignants doivent produire un corrigé de la chaîne fonctionnelle d'énergie du barrage hydroélectrique. La production de chaînes au regard d'une production commune avec plusieurs spécialités, permet de voir les interactions entre les spécialités des enseignants lors de cette production et de comprendre les méthodes de modélisations de chacun des enseignants participants à la simulation.

4.2.4.3) Le simulateur de séance : présentation

⁵³ Il est possible de faire évoluer le simulateur de séance en développant un scénario pédagogique plus complexe et en y instruisant des productions et des réponses d'élèves.

Le simulateur est constitué d'apprenants, de réponses, de questions, du tableau, d'une salle de classe virtuelle. Comme le montrent les extraits du simulateur réalisés dans le cadre de ces travaux de thèse, le simulateur permet par exemple aux utilisateurs d'être confrontés à une question d'un apprenant qui lève la main et pose une question. Les utilisateurs doivent répondre dans un emplacement réservé à cet effet. Il invite également les enseignants à analyser des productions d'élèves. La trame de la simulation est préétablie linéaire et rigide (modèle en couloir). La réalisation de simulateurs plus souples et avec des finalités/situations différentes en fonction des choix et des réponses peut être une perspective de ce travail de recherche. L'élève virtuel (un apprenant à la fois dans le simulateur) a la faculté de lever la main pour poser une question comme le montre la figure n°27 :

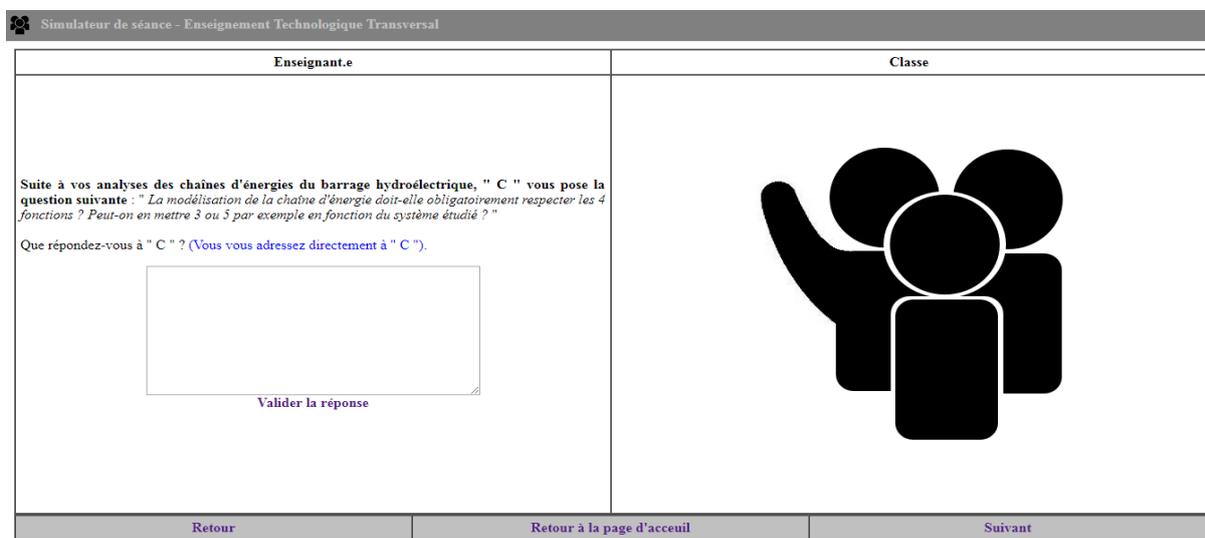


Figure 27 : extrait du simulateur mettant en scène un apprenant numérique qui lève la main pour poser une question

Cette image indique à l'utilisateur qu'il devra répondre à la question et valider la réponse dans l'emplacement prévu à cet effet. Il est possible de croiser la variante où l'apprenant répond à une question. Cette situation succède à la demande de prise de parole de l'élève :

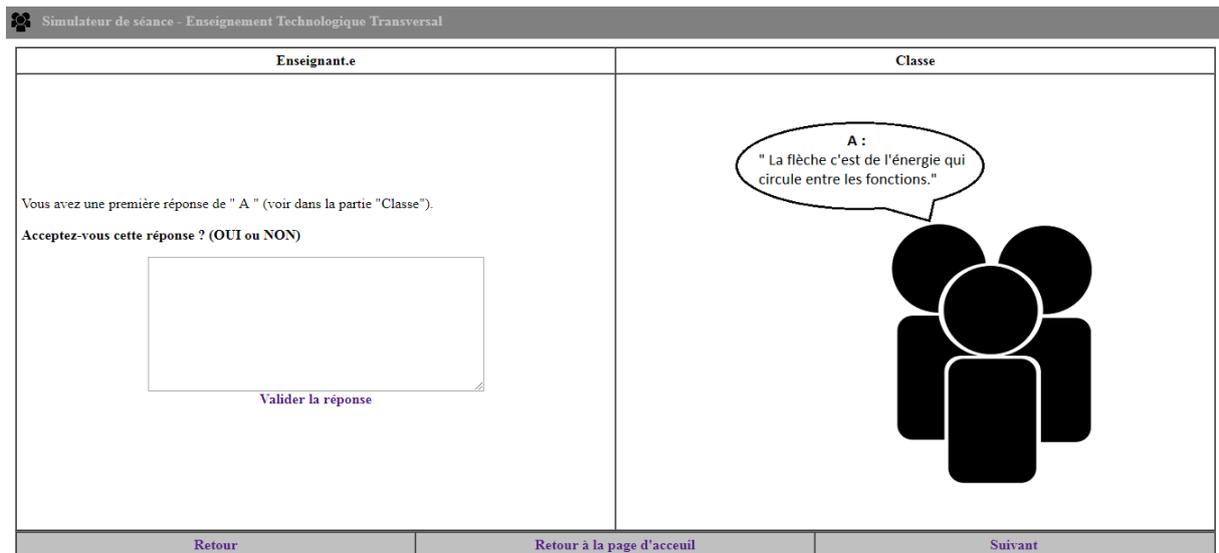


Figure 28 : extrait du simulateur mettant en scène un apprenant numérique qui propose une réponse à la question posée

Cette image indique à l'utilisateur qu'il devra accepter ou refuser la réponse de l'élève dans l'espace réservé à cet effet. Cet état sera suivi par la justification de l'utilisateur par rapport à son acceptation/refus de la réponse donnée par l'apprenant. Les apprenants soumettent également leurs travaux à l'utilisateur qui doit accepter ou refuser la production de l'élève (cet état sera toujours suivi par une phase de justification de la réponse, de l'utilisateur vers l'apprenant), comme le montre la représentation suivante :

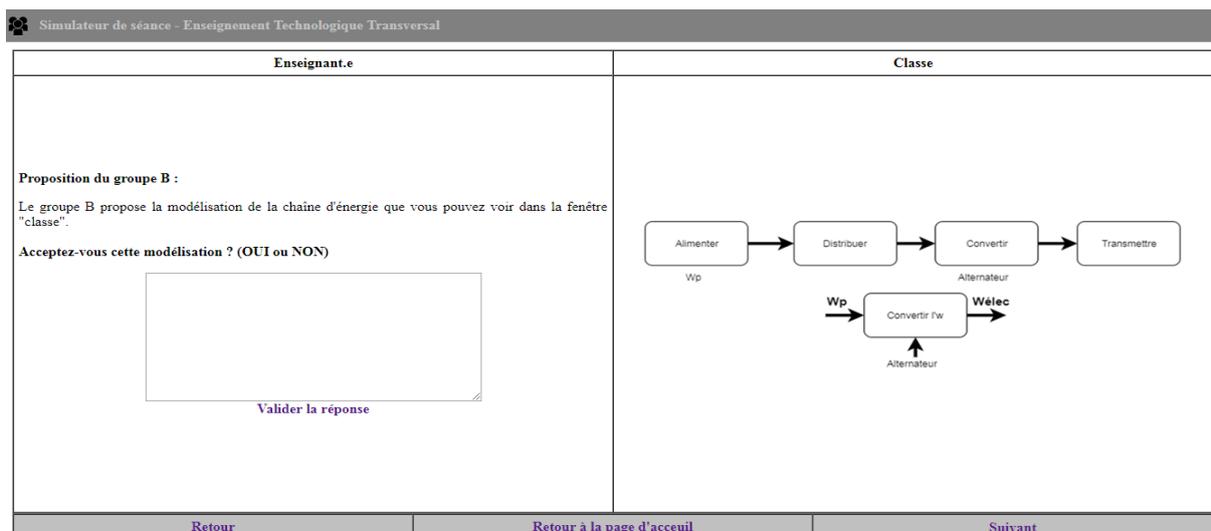


Figure 29 : extrait du simulateur mettant en scène un apprenant numérique qui soumet une production à l'utilisateur

L'outil enregistre les différentes réponses de l'utilisateur sur l'ordinateur dans des documents individuels qui permettront le traitement ultérieur des données recueillies.

4.2.4.4) Éléments linguistiques utilisés pour l'analyse de la simulation croisée

La simulation croisée est analysée en observant les éléments linguistiques qui composent les échanges. L'analyse de l'interaction s'effectue quantitativement en comptabilisant les tours de parole mais également en considérant les actes d'ouverture et de fermeture lors d'une séquence locutoire. Ces deux caractéristiques permettent de placer un intervenant en position dominante par rapport à l'autre (Kerbrat-Orecchioni, 1992). Dans ce contexte nous analyserons de manière quantitative les actes de langage des simulations croisées et réaliserons un décompte des actes initiatifs et des actes de clôture des séquences langagières. Le but de cette analyse sera de déterminer si d'un point de vue langagier la spécialité de l'enseignant peut donner l'avantage sur la spécialité d'un autre enseignant quant au thème de l'énergie (effet de spécialiste).

Nous choisissons de nous arrêter sur les quatre catégories suivantes en analysant le niveau pragmatique des échanges :

- Expression d'une information : discours d'un enseignant considéré comme valable, juste ou vrai. Un enseignant déclare que... ; donne son point de vue... ; exprime son idée. Les tours de paroles où un enseignant dicte le contenu d'une définition ou reprend une assertion de son binôme seront considérés également comme des assertions.
- Expression d'un mal être : laisse transparaître un niveau de difficulté, un dérangement, une complication, une incertitude lors d'un échange, de la lecture d'un contenu disciplinaire, de la formulation d'une réponse.
- Expression d'une demande : sollicite l'aide ou la validation de son binôme. Cette catégorie englobe également des demandes d'avis, d'appréciations ou d'informations quant au contenu disciplinaire se trouvant dans le simulateur.
- Expression d'une reformulation : reformule et/ou s'approprie le contenu du simulateur avec ses propres mots.

Ces différentes catégories sont comptabilisées pour montrer le positionnement des différents enseignants en fonction de leur spécialité. Pour cela nous allons extraire ces différentes catégories par le biais d'une analyse linguistique.

4.3) Les élèves de terminale en ETT et les notions relatives à l'Énergie en ETT

118 élèves de terminale STI2D répartis en 9 groupes (différentes configurations d'enseignants en ETT) ont répondu à un questionnaire qui a pour objectif de recueillir leurs déclarations quant au niveau de difficulté de compréhension des notions relatives à l'énergie⁵⁴. Cette étude permet d'analyser les déclarations d'élèves en vue de répondre à la question de recherche sur l'expression de leurs difficultés. Des données relatives aux conditions d'enseignement de l'énergie sont recueillies auprès des élèves : situation de co-enseignement, de la présence d'un enseignant de spécialité Energie Environnement dans l'équipe d'ETT. Ces informations supplémentaires permettent d'analyser le niveau de difficulté déclaré des élèves en fonction de la spécialité de leur(s) enseignants(s).

4.4) Synthèse : explication de la manière dont les données recueillies permettent de répondre aux questions de recherche

Les différents résultats seront croisés pour comprendre les difficultés rencontrées lors du changement de la prescription STI/STI2D et interprétés au regard des éléments théoriques : définition de la flexibilité et de sa relation avec la redéfinition de la tâche mais également avec les éléments déterminés par la didactique de l'énergie (la manière dont les enseignants mettent en œuvre une chaîne d'énergie et la manière dont ils s'approprient les chaînes issues de la didactique de la physique et de la proposition de modélisation Physico-Technique).

La première question de recherche « la définition de l'énergie et la modélisation de la chaîne fonctionnelle d'énergie des enseignants de SII sont-elles impactées par leur spécialité et leur vécu ? » trouve des éléments de réponse dans l'étude des questionnaires sur les difficultés des enseignants, dans les entretiens et dans l'analyse des décisions prises par les enseignants lors de la simulation et des interactions qui ont eu lieu au cours de celles-ci.

Pour répondre à la seconde question de recherche « quels sont les déterminants de la flexibilité des enseignants ? », nous analyserons les entretiens en cherchant plus spécifiquement les freins et moteurs à la mise en place de la nouvelle prescription dans le champ lexical se rapportant à la définition de la flexibilité établie dans le cadre théorique de la thèse.

⁵⁴ Les questionnaires proposés aux élèves sont en annexes.

Pour répondre à la troisième question de recherche « les élèves sont-ils impactés par la spécialité des enseignants ? » nous utiliserons les données recueillies par les questionnaires et les entretiens avec des élèves de terminales de différentes spécialités dont l'objectif est de rechercher l'expression de ces difficultés au travers de leurs déclarations sur le niveau de difficulté de compréhension des notions et sur leur perception de la discipline.

Le chapitre suivant détaillera les résultats de cette étude.

Synthèse partielle sur la méthodologie utilisée

La méthodologie utilisée dans la thèse est basée sur l'analyse de cinq types de données d'analyse qui sont :

- Les questionnaires avec les enseignants (recueil des difficultés à enseigner des savoirs spécifiques) ;
- Les entretiens avec les enseignants (recueil des difficultés spécifiques à l'enseignement de l'ETT et les raisons de ces difficultés) ;
- Les enregistrements des interactions entre les enseignants et les modélisations des enseignants lors de la simulation de séance ;
- Les questionnaires élèves (recueil des difficultés de compréhension des savoirs relatifs à l'énergie) ;
- L'entretien avec les élèves (recueil des difficultés potentielles en ETT et les raisons de ces difficultés).

Ces données sont recueillies puis analysées pour, à la fois comprendre l'impact de la spécialité des enseignants sur la manière dont ils mobilisent les notions relatives à l'énergie, déterminer les critères et conditions de flexibilité des enseignants lors du changement de prescription en 2011 et appréhender le niveau de difficulté déclaré par les élèves en fonction de l'origine des enseignants.

Partie 2

Etude des déclarations des enseignants de SII et des élèves

L'objectif de cette partie est de comprendre les difficultés rencontrées par les enseignants de Sciences Industrielles de l'Ingénieur lors de la réforme du baccalauréat Technologique. La partie relative à la théorie de la flexibilité fait ressortir différents aspects des critères de réussite dans de bonnes conditions : l'ancienneté et la maîtrise de la tâche peuvent être des freins ou des moteurs de la flexibilité. Les objectifs de cette étude sont donc multiples. Dans une première analyse nous essayerons de comprendre le passé des enseignants notamment à l'aide de l'étude et de la comparaison des référentiels de l'ancienne série STI, qui servira à comprendre la culture associée aux spécialités Energie Environnement, Ingénierie Mécanique et Information Numérique, et de la nouvelle série STI2D. Ces éléments sont utilisés comme support d'un entretien avec le public concerné.

Les entretiens avec les enseignants permettent de comprendre, au travers de leurs pratiques précédentes déclarées, leur perception de la nouvelle discipline et de leur motivation lors de la réalisation des tâches prescrites par la réforme dans le cadre de l'Enseignement Technologique Transversal. L'identification des différents paramètres qui influencent effectivement la flexibilité des enseignants permettra de déterminer les freins lors de l'évolution de leur schème dans le cadre de la réforme.

Nous soumettons ensuite à des enseignants de SII une modélisation des transferts d'énergie d'un système qu'ils devront comparer à leur proposition. Cette comparaison permet de faire surgir certains freins à la compréhension du modèle utilisé en Technologie.

Ces trois parties de l'étude pourront être alors utilisées pour caractériser les difficultés rencontrées dans l'Enseignement Technologique Transversal de STI2D en fonction de la spécialité des enseignants.

1) Etude des déclarations des enseignants recueillies par questionnaire

Un questionnaire a été réalisé et distribué à 25 enseignants de SII afin de connaître et de caractériser le profil de cette population à partir de différents critères comme l'ancienneté générale dans l'enseignement, l'ancienneté en Enseignement Technologique Transversal mais également, afin de savoir si les enseignants se sentent en difficulté par rapport à l'enseignement de l'énergie dans le cadre de cette discipline. Cette étude permet ainsi de mesurer les difficultés déclarées en fonction de la spécialité de l'enseignant et du travail prescrit par la réforme STI2D.

Le questionnaire aborde en premier lieu l'expérience d'enseignement des individus qui sont des enseignants de SII (ancienneté dans l'enseignement, ancienneté en Enseignement Technologique Transversal...). A l'aide d'un tableau des savoirs relatifs à l'Energie en ETT, les enseignants de SII placent sur une échelle de 1 à 5 le niveau de difficulté d'enseignement (1 étant le plus facile et 5 le plus difficile). Cette première partie d'étude permettra de renseigner certains éléments relatifs à l'expérience de l'individu (formation universitaire pour les enseignants stagiaires par exemple) et à leurs perceptions de la discipline.

Cette étude sert de base à la réalisation d'un entretien avec les enseignants de SII et permet d'identifier parmi l'ensemble des déterminants de la flexibilité définis a priori ceux qui seront réellement utilisés par les enseignants.

2) Profil de l'échantillon des enseignants de SII étudié

Nous allons, dans un premier temps, décrire les caractéristiques de la population étudiée et leur répartition en fonction de leur ancienneté et de leur spécialité. Nous commenterons ensuite les résultats généraux concernant la difficulté déclarée par les enseignants.

2.1) Répartition de la population en fonction de l'ancienneté et de la spécialité

L'échantillon est composé de 25 enseignants de Sciences de l'Ingénieur de diverses spécialités ; 40% (10/25) de cette population est de spécialité Ingénierie Mécanique (IM), 32% (8/25) de spécialité Information et Numérique (IN), 28% (7/25) de spécialité Energie Environnement (EE) et aucun représentant de la spécialité Architecture et Construction (AC).

Cet échantillon est composé à 52% (13/25) d'enseignants stagiaires et à 48% (12/25) d'enseignants titulaires. 40% (10/25) des professeurs enseignent en Technologie au collège et

60% (15/25) au Lycée. Tous les individus ne sont pas actuellement concernés par l'Enseignement Technologique Transversal (ETT) car les professeurs de Technologie sont en poste au collège, et les enseignants de lycée peuvent être affectés sur un poste spécifique (Classe préparatoire, BTS) ou enseigner uniquement en spécialité en STI2D ou en Sciences de l'Ingénieur de la série Scientifique.

Néanmoins 48% (12/25) de la population enseignent ou ont déjà enseigné en ETT (41% (5/12) de spécialité IM, 25% (3/12) de spécialité IN, et 33,33% (4/12) de spécialité EE).

Parmi les enseignants concernés par l'enseignement de l'ETT, l'ancienneté est différente en fonction de leur spécialité. L'échantillon sera donc composé de deux types d'enseignants ceux qui vont déclarer des difficultés à partir d'une expérience professionnelle vécue (42%) et ceux qui vont déclarer des difficultés sur la base d'un enseignement qu'ils sont susceptibles de réaliser (52%). Le tableau suivant présente la moyenne des années d'enseignement de cet ETT en fonction de la spécialité :

Spécialité	Ancienneté moyenne (années)
Information et Numérique (IN)	1,6
Energie Environnement (EE)	2
Ingénierie Mécanique (IM)	2,75

Tableau 14 : moyenne de l'ancienneté des enseignants de SII en Enseignement Technologique Transversal en fonction de leur spécialité (données recueillies de 2014 à 2016).

Les enseignants de spécialité IM, enseignent majoritairement en ETT et plus longtemps que leurs collègues des autres spécialités. Cette information est importante car la population IM rassemble plus d'anciennes spécialités de la série STI ainsi qu'un nombre plus élevé d'enseignants : les enseignants de spécialité IM semblent intervenir d'avantage en ETT que les enseignants des autres disciplines

2.2) Résultats concernant la difficulté déclarée de l'enseignement de l'énergie

Le questionnaire demande aux enseignants de trier 6 thématiques importantes du référentiel d'ETT (Architecture, Energie, Etude des Constructions, Résistance des Matériaux, Traitement de l'Information et SysML) du plus facile au plus difficile à enseigner. Le tableau suivant présente le pourcentage des rangs déclarés en fonction de la spécialité et de la thématique :

Rang	Général	IM	IN	EE
6 (Difficile)	0% (0/25)	0% (0/10)	0% (0/8)	0% (0/7)
5	4% (1/25)	0% (0/10)	12% (1/8)	0% (0/7)
4	16% (4/25)	40% (4/10)	0% (0/8)	0% (0/7)
3	36% (9/25)	60% (6/10)	38% (3/8)	0% (0/7)
2	20% (5/25)	0% (0/10)	50% (4/8)	14% (1/7)
1 (Facile)	24% (6/25)	0% (0/10)	0% (0/8)	86% (6/7)

Tableau 15 : rangs déclarés de la difficulté d’enseignement de l’énergie en fonction de la spécialité des enseignants.

De cette étude, plusieurs informations ressortent concernant la spécialité des enseignants. En premier lieu, personne ne trouve a priori, que l’enseignement de l’énergie représente la thématique la plus difficile à enseigner (rang 6), cependant un enseignant trouve néanmoins qu’il s’agit d’une des thématiques les plus difficiles (rang 5) : cet individu est de spécialité IN.

L’ensemble de la population de spécialité EE trouve que la thématique de l’Energie représente un niveau de difficulté d’enseignement faible (80% pour le rang 1 et 20% pour le rang 2). La population de spécialité IN est plus hétérogène puisque 88% positionnent la thématique de l’énergie sur des rangs de faible difficulté (50% pour le rang 2 et 38% pour le rang 3) et 12% sur un rang de difficulté plus élevé (rang 5). Finalement la population IM est répartie autour du centre du classement, les 10 enseignants trouvant que la thématique est relativement facile à enseigner (rang 3) et 4 trouvant qu’elle est relativement difficile (rang 4). Cette analyse globale montre qu’il existe des différences quant à la représentation de difficulté pour l’enseignement de l’énergie entre les spécialités des enseignants notamment au niveau des enseignants de spécialité EE qui se positionnent sur des niveaux les plus faciles. Une analyse plus systémique des savoirs relatifs à l’énergie doit permettre de faire ressortir des résultats plus précis sur des difficultés particulières en fonction de la spécialité.

3) Analyse statistique des difficultés déclarées par les enseignants de SII pour l’enseignement des savoirs relatifs à l’énergie en ETT en STI2D en fonction de leur spécialité

Cette partie de résultats de l’étude présente les données recueillies par questionnaires. Nous nous intéresserons plus particulièrement à la caractérisation des difficultés exprimées par les enseignants à enseigner certains savoirs relatifs à l’énergie issus du référentiel d’ETT.

3.1) Résultats des déclarations de niveaux de difficulté pour chaque savoir

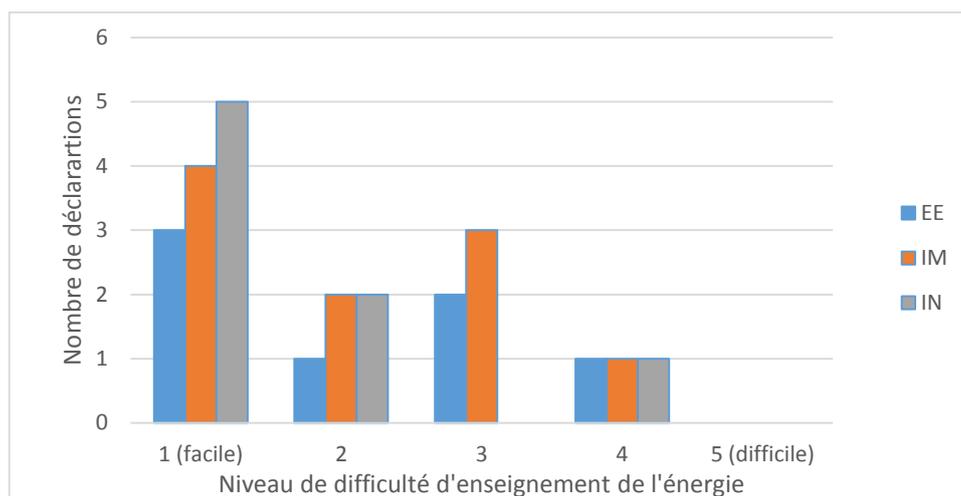
La population devait déclarer un niveau de difficulté d'enseignement (de 1 à 5, niveau de difficulté croissant) en fonction des savoirs présentés précédemment issus du programme d'Enseignement Technologique Transversal. Les sous sections suivantes présenteront les résultats par thématiques. L'objectif de cette analyse est de déterminer, en fonction de la spécialité des enseignants de SII, les difficultés déclarées pour chaque groupement de savoirs. Nous considérerons qu'il y a un écart entre les différentes catégories si cet écart est supérieur à deux enseignants. Nous n'avons pas établi de recherche de significativité pour chaque savoir car l'échantillon est trop faible, en revanche nous avons réalisé une étude qualitative sur des regroupements de savoirs.

3.1.1) Analyse de la thématique du référentiel : mise à disposition des ressources

La thématique du référentiel, mise à disposition des ressources, possède uniquement un seul savoir relatif à l'énergie : enjeux énergétiques mondiaux : extraction et transport, production centralisée, production locale (Savoir 1211). Les résultats du questionnaire sont les suivants :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	48,00% (12/25)	20,00% (5/25)	20,00% (5/25)	12,00% (3/25)	0,00% (0/25)
EE	42,86% (3/7)	14,29% (1/7)	28,57% (2/7)	14,29% (1/7)	0,00% (0/7)
IM	40,00% (4/10)	20,00% (2/10)	30,00% (3/10)	10,00% (1/10)	0,00% (0/10)
IN	62,50% (5/8)	25,00% (2/8)	0,00% (0/8)	12,50% (1/8)	0,00% (0/8)

Tableau 16 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 1211 « Enjeux énergétiques mondiaux : extraction et transport, production centralisée, production locale » en fonction des spécialités des enseignants



Graphique 1 : réponses pour le savoir SA1211

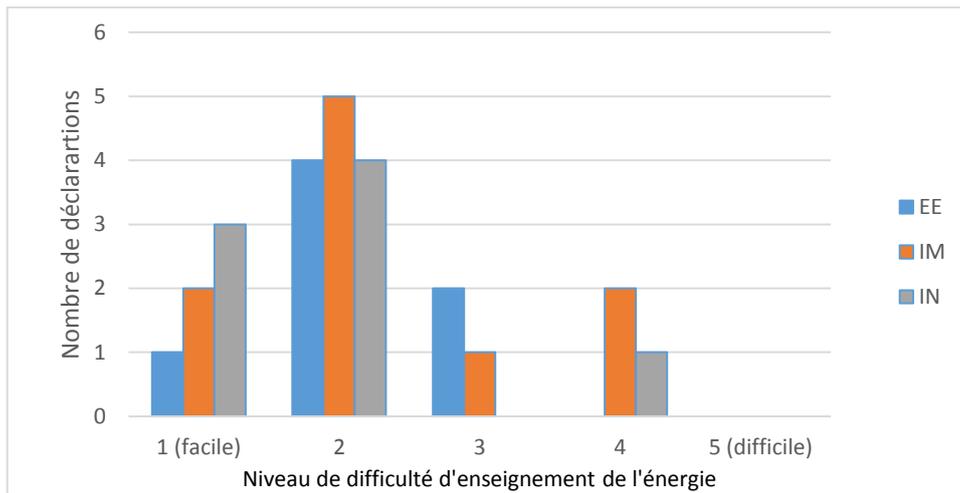
Pour cette entrée, 17 enseignants, déclarent un niveau de difficulté faible (rang 1 et 2), 5 un niveau de difficulté moyenne (rang 3) et 3 enseignants expriment une relative difficulté (rang 4) pour enseigner le savoir SA1211. Personne ne déclare trouver le savoir difficile à enseigner. Aucune spécialité ne se démarque réellement sur un niveau difficile ou facile. Dans ce cas de figure on n’observe pas d’influence d’une spécialité par rapport à une autre car les déclarations des niveaux de difficultés sont homogènes.

3.1.2) Analyse de la thématique du référentiel : utilisation raisonnée des ressources

La thématique « utilisation raisonnée des ressources » est composée de 2 savoirs relatifs à l’énergie : « minimisation de la consommation énergétique » (Savoir 1232) et « Efficacité énergétique d’un système » (Savoir 1233). La population a répondu au questionnaire comme suit :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	24,00% (6/25)	52,00% (13/25)	12,00% (3/25)	12,00% (3/25)	0,00% (0/25)
EE	14,29% (1/7)	57,14% (4/7)	28,57% (2/7)	0,00% (0/7)	0,00% (0/7)
IM	20,00% (2/10)	50,00% (5/10)	10,00% (1/10)	20,00% (2/10)	0,00% (0/10)
IN	37,50% (3/8)	50,00% (4/8)	0,00% (0/8)	12,5% (1/8)	0,00% (0/8)

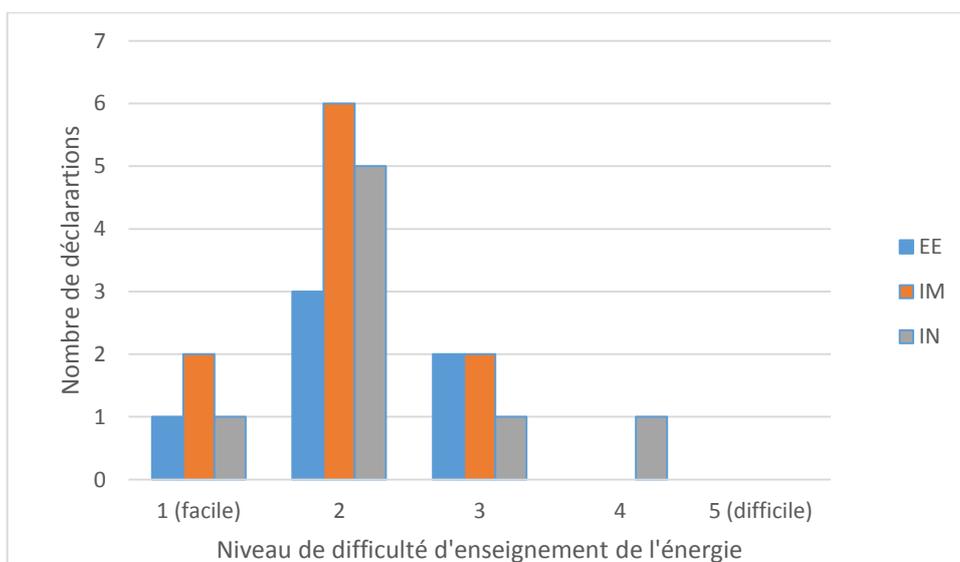
Tableau 17 : niveau de difficulté déclaré relatif à l’enseignement du savoir 1232 « Minimisation de la consommation énergétique » en fonction des spécialités des enseignants



Graphique 2 : réponses pour le savoir SA1232

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	16,67% (4/24)	58,33% (15/24)	20,83% (5/24)	4,17% (1/24)	0,00% (0/24)
EE	16,67% (1/6)	50,00% (3/6)	33,33% (2/6)	0,00% (0/6)	0,00% (0/6)
IM	20,00% (2/10)	60,00% (6/10)	20,00% (2/10)	0,00% (0/10)	0,00% (0/10)
IN	12,50% (1/8)	62,50% (5/8)	12,50% (1/8)	12,50% (1/8)	0,00% (0/8)

Tableau 18 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 1233 « Efficacité énergétique d'un système » en fonction des spécialités des enseignants



Graphique 3 : réponses pour le savoir SA1233

Pour ces 2 savoirs, la population déclare un niveau de difficulté relativement faible, respectivement, 19 enseignants pour les rangs 1 et 2 pour le savoir 1232 et également 17 individus pour le savoir 1233. Nous pouvons remarquer, pour les 2 savoirs, que la population EE ne trouve pas les savoirs plus difficiles à enseigner qu'un niveau intermédiaire alors que 3 enseignants de l'échantillon estiment éprouver des difficultés pour le savoir relatif à la minimisation de la consommation énergétique et un seul enseignant pour le savoir relatif à l'efficacité énergétique d'un système.

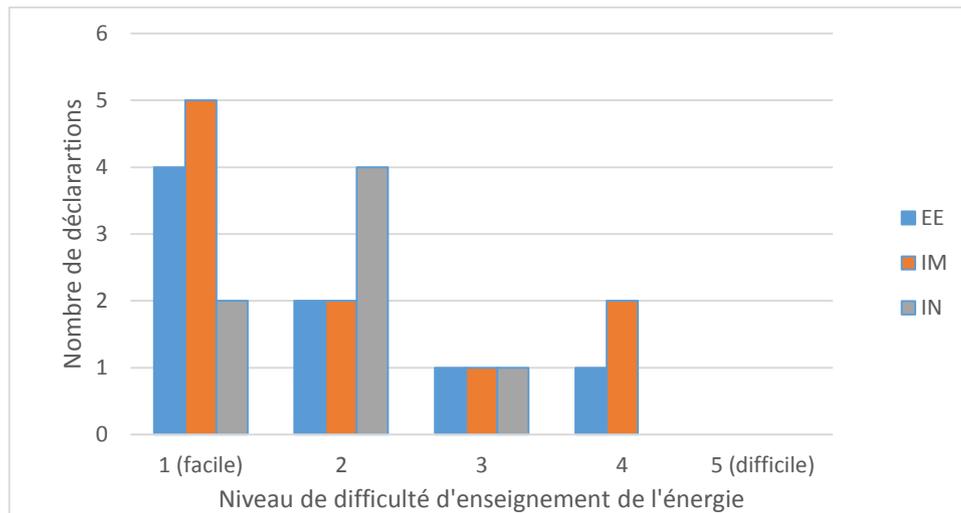
La culture issue de la formation Electrotechnique et la culture Mécanique des enseignants de SII peut expliquer cette distinction car l'efficacité d'un système et les notions de rendements sont présentes dans les anciens référentiels de STI en Electrotechnique et en Mécanique. Un enseignant de spécialité EE n'a pas souhaité répondre sur son positionnement.

3.1.3) Analyse de la thématique du référentiel : organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie

Cette troisième thématique, Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie est uniquement composée d'un seul savoir relatif à l'énergie : caractérisation des fonctions relatives à l'énergie : production, transport, distribution, stockage, transformation, modulation. Les résultats du questionnaire sont les suivants :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	50,00% (12/24)	29,17% (7/24)	12,50% (3/24)	8,33% (2/24)	0,00% (0/24)
EE	57,14% (4/7)	14,29% (1/7)	14,29% (1/7)	14,29% (1/7)	0,00% (0/7)
IM	50,00% (5/10)	30,00% (3/10)	10,00% (1/10)	10,00% (1/10)	0,00% (0/10)
IN	42,86% (3/7)	42,86% (3/7)	14,29% (1/7)	0,00% (0/7)	0,00% (0/7)

Tableau 19 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2111 « Caractérisation des fonctions relatives à l'énergie » en fonction des spécialités des enseignants



Graphique 4 : réponses pour le savoir SA2111

Pour cette entrée, 19 enseignants trouvent que le savoir SA 2111 est relativement simple à enseigner (rang 1 et 2), 2 enseignants de la population (un enseignant de spécialité EE et un de spécialité IM) estime que le savoir est relativement difficile à enseigner (rang 4).

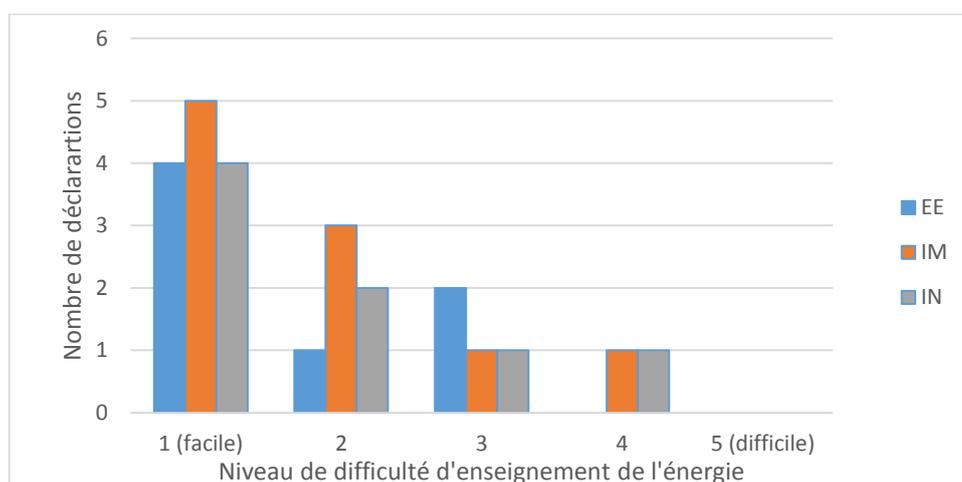
Le savoir relatif à la modélisation de la chaîne d'énergie ainsi que la caractérisation des différentes fonctions était enseigné au sein de la série Electrotechnique, les professeurs de mécanique devaient également enseigner des flux de matières et d'énergie mais ne caractérisaient pas les différentes fonctions de la chaîne. Les enseignants de spécialité Electronique travaillaient sur la notion de conversion de « l'énergie électrique » en énergie mécanique. Ce savoir était donc connu ou partiellement connu dans les 3 spécialités concernées. Un enseignant de spécialité IN n'a pas souhaité répondre.

3.1.4) Analyse de la thématique du référentiel : représentations symboliques

Cette thématique est composée de 3 savoirs relatifs à l'énergie, graphe de flux d'énergie (SA 2221), Schéma architectural énergétique (SA 2222) et Représentation des répartitions et de l'évolution des grandeurs énergétiques. La population a répondu au questionnaire comme suit :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	52,00% (13/25)	20,00% (5/25)	16,00% (4/25)	12,00% (3/25)	0,00% (0/25)
EE	57,14% (4/7)	14,29% (1/7)	28,57% (2/7)	0,00% (0/7)	0,00% (0/7)
IM	50,00% (5/10)	20,00% (2/10)	10,00% (1/10)	20,00% (2/10)	0,00% (0/10)
IN	50,00% (4/8)	25,00% (2/8)	12,50% (1/8)	12,50% (1/8)	0,00% (0/8)

Tableau 20 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2221 « Graphe de flux d'énergie » en fonction des spécialités des enseignants



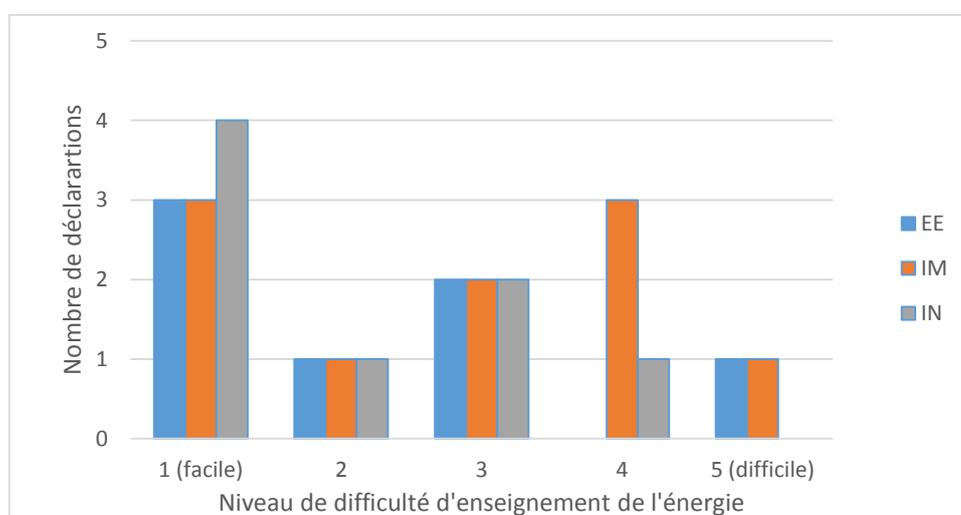
Graphique 5 : réponses pour le savoir SA2221

Pour l'entrée relative au savoir 2221, 18 enseignants de la population estiment la difficulté d'enseignement à un niveau 1 et 2 contre 3 individus de cette population qui estiment être relativement en difficulté par rapport à l'enseignement du savoir 2221 : 2 enseignants en Ingénierie Mécanique et 1 enseignant en Information et Numérique.

Le tableau suivant est relatif au savoir Schéma architectural énergétique :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	36,00% (9/25)	16,00% (4/25)	24,00% (6/25)	16,00% (4/25)	8,00% (2/25)
EE	42,86% (3/7)	14,29% (1/7)	28,57% (2/7)	0,00% (0/7)	14,29% (1/7)
IM	20,00% (2/10)	20,00% (2/10)	20,00% (2/10)	30,00% (3/10)	10,00% (1/10)
IN	50,00% (4/8)	12,50% (1/8)	25,00% (2/8)	12,50% (1/8)	0,00% (0/8)

Tableau 21 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2222 « Schéma architectural énergétique » en fonction des spécialités des enseignants



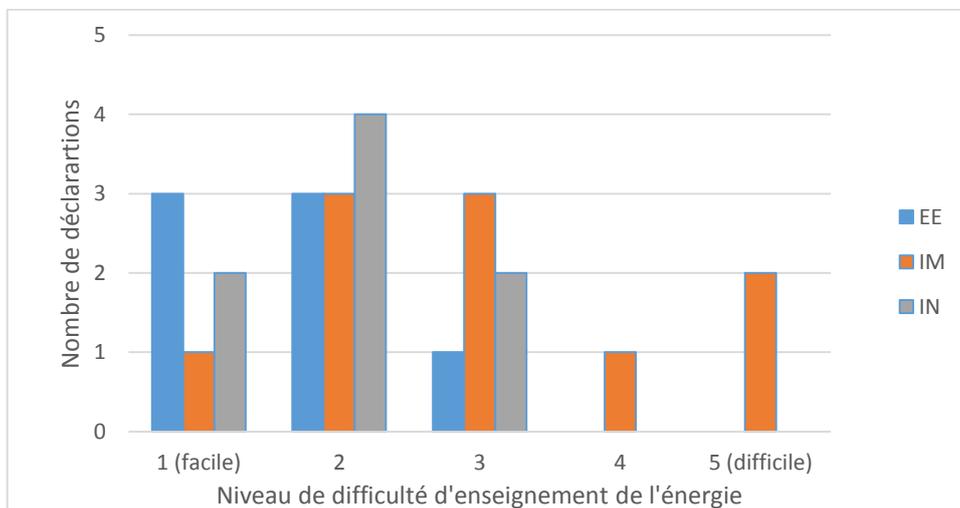
Graphique 6 : réponses pour le savoir SA2222

Le savoir 2222, semble quant à lui, plus difficile à enseigner, (13 individus de la population estiment un niveau 1 à 2 contre 18 précédemment), 6 enseignants estiment que le savoir est relativement difficile (4 individus pour le rang 4 et 2 individus pour le rang 5). La population de la spécialité IM semble plus en difficulté que les autres spécialités avec 4 individus de leur population aux rangs les plus difficiles.

Le tableau suivant est relatif au savoir Représentations des répartitions et de l'évolution des grandeurs énergétiques :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	20,00% (5/25)	40,00% (10/25)	28,00% (7/25)	4,00% (1/25)	8,00% (2/25)
EE	42,86% (3/7)	42,86% (3/7)	14,29% (1/7)	0,00% (0/7)	0,00% (0/7)
IM	10,00% (1/10)	20,00% (2/10)	40,00% (4/10)	10,00% (1/10)	20,00% (2/10)
IN	12,50% (1/8)	62,50% (5/8)	25,00% (2/8)	0,00% (0/8)	0,00% (0/8)

Tableau 22 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2223 « Représentations des répartitions et de l'évolution des grandeurs énergétiques » en fonction des spécialités des enseignants



Graphique 7 : réponses pour le savoir SA2223

Le savoir 2223, semble suivre la même logique que le savoir précédent : 15 enseignants déclarent un niveau de difficulté faible (rang 1 et 2) contre 3, un niveau de difficulté élevé (rang 4 et 5) : ces 3 individus sont tous de spécialité IM.

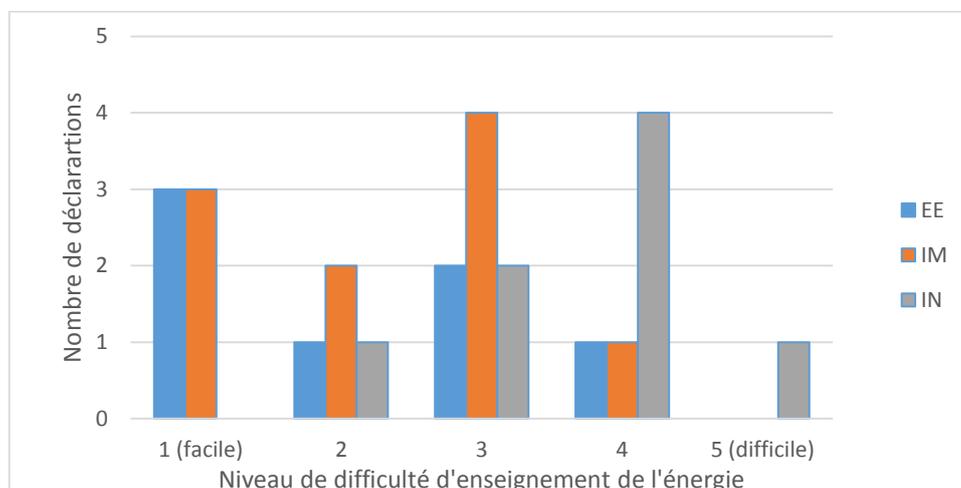
Ces différences entre les enseignants de spécialité EE et IM peuvent s'expliquer par rapport aux cultures réciproques, les enseignants de spécialité Electrotechnique étudiaient plus en profondeur la notion de demande énergétique ce qui n'est pas le cas des professeurs de mécanique. Cependant la notion de rendement et de flux reste commune aux deux anciennes spécialités.

3.1.5) Analyse de la thématique du référentiel : comportement des matériaux

La thématique Comportement des matériaux, possède un seul savoir relatif à l'énergie : Comportement thermiques (échauffement par conduction, convection et rayonnement, fusion, écoulement). Les résultats du questionnaire sont les suivants :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	20,00% (5/25)	20,00% (5/25)	32,00% (8/25)	24,00% (6/25)	4,00% (1/25)
EE	28,57% (2/7)	14,29% (1/7)	28,57% (2/7)	28,57% (2/7)	0,00% (0/7)
IM	30,00% (3/10)	30,00% (3/10)	30,00% (3/10)	10,00% (1/10)	0,00% (0/10)
IN	0,00% (0/8)	12,50% (1/8)	37,50% (3/8)	37,50% (3/8)	12,50% (1/8)

Tableau 23 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2324 « Thermiques (échauffement par conduction, convection et rayonnement, fusion, écoulement) » en fonction des spécialités des enseignants



Graphique 8 : réponses pour le savoir SA2324

Pour ce savoir 10 enseignants estiment un niveau de difficulté faible (5 pour le rang 1 et également 5 pour le rang 2) et 7 un niveau relativement difficile (6 pour le rang 4 et un seul pour le rang 5). La population de spécialité Information et Numérique déclare être plus en difficulté que les individus des autres spécialités avec 4 enseignants déclarant un rang à difficulté élevée (3 pour le rang 4 et un seul pour le rang 5).

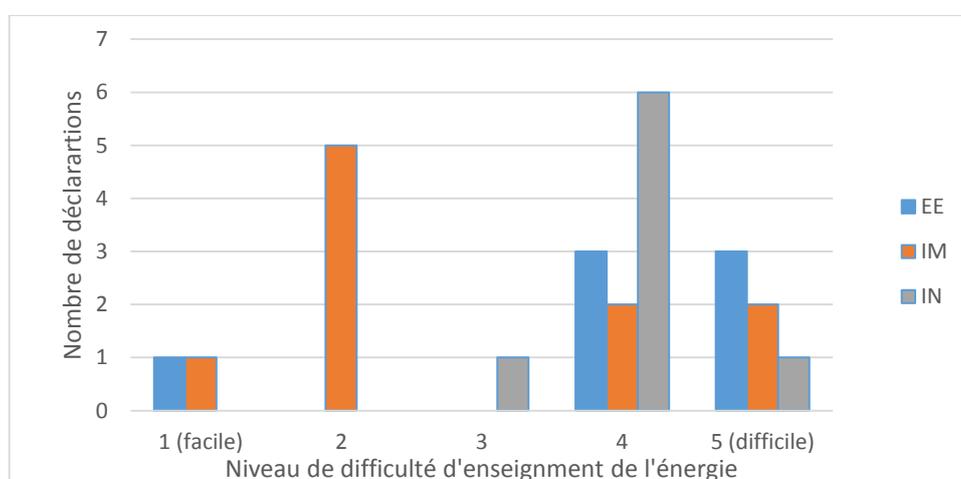
Cette notion semble plus complexe car le comportement thermique des matériaux n'était pas enseigné en spécialité. Les enseignants de spécialité Information et Numérique sont plus en difficulté que les enseignants des autres spécialités car ces notions ne font pas partie de la culture de l'électronique.

3.1.6) Analyse de la thématique du référentiel : comportement énergétique des systèmes

La thématique Comportement énergétique des systèmes est une des thématiques possédant le plus de savoirs relatifs à l'énergie. Il s'agit également de la thématique totalisant le plus de déclarations de niveau de difficulté élevée. Les tableaux suivants expriment les résultats de l'étude :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	8,00% (2/25)	16,00% (4/25)	8,00% (2/25)	44,00% (11/25)	24,00% (6/25)
EE	14,29% (1/7)	0,00% (0/7)	0,00% (0/7)	42,86% (3/7)	42,86% (3/7)
IM	10,00% (1/10)	40,00% (4/10)	10,00% (1/10)	20,00% (2/10)	20,00% (2/10)
IN	0,00% (0/8)	0,00% (0/8)	12,50% (1/8)	75,00% (6/8)	12,50% (1/8)

Tableau 24 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2351 « Analyse des pertes de charges fluidiques, caractéristiques des composants » en fonction des spécialités des enseignants



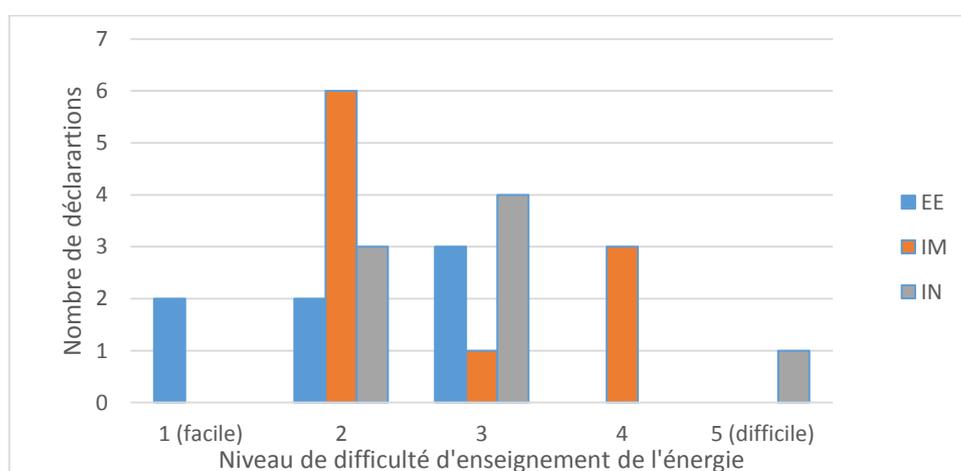
Graphique 9 : réponses pour le savoir SA2351

Le savoir 2351 totalise le plus de déclarations de niveau de difficulté élevée avec 17 enseignants en difficulté (11 pour le rang 4 et 6 pour le rang 5) contre 6 déclarant une faible difficulté (2 pour le rang 1 et 4 pour le rang 2). 6 enseignants sur les sept de la spécialité Energie Environnement (85.72% de la population EE) et 7 enseignants de la spécialité « Information et Numérique » (87,5% de la population IN) déclarent des difficultés élevées. Les enseignants de spécialité Ingénierie Mécanique semblent être moins impactés avec 4 individus déclarant des difficultés élevées.

Ce savoir est le plus difficile pour la population car l'étude des pertes de charges fluidiques et la mécanique des fluides en général ne sont pas enseigné ni en Electrotechnique et ni en Electronique. Seuls les enseignants de mécanique étaient amenés à aborder certaines notions relatives à l'énergie. Le tableau suivant est relatif au savoir 2352 :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	8,00% (2/25)	44,00% (11/25)	32,00% (8/25)	12,00% (3/25)	4,00% (1/25)
EE	28,57% (2/7)	28,57% (2/7)	42,86% (3/7)	0,00% (0/7)	0,00% (0/7)
IM	0,00% (0/10)	60,00% (6/10)	10,00% (1/10)	30,00% (3/10)	0,00% (0/10)
IN	0,00% (0/8)	37,50% (3/8)	50,00% (4/8)	0,00% (0/8)	12,50% (1/8)

Tableau 25 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2352 « Les paramètres de gestion de l'énergie liés au stockage et aux transformations » en fonction des spécialités des enseignants

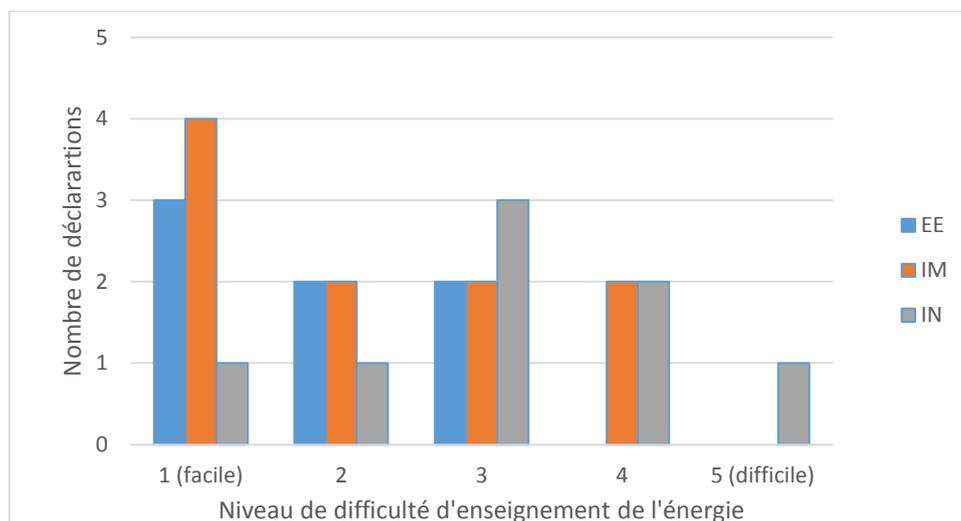


Graphique 10 : réponses pour le savoir SA2352

13 enseignants déclarent que l'enseignement de ce savoir est facile de (2 pour le rang 1 et 11 pour le rang 2). Aucun des enseignants de spécialité « Energie Environnement » ne déclare comme difficile l'enseignement de cette notion, tandis que 3 enseignants de la population de spécialité IM déclarent un niveau de difficulté de rang 4 et un seul de rang 5 pour la population de spécialité Information et Numérique. Ce savoir est un élément directement enseigné au sein de l'ancienne spécialité Electrotechnique mais pas dans les séries issues des référentiels de mécanique et de la spécialité Electronique. Le tableau suivant est relatif au savoir SA 2353 :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	32,00% (8/25)	20,00% (5/25)	28,00% (7/25)	16,00% (4/25)	4,00% (1/25)
EE	42,86% (3/7)	28,57% (2/7)	28,57% (2/7)	0,00% (0/7)	0,00% (0/7)
IM	40,00% (4/10)	20,00% (2/10)	20,00% (2/10)	20,00% (2/10)	0,00% (0/10)
IN	12,50% (1/8)	12,50% (1/8)	37,50% (3/8)	25,00% (2/8)	12,50% (1/8)

Tableau 26 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2353 « Conservation d'énergie, pertes et rendements, principe de réversibilité » en fonction des spécialités des enseignants



Graphique 11 : réponses pour le savoir SA2353

La population a déclaré pour 13 d'entre eux une difficulté faible contre 7 une difficulté élevée. 5 enseignants de spécialité Energie Environnement sur 7 (71.43%) déclarent ne pas rencontrer

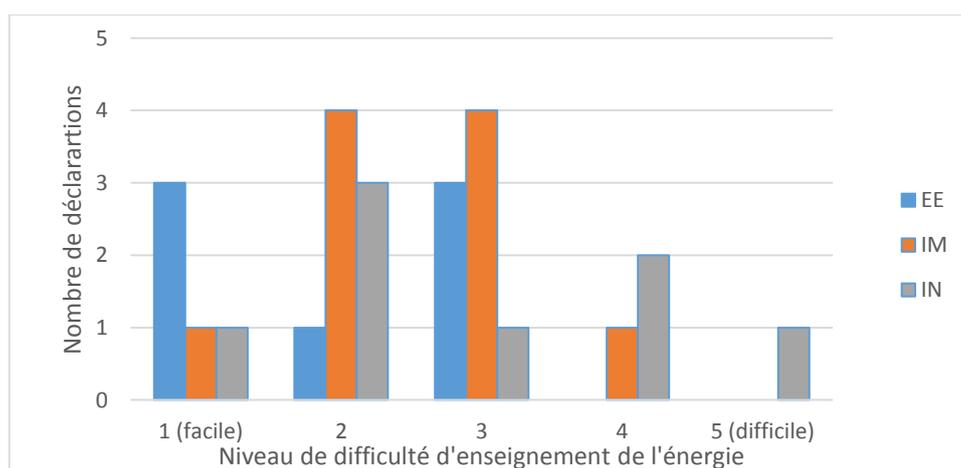
de difficulté élevée pour enseigner le savoir 2353 (3 de rang 1 et 2 de rang 2). La population de spécialité Information et Numérique est la plus en difficulté car 3 enseignants sur les 5 qui déclarent des difficultés de rangs élevés sont issus de cette spécialité.

Comme pour le savoir 2352, les enseignants de spécialité Electrotechnique étaient amenés à enseigner les pertes et les rendements (les enseignants de mécanique également), et la chaîne inverse de l'énergie. Les enseignants de l'ancienne spécialité Electronique n'ont jamais eu à l'enseigner car ces notions ne font pas partie de la culture de l'électronique.

Le tableau suivant exprime les déclarations relatives au savoir 2354 :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	20,00% (5/25)	32,00% (8/25)	32,00% (8/25)	12,00% (3/25)	4,00% (1/25)
EE	42,86% (3/7)	14,29% (1/7)	42,86% (3/7)	0,00% (0/7)	0,00% (0/7)
IM	10,00% (1/10)	40,00% (4/10)	40,00% (4/10)	10,00% (1/10)	0,00% (0/10)
IN	12,50% (1/8)	37,50% (3/8)	12,50% (1/8)	25,00% (2/8)	12,50% (1/8)

Tableau 27 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 2354 « Natures et caractéristiques des sources et des charges » en fonction des spécialités des enseignants



Graphique 12 : réponses pour le savoir SA2354

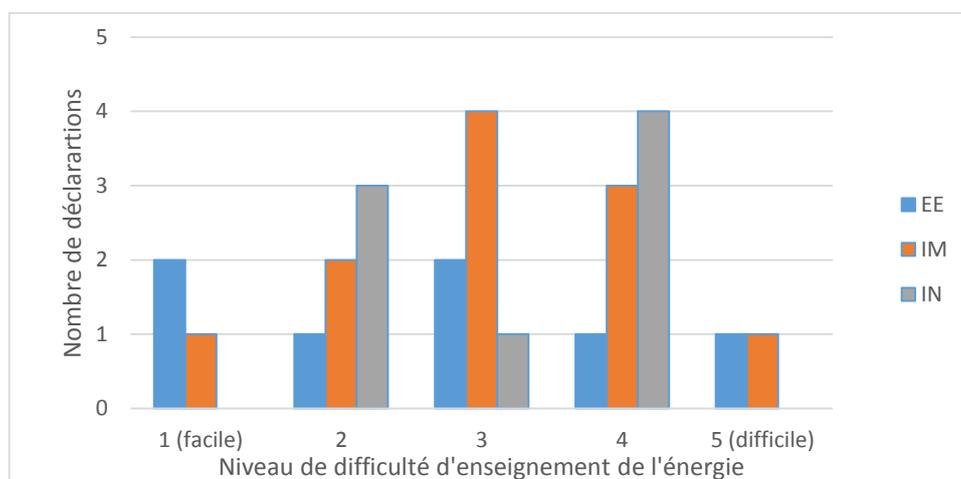
Parmi les réponses on observe 13 déclarations relevant de rangs faciles contre 4 de rangs difficiles. 4 enseignants sur 7 de spécialité EE déclarent ne pas rencontrer de difficultés élevées

et la population IN déclare pour 3 d’entre eux, être à des niveaux de difficultés élevés (2 pour le rang 4 et un seul au rang 5).

Le tableau suivant détaille les résultats pour le dernier savoir de la thématique :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	8,00% (2/25)	24,00% (6/25)	28,00% (7/25)	32,00% (8/25)	8,00% (2/25)
EE	28,57% (2/7)	14,29% (1/7)	28,57% (2/7)	14,29% (1/7)	14,29% (1/7)
IM	0,00% (0/10)	20,00% (2/10)	40,00% (4/10)	30,00% (3/10)	10,00% (1/10)
IN	0,00% (0/8)	37,50% (3/8)	12,50% (1/8)	50,00% (4/8)	0,00% (0/8)

Tableau 28 : niveau de difficulté déclaré relatif à l’enseignement du savoir 2355 « Caractérisation des échanges d’énergie entre source et charge » en fonction des spécialités des enseignants



Graphique 13 : réponses pour le savoir SA2355

L’enseignement du savoir 2355 est quant à lui déclaré plus difficile avec 8 déclarations de rangs de faibles difficultés contre 10 de rangs élevés. La population de spécialité EE déclare pour 2 d’entre eux des rangs de niveau élevés. 4 individus de la population de spécialité IM et également 4 pour la population de spécialité IN.

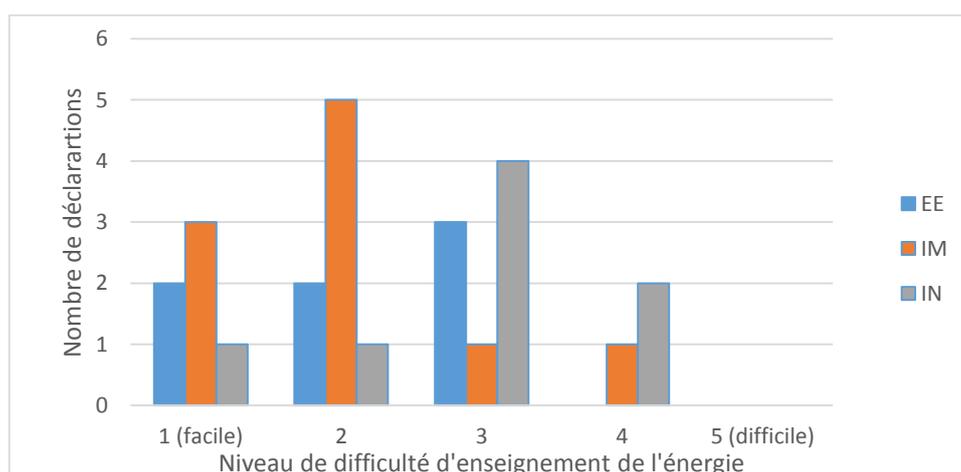
Ces deux savoirs sont également une particularité de l'enseignement de l'Electrotechnique et ne faisaient pas partie de la culture en mécanique ou en électronique, ce qui peut expliquer la différence entre les enseignants de spécialité EE et les enseignants de spécialité IM et IN⁵⁵.

3.1.7) Analyse de la thématique du référentiel : transformateurs et modulateurs d'énergie

Cette thématique est également composée de 5 savoirs relatifs à l'énergie, les niveaux de difficultés déclarés sont variables en fonction de la spécialité de la population et des savoirs. Les tableaux suivants expriment les résultats obtenus :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	24,00% (6/25)	32,00% (8/25)	32,00% (8/25)	12,00% (3/25)	0,00% (0/25)
EE	28,57% (2/7)	28,57% (2/7)	42,86% (3/7)	0,00% (0/7)	0,00% (0/7)
IM	30,00% (3/10)	50,00% (5/10)	10,00% (1/10)	10,00% (1/10)	0,00% (0/10)
IN	12,50% (1/8)	12,50% (1/8)	50,00% (4/8)	25,00% (2/8)	0,00% (0/8)

Tableau 29 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 3211 « adaptateurs d'énergie : réducteurs mécaniques, transformateurs électriques parfaits et échangeurs thermiques » en fonction des spécialités des enseignants



Graphique 14 : réponses pour le savoir SA3211

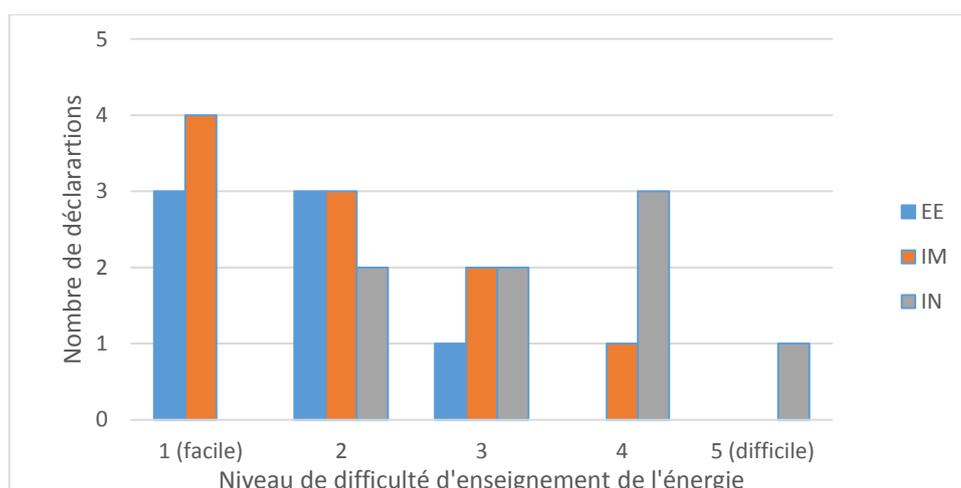
⁵⁵ La population de spécialité EE déclare quand même une certaine difficulté d'enseignement du savoir relatif à la caractérisation des échanges.

14 enseignants expriment des faibles difficultés, alors que 3 expriment des difficultés élevées. Seule la population des enseignants de spécialité Information et Numérique déclare être plus en difficulté avec 2 enseignants ayant choisi le rang 4. La population IN semble plus en difficulté que les autres (IM et EE), car les notions relatives aux réducteurs mécaniques et échangeurs thermiques fait plutôt partie de la culture « mécanique » et les transformations électriques à la culture d'électrotechnique.

Le tableau suivant détaille les résultats pour le savoir 3212, Actionneurs et modulateurs : moteurs électriques et modulateurs, vérins pneumatiques et interfaces, vannes pilotées dans l'habitat pour des applications hydrauliques et thermiques :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	28,00% (7/25)	32,00% (8/25)	20,00% (5/25)	16,00% (4/25)	4,00% (1/25)
EE	42,86% (3/7)	42,86% (3/7)	14,29% (1/7)	0,00% (0/7)	0,00% (0/7)
IM	40,00% (4/10)	30,00% (3/10)	20,00% (2/10)	10,00% (1/10)	0,00% (0/10)
IN	0,00% (0/8)	25,00% (2/8)	25,00% (2/8)	37,50% (3/8)	12,50% (1/8)

Tableau 30 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 3212 « Actionneurs et modulateurs » en fonction des spécialités des enseignants



Graphique 15 : réponses pour le savoir SA3212

Pour cette étude, 15 enseignants déclarent qu'il est relativement facile d'enseigner le savoir 2312 alors que 5 déclarent des difficultés élevées. La population de spécialité IN déclare être

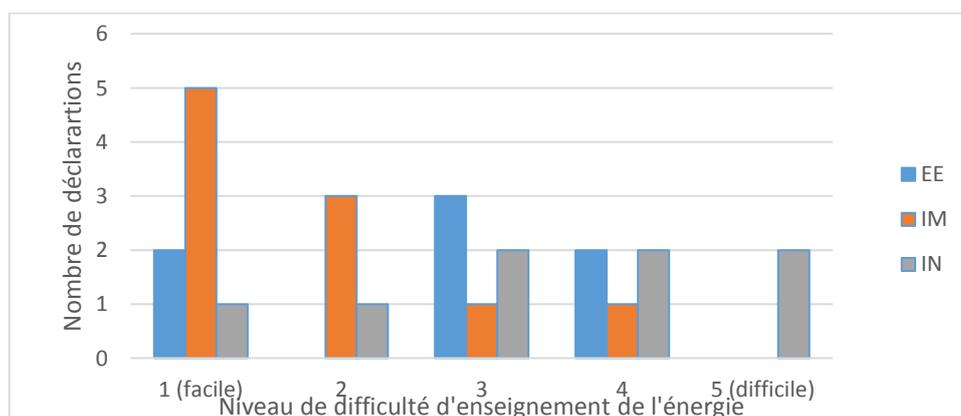
plus en difficulté que les représentants des autres spécialités avec 4 individus se positionnant sur des rangs difficiles.

La culture associée aux actionneurs et modulateurs est généralement associée à la culture issue de l'automatisme, cette thématique n'était pas enseignée en Electronique ce qui peut expliquer la différence entre les enseignants de spécialité IN et les enseignants de spécialité IM ou EE.

Le tableau suivant présente les résultats pour le savoir 3213 :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	32,00% (8/25)	16,00% (4/25)	24,00% (6/25)	20,00% (5/25)	8,00% (2/25)
EE	28,57% (2/7)	0,00% (0/7)	42,86% (3/7)	28,57% (2/7)	0,00% (0/7)
IM	50,00% (5/10)	30,00% (3/10)	10,00% (1/10)	10,00% (1/10)	0,00% (0/10)
IN	12,50% (1/8)	12,50% (1/8)	25,00% (2/8)	25,00% (2/8)	25,00% (2/8)

Tableau 31 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 3213 « Accouplements permanents ou non, freins » en fonction des spécialités des enseignants



Graphique 16 : réponses pour le savoir SA3213

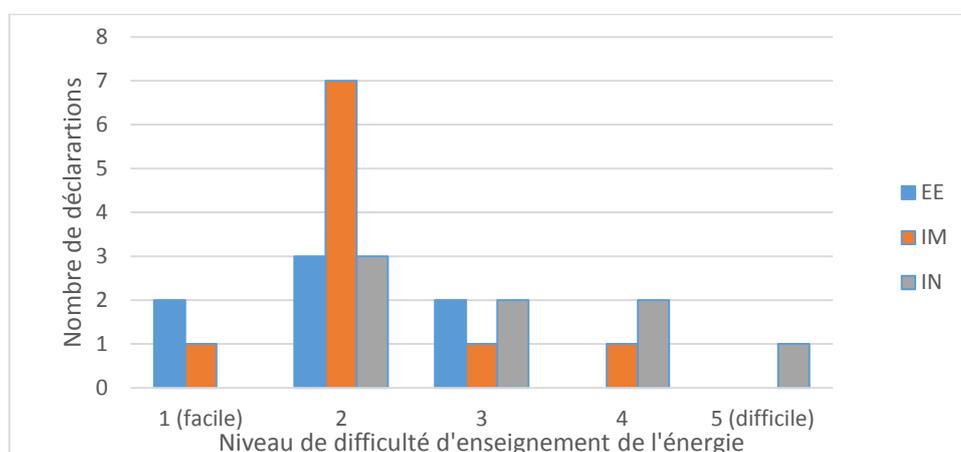
Ce savoir est déclaré relativement facile à enseigner par 12 enseignants alors que 7 l'estiment difficile. La population de spécialité IN est de nouveau plus en difficulté que la moyenne, puisque 4 individus indiquent des rangs élevés de difficulté (2 pour le rang 4 et 2 pour le rang 5). la population de spécialité Energie Environnement déclare cependant pour 2 de ces

membres être en difficulté (rang 4). La population de spécialité IM est quant à elle plus à l'aise avec cette notion avec 8 individus se plaçant sur des rangs de niveaux faciles). Les savoirs relatifs aux accouplements sont issus de la culture mécaniste ce qui peut expliquer la différence entre les enseignants de spécialité IM et les représentants des autres spécialités.

Le tableau suivant présente les résultats pour le savoir 3214 :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	12,00% (3/25)	52,00% (13/25)	20,00% (5/25)	12,00% (3/25)	4,00% (1/25)
EE	28,57% (2/7)	42,86% (3/7)	28,57% (2/7)	0,00% (0/7)	0,00% (0/7)
IM	10,00% (1/10)	70,00% (7/10)	10,00% (1/10)	10,00% (1/10)	0,00% (0/10)
IN	0,00% (0/8)	37,50% (3/8)	25,00% (2/8)	25,00% (2/8)	12,50% (1/8)

Tableau 32 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 3214 : « Convertisseurs d'énergie : ventilateurs, pompes, compresseurs, moteur thermique » en fonction des spécialités des enseignants



Graphique 17 : réponses pour le savoir SA3214

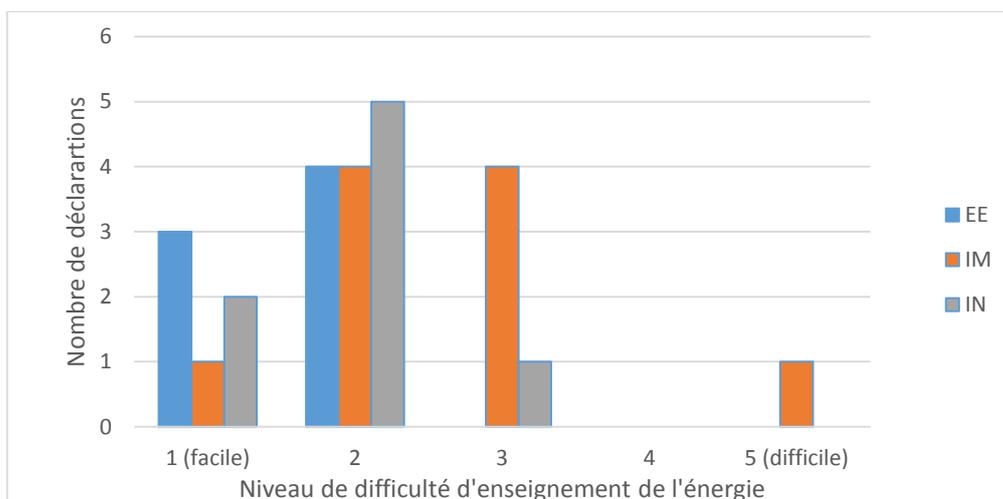
Le savoir 3214 est déclaré relativement facile par 16 enseignants (3 déclarations de rang 1 et 13 de rang 2) contre 4 déclarant cet enseignement difficile. La population de spécialité Energie Environnement déclare ne pas être en difficulté avec 5 individus (71.43%) se positionnant sur des rangs de faibles difficultés, les autres membres de cette spécialité se plaçant à une

difficulté intermédiaire. La spécialité IN est la plus en difficulté avec 3 membres déclarant un rang élevé.

Le tableau suivant est relatif au dernier savoir de la thématique :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	24,00% (6/25)	52,00% (13/25)	20,00% (5/25)	0,00% (0/25)	4,00% (1/25)
EE	42,86% (3/7)	57,14% (4/7)	0,00% (0/7)	0,00% (0/7)	0,00% (0/7)
IM	10,00% (1/10)	40,00% (4/10)	40,00% (4/10)	0,00% (0/10)	10,00% (1/10)
IN	25,00% (2/8)	62,50% (5/8)	12,50% (1/8)	0,00% (0/8)	0,00% (0/8)

Tableau 33 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 3215 : « Éclairage » en fonction des spécialités des enseignants



Graphique 18 : réponses pour le savoir SA3215

Le dernier savoir se place parmi l'un des plus faciles avec 19 déclarations de niveaux faibles contre une seule déclaration de difficulté élevée. La population de spécialité EE déclare à l'unanimité ne pas rencontrer de difficulté pour l'enseignement de ce savoir : 5 membres sur 10 de la population de spécialité IM déclarent des difficultés des rangs de niveaux faibles. 7 enseignants sur 8 de spécialité IN déclarent avoir de faibles difficultés.

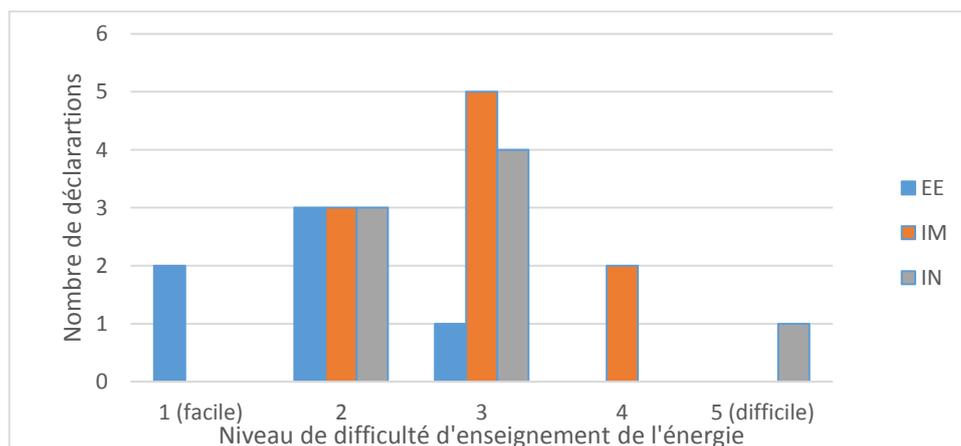
Ce savoir est également une spécialité de la filière électrotechnique ce qui peut expliquer la différence entre les enseignants de spécialité EE et les autres enseignants.

3.1.8) Analyse de la thématique du référentiel : stockage de l'énergie

La thématique du stockage de l'énergie est représentée par un seul savoir relatif à l'énergie (Constituants permettant le stockage [...]), le tableau suivant présente les résultats du questionnaire :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	8,00% (2/25)	36,00% (9/25)	40,00% (10/25)	12,00% (3/25)	4,00% (1/25)
EE	28,57% (2/7)	42,86% (3/7)	14,29% (1/7)	14,29% (1/7)	0,00% (0/7)
IM	0,00% (0/10)	30,00% (3/10)	50,00% (5/10)	20,00% (2/10)	0,00% (0/10)
IN	0,00% (0/8)	37,50% (3/8)	50,00% (4/8)	0,00% (0/8)	12,50% (1/8)

Tableau 34 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'enseignement du savoir 3221 « Constituants permettant le stockage » en fonction des spécialités des enseignants



Graphique 19 : réponses pour le savoir SA3221

11 enseignants déclarent une faible difficulté à enseigner cette thématique contre 3 qui déclarent avoir des difficultés. La répartition des niveaux de difficulté est relativement

homogène entre les différentes spécialités (1 enseignant en difficulté pour la spécialité EE, 2 en difficulté pour la spécialité IM et un seul en difficulté pour la spécialité IN).

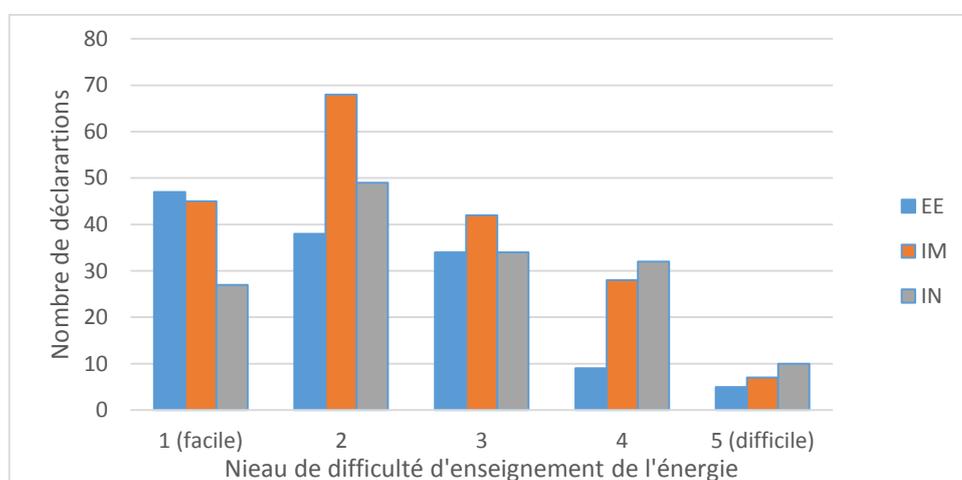
3.2) Synthèse des résultats concernant les enseignants de SII

La première partie de cette étude nous permet de voir que les enseignants se situent différemment sur une échelle de difficulté en fonction des savoirs et de leur spécialité. Parmi les autres disciplines abordées en Enseignement Technologique Transversal les enseignants ne considèrent pas cette discipline comme la plus complexe, bien que des différences se fassent ressentir en fonction de la spécialité des professeurs : les enseignants de spécialité Energie Environnement se sentent plus à l'aise avec les notions d'énergie que les enseignants des autres spécialités. Les professeurs de la spécialité Ingénierie Mécanique se situent à une position intermédiaire et les enseignants de spécialité Information Numérique déclarent des difficultés plus élevées. L'étude des difficultés déclarées pour enseigner les savoirs du référentiel d'Enseignement Technologique Transversal montre des résultats plus contrastés venant appuyer la thèse de l'expérience passée et de la maîtrise de la tâche des individus (en prenant en compte l'hypothèse que les enseignants des différentes spécialités partagent la culture exprimée par les anciens référentiels de la série STI).

Les enseignants des différentes spécialités semblent plus à l'aise avec les savoirs qui font partie de leur culture technologique et plus en difficulté avec les savoirs issus des autres disciplines. La population de spécialité Energie Environnement est donc naturellement plus à l'aise avec les notions relatives à l'énergie car les programmes électrotechnique étaient plus orientés vers l'étude des énergies de toutes formes, contrairement aux référentiels de mécanique ou d'électronique. Les enseignants de spécialité Ingénierie mécanique semblent plus à l'aise avec les notions relatives à l'énergie que les enseignants de spécialité Information et Numérique comme le montre la somme des déclarations pour l'ensemble des savoirs :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	24,74% (117/473)	32,14% (152/473)	23,68% (112/473)	14,80% (70/473)	4,65% (22/473)
EE	34,85% (46/132)	27,27% (36/132)	25,76% (34/132)	8,33% (11/132)	3,79% (5/132)
IM	23,16% (44/190)	35,79% (68/190)	22,63% (43/190)	14,74% (28/190)	3,68% (7/190)
IN	17,88% (27/151)	31,79% (48/151)	23,18% (35/151)	20,53% (31/151)	6,62% (10/151)

Tableau 35 : niveau de difficulté déclaré relatif à l'ensemble des savoirs énergétiques du programme d'Enseignement Technologique Transversal en fonction des spécialités des enseignants



Graphique 20 : réponses pour l'ensemble des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel d'ETT

Comme le montre le tableau précédent, les enseignants de la population d'Énergie Environnement (63,12% de rang de faible difficulté contre 12,12% de rang de difficulté élevé) déclarent un enseignement de l'énergie plutôt facile, intermédiaire pour la population d'Ingénierie Mécanique (58,95% de rang de faible difficulté contre 18,42 % de rang de difficulté élevé) et plus difficile pour la population de la spécialité Information et Numérique (49,67% de rang de faible difficulté contre 27,15% de rang de difficulté élevé).

3.3) Analyse qualitative par regroupements de savoirs

Cette analyse a pour objectif de tester la significativité des résultats obtenus en rassemblant les différents savoirs selon les thématiques définies par le référentiel afin d'obtenir un plus

grand échantillon de réponses⁵⁶. Chaque savoir est réparti en thématique au sein du référentiel. Cette étude est réalisée à l'aide du logiciel Tanagra v1.4.50 et plus spécifiquement de la fonction « Contingency Chi-square » qui permet de réaliser une étude de type χ^2 sur une série de données. La situation d'indépendance H_0 sollicité pour cette étude est qu'il n'y a pas de lien entre la spécialité des enseignants et le niveau de difficulté exprimé. La situation H_1 à prouver est qu'il existe une relation entre spécialité des enseignants et le niveau de difficulté à enseigner les savoirs relatifs à l'énergie.

3.3.1) Synthèse des difficultés déclarées sur l'ensemble des savoirs relatifs à l'enseignement de l'énergie

De manière générale sur l'ensemble des réponses sur les 19 différents savoirs, la population de spécialité Information et Numérique se positionne sur un écart de +17% par rapport à la situation d'indépendance pour les déclarations de rang 4 (Niveau relativement difficile) et se positionne sur un écart de -15% par rapport au rang de difficulté 1 (Facile). A contrario la population de spécialité EE se place sur un écart de -19% sur le niveau de difficulté plus élevé et +28% sur le rang de faible difficulté. La population de spécialité Ingénierie Mécanique se trouve aux alentours de de la situation d'indépendance comme le montre l'extrait des résultats du logiciel Tanagra de L'université de Lyon :

Row (Y)	Column (X)	Statistical indicator		Cross-tab				
		Stat	Value		EE	IM	IN	Sum
Difficulté	Spécialité	d.f.	8	Facile	46 (+ 28 %)	44 (- 1 %)	27 (- 15 %)	117
		Tschuprow's t	0,120927	Relativement facile	36 (- 5 %)	68 (+ 4 %)	48 (- 0 %)	152
		Cramer's v	0,143807	Intermédiaire	34 (+ 1 %)	43 (- 0 %)	35 (- 0 %)	112
		Phi ²	0,041361	Relativement Difficile	11 (- 19 %)	28 (- 0 %)	31 (+ 17 %)	70
		Chi ² (p-value)	19,56 (0,0121)	Difficile	5 (- 1 %)	7 (- 2 %)	10 (+ 6 %)	22
		Lambda	0,031153	Sum	132	190	151	473 100%
		Tau (p-value)	0,0109 (0,0084)					
		U(R/C) (p-value)	0,0140 (0,0123)					

Figure 30 : Niveaux de difficulté déclarés en fonction de la spécialité (Réalisé à l'aide du logiciel Tanagra v1.4.50)

⁵⁶ L'étude statistique ne porte que sur 25 individu et le nombre de réponses pour chaque niveau et pour chaque spécialité ne permettrait pas d'avoir un niveau de fiabilité (p-value) satisfaisant ou du moins acceptable.

3.3.2) Regroupement des déclarations de difficultés d'enseignement relatives aux savoirs concernant « la mise à disposition et à l'utilisation des ressources »

Ce regroupement correspond à la section Mise à disposition des ressources (SA1221) et à la section Utilisation raisonnée des ressources (SA1232 et 1233) du référentiel. L'étude séparée des différentes déclarations de difficulté d'enseignement de chaque savoir ne permet pas d'obtenir une fiabilité p-value inférieure à 0,05 au mieux, leur regroupement permet quant à lui d'obtenir une « faible » fiabilité (0,446) comme le montre l'extrait du logiciel Tanagra :

Row (Y)	Column (X)	Statistical indicator		Cross-tab					
		Stat	Value		EE	IM	IN	Sum	
Difficulté	Spécialité	d.f.	6	Facile	5	8	9	22	
		Tschuprow's t	0,178832		(- 3 %)	(- 2 %)	(+ 8 %)		
		Cramer's v	0,197910		Relativement facile	8	13	11	32
		Phi ²	0,078337			(- 1 %)	(+ 0 %)	(+ 1 %)	
		Chi ² (p-value)	5,80 (0,4463)		Intermédiaire	6	6	1	13
		Lambda	0,000000			(+ 30 %)	(+ 2 %)	(- 42 %)	
		Tau (p-value)	0,0212 (0,5896)		Relativement Difficile	1	3	3	7
		U(R/C) (p-value)	0,0358 (0,3570)			(- 7 %)	(+ 0 %)	(+ 4 %)	
				Sum	20	30	24	74 100%	

Figure 31 : cumul des déclarations de difficultés d'enseignement des savoirs relatifs à la mise à disposition et de l'utilisation des ressources (SA1211, 1232 et 1233) en fonction de la spécialité

Les résultats de cette étude nous montrent que la population n'exprime pas réellement de difficulté vis-à-vis de l'enseignement de ces trois savoirs comme exprimés dans le chapitre précédent. Aucun individu ne déclare un rang de difficulté élevé (rang 5). Cependant la part relative au niveau intermédiaire des enseignants de spécialité IN est plus importante (-42%) comparée à celle de la population EE (+30%), ce qui laisse entendre que la part de rangs intermédiaires déclarée par la population de spécialité IN est plus faible que la part de spécialité EE (6 enseignants déclarent un niveau intermédiaire contre 1 en IN). Nous considérerons que pour ce regroupement de savoirs la situation d'indépendance est valable (car supérieure à 0,05) et qu'il n'y a pas réellement de relation entre la spécialité et la difficulté.

Row (Y)	Column (X)	Statistical indicator		Cross-tab				
		Stat	Value		EE	IM	IN	Sum
Difficulté	Spécialité	d.f.	8	Facile	13 (+ 30 %)	9 (- 0 %)	2 (- 21 %)	24
		Tschuprow's t	0,214892		Relativement facile	7 (- 7 %)	21 (+ 10 %)	11 (- 1 %)
		Cramer's v	0,255551	Intermédiaire		12 (+ 0 %)	15 (- 0 %)	13 (+ 0 %)
		Phi²	0,130613		Relativement Difficile	6 (- 8 %)	12 (- 1 %)	17 (+ 15 %)
		Chi² (p-value)	19,59 (0,0120)	Difficile		4 (+ 1 %)	3 (- 3 %)	5 (+ 2 %)
		Lambda	0,100000		Sum	42	60	48
		Tau (p-value)	0,0323 (0,0137)					
		U(R/C) (p-value)	0,0434 (0,0102)					

Figure 33 : cumul des déclarations de difficultés d'enseignement des savoirs relatifs aux comportements énergétique des systèmes et des matériaux (SA2324 et 2351 à 2355) en fonction de la spécialité

Comme le montre cette analyse les enseignants de spécialité IN déclarent rangs de difficulté élevés (+15%) et déclarent le moins de rang de faible difficulté (-21%).

3.3.5) Regroupement des déclarations de difficultés d'enseignement relatives aux savoirs concernant les transformateurs et au stockage de l'énergie

Ce rassemblement correspond à la section liée aux Transformateurs et modulateurs d'énergie (SA3211, 3212, 3213, 3214 et 3215) et à la section stockage de l'énergie (SA3221) du référentiel. Le coefficient de fiabilité p-value est de de 0,017 pour ce rassemblement de savoir. La représentation suivante est l'extrait des résultats du logiciel Tanagra :

Row (Y)	Column (X)	Statistical indicator		Cross-tab				
		Stat	Value		EE	IM	IN	Sum
Difficulté	Spécialité	d.f.	8	Facile	14 (+ 15 %)	14 (+ 1 %)	4 (- 20 %)	32
		Tschuprow's t	0,209324		Relativement facile	15 (- 0 %)	25 (+ 2 %)	15 (- 2 %)
		Cramer's v	0,248929	Intermédiaire		10 (- 0 %)	14 (- 1 %)	15 (+ 3 %)
		Phi²	0,123932		Relativement Difficile	3 (- 4 %)	6 (- 1 %)	9 (+ 10 %)
		Chi² (p-value)	18,59 (0,0172)	Difficile		0 (- 9 %)	1 (- 4 %)	5 (+ 27 %)
		Lambda	0,000000		Sum	42	60	48
		Tau (p-value)	0,0233 (0,0855)					
		U(R/C) (p-value)	0,0456 (0,0121)					

Figure 34 : cumul des déclarations de difficultés d'enseignement des savoirs relatifs aux transformateurs et au stockage de l'énergie (SA3211, 3212, 3213, 3214, 3215 et 3221) en fonction de la spécialité

Pour ce rassemblement de savoirs, la population de spécialité IN déclare être plus en difficulté avec un écart entre la situation d'indépendance plus élevée (+27%) contre un écart de -20% pour le rang facile. La population de spécialité EE déclare être moins en difficulté pour la mise en œuvre de ces savoirs avec +15% d'écart avec la situation d'indépendance.

3.3.6) Conclusion du regroupement des déclarations de difficultés d'enseignement

Cette analyse complémentaire permet de vérifier et de compléter l'analyse précédente. Les résultats obtenus ici nous permettent de dire que la spécialité d'un enseignant influe sur le niveau de difficulté déclarés à enseigner les thématiques relatives à l'énergie (les enseignants ne se positionnent pas tous sur les mêmes niveaux de difficultés en fonction de leur spécialité). Les différents groupements de savoirs et les réponses aux questionnaires nous permettent alors de réaliser le tableau ci-dessous. Il permet d'exprimer à l'aide des signes + (facilité) et - (difficulté) si la population participe aux écarts à la situation d'indépendance pour les niveaux de difficultés les plus élevés et pour les niveaux les plus faibles déclarés, il pourra alors avoir deux signes dans une même case :

Rassemblement de savoirs	EE	IM	IN
Mise à disposition et utilisation des ressources	0	0	0
Organisation et Schématisation	0	0	0
Comportement énergétique des systèmes et des matériaux	+	0	-
Transformateurs et stockage de l'énergie	+	0	-

Tableau 36 : représentation du nombre des écarts par rapport à la situation d'indépendance

Le tableau ci-dessus synthétise les résultats des études du Khi-2 précédentes. Pour chaque regroupement de savoirs et pour chaque spécialité, on utilise un symbole pour représenter les écarts avec la situation d'indépendance. Le symbole + correspond à un écart de difficultés déclarée par un regroupement de savoir significativement positif au-dessus de la situation d'indépendance, le symbole - à un écart négatif et 0 à un écart non significatif.

4) Entretien avec les enseignants de SII

Cette section se propose d'explicitier les objectifs de l'entretien avec les enseignants intervenant en STI2D. Ce travail d'entretien permet de comprendre la mise en œuvre du référentiel d'Enseignement Technologique Transversal en STI2D par les enseignants des

diverses spécialités en fonction de leurs schèmes initiaux (difficultés en fonction des savoirs du référentiel). Les entretiens avec les enseignants permettent de lier les difficultés qu'ils expriment dans les questionnaires avec et leur capacité d'adaptation avec la nouvelle réforme. Une des finalités de ces entretiens sera de déterminer les influences de la spécialité sur l'appréhension des savoirs relatifs à l'énergie.

4.1) Analyse des entretiens de la population enseignante

Les entretiens ont été réalisés auprès de 6 enseignants (2 de spécialité IN, 2 de spécialité EE et 2 de spécialité IM) tous enseignant en STI2D et ayant des expériences différentes de l'Enseignement Technologique Transversal (de jamais pratiqué à 5 ans). Les enseignants de répartissent comme suit :

Enseignants	Spécialité	Expérience en ETT
E1	Energie Environnement	0 an
E2	Ingénierie Mécanique	3 ans
E3	Energie Environnement	1 an
E4	Information et Numérique	1 an
E5	Ingénierie Mécanique	5 ans
E6	Information et Numérique	1 an

Tableau 37 : listing des enseignants interviewés

4.1.1) Les déterminants de l'adaptation exprimés par les enseignants

Un certain nombre de freins sont exprimés par les enseignants pour la mise en œuvre de l'enseignement de certains savoirs en ETT. Il s'agit de freins d'ordre matériel, organisationnel ou relationnel. Les freins se répartissent en 8 catégories (matériel, travail collaboratif, la direction, le contexte de la réforme, la faible maîtrise disciplinaire, la formation, la capacité d'adaptation et l'âge). Les sections suivantes illustrent ces freins par des extraits des interviews des enseignants :

Sur 6 personnes interviewées une précise que **le matériel ne convient pas et que les activités proposées avec le matériel ne sont pas adaptées** (Enseignant 1) : « j'ai de grosses installations alors qu'il en faudrait de plus petites [...] Je n'adhère pas à l'idée, aux TP qui sont proposés

souvent avec les maquettes car tu ne peux quasiment rien en faire, ils sont soit trop simplistes ou alors c'est moi qui fait des choses trop compliquées. Soit trop simplistes ou ils ont fini en une heure et tu ne vois pas ce que ça a vraiment apporté ».

Deux personnes expriment des difficultés vis-à-vis de **l'absence de travail collectif avec des collègues**: " j'étais seul, dans certains bahuts ils étaient deux et ils ont échangé. Et à deux, ben tu peux déjà échanger et ça te partage, à quelque part, le travail en deux. » (Enseignant 1) ou « J'aurais souhaité travailler avec un autre binôme, j'avais demandé de travailler avec un autre binôme que je connaissais déjà en Sciences de l'ingénieur et dans ces activités là comme on est deux ; J'aurais préféré démarrer avec une situation plus saine avec quelqu'un qui était plus opérationnel. » (Enseignant 4).

Le rôle de **l'équipe de direction** peut être également un facteur d'adaptabilité : « il y a des proviseurs qui sont à l'écoute et des proviseurs qui sont pas du tout à l'écoute des enseignants et puis voilà, ça suffit déjà pour décourager certaines personnes » (Enseignant 3).

La réforme, son contexte de mise en œuvre et le contenu des programmes sont des thèmes généralement abordés par les enseignants interviewés : « le programme est trop long [...] le contenu est trop lourd il y a trop de chose à faire » (Enseignant 2), « Alors d'un point de vue contenu par rapport au type d'élève qu'on avait dans notre lycée cette année-là on a trouvé ça un peu ambitieux et ce n'est pas que dans notre lycée, dans pleins de lycées que je connais c'était pareil » (Enseignant 4), « Au départ c'est vrai que les profs qui comme moi ont une monoculture c'était beaucoup plus difficile à gérer. Sincèrement c'est venu petit à petit. Je ne me suis pas mis facilement au réseau il a fallu quand même un certain temps d'adaptation avec d'autres collègues qui viennent parfois dans les cours avec les élèves pour nous faire un cours sur le réseau. Sinon de but en blanc on n'aurait pas pu répondre à des questions un peu pointues, ce n'est pas possible » (Enseignant 5).

La faible maîtrise des nouveaux savoirs du programme peuvent être également une source de difficultés pour les enseignants : « le seul où j'ai eu des difficultés c'est la pompe à chaleur surtout sur la partie thermique. Ouais la partie thermique de la pompe à chaleur. Ça je n'ai pas appris, j'ai jamais appris, je l'ai appris que là. " (Enseignant 1), « Il y a 3 quarts du programme que je ne connaissais pas [...] C'est à dire que si on ne maîtrise pas complètement, on est peut-être en difficulté, on enseigne des choses et on n'est pas forcément complètement à l'aise » (Enseignant 2).

Certains enseignants considèrent que Les formations proposées ne répondaient pas forcément à leurs attentes : « déjà faire, du jour au lendemain, faire une réforme de cette

ampleur sans que les profs aient été formés je trouve que c'est une aberration » (Enseignant 3), « On n'est jamais ressorti d'une formation avec une activité de laboratoire opérationnelle et utilisable » (Enseignant 4), « On a du comprendre un peu comment ça fonctionnait l'électricité, l'électronique, l'informatique ça faisait quand même beaucoup en peu de temps et on a eu le droit à une année de stage mais qui à mon sens était un peu trop surbooké, un peu trop riche [...] C'était intéressant en tout cas mais c'était beaucoup trop riche et la formation était beaucoup trop rapide » (Enseignant 5).

La capacité d'adaptation : « il y a des profs qui s'adaptent assez facilement et d'autres qui se n'adaptent pas parce que dès que tu proposes quelque chose de différent ils vont être contre sans avoir écouté déjà ce qu'on leur demandait de faire » (Enseignant 3)

L'âge : « à mon âge on a, là je me suis rendu compte qu'on apprend beaucoup moins facilement même si on est curieux et motivé. C'est compliqué, c'est plus compliqué d'apprendre à 50 ans qu'à 20. » (Enseignant 1).

Le tableau suivant récapitule les réponses des enseignants en fonction des freins :

Freins à la mise en œuvre de la réforme	N° des enseignants
Le matériel ne convient pas et les activités proposées ne sont pas adaptées avec le matériel.	1
Contexte de la réforme.	3
Difficulté d'apprentissage lié à l'âge de certains enseignants.	1
Manque de soutien de l'équipe de direction.	3
Absence de travail collectif.	1 et 4
Manque de maîtrise des nouveaux savoirs du programme.	1 et 2
Inadaptation des formations aux besoins spécifiques des enseignants.	3, 4 et 5
Difficultés liées à l'adaptation à la réforme et à sa mise en œuvre.	2, 4 et 5

Tableau 38 : les freins exprimés par les enseignants.

4.1.2) Les moteurs exprimés par les enseignants

Les enseignants interviewés expriment également un certain nombre de moteurs facilitant l'adaptation à la réforme. Les différents moteurs peuvent être répartis en 5 thèmes (proximité des savoirs par rapport aux anciens qui sont maîtrisés, la modalité de travail collaboratif transversal en SII assimilée, l'accès aux ressources en ligne, le travail d'équipe, les effets bénéfiques de la réforme comme l'attractivité de la discipline qu'ils enseignent pour les

élèves). Certains enseignants déclarent une aptitude naturelle au changement :

« ça m'intéresse parce que moi j'ai toujours été, toujours curieux de tout et donc j'ai l'esprit ouvert » (Enseignant 1)

« Trouver un intérêt personnel déjà pour sa culture personnelle et pour le programme de mieux le comprendre, plus rapidement et c'est intéressant, personnellement c'est enrichissant » (Enseignant 2)

Il y a une certaine adéquation entre l'évolution proposée et l'évolution souhaitée puisque certains préférant la diversité des domaines enseignés par rapport à une hyperspécialisation :

« Le fait d'avoir, de balayer, un large champ de technologies que ça soit mécanique, électronique ou électrotechnique ou automatisme, ça je trouve que c'est bien » (Enseignant 3)

« Ce qui me plaît à moi c'est toucher un peu à tout » (Enseignant 3), « Je trouvais ça intéressant de le faire mais j'aurais souhaité travailler avec un autre binôme » (Enseignant 4)

« Franchement, c'est plaisant, Oui. Parce que quand on appliquait par exemple une activité pratique avec les élèves on voyait bien qu'il n'y avait pas que des engrenages ou bien une force à appliquer quoi. Il fallait obligatoirement à chaque fois qu'on utilise un mécanisme avoir de l'électricité, un programme informatique donc c'était très très bien qu'on puisse connaître un petit peu tout l'ensemble des activités liées à ces travaux pratiques. Non ça franchement c'était une bonne chose. Ça l'est toujours d'ailleurs » (Enseignant 5)

« Ce qui est intéressant c'est qu'on n'est pas basé sur une seule spécialité » (Enseignant 6)

« L'ETT bien sur je pense que c'est vachement enrichissant d'avoir un œil sur tout ce qui se passe au niveau du système en fait d'un système, une structure » (Enseignant 6)

Certains savoirs sont transférables : " il y a une base, une base qui reste" (Enseignant 1).

Habitude du mode de travail collectif inhérente à l'enseignement de SSI dans le cadre de la mise en œuvre de la réforme STI2D : "après s'ils étaient intervenus en S-SI, ils auraient déjà l'habitude du panachage, de l'ouverture des possibilités" (Enseignant 1), « On avait une structure enfin un de mes collègues et moi on avait cette culture de travailler en équipe et faire des séries d'activité de laboratoire ce qui n'était pas le cas des autres, les autres avaient beaucoup de mal à proposer à un instant t une activité de laboratoire au moment où elle avait été demandée » (Enseignant 4).

Disponibilité des ressources en ligne : « le seul truc qui m'a un peu sauvé en dernier c'était

« MySTI » et donc la dessus j'ai récupéré pas mal de choses et j'utilise pas mal ça " (Enseignant 1), « Il faut que l'on puisse se documenter pour avoir justement accès à toutes ces ressources enfin il faut avoir accès à énormément de ressources pour qu'on puisse se documenter » (Enseignant 6). « Même de simples sites comme Wikipédia peuvent nous venir en ressources sur certaines notions, sur certaines notions qu'on ne maîtrise pas, des termes qu'on ne maîtrise pas non plus » (Enseignant 6).

Possibilité d'échange avec les collègues de l'équipe pédagogique : « bien s'intégrer en ETT pour moi c'est le fait de travailler avec des collègues qui partagent leurs connaissances » (Enseignant 2), « On s'était arrangés moi je faisais la partie électrotechnique et électronique, informatique on va dire, la partie mécanique, RDM etc... C'était la prof de génie civil qui faisait les cours, les TD et les TP et la partie thermique c'était la prof de génie thermique qui faisait ça » (Enseignant 3), « Trois collègues de spécialités différentes et chacun faisait sa partie entre guillemets et la donnait à l'autre sans esprit de compétition » (Enseignant 3), « Mais le plus après c'est qu'on utilisait les collègues qui avaient les spécialités requises pour pouvoir nous aider évidemment dans les différentes options qu'on enseignait donc on a fait une formation un peu plus sur le tas grâce aux collègues du lycée c'est ça qui était bien. Il y a avait une bonne entente entre les collègues. Heureusement » (Enseignant 5). « Il fallait passer par là, il fallait que les enseignants qui enseignent qu'une seule partie de la mécanique puissent s'enrichir avec tout un tas d'autres technologies et notamment l'informatique ou l'électrique. Ça c'était très très bien je pense » (Enseignant 5).

Augmentation de l'attractivité de la discipline enseignée suite à la réforme : « mais cela dit pour le recrutement on a gagné en recrutement et ça c'est sûr qu'il le fallait » (Enseignant 4).

Le tableau suivant récapitule les réponses des enseignants en fonction des moteurs exprimés lors des entretiens :

Moteurs / Arguments	Enseignant(s)
Certains savoirs sont transférables	1
Augmentation de l'attractivité de la discipline enseignée suite à la réforme	4
Habitude du mode de travail collectif inhérente à l'enseignement de SSI dans le cadre de la mise en œuvre de la réforme STI2D	1 et 4
Possibilité d'échange avec les collègues de l'équipe pédagogique	2, 3 et 5

Tableau 39 : les moteurs exprimés par les enseignants.

4.1.3) Catégories les plus fréquentes de moteurs et de freins exprimés par les enseignants et déterminés théoriquement

L'objectif de cette section est de comparer les différentes thématiques issues des facteurs de flexibilité du travail théorique de cette recherche et les différents thèmes abordés en entretiens avec les enseignants. Le premier critère de flexibilité à analyser est le choix de la situation professionnelle ; La réforme étant une évolution de la prescription du travail que les enseignants subissent (n'est pas de leur initiative) en effet comme un enseignant le souligne en entretien (Enseignant 3) : « la réforme aurait du être faite avec les profs et pas contre les profs et je trouve qu'elle a été faite sans l'accord des profs »⁵⁷.

Certains enseignants (ce n'est pas le cas de tous), se placent comme étant « mono-technologiques » (Enseignant 5), avec des difficultés plus grandes que certains qui ont déjà enseigné dans des enseignements pluri-technologiques comme en S-SI : « l'habitude du panachage » (Enseignant 1). Cet élément est intéressant notamment pour une poursuite de ce travail de recherche.

La description de **l'environnement de travail** est plus complexe mais sur la population interviewée différents arguments viennent dans le sens du travail théorique de cette thèse et notamment pour le matériel qui peut ne pas être adéquat, le travail d'équipe est primordial ou très important pour tous les enseignants interviewés (de manière positive ou non). La carte heuristique suivante permet de recenser les citations des enseignants venant alimenter l'hypothèse relative à l'environnement :

⁵⁷ Il ne s'agit là que de l'avis d'un enseignant interviewé, les autres enseignants ne s'engagent vraiment sur la manière dont la réforme a été mise en place.

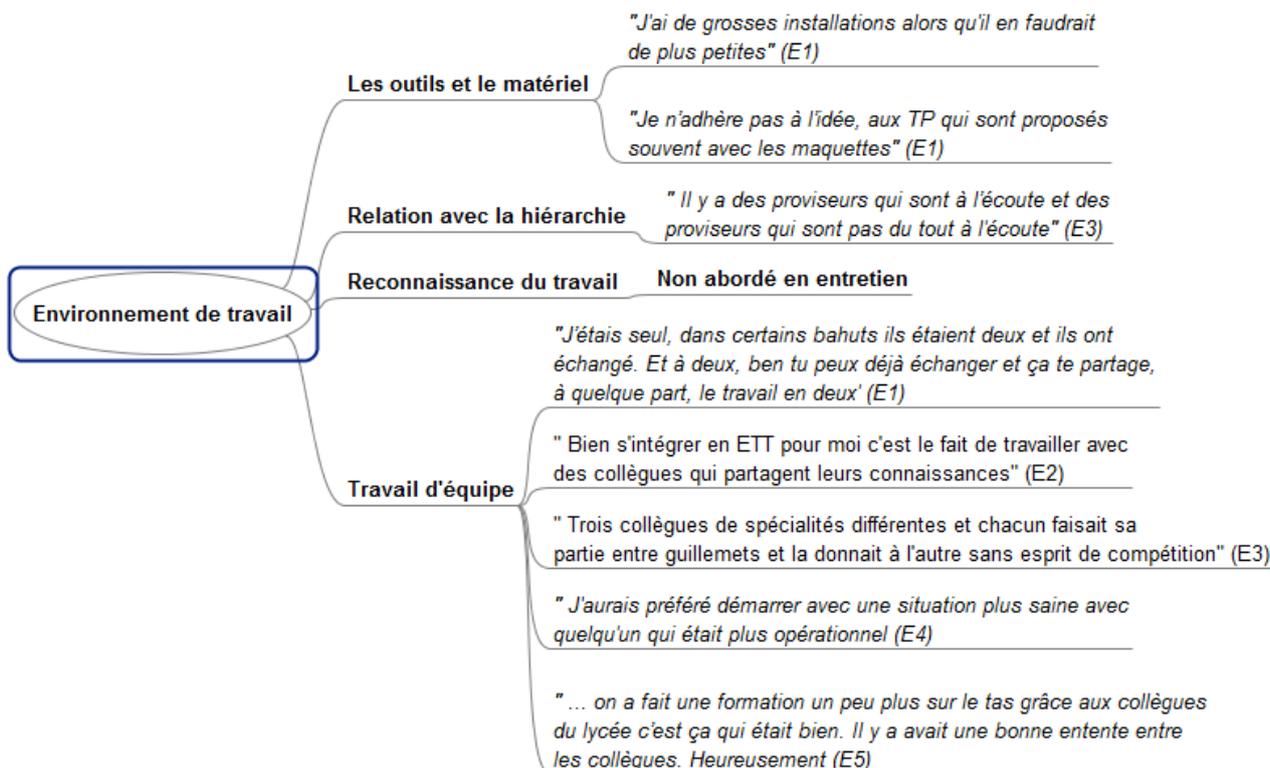


Figure 35 : carte heuristique proposant des extraits des entretiens concernant l'environnement de travail.

La (non)maitrise de la tâche peut avoir un impact sur les enseignants : « si on ne maîtrise pas complètement, on est peut-être en difficulté, on enseigne des choses et on n'est pas forcément complètement à l'aise » (Enseignant 2).

D'après les déclarations des enseignants lors des entretiens, **leur(s) motivation(s)** sont généralement de l'ordre de l'envie d'apprendre de nouvelles choses ou de s'enrichir intellectuellement. Bien que la situation initiale soit imposée les enseignants interviewés se trouvent globalement dans une situation de motivation intrinsèque relative à la connaissance ou au plaisir d'apprendre de nouvelles choses⁵⁸ comme le montre la représentation heuristique suivante :

⁵⁸ D'après les différentes catégories de motivations établies les travaux de Blais, R. Brière, N. Lachance, L. Riddle, A & Vallerand, R. en 1993.

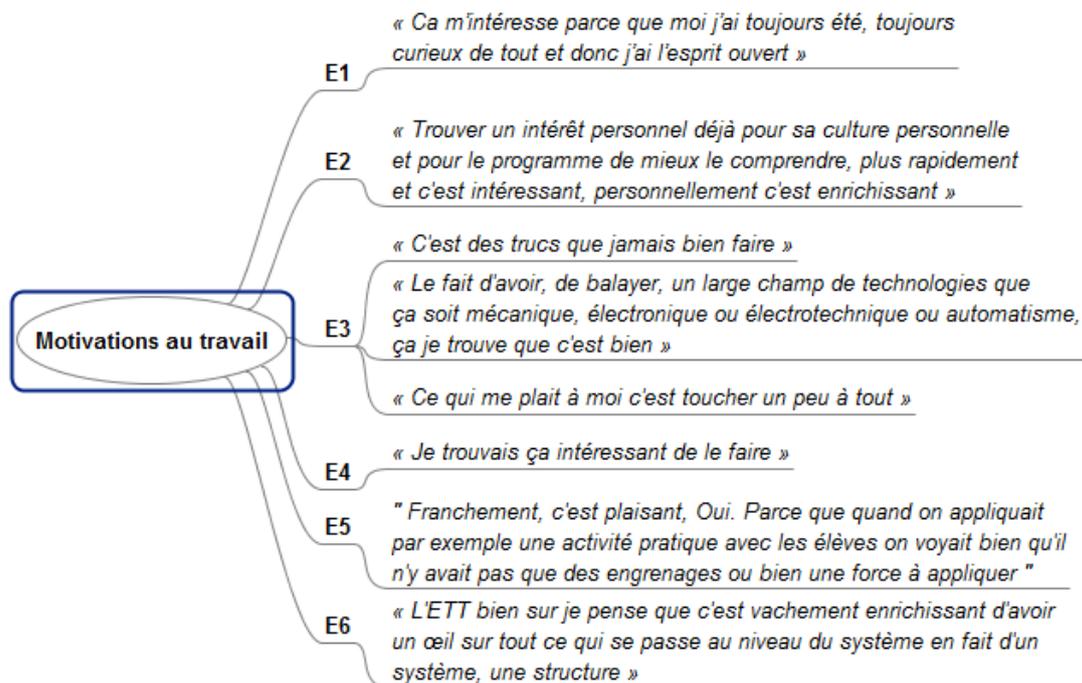


Figure 36 : carte heuristique proposant des extraits des entretiens concernant les motivations des enseignants

Les 6 enseignants interviewés ont une **expérience d'enseignement** relativement différente et en règle générale les enseignants de spécialité Ingénierie Mécanique ont déjà enseigné des notions relatives à l'énergie avant la réforme, les enseignants de spécialité Energie Environnement qui étaient auparavant en spécialité Electrotechnique en STI⁵⁹ ont, en plus, enseigné une forme précédente de la chaîne d'énergie (voir référentiel Electrotechnique de la série STI). En règle générale les enseignants interviewés ont déjà enseigné des notions relatives à l'énergie. A titre indicatif, la représentation heuristique suivante reprend les parcours (formations suivies) des enseignants :

⁵⁹ C'est le cas des 2 enseignants de spécialité EE interviewés.

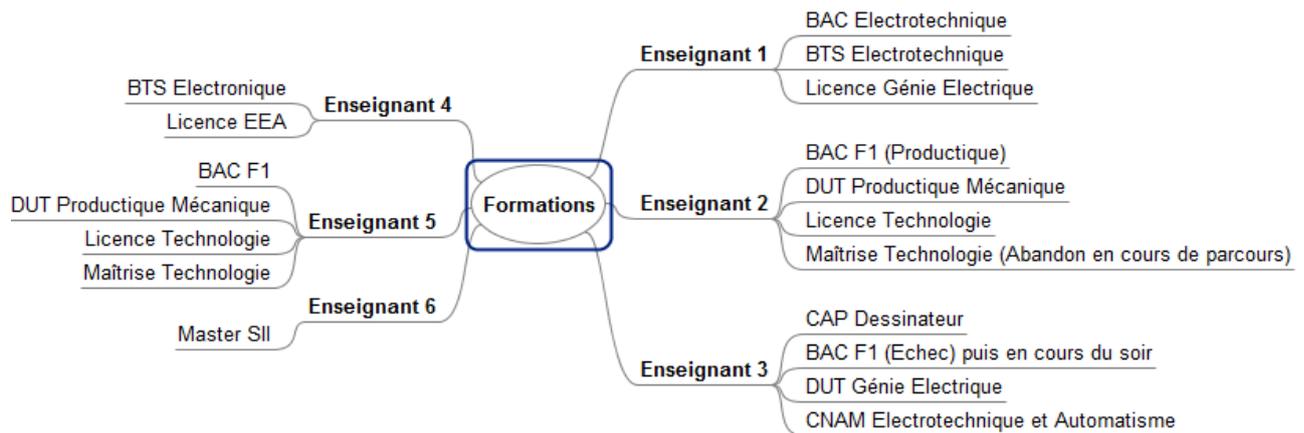


Figure 37 : carte heuristique récapitulant les formations initiales des enseignants

Pour les **formations** suite à la réforme, les avis divergent en fonction des enseignants, certains les jugent « intéressantes » mais « beaucoup trop riche » (Enseignant 5). Les enseignants sollicitent de ces moments et pour la plupart d’entre eux des ressources ou des activités (exploitables) mais vont les chercher en ligne sur des sites de mutualisation académiques par exemple.

4.1.4) Catégories les moins fréquentes de moteurs et de freins exprimés par les enseignants et déterminés théoriquement

Certaines catégories de moteurs ou de freins, comme la capacité physique (l’âge) et la proximité avec les nouveaux savoirs (comme l’effet de spécialiste) ne sont pas abordées fréquemment avec les enseignants lors des entretiens. Ces caractéristiques ne semblent pas être importantes pour tous les enseignants de l’échantillon étudié mais pourraient être plus importantes dans des cas plus spécifiques. Nous stipulons alors dans le tableau d’analyse ci-dessus que la capacité des enseignants peut éventuellement agir sur leur flexibilité.

4.1.5) Catégorisation des moteurs et des freins non identifiés théoriquement à priori

Lors des entretiens, les enseignants exposent le cas particulier de l’enseignement en Sciences de l’Ingénieur (S-SI) en tant que moteur lors de la réforme. Il s’agit là de l’habitude de travail liée au co-enseignement et à la pluridisciplinarité inhérents à cet enseignement. Cet aspect n’a pas été développé dans le cadrage théorique de la thèse car il ne semblait pas être, a priori,

un paramètre de flexibilité. Ce développement est donc à prendre en compte au niveau du travail de l'équipe pédagogique pour la détermination des moteurs de la flexibilité.

4.1.6) Synthèse des thématiques abordées en entretiens retenues pour la définition de la flexibilité

Le tableau suivant récapitule les analyses des entretiens à travers les thématiques mises en évidence lors du travail théorique de cette thèse :

Thématiques	Réponses suite à l'entretien (toutes réponses confondues)
Le Choix	Prescription du travail subie
Les perceptions de la discipline	Certains se sentent « mono-technologiques » et d'autres moins en fonction de leurs parcours professionnel.
L'environnement de travail et le travail d'équipe	les outils, le matériel, les relations avec la hiérarchie, le travail d'équipe (peut être positif ou négatif) sont des facteurs importants.
Les performances	Si les contenus ne sont pas maîtrisés complètement, la situation peut être « déstabilisante pour les jeunes » et pour les enseignants (Enseignant 2).
Les « efforts » consentis et l'investissement personnel	Motivation globalement intrinsèque relative à la connaissance ou au plaisir d'apprendre de nouvelles choses
Les « capacités » de l'individu	Non abordé en entretien mis à part l'âge : « à mon âge on a, là je me suis rendu compte qu'on apprend beaucoup moins facilement même si on est curieux et motivé » (Enseignant 1).
L'expérience de l'individu	Des facilités en fonction des parcours.
L'accompagnement de l'individu	Formation souvent inadéquate, les enseignants vont chercher des ressources en lignes ou se font former par des collègues.

Tableau 40 : analyse des entretiens au regard des caractéristiques théoriques de la flexibilité

4.2) Différentes propositions de la chaîne fonctionnelle d'énergie des enseignants de SII

Nous allons dans un premier temps analyser les productions des enseignants du barrage hydroélectrique. Nous analyserons ces schématisations au regard de la spécialité des enseignants de SII pour voir quel lien pourrait exister entre les différentes productions de schématisations en fonction de la spécialité des enseignants de SII, mais aussi au regard de l'analyse didactique des concepts énergétiques : comprendre et analyser les conceptions scientifiques des enseignants de SII lors du processus de schématisation.

Les chaînes d'énergies du barrage hydroélectrique proposées par les enseignants sont relativement différentes les unes des autres. Il existe néanmoins des similitudes (pas avec toutes les productions mais principalement) comme l'utilisation des blocs de fonctions (Alimenter, Distribuer, Convertir et Transmettre et l'articulation de la chaîne d'énergie de manière linéaire. Nous allons détailler les différentes productions et analyser les schémas proposés par les enseignants.

4.2.1) Analyse des chaînes d'énergie réalisées par des enseignants de spécialité Energie Environnement

La première chaîne d'énergie du barrage hydroélectrique est décomposée en 3 fonctions (Stocker, Convertir et Distribuer) au lieu des 4 fonctions utilisées habituellement. Les fonctions ne suivent pas l'ordre standard de la chaîne d'énergie et la fonction Stocker remplace la fonction Alimenter. D'un point de vue structurel, la fonction Convertir est subdivisée en deux « sous-blocs » Turbine et Génératrice et par rapport au schéma proposé par l'enseignant le nom de la fonction ne se trouve pas dans le bloc mais à l'extérieur. De plus, l'enseignant utilise la lettre W pour exprimer l'énergie : « je mets W pour énergie méca et énergie élec ». La lettre W sert normalement à exprimer le travail et non l'énergie qui serait plutôt associée à la lettre E. Finalement, l'enseignant positionne l'énergie au niveau du transfert entre deux fonctions (sur la flèche).

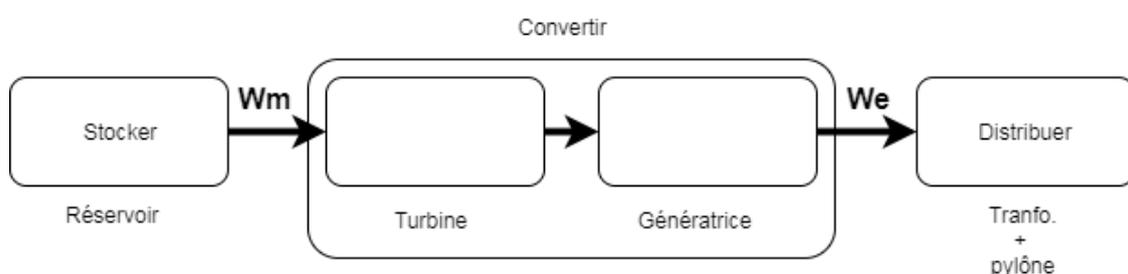


Figure 38 : proposition de chaîne d'énergie pour le barrage hydroélectrique (Enseignant 1)

La seconde chaîne proposée par un enseignant de spécialité Energie Environnement est plus fidèle à la chaîne standard utilisée en Technologie en respectant l'ordre et le nom des fonctions. Néanmoins, l'enseignant ne renseigne pas la totalité des blocs et n'y associe qu'un seul composant (Alternateur pour la fonction Convertir) et une seule « énergie » (W_p)⁶⁰. La fonction Convertir est ensuite décrite plus en détail à l'aide d'un schéma de type SADT qui montre une énergie potentielle entrer dans le bloc fonction Convertir et une énergie électrique sortir du bloc fonction : l'enseignant positionne lui aussi l'énergie sur les flèches en entrée ou en sortie des blocs de fonctions.

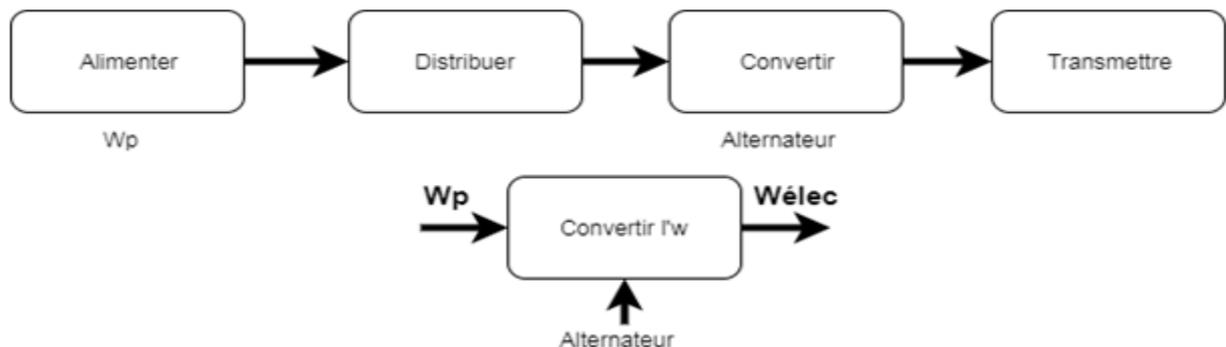


Figure 39 : proposition de chaîne d'énergie pour le barrage hydroélectrique et d'un bloc de type SADT (Enseignant 3)

4.2.2) Analyse des chaînes d'énergie réalisées par des enseignants de spécialité Ingénierie Mécanique

Les deux productions suivantes sont réalisées par des enseignants de spécialité Ingénierie Mécanique.

La première production respecte les 4 fonctions de la chaîne standard en Technologie, les composants constitutifs du barrage sont associés aux différentes fonctions. Les énergies sont associées aux transferts entre les blocs et l'utilisation de la lettre W pour l'énergie est aussi une caractéristique de la chaîne (W fluide).

⁶⁰ L'enseignant utilise également la lettre W pour l'énergie : « alors tu as CONVERTIR l'énergie donc a, c'est de l'énergie potentielle mécanique » en commentant lors de la réalisation de la chaîne d'énergie.

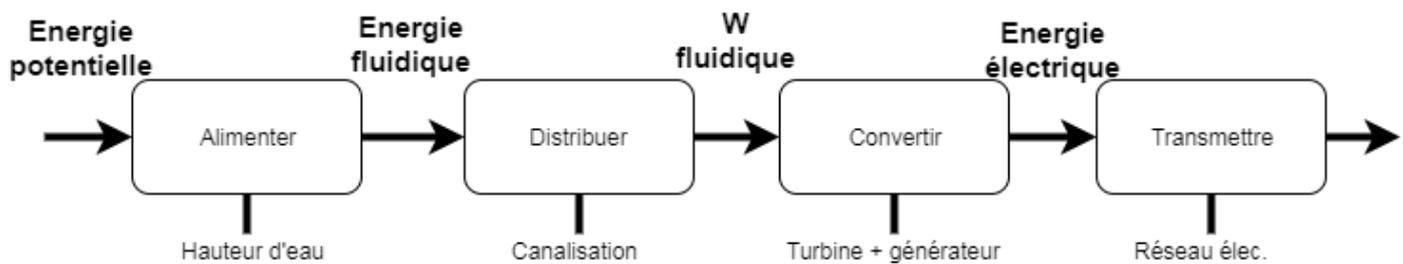


Figure 40 : proposition de chaîne d'énergie pour le barrage hydroélectrique (Enseignant 2)

La seconde production est très différente de la modélisation classique, les composants sont bien associés aux différentes fonctions de la chaîne mais une de ces dernières ne correspond pas au standard (Convertir et Adapter) au lieu des 4 fonctions utilisées habituellement. Les énergies sont également associées aux transferts comme nous pouvons le voir sur l'illustration suivante :

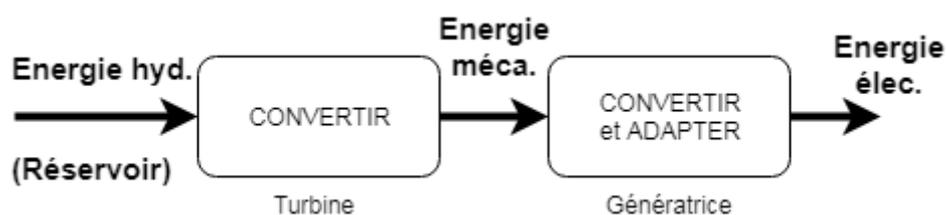


Figure 41 : proposition de chaîne d'énergie pour le barrage hydroélectrique (Enseignant 5)

4.2.3) Analyse des chaînes d'énergie réalisées par des enseignants de spécialité Information et Numérique

Les deux dernières productions sont réalisées par des enseignants de spécialité Information et Numérique.

Les deux chaînes d'énergie suivantes sont très similaires, on retrouve les différents blocs fonctionnels de la chaîne d'énergie (sauf pour l'enseignant 4 qui n'a pas mis la fonction Transmettre et n'a pas mis de composant associé à la fonction Alimenter). Les énergies sont positionnées au niveau des transferts entre les blocs de fonctions pour les deux chaînes.

Les deux illustrations suivantes sont les chaînes des enseignants 4 et 6 (professeurs de spécialité Information et Numérique) :

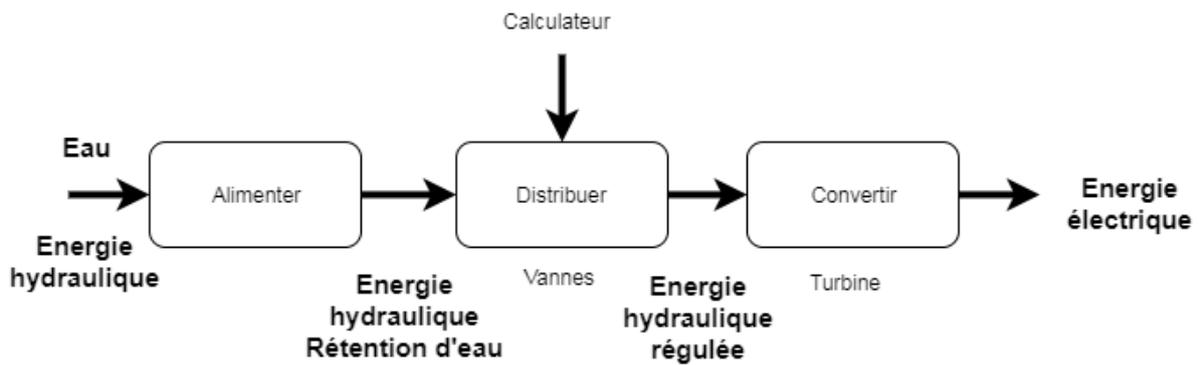


Figure 42 : proposition de chaîne d'énergie pour le barrage hydroélectrique (Enseignant 4)

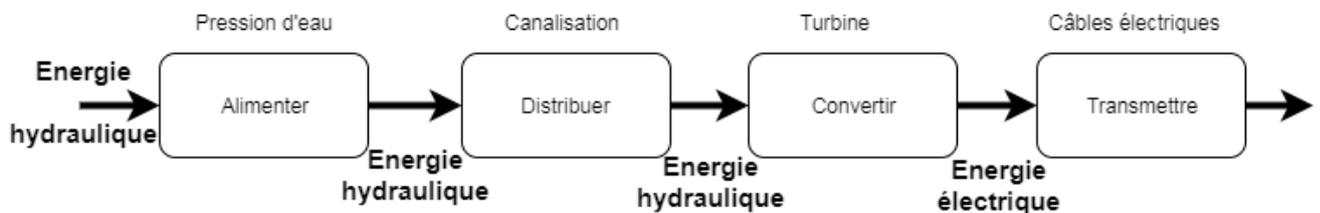


Figure 43 : proposition de chaîne d'énergie pour le barrage hydroélectrique (Enseignant 6)

4.2.4) Analyse des chaînes proposées

Les différentes chaînes proposées par les enseignants sont globalement différentes mais conservent des caractéristiques communes que nous détaillerons plus loin. Les différences entre les chaînes pourraient être déconcertantes pour les élèves qui peuvent avoir différents enseignants en Enseignement Technologique Transversal ou même en enseignement de spécialité (différents enseignants, différentes méthodes de modélisation pourraient amener les élèves à une non-compréhension de l'outil).

Les modélisations sont en général articulées autour des blocs de fonctions de la chaîne d'énergie (elles sont parfois adaptées par certains enseignants). Les énergies sont placées au niveau des transferts entre les blocs de fonctions ; il existe un amalgame entre les notions de travail et d'énergie chez certains enseignants (certains ne connaissent pas la différence entre les deux concepts ou pensent qu'il s'agit de la même notion), par exemple : « on a tendance un peu à mélanger un peu les deux » (Enseignant 2) ou encore : « pour moi c'est quasiment la même chose. Je ne suis pas énergéticien pour moi ça ressemble, les deux sont assimilés de façon identique » (Enseignant 5).

Le deuxième point est relatif au concept d'énergie électrique utilisé par les enseignants, les énergies sont positionnées au niveau des transferts entre les blocs fonctionnels alors qu'il serait plus juste d'un point de vue didactique d'inscrire le transfert par travail par exemple à cet emplacement. Or dans le contexte d'étude en Technologie il s'agit essentiellement de travail électrique et non pas d'énergie électrique (l'énergie électrique se trouve dans un condensateur et non pas dans un câble électrique par exemple). L'emploi des termes « travail » et « énergie » pose généralement problème pour les enseignants interviewés car il est difficile d'appréhender la différence entre les deux concepts à moins qu'il s'agisse d'un choix didactique de simplifier ces chaînes pour les rendre accessibles aux élèves.

Les modélisations réalisées par les enseignants de spécialité EE possèdent deux caractéristiques que les autres enseignants n'ont pas mises en application dans leurs chaînes fonctionnelles. Les deux chaînes réalisées par les deux enseignants EE commencent par la fonction alimenter alors que la chaîne commence par une flèche de transfert sur les modélisations des autres enseignants. Cette différence est difficile à interpréter mais nous avançons l'idée selon laquelle la fonction de réservoir d'énergie est mieux maîtrisée par les EE, qui peuvent conceptualiser le fait qu'un élément du système peut délivrer de l'énergie à un autre sans en recevoir et donc que l'énergie a la propriété de pouvoir être stockée.

Les deux représentations des enseignants de spécialité IM modélisent la fonction Alimenter avec un transfert d'énergie en entrée (énergie hydraulique et énergie potentielle) ce qui n'est pas le cas des enseignants de spécialité EE. L'énergie hydraulique est également un élément de langage qui est utilisé par les enseignants de cette spécialité. Les énergies hydraulique et fluide correspondent à une caractérisation des formes d'énergie qui n'est pas celle utilisée en physique, il pourrait s'agir ici d'une volonté des enseignants de donner des informations complémentaires quant à la forme que prend l'énergie ou le travail mécanique.

Les représentations des enseignants de spécialité IN, possèdent la même caractéristique au niveau du transfert d'entrée dans le système que les enseignants de spécialité IM : la chaîne est caractérisée par une entrée au niveau de la fonction Alimenter et les deux enseignants utilisent le terme « énergie hydraulique » comme dénomination pour ce transfert. De plus, pour les deux enseignants, la fonction Transmettre de la chaîne du barrage est réalisée uniquement par une turbine et non pas par un ensemble turbine et alternateur comme les enseignants de spécialité EE le proposent.

De cette étude des chaînes fonctionnelles de l'énergie nous pouvons avoir quelques pistes pour la réalisation du simulateur de séance qui pourrait être déployé en Master MEEF SII dans le cadre de la formation des enseignants de Sciences de l'Ingénieur et de Technologie. Une activité qui permettrait de différencier les notions de travail et d'énergie et de restructurer la chaîne d'énergie en fonction des paramètres de transferts des énergies entre les blocs fonctionnels serait très intéressante.

Il est possible d'établir des liens entre l'analyse des origines des enseignants et les chaînes produites. Que ces dernières soient réalisées par des enseignants de la même spécialité ou non, nous pouvons constater une hétérogénéité dans la modélisation de l'utilisation du vocabulaire technique et notamment dans l'utilisation du vocabulaire spécifique à l'énergie. En ce qui concerne l'utilisation du terme « énergie électrique » pour désigner un transfert d'énergie nous pouvons constater qu'elle est systématique. Nous pouvons voir également que les enseignants des spécialités IM et IN utilisent le terme « énergie fluide » ou « énergie hydraulique » pour indiquer l'énergie mécanique contenue dans l'eau du barrage. Les enseignants de spécialité EE utilisent quant à eux, soit le terme « énergie potentielle », soit le terme « Wp ⁶¹ » ; Les enseignants de spécialité IM l'utilisent également, sauf l'enseignant n°5 qui utilise plutôt le mot « réservoir ».

5) Analyse langagière et didactique : simulation de séance

L'analyse de la simulation croisée associe deux enseignants qui doivent arriver à un consensus lors de leurs choix de validation ou de réponse. Les enseignants qui ont participé à cette étude sont issus des trois spécialités (Énergie Environnement, Ingénierie Mécanique et Information et Numérique). Les données recueillies par la simulation croisée pourront être comparées à celles issues des entretiens et questionnaires afin de les confirmer ou de les infirmer notamment celles concernant les difficultés rencontrées par les enseignants, les erreurs relatives à la didactique de l'énergie.

Cette étude sera présentée en deux parties, la partie analyse linguistique des interactions entre les enseignants et une analyse didactique du contenu des échanges lors des simulations croisées.

5.1) Analyse des interactions entre enseignants : simulation croisée

Les enseignants sont répartis en quatre couples :

- Un enseignant de spécialité Information et Numérique (S1_IN) et de spécialité Ingénierie Mécanique (S1_IM) pour la première simulation ;
- Un enseignant de spécialité Énergie Environnement (S2_EE) et de spécialité Information et Numérique (S2_IN) pour la seconde simulation ;
- Deux enseignants de spécialité Ingénierie Mécanique dont un stagiaire (S3_IMs) et un titulaire (S3_IM) pour la troisième simulation ;
- Un enseignant de spécialité Énergie Environnement (S4_EE) et de spécialité Ingénierie Mécanique (S4_IM) pour la quatrième simulation.

⁶¹ Pour l'enseignant « W » est de l'énergie et non du travail.

Pour l'ensemble des simulations croisées, il y a eu 910 tours de paroles (146, pour la première simulation, 167 pour la seconde, 144 pour la troisième et 453 pour la quatrième). Pour l'ensemble des tours de parole, 815 sont relatifs à des échanges conversationnels, une réflexion individuelle ou collective, etc... (Représente 89,56% des tours de paroles). Les autres sont, soit non exploitables car non audibles, soit des lectures ou des relectures des consignes et/ou des réponses du simulateur (Reformulation).

Chaque tour de parole réflexif est ensuite réparti dans quatre catégories linguistiques (Expression d'une information, demande d'expression d'une information, expression du mal être, etc...). Pour l'analyse des données nous allons établir quatre catégories qui vont rassembler ces différents réflexifs, comme proposé par le tableau suivant (le tableau ne référence pas toutes les catégories⁶²) :

Catégories	Définitions	Elément(s) cognitif(s)
Demande	Les enseignants demandent de l'aide, des informations sur la simulation, sur du contenu disciplinaire.	- Demande de validation - Demande d'expression d'une information - Demande d'information - Demandes d'appréciation
Expression du mal être	Expression d'une difficulté, d'un dérangement.	- Expression d'une difficulté
Expression d'une information	Déclaration d'un enseignant lors de la simulation, dicte le contenu (ou impose le contenu si il écrit lui-même une réponse).	- Expression d'une information
Reformulation	L'enseignant reformule la consigne du simulateur, une réponse de la simulation, une réponse de l'autre enseignant.	- Reformulation du contexte - Reformulation de la réponse - Reformulation du contenu - Réinterprétation

Tableau 41 : catégories réalisées en fonction des éléments cognitifs

⁶² Par exemple l'élément « demande d'action » qui est souvent employé pour demander le changement de la page de simulation, ou de réaliser telle ou telle action comme « suivant » ou « retour » ne sont pas les plus significatifs.

Ces quatre catégories sont réalisées pour permettre de comprendre si les enseignants sont en difficulté ou expriment une difficulté mais également pour voir quel enseignant ou quelle spécialité « domine » l'interaction. A titre indicatif, les différentes catégories représentent respectivement, 12,35% pour la catégorie des demandes, 2,40% pour la catégorie des expressions du mal être, 50,04% pour la catégorie des expression d'une information, 4,06% pour la catégorie des reformulations et 31,15% pour toutes les autres catégories non étudiées.

Le tableau suivant récapitule, pour chaque enseignant, la composition des catégories :

Enseignants	Demande	Expression du mal être	Expression d'une information	Reformulation
S1_IN	34	11	40	4
S1_IM	11	4	64	11
S2_EE	4	1	63	0
S2_IN	16	4	64	2
S3_IMs	10	3	19	0
S3_IM	10	1	72	8
S4_EE	30	5	184	6
S4_IM	34	5	98	18

Tableau 42 : comparaison des catégories et de leur composition par enseignant

Ces différentes valeurs seront analysées avec le logiciel d'exploration de données Tanagra dans le chapitre suivant.

5.2) Résultats : simulation croisée

La première simulation (S1) était réalisée par un enseignant de spécialité IN (S1_IN) et un enseignant de spécialité IM (S1_IM). En analysant les données, les enseignants des deux spécialités différentes, ont des comportements différents vis-à-vis de la simulation. L'enseignant de spécialité IN totalise plus d'éléments cognitifs relevant des catégories des demandes et de l'expression du mal être que son binôme de spécialité IM, inversement il totalise moins d'Expression d'une information et de reformulations comme nous pouvons le voir dans le tableau suivant :

Catégories	S1_IN	S1_IM
Demande	34 (+)	11 (-)
Expression du mal être	11 (+)	4 (-)
Expression d'une information	40 (-)	64 (+)
Reformulation	4 (-)	11 (+)

Tableau 43 : totalisation des catégories lors des échanges entre les enseignants pour la première simulation

Lors des échanges, IN semble être en difficulté (expression du mal être) et le stipule lui-même à de nombreuses reprises comme le montrent les deux citations suivantes :

S1_TP15b_IN : « J'en sais rien moi le transversal je comprends rien, moi tu me sors des programmes... »

S1_TP17a_IN : « Moi c'est de l'information, ce n'est pas de l'énergie ».

De plus IN semble se fier à IM pour certains résultats où il semble se placer en position basse en signifiant de l'incompétence et en se soumettant à l'avis de son collègue pour répondre à une question du simulateur comme le montre l'échange suivant entre les deux enseignants :

S1_TP33a_IN : « Moi, je n'en sais rien du tout »

S1_TP33b_IN : « Ca, moi je suis totalement incompetent »

S1_TP34_IM : « Nous on dirait non »

S1_TP35_IN : « Si toi tu dis non, moi je dis non »

Dans certains cas de figure, IN valide des réponses sans consulter IM comme au tour de parole 68 pour la réponse Rep04b2.

La seconde simulation était réalisée par un enseignant de spécialité IN (S2_IN) et un enseignant de spécialité EE (S2_EE). En analysant les données, les enseignants des deux spécialités différentes, ont des comportements qui diffèrent au niveau des demandes et du comportement expressif qui est plus important chez IN que chez EE. L'enseignant de spécialité IN totalise plus d'éléments cognitifs de catégories des demandes et de l'expression du mal être que son binôme de spécialité EE comme nous pouvons le voir dans le tableau suivant :

Catégories	S2_IN	S2_EE
Demande	16 (+)	4 (-)
Expression du mal être	4 (+)	1 (-)
Expression d'une information	64 (≈)	63 (≈)
Reformulation	2 (≈)	0 (≈)

Tableau 44 : totalisation des catégories lors des échanges entre les enseignants pour la seconde simulation

En analysant les échanges, on peut voir que les expressions de S2_IN sont plutôt relatives à des difficultés de compréhension du contenu comme le montrent les citations suivantes :

S2_TP36d_IN : « Ben je ne sais pas... »

S2_TP129a_IN : « Moi, je ne comprends pas trop le distribuer avec la canalisation... »

La seule expression de S2_EE est relative à une question de fonctionnement du simulateur (savoir si il faut justifier la réponse maintenant ou après) :

S2_TP77_EE : « Alors non après je ne sais pas si il faut le justifier on verra bien »

La troisième simulation était réalisée par deux enseignants de spécialité IM (S3_IMs) et (S3_IM). En analysant les données, les enseignants des deux mêmes spécialités, ont des comportements qui diffèrent au niveau des expression d'une information et des reformulations qui sont plus importantes chez IM (titulaire) que chez IMs comme nous pouvons le voir dans le tableau suivant :

Catégories	S3_IMs	S3_IM
Demande	10 (≈)	10 (≈)
Expression du mal être	3 (≈)	1 (≈)
Expression d'une information	19 (-)	72 (+)
Reformulation	0 (-)	8 (+)

Tableau 45 : totalisation des catégories lors des échanges entre les enseignants pour la troisième simulation

Majoritairement les échanges se déroulent de la même manière, IM (titulaire) réalise la réflexion vis-à-vis de la tâche demandée et IMs acquiesce comme le montre, par exemple, l'extrait de l'échange suivant :

S3_TP7a_IM : « Donc allez, la flèche représente la circulation... »

S3_TP7b_IM : « Le cheminement de l'énergie on va dire. »

S3_TP7c_IM : « Dans le système étudié. »

S3_TP7d_IM : « Il présente le cheminement de l'énergie et sa nature peut-être aussi. »

S3_TP8_IMs : « Ouais. »

La quatrième et dernière simulation étaient réalisées par un enseignant de spécialité EE (S4_EE) et un enseignant de spécialité IM (S4_IM). En analysant les données, les enseignants des deux spécialités différentes, ont des comportements qui diffèrent au niveau des expressions d'une information qui sont plus importantes chez EE que chez IM et des reformulations qui sont plus importantes chez IM que chez EE, comme nous pouvons le voir dans le tableau suivant :

Catégories	S4_EE	S4_IM
Demande	30 (-)	34 (+)
Expression du mal être	5 (=)	5 (=)
Expression d'une information	184 (+)	98 (-)
Reformulation	6 (-)	18 (+)

Tableau 46 : totalisation des catégories lors des échanges entre les enseignants pour la quatrième simulation

L'enseignant de spécialité EE totalise 184 expressions d'une information contre 98 pour IM (rapport de 1,87) lors de ces échanges, la conduite des échanges est globalement menée par EE. L'enseignant de spécialité IM reformule 3 fois plus que l'enseignant de spécialité EE, il semble d'ailleurs que ce soit un trait caractéristique des enseignants d'IM qui reformulent plus que les autres spécialités réunies lors des simulations (37 contre 12 reformulations du contenu ou du contexte). Cette manière de reformuler les contenus semble être une méthode d'appropriation des consignes ou des contenus à analyser par les enseignants cela pourrait suggérer une difficulté à interpréter les réponses des apprenants.

Le schéma heuristique suivant tente de rassembler les éléments observés précédemment pour chaque enseignant :

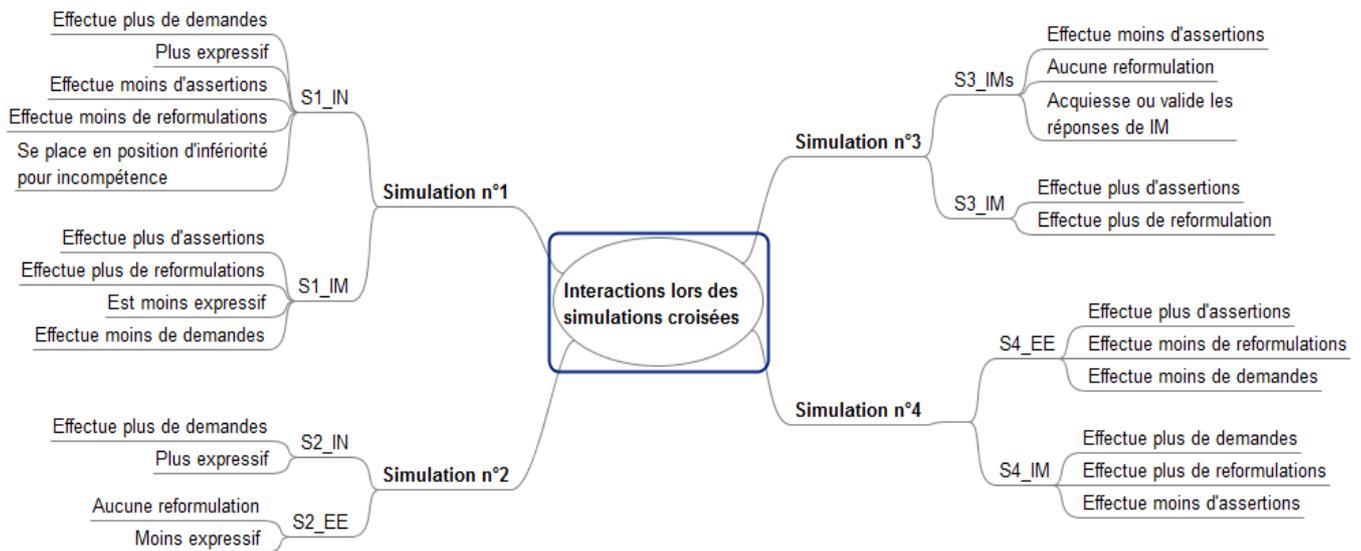


Figure 44 : résumé des caractéristiques langagières lors des simulations croisées.

A partir des résultats présentés précédemment nous pouvons compter et classer les comportements des enseignants en fonction de leur spécialité. Le tableau suivant présente le décompte obtenu :

Catégories	EE	IM	IN
Expression d'une information	+	-	-
Reformulations	--	++	-
Demandes	-	-	++
Expression du mal être	-	-	+++

Tableau 47 : comportements analysés des enseignants au sein de leur simulation par spécialité

De cette partie de l'étude nous pouvons voir que les enseignants de spécialité Energie Environnement réalisent le plus d'expressions d'une information lors des simulations, les enseignants de spécialité Ingénierie Mécanique reformulent plus le contexte et/ou le contenu lors des échanges et les enseignants de spécialité Information et Numérique totalisent le plus de demandes (information, validation ou expression d'une information) et se montrent plus expressifs.

5.3) Analyse des échanges langagiers

Nous allons, dans cette partie, analyser les échanges langagiers lors des simulations croisées. Dans un premier temps nous nous intéresserons aux initiatives de prises de paroles puis nous étudierons plus en détail les tours de paroles d'un point de vue statistique.

5.3.1) Initiatives de prises de paroles

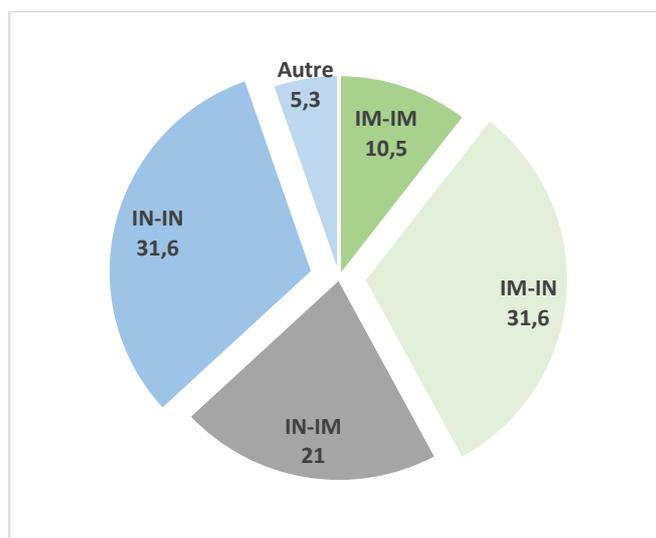
Nous utiliserons le concept de boucle conversationnel (Specogna, 2013) qui considère un ensemble de tours de paroles comme étant initié par un changement de thématique. Nous appellerons séquences de simulation un ensemble de tours de paroles relatifs à l'élaboration d'une réponse du simulateur. Nous recherchons dans cette analyse à recenser la prise de parole initiée et/ou clôturée par un locuteur. Il est alors possible de rencontrer quatre cas de figures : l'enseignant 1 débute et termine la séquence, l'enseignant 1 débute la séquence et l'enseignant 2 la termine, l'enseignant 2 commence la séquence et l'enseignant 1 la termine et l'enseignant 2 commence et termine la séquence). Lorsque les séquences commencent par une lecture de consigne de la part d'un enseignant nous ne la considérerons pas dans notre recueil nous prendrons en compte le tour de parole successif comme le propose les tableaux de décompte en annexes. Le tableau suivant récapitule les initiatives de début et de fin de séquence en fonction des simulations :

Simulations	Début de séquence	Fin de séquence	Nombre de situation	Pourcentage de situation
Simulation 1 (S1_IM et S1_IN)	S1_IM	S1_IM	(2/19)	10.5%
	S1_IM	S1_IN	(6/19)	31.6%
	S1_IN	S1_IM	(4/19)	21%
	S1_IN	S1_IN	(6/19)	31.6%
	Validation sans discours		(1/19)	5.3%
Simulation 2 (S1_IN et S1_EE)	S2_IN	S2_IN	(4/19)	21%
	S2_IN	S2_EE	(6/19)	31.6%
	S2_EE	S2_IN	(3/19)	15.8%
	S2_EE	S2_EE	(5/19)	26.3%
	Validation sans discours		(1/19)	5.3%
Simulation 3 (S3_IM et S3_IMs)	S3_IM	S3_IM	(9/19)	47.4%
	S3_IM	S3_IMs	(5/19)	26.3%
	S3_IMs	S3_IM	(5/19)	26.3%
	S3_IMs	S3_IMs	(0/19)	0%

	Validation sans discours		(0/19)	0%
Simulation 4 (S3_IM et S3_EE)	S3_IM	S3_IM	(7/19)	36.8%
	S3_IM	S3_EE	(0/19)	0%
	S3_EE	S3_IM	(6/19)	31.6%
	S3_EE	S3_EE	(6/19)	31.6%
	Validation sans discours		(0/19)	0%

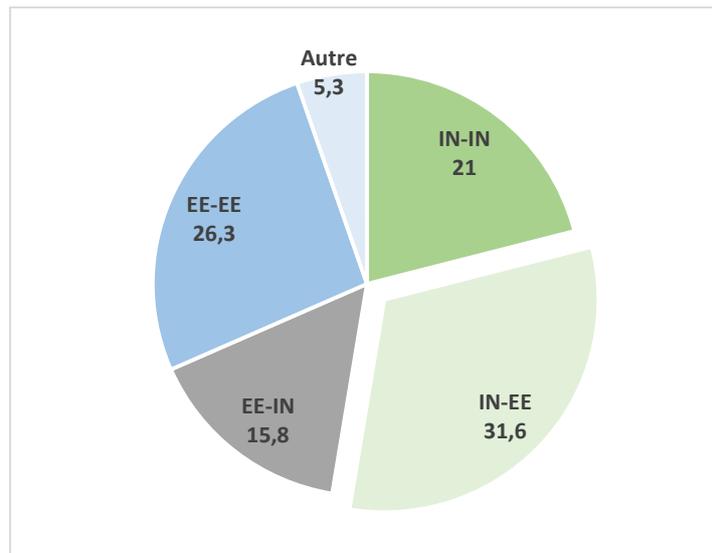
Tableau 48 : décompte actes langagiers initiatif des enseignants en fonction des simulations

Les graphiques suivants représentent les répartitions des actes initiatifs des enseignants pour chaque simulation :



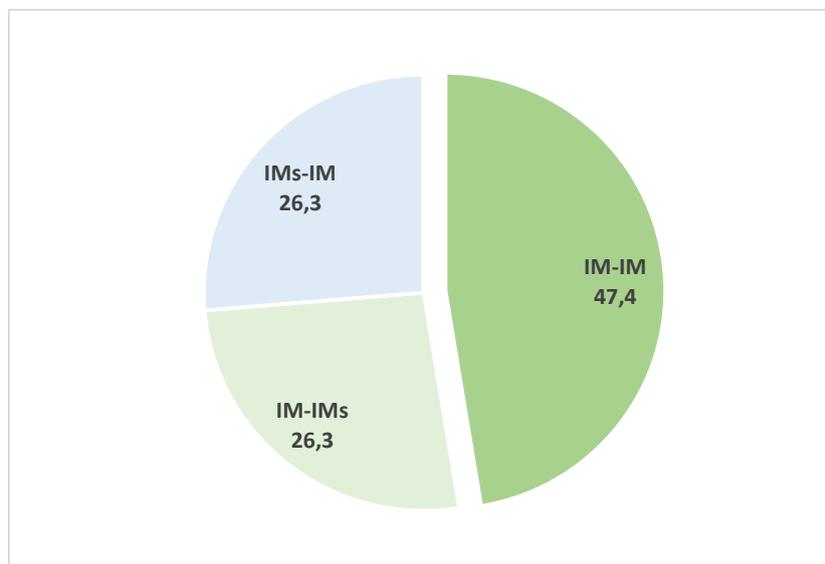
Graphique 21 : répartition des initiatives pour la première simulation

Lors de la première simulation nous pouvons constater que les situations les plus importantes sont relatives à l'initiative d'ouverture et de fermeture de spécialité IN (31,6%) et à l'ouverture par IM et la fermeture par IN (31,6%) et ce malgré les expressions du mal être plus important pour l'enseignant de spécialité IN et le nombre d'expressions d'une information supérieures par IM. Bien que l'enseignant de spécialité IM totalise le plus d'assertions, IN prend l'initiative de débiter et de finir les séquences plus fréquemment (84,2% cumulés contre 63,1% pour IM).



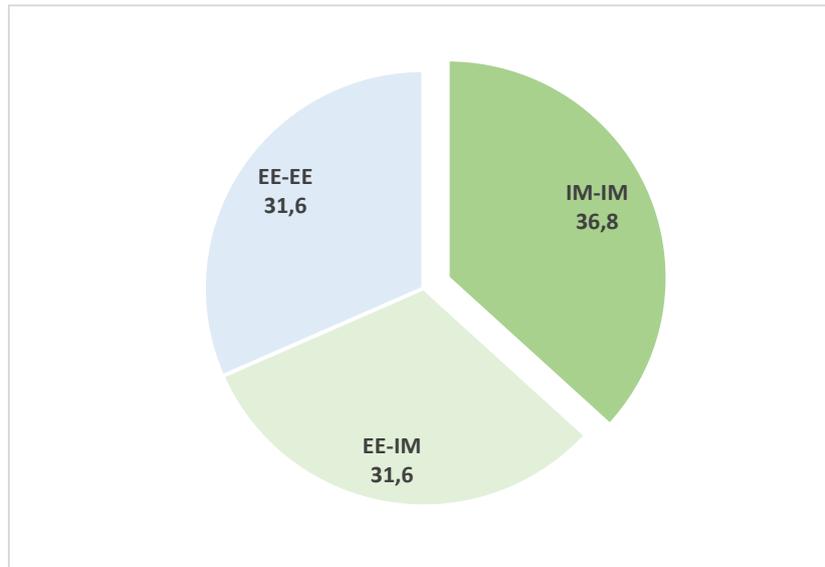
Graphique 22 : répartition des initiatives pour la seconde simulation

La seconde simulation montre un résultat légèrement différent de la première simulation, bien que les actes initiatifs langagiers existents de l'enseignant de spécialité IN existent (68,4% cumulées), celle de l'enseignant de spécialité EE sont plus importantes (73,7%). Cette fois c'est l'enseignant de spécialité EE qui termine les séquences de manière majoritaire (57,9%) contre 36,8% pour l'enseignant de spécialité IN.



Graphique 23 : répartition des initiatives pour la troisième simulation

La troisième simulation mettant en scène deux enseignants de spécialité IM (dont un enseignant stagiaire) montre l'importance de la prise de parole par l'enseignant titulaire (73,7% de clôture de séquence contre 26,3% pour l'enseignant stagiaire).



Graphique 24 : répartition des initiatives pour la quatrième simulation

La dernière simulation montre quant à elle une certaine parité entre les enseignants de spécialité IM et EE : les ouvertures et/ou les fermetures sont relativement homogènes entre les deux enseignants.

Cette analyse complémentaire permet de donner de la profondeur aux résultats précédents en montrant que bien que si les enseignants expriment des difficultés, ils peuvent être à l'initiative de l'ouverture et de la fermeture des séquences de simulation (même si l'autre enseignant affirme plus massivement tout au long des échanges). Cette analyse permet quand même de contraster les expressions de mal être des enseignants lors des simulations : même si certains ne sont pas à l'aise avec le sujet ils restent quand même acteurs de la simulation.

L'acte initiatif et l'acte de clôture sont des indicateurs de position haute ou de position basse entre les interactants (Kerbrat-Orecchioni, 1992). Aussi nous pouvons penser que cela atteste d'un certain "pouvoir". Toutefois, si l'on regarde de manière plus approfondie les actes langagiers prononcés, (247 assertions pour 2 enseignants de spécialité EE) on peut estimer que les enseignants de spécialité EE totalisent le plus d'actes assertifs au cours de la boucle conversationnelle à l'instar des enseignants de spécialité IN et IM (104 assertions pour 2 enseignants de spécialité IN et 253 assertions pour 4 enseignants de spécialité IM) qui sont moins à l'aise et qui expriment plus d'actes de langage expressifs (6 pour expressions de difficultés pour les 2 enseignants de EE, 15 pour les IN et 13 pour les IM) (expression de difficultés, mal être, doutes et le moins de difficultés). Aussi s'intéresser au contenu des actes langagiers permet de contrebalancer cette idée de pouvoir.

5.3.2) Analyse statistique des 910 tours de paroles lors des simulations croisées

Pour confirmer nos hypothèses précédentes, issues de l'analyse du contenu des simulations croisées, j'ai utilisé de nouveau le logiciel Tanagra qui permet d'analyser les données. Pour déterminer ce qui caractérise les enseignants lors des simulations croisées je réalise l'étude de l'ensemble des enseignants en fonction de leur spécialité. Cette étude sera comparée aux différentes déclarations pour voir si les résultats sont le seul fait d'un individu. Dans la première étude statistique, toutes les réponses des enseignants sont réparties comme suit :

		Results							
Row (Y)	Column (X)	Statistical indicator		Cross-tab					
		Stat	Value		Demande	Expressif	Assertion	Reformulation	Sum
Enseignant	Nature	d.f.	21	S1_IN	34 (+ 19 %)	11 (+ 14 %)	40 (- 9 %)	4 (- 0 %)	89
		Tschuprow's t	0,167369	S1_IM	11 (- 1 %)	4 (+ 0 %)	64 (- 0 %)	11 (+ 6 %)	90
		Cramer's v	0,206856	S2_EE	4 (- 5 %)	1 (- 1 %)	63 (+ 4 %)	0 (- 4 %)	68
		Phi ²	0,128368	S2_IN	16 (+ 0 %)	4 (+ 0 %)	64 (+ 0 %)	2 (- 2 %)	86
		Chi ² (p-value)	107,32 (0,0000)	S3_IM s	10 (+ 3 %)	3 (+ 2 %)	19 (- 1 %)	0 (- 2 %)	32
		Lambda	0,036007	S3_IM	10 (- 2 %)	1 (- 2 %)	72 (+ 1 %)	8 (+ 1 %)	91
		Tau (p-value)	0,0190 (0,0000)	S4_EE	30 (- 2 %)	5 (- 2 %)	184 (+ 3 %)	6 (- 4 %)	225
		U(R/C) (p-value)	0,0321 (0,0000)	S4_IM	34 (+ 1 %)	5 (- 0 %)	98 (- 2 %)	18 (+ 8 %)	155
				Sum	149	34	604	49	836 100%

Figure 45 : répartition des tours de parole en fonction des enseignants (Réalisé à l'aide du logiciel Tanagra v1.4.50)

Nous pouvons voir que l'enseignant S1_IN est l'enseignant le plus expressif mais également celui qui formule le plus de demandes, il totalise le moins d'expression d'une information lors de la simulation croisée. Les enseignants S1_IM et S4_IM sont ceux qui reformulent le plus les consignes ou le contenu du simulateur au contraire de S2_EE et S4_EE qui reformulent le moins. L'enseignant S4_EE est celui qui totalise le moins de demandes et le plus d'expression d'une information au cours de la simulation croisée. Il est relativement difficile de généraliser les résultats obtenus à l'ensemble des enseignants, les résultats présentés permettent de dégager une tendance qu'il faudra mettre en corrélation avec les autres résultats obtenus dans cette recherche. Du point de vue individuel, l'enseignant S1_IN participe le plus au

déséquilibre positif (occurrences supérieures en nombre) de la situation d'indépendance pour les demandes, les expressions et négativement pour les expressions d'une information. Alors que l'enseignant S2_IN (de même spécialité) n'influe que très peu.

L'analyse suivante, relative aux spécialités (additions des déclarations des membres de chaque spécialité), permet de comparer les résultats en fonction de la spécialité :

		Results								
Row (Y)	Column (X)	Statistical indicator		Cross-tab						
		Stat	Value		IN	IM	EE	Sum		
Nature	Spécialité	d.f.	6	Demande	50 (+ 19 %)	65 (- 0 %)	34 (- 11 %)	149		
		Tschuprow's t	0,171463		Expressif	15 (+ 15 %)	13 (- 0 %)	6 (- 5 %)	34	
		Cramer's v	0,189755			Assertion	104 (- 7 %)	253 (- 1 %)	247 (+ 10 %)	604
		Phi ²	0,072014		Reformulation		6 (- 3 %)	37 (+ 18 %)	6 (- 12 %)	49
		Chi ² (p-value)	60,20 (0,0000)				Sum	175	368	293
		Lambda	0,000000							
		Tau (p-value)	0,0336 (0,0000)							
		U(R/C) (p-value)	0,0418 (0,0000)							

Figure 46 : répartition des déclarations en fonction de la spécialité des enseignants (Réalisé à l'aide du logiciel Tanagra v1.4.50)

De cette analyse nous pouvons constater que les enseignants de spécialité IN totalisent le plus de demandes (+19%) contre les enseignants de spécialité EE qui en totalisent le moins (-11%). Les enseignants de spécialité IN sont également les plus expressifs (+15%). Les enseignants de spécialité EE totalisent le plus d'expression d'une information (+10%) mais reformulent le moins (-12%) au contraire des enseignants de spécialité IM qui reformulent le plus (+18%).

De cette analyse nous pouvons constater que les enseignants de spécialité IN sont plus en difficulté (nombre de demandes, d'expressions élevées et d'expression d'une information faibles), les enseignants de spécialité IM sont dans la moyenne des résultats mais ont tendance à reformuler d'avantage que les autres spécialités. Les enseignants de spécialité EE réalisent un faible nombre de demandes et un nombre d'expression d'une information plus élevées. Ces résultats peuvent être interprétés de deux manières différentes : les enseignants de spécialité EE maîtrisent mieux les notions relatives à l'énergie et notamment à la modélisation de la chaîne fonctionnelle d'énergie et/ou endossent le rôle de spécialiste lors des échanges lors de la simulation.

Nous allons maintenant aborder l'analyse didactique du contenu des échanges entre les enseignants pendant la simulation croisée pour déterminer la nature des difficultés conceptuelles que les enseignants rencontrent.

5.4) Analyse didactique des différences de déroulement des séances d'enseignement lors de chaque simulation

Dans cette section nous référençons et analysons les différentes citations des enseignants autour de cinq thèmes récurrents lors des simulations croisées qui sont ; la relation entre la puissance et l'énergie, la relation entre la puissance et le travail, l'interprétation du signe « W » dans les chaînes fonctionnelles d'énergie, l'utilisation générale du travail dans les transferts d'énergie dans ces modélisations et les relations hauteur, pression et énergie énoncés par les enseignants. Le but de cette analyse est de trouver des différences ou des similitudes dans l'emploi des différents concepts d'énergie entre les enseignants de différentes spécialités. Dans un premier temps nous allons aborder la manière dont les enseignants mobilisent les concepts d'énergie, de transfert d'énergie, de travail mais également les notions relatives au réseau conceptuel de l'énergie liées au barrage. Puis nous comparerons les acceptations et les refus des propositions des apprenants lors de la simulation et des raisons de ces choix par les enseignants. Pour finir nous listerons les modifications apportées par les binômes sur les différentes chaînes d'énergie proposées lors de la simulation dans l'objectif de mettre en évidence les différences d'enseignement qu'un élève lambda pourrait rencontrer en fonction des enseignants de SII.

5.4.1) Différences de conception du réseau conceptuel de l'énergie énoncées lors des différentes simulations

Nous étudierons dans cette partie les différents raisonnements des enseignants relatifs au réseau conceptuel de l'énergie (puissance, travail, interprétation de « W » et de modélisation fonctionnelle) lors des différentes simulations.

5.4.1.1) Raisonnement relatif à la puissance et à l'énergie

La puissance est associée à l'énergie par deux enseignants lors des simulations croisées. Dans un premier cas de figure, il est uniquement fait référence à la relation puissance-énergie et dans le second ils relient puissance et énergie par le temps. Dans l'extrait suivant S1_IM associe la relation entre la puissance et l'énergie sans préciser :

S1_TP32c_IM : « Oui, On va passer du, je ne sais pas, du $P=UI$ à Cw »

S1_TP37a_IM : « Ben tu mets que c'est d'une puissance à un autre. Donc... D'une énergie à une autre. »

Dans le cas suivant, l'enseignant S4_EE, établit une relation entre la puissance et l'énergie par la relation temporelle :

S4_TP50_EE : « La puissance fois le temps, non, non. La puissance fois le temps c'est l'énergie. L'énergie c'est le travail... je ne me rappelle plus. »

5.4.1.2) Raisonnement relatif au travail et à l'énergie

Au cours de la simulation croisée 4, les enseignants S4_IM et S4_EE échangent sur la relation entre le travail et l'énergie. Dans un premier temps, S4_EE détermine le l'énergie comme étant le produit d'un coefficient et du travail comme dans l'extrait de l'échange suivant :

S4_TP46b_EE : « Ben à un coefficient près le travail et l'énergie c'est la même chose. »

S4_TP47a_IM : « Oui, tout à fait ! Voilà ! Ou à un paramètre près. »

Dans un second temps, S4_EE, ne parle plus du coefficient et n'établit plus de relation mathématique entre le travail et l'énergie :

S4_TP67b_EE : « Travail et énergie ça doit être la même chose, ça doit revenir au même je pense. Par rapport à la question d'avant, par rapport à la question d'avant. »

5.4.1.3) Lecture et interprétation de « W »

Tout au long des simulations croisées, les enseignants devaient décoder des modélisations des chaînes d'énergies fonctionnelles et dans certaines chaînes il était fait mention du sigle « W » qui pouvait être suivi d'un indice « m » pour « méca », e pour « élec » et d'autres indicatifs. En fonction des enseignants la lecture du sigle n'aboutit pas à la même signification ; Pour S1_IM et S1_IN il s'agit du travail :

S1_TP51_IM : « Oui. Mais il n'a pas utilisé l'énergie mais... »

S1_TP52_IN : « ...Le travail. »

Dans les autres cas de figures, les enseignants interprètent « W » comme étant de l'énergie, comme dans les 3 extraits des échanges suivants.

Dans la simulation croisée n°2, l'échange entre S2_IN et S2_EE abouti vers de l'énergie :

S2_TP58_IN : « W_m ça veut dire quoi ? »

S2_TP59_EE : « Mécanique et puis électrique, enfin moi je le comprends comme ça. »

S2_TP60_IN : « Donc on devrait lui dire non. »

S2_TP61_EE : « C'est de l'énergie potentielle. »

Dans la simulation croisée n°3, S3_IM, demande à S3_IMs de confirmer qu'il s'agit bien d'énergie :

S3_TP39f_IM : « Energie mécanique. On met W, hein ? »

Dans la dernière simulation croisée, S4_IM, détermine à plusieurs reprises que « W » est de l'énergie.

S4_TP87_IM : « Il met énergie mécanique. »

S4_TP207b_EE : « W, énergie potentielle. Ce qu'il y a, c'est que, il ne faut pas le mettre comme ça. L'énergie c'est les flèches et ce n'est pas le support d'activité. »

5.4.1.4) Utilisation du travail dans les chaînes d'énergies fonctionnelles

L'utilisation du travail lors des modélisations des chaînes fonctionnelles d'énergies diverge en fonction des enseignants et des simulations croisées. Dans certains cas elle est refusée catégoriquement comme par S1_IM dans la première simulation croisée :

S1_TP57a_IM : « Mais non, mais non. Moi je ne mets pas ça »

S1_TP57b_IM : « Je ne mets pas du travail, je ne parle pas de travail. Je parle de puiss... »

S1_TP57c_IM : « Je mets énergie. »

L'enseignant se questionne sur l'utilisation du travail dans une chaîne fonctionnelle d'énergie :

S1_TP64_IM : « De toute façon c'est des chaînes d'énergie, alors pourquoi on parle de travail ? »

Dans un autre cas de figure, les enseignants n'utilisent pas la notion de travail dans leurs enseignements et ils vont donc rejeter le concept de travail en se justifiant pas cette non utilisation comme dans l'échange suivant entre S2_EE et S2_IN :

S2_TP25_EE : « Moi, je n'utilise pas le travail, la notion de travail. »

S2_TP29a_EE : « On ne l'utilise pas. »

S2_TP30_IN : « On va parler d'énergie on ne va pas parler de travail. »

S2_TP35b_EE : « Non utilisé dans notre enseignement. »

Dans la simulation 3, l'enseignant S3_IM contourne l'utilisation du concept de travail en choisissant de ne pas rebondir volontairement sur le concept :

S3_TP25_IM : « Bon maintenant le travail, bon par travail entre les fonctions, on s'en dispense. »

Dans la dernière simulation l'enseignant S4_EE, accepte l'utilisation du concept de travail en modélisation des chaînes fonctionnelles d'énergie car le concept est relativement proche de l'énergie, dans un premier temps, proche à un paramètre près, puis dans un second, identique :

S4_TP41a_EE : « Bon ! Moi, j'aurais accepté ! Parce que entre le travail et l'énergie qu'est-ce qu'il y a comme paramètre ? »

S4_TP67b_EE : « Travail et énergie ça doit être la même chose, ça doit revenir au même je pense. Par rapport à la question d'avant, par rapport à la question d'avant. »

5.4.1.5) Hauteur, énergie mécanique et pression

Dans certaines analyses les enseignants tentent de relier hauteur, pression et énergie mécanique. La pression est associée à la hauteur d'eau entre le réservoir et la turbine ce qui est ensuite réfuté par S4_EE, comme dans l'échange suivant :

S4_TP247_EE : « Alors hauteur d'eau après, le problème c'est que, le problème c'est que la hauteur d'eau c'est... Alors je ne sais pas si... »

S4_TP248_IM : « Potentielle... Et là ça ne se dit pas Alimenter on ne dit pas comme ça, là c'est le réservoir du coup. »

S4_TP249_EE : « Oui, voilà c'est pour ça, je ne sais pas si maintenant... »

S4_TP250_IM : « hauteur d'eau c'est la hauteur entre la turbine et le niveau d'eau. »

S4_TP251_EE : « Ça, ça te donne la pression en fin de compte. »

S4_TP252_IM : « On est d'accord, c'est ça, c'est ça. »

S4_TP253_EE : « Non, non, non. Ce n'est pas, ce n'est pas bon. Ça n'intervient pas là-dedans dans la chaîne d'énergie. »

Dans un autre cas, les enseignants S1_IN et S1_IM associent colonne d'eau, pression et débit dans la chaîne d'énergie :

S1_TP82_IN : « Oui voilà, une colonne d'eau il faut. »

S1_TP83b_IM : « Et là on a une pression et un débit »

5.4.2) Analyse des résultats et des réponses des enseignants

Lors de la simulation les enseignants devaient accepter ou non en le justifiant, les modélisations des chaînes fonctionnelles d'énergie proposées par les enseignants lors des entretiens. Le tableau suivant récapitule les réponses des enseignants pour chaque modélisation :

Chaîne fonctionnelle d'énergie (CFE)	S1 (IN-IM)	S2 (IN-EE)	S3 (IMs-IM)	S4 (EE-IM)
N°1	Fausse	Juste	Fausse	Fausse
N°2	Juste	Fausse	Juste	Fausse
N°3	Juste	Fausse	Juste	Fausse
N°4	Fausse	Juste	Juste	Fausse
N°5	Fausse	Fausse	Fausse	Fausse
N°6	Fausse	Fausse	Fausse	Fausse

Tableau 49 : acceptation ou rejet des modélisations proposées dans le simulateur en fonction des couples d'enseignants

Nous pouvons constater qu'en fonction des couples d'enseignants les résultats ne sont pas les mêmes, il ne semble pas y avoir de relation entre les modèles de chaînes utilisés et leur acceptation ou de leur rejet en fonction de la discipline des enseignants. Nous, nous intéresserons aux raisons apportées par les enseignants lors de la simulation croisée :

CFE	S1 (IN-IM)	S2 (IN-EE)	S3 (IMs-IM)	S4 (EE-IM)
N°1	travail remplacé par énergie	Wm devrait être de l'énergie potentielle pour le reste c'est correct	A la sortie du réservoir on récupère une énergie hydraulique	Réservoir : stocker : ok Turbine: transmettre Génératrice: convertir Transformateur: adapter Pylône + câble: transporter
N°2	c'est exact	car ne représente pas toutes les transformations d'énergie	précisez la nature de l'énergie potentielle	Alimenter : réservoir Transmettre : turbine Convertir: l'alternateur
N°3	c'est plus précis	le terme alimenter devrait être remplacé par Stockage	Bonne modélisation, cohérente	Non : idem que réponse 1 et 2 Revoir les types d'énergies. Utiliser le vocabulaire commun sur les chaînes d'énergie.
N°4	c'est incomplet	un peu synthétisé	la modélisation est correcte, moins détaillée	solution qui ne respecte pas les différentes fonctions

			que le groupe précédent	d'une chaîne d'énergie habituelle
N°5	l'eau n'est pas une énergie	bien développé au début, mais la fin n'est pas assez détaillé	Comment générez-vous l'énergie électrique ?	Ne correspond pas aux fonctions habituelles de la chaîne d'énergie.
N°6	On ne convertit pas l'énergie hydraulique en énergie hydraulique	la turbine ne convertie pas en énergie électrique	il manque $W_{méca}$	Non

Tableau 50 : comparatif des arguments énoncés pour accepter ou refuser les chaînes des apprenants

Nous pouvons ainsi constater que les justifications des enseignants varient en fonction des simulations. Dans certains cas, les modélisations, sont acceptées pour une ou plusieurs raisons différentes et rejetées pour d'autres par d'autres enseignants. Ces résultats montrent que les enseignants ayant effectué cette simulation ont des critères de réussite de la tâche différents les uns des autres et que l'enseignement de la modélisation varie probablement beaucoup d'un enseignant à un autre lorsque les enseignants sont en situation réelle d'enseignement. Nous allons comparer pour chaque cas la modélisation de la chaîne fonctionnelle d'énergie.

5.4.3) Comparaison des propositions de modification des chaînes proposées dans le simulateur

La première modélisation de la chaîne fonctionnelle d'énergie est refusée par trois couples sur quatre (les enseignants S2_IN et S2_EE l'accepte mais avec une modification à apporter : énergie potentielle au lieu d'énergie mécanique). Dans un premier temps, la fonction Stocker, qui n'existe pas dans la modélisation de la chaîne fonctionnelle d'énergie (c'est la fonction Distribuer) n'est modifiée par aucun groupe dans la réponse apportée au simulateur. Il existe une contradiction au niveau de la sortie de cette fonction « Stocker » car les groupes S1, S2 et S3 ne sont pas d'accord sur le transfert de cette fonction vers la suivante ; le premier groupe rejette « W » car il s'agit de travail, ils préconisent l'emploi de l'énergie à la place, le second groupe précise qu'il s'agit d'énergie potentielle (ces deux expressions d'une information ne sont pas contradictoires nous noterons E_{pm} pour Energie potentielle mécanique dans la chaîne fonctionnelle ci-dessous). Finalement le troisième groupe propose « Energie hydraulique » en sortie de cette fonction. Le quatrième groupe apporte de nombreuses

modifications au niveau de la structure de la chaîne et notamment au niveau du bloc « Convertir » qui contient la turbine et la génératrice ; les deux sous blocs deviennent respectivement les fonctions de niveau inférieur, Transmettre et Convertir. Finalement le même groupe propose deux nouvelles fonctions qui n’existent pas : Adapter⁶³ et Transporter⁶⁴.

A titre indicatif, la chaîne fonctionnelle d’énergie suivante comporte toutes les modifications apportées par les enseignants :

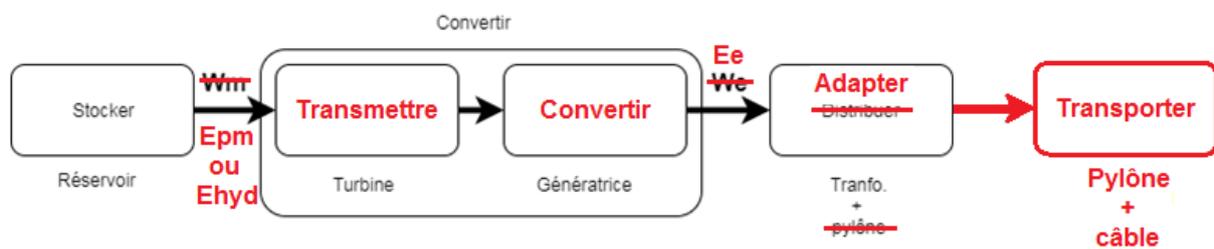


Figure 47 : ensemble des modifications apportées par les enseignants sur la première chaîne fonctionnelle d’énergie

La deuxième modélisation est acceptée par deux groupes et rejeté par les deux autres. Le groupe S1 l’accepte sans modification et le groupe S3 souhaite que la nature de l’énergie potentielle soit précisée. Le groupe S2 la rejette car la nature des « énergies » n’est pas précisée entre les blocs fonctionnels. Le dernier groupe modifie essentiellement les blocs fonctionnels comme la fonction Alimenter (Réservoir) et la fonction Transmettre (Turbine).

La représentation suivante est la somme des modifications apportées par les enseignants sur la deuxième chaîne :

⁶³ Pour S4_EE, Adapter consiste en une fonction qui converti une « énergie » en une « énergie » d’une même nature mais avec un niveau différent comme un transformateur électrique par exemple.

⁶⁴ Pour S4_EE, La fonction Transporter est le nom de la fonction qu’il faut utiliser au lieu de Transmettre, car l’ « énergie électrique » est transportée via le réseau EDF.

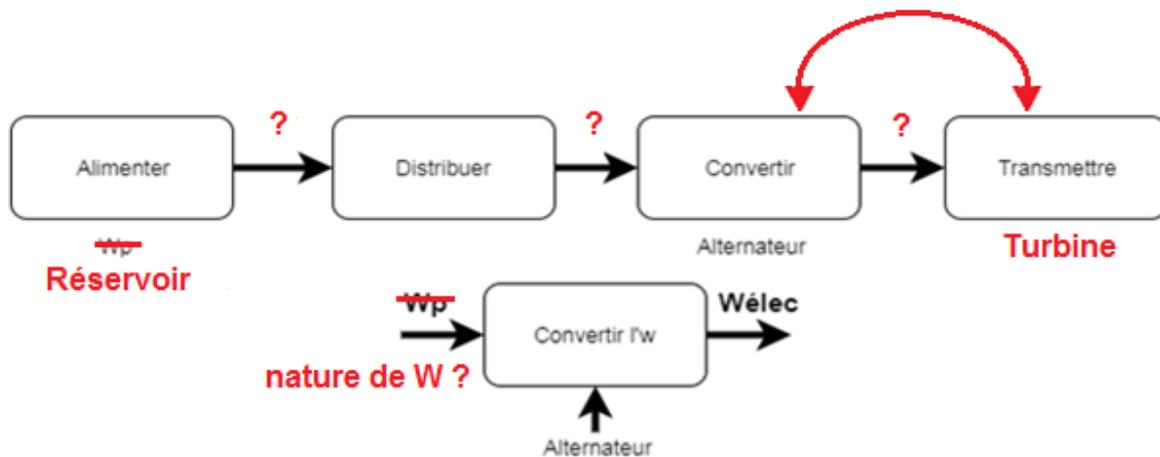


Figure 48 : ensemble des modifications apportées par les enseignants sur la seconde chaîne fonctionnelle d'énergie

La troisième modélisation est acceptée par les groupes S1 et S3 qui la trouve respectivement « précise » et « cohérente » et rejetée par les groupe S2 (qui refuse la fonction Alimenter au profit de la fonction Stockage) et S4_EE qui refuse le type d'énergie fluïdique (voir les tours de paroles S4_TP231 à S4_TP276).

La représentation suivante est la proposition de correction réalisée à l'aide des commentaires des enseignants :

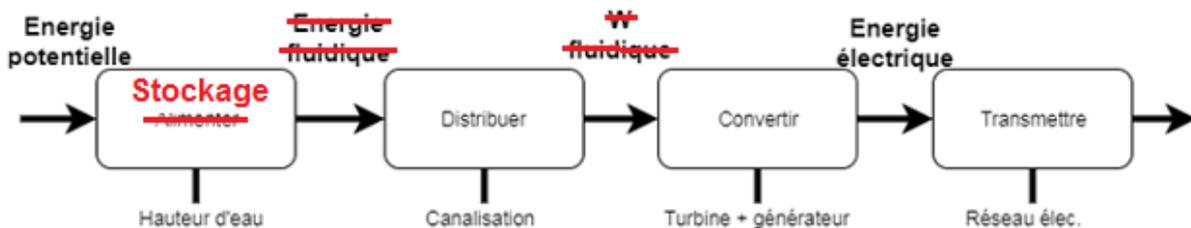


Figure 49 : ensemble des modifications apportées par les enseignants sur la troisième chaîne fonctionnelle d'énergie

La quatrième chaîne est également acceptée par deux groupes et rejeté par les deux autres. Les deux groupes qui l'accepte stipulent qu'elle est « un peu synthétisée » ou « moins détaillée que le groupe précédent ». A contrario le premier groupe S1 rejette cette modélisation car elle est incomplète. Le dernier groupe la rejette également car elle ne respecte pas les fonctions de la chaîne d'énergie. Les commentaires réalisés par les enseignants pour les réponses de la simulation ne permettent pas de réaliser une proposition de correction.

La cinquième modélisation est rejetée par l'ensemble des simulations ; Le groupe S1 refuse la représentation car l'eau en entrée du système n'est pas une énergie, le second et le troisième groupe rejettent la chaîne car elle manque de détail(s) et notamment au niveau de la génération de « l'énergie électrique » par le groupe S3. Finalement le groupe S4 rejette la chaîne car les fonctions ne correspondent pas «aux fonctions habituelles de la chaîne d'énergie » alors que les fonctions Alimenter, Distribuer et Convertir ont déjà été acceptées par S4.

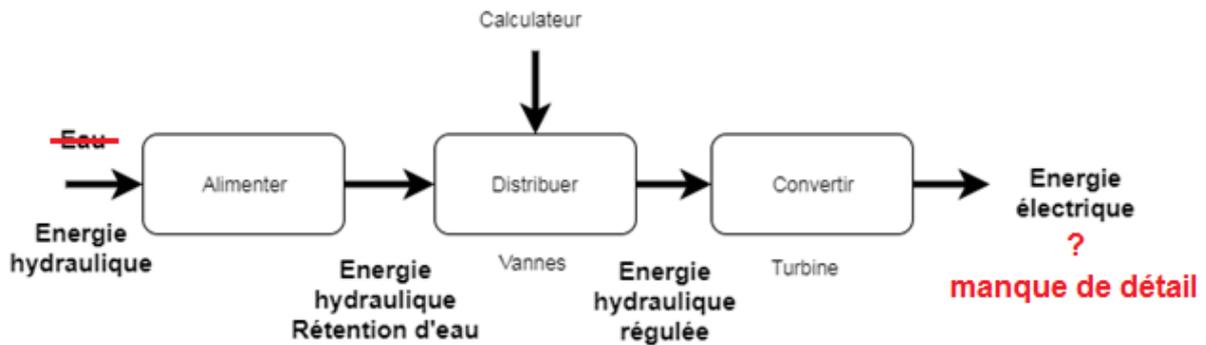


Figure 50 : ensemble des modifications apportées par les enseignants sur la cinquième chaîne fonctionnelle d'énergie

La dernière représentation est également rejetée par l'ensemble des groupes de simulation. Le premier groupe rejette la possibilité d'une fonction de convertir une énergie d'une nature en une énergie de même nature mais de niveau différent, le second groupe précise que la turbine ne convertit pas en énergie électrique ce qui est approfondi par S3 qui propose « W_m » entre les deux fonctions. Le quatrième groupe rejette la modélisation sans donner d'information dans leur réponse.

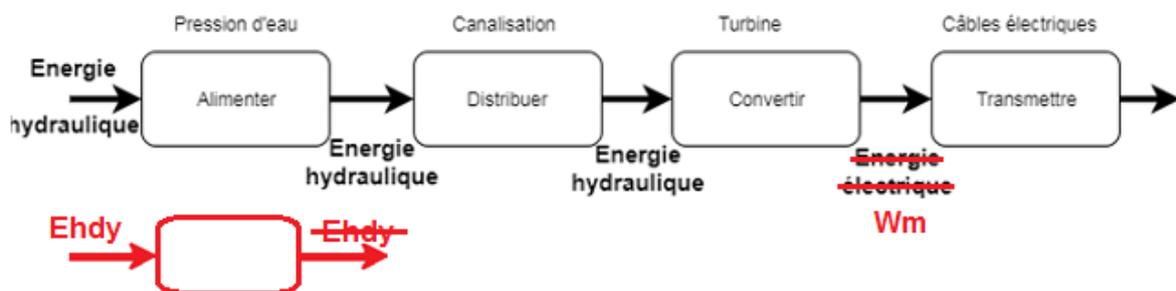


Figure 51 : ensemble des modifications apportées par les enseignants sur la sixième chaîne fonctionnelle d'énergie

Le tableau comparatif suivant propose une synthèse des modifications apportées sur les chaînes par les enseignants :

	Simulation n°1	Simulation n°2	Simulation n°3	Simulation n°4
Chaîne n°1	Rejette « W » car il s'agit de travail, préconisation de l'emploi de l'énergie	énergie potentielle au lieu d'énergie mécanique	Energie hydraulique	Ajout de Transmettre, Convertir, Adapter et Transporter
Chaîne n°2	/	La nature des « énergies » n'est pas précisée entre les blocs fonctionnels	la nature de l'énergie potentielle doit être précisée	Modification des blocs : fonction Alimenter (Réservoir) et fonction Transmettre (Turbine).
Chaîne n°3	/	Rejet de la fonction Alimenter au profit de la fonction Stockage	/	Rejet du type d'énergie fluide
Chaîne n°4	Modélisation incomplète	/	/	Ne respecte pas les fonctions de la chaîne d'énergie
Chaîne n°5	Rejet de la représentation car l'eau en entrée du système n'est pas une énergie	manque de détail(s)	manque de détail(s) : au niveau de la génération de « l'énergie électrique »	Ne correspond pas «aux fonctions habituelles de la chaîne d'énergie »
Chaîne n°6	Rejet de la conversion d'une énergie d'une nature en une énergie de même nature mais de niveau différent	La turbine ne réalise pas la conversion de l'énergie électrique	Propose « Wm » entre les deux fonctions	Rejet sans explication

Tableau 51 : synthèse des modifications apportées sur les chaînes proposées lors de la simulation de séance

Les critères d'acceptation et de rejets ne sont pas homogènes en fonction des simulations, par exemple, la première chaîne est rejetée à cause de l'utilisation de travail au lieu de l'énergie par l'un et rejeté pour la nature de l'énergie par deux autres.

5.4.4) Comparaison des modélisations des chaînes fonctionnelles d'énergie réalisées par les enseignants eux-mêmes

Comme nous avons pu le voir les chaînes fonctionnelles d'énergie ne sont pas analysées et ne sont pas acceptées de la même manière en fonction des enseignants. Il est également possible de voir une hétérogénéité dans l'utilisation des fonctions de la chaîne fonctionnelle, par exemple les quatre fonctions de base (Alimenter, Distribuer, Convertir et Transmettre) sont complétées de trois autres fonctions qui sont Stocker (S2 et S4), Adapter et Transporter (S4) alors que S4_EE précise dans la simulation n°4 qu'il n'a pas lieu d'ajouter de nouvelles fonctions (S4_TP314 à S4_TP321).

La première chaîne fonctionnelle d'énergie réalisée par les enseignants S1_IN et S1_IM possède les quatre fonctions standards (Alimenter, Distribuer, Convertir et Transmettre). Chaque fonction est associée à un « composant » sauf pour la fonction Alimenter qui est associée à de l'eau. Chaque bloc est relié à l'aide d'une énergie et notamment de l'énergie hydraulique et de l'énergie électrique. La chaîne est terminée par un bloc fonctionnel de besoin global. La liste suivante fait état des spécificités de cette modélisation :

- **Fonctions** : standards et associées à un composant ou un élément ;
- **Transferts** : par de l'énergie (E), utilisation de « énergie hydraulique » et « énergie électrique » dans ce cadre ;
- **Lien vers la chaîne d'information** : non ;
- **Début de la chaîne** : pas de transfert entrant ;
- **Fin de la chaîne** : bloc fonctionnel d'expression du besoin.

La modélisation suivante est la chaîne proposée par le premier groupe de simulation :

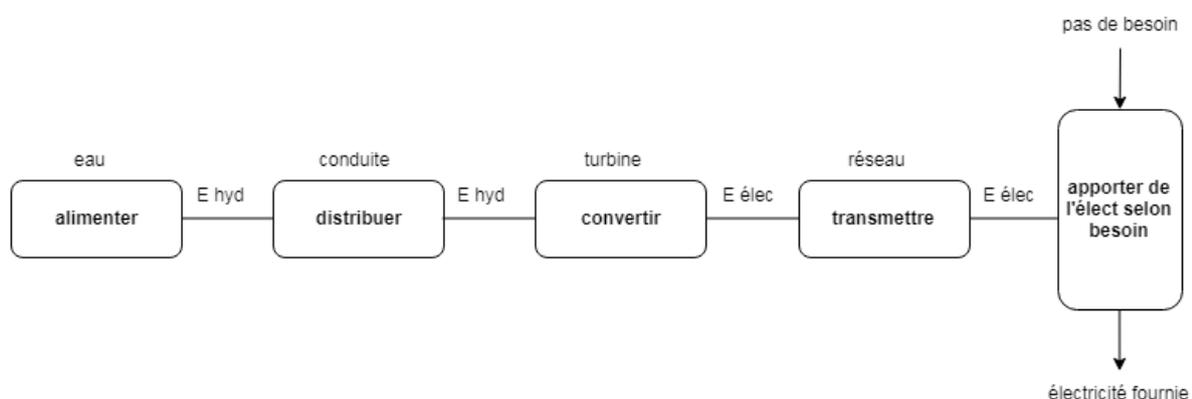


Figure 52 : chaîne fonctionnelle d'énergie proposée par IN-IM lors de la simulation croisée N°1

La seconde chaîne fonctionnelle proposée par S2_IN et S2_EE est quant à elle différente de la première ; elle possède néanmoins quatre fonctions dont deux sont identiques (Convertir) et la fonction Alimenter est remplacée par Stockage. Le raisonnement avancé par le groupe est que la turbine converti une énergie cinétique en énergie mécanique qui est transformée à son tour en énergie électrique par la génératrice. Les fonctions sont toutes associées à des composants cependant les transferts pas toujours (Eau en entrée de chaîne). La chaîne termine par un transfert vers une suite hypothétique (autre chaîne, autre système peut être). La liste suivante fait état des spécificités de cette modélisation :

- **Fonctions** : non standard pour la fonction Stockage et pour la double utilisation de la fonction Convertir. Il n’y a pas de fonction Transmettre. Les fonctions sont associées à un composant ;
- **Transferts** : par de l’énergie (échanges entre les enseignants, malgré l’utilisation de W) et de l’eau, utilisation de « énergie potentielle » et « énergie électrique » dans ce cadre ;
- **Lien vers la chaîne d’information** : non ;
- **Début de la chaîne** : par un transfert (Eau) ;
- **Fin de la chaîne** : par un transfert (énergie électrique).

La modélisation suivante est la chaîne proposée par le deuxième groupe de simulation :

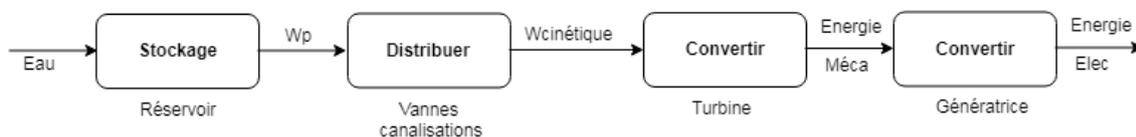


Figure 53 : chaîne fonctionnelle d’énergie proposée par IN-EE lors de la simulation croisée N°2

La troisième chaîne réalisée dans le cadre de la simulation S3, possède les quatre fonctions standards, la fonction Convertir est découpée en deux sous fonctions. Chaque fonction est associée à un composant. Les transferts entre les fonctions sont de l’énergie sauf pour le transfert en entrée car il s’agit de l’eau. La chaîne se termine par une expression du besoin incomplète.

La liste suivante fait état des spécificités de cette modélisation :

- **Fonctions** : standards, toutes les fonctions sont associées à un composant. La fonction Convertir est décomposée en deux autres sous-fonctions Convertir de niveau inférieur (turbine et génératrice) ;

- **Transferts** : par de l'énergie (échanges entre les enseignants, malgré l'utilisation de W) et de l'eau, utilisation de « énergie potentielle » et « énergie électrique » dans ce cadre ;
- **Lien vers la chaîne d'information** : oui, ordre via le composant vanne ;
- **Début de la chaîne** : par un transfert (Eau) ;
- **Fin de la chaîne** : bloc fonctionnel d'expression du besoin (non complété).

La modélisation suivante est la chaîne proposée par le troisième groupe de simulation :

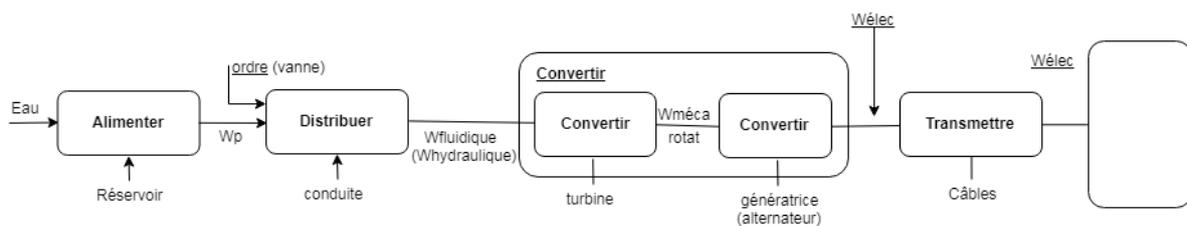


Figure 54 : chaîne fonctionnelle d'énergie proposée par IMs-IM lors de la simulation croisée N°3

Lors de la quatrième simulation croisée les enseignants S4_EE et S4_IM ne sont pas d'accord sur la manière de modéliser la chaîne fonctionnelle d'énergie, ils représentent alors une chaîne par enseignant.

La liste suivante fait état des spécificités de la modélisation de la chaîne fonctionnelle d'énergie proposée par S4_EE :

- **Fonctions** : non standard pour les fonctions Adapter et Transporter (pointillés) et pour l'interversion des fonctions Transmettre et Convertir. Les fonctions sont toujours associées à un composant ;
- **Transferts** : par de l'énergie (échanges entre les enseignants, malgré l'utilisation de W), utilisation de « énergie potentielle mécanique » et « énergie électrique » dans ce cadre ;
- **Lien vers la chaîne d'information** : non ;
- **Début de la chaîne** : par un transfert (Energie mécanique potentielle) ;
- **Fin de la chaîne** : par un transfert (Energie électrique).

La liste suivante fait état des spécificités de la modélisation de la chaîne fonctionnelle d'énergie proposée par S4_IM :

- **Fonctions** : standards, toutes les fonctions sont associées à un composant. La fonction Convertir est deux fois mais est associée avec une accroche avec un « ? » (turbine et alternateur) ;
- **Transferts** : par de l'énergie (échanges entre les enseignants, malgré l'utilisation de W), utilisation de « énergie potentielle » et « énergie électrique » dans ce cadre ;
- **Lien vers la chaîne d'information** : non ;
- **Début de la chaîne** : par un transfert (Energie potentielle) ;
- **Fin de la chaîne** : bloc fonctionnel d'expression du besoin (non complété) ou une fonction non complétée (impossible de savoir).

Sur la représentation suivante nous pouvons voir les deux modélisations de la chaîne d'énergie proposées par les enseignants de la simulation 4 :

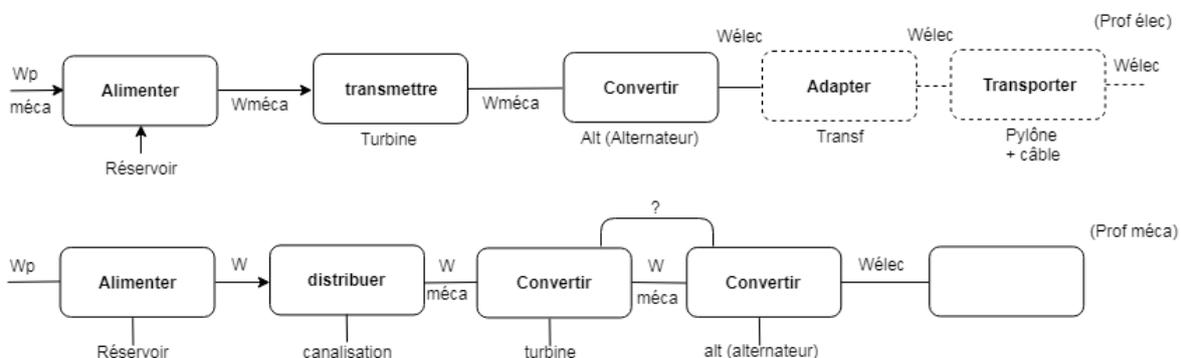


Figure 55 : chaînes fonctionnelles d'énergie proposées par EE-IM lors de la simulation croisée N°4

Les représentations sont très différentes les unes des autres il existe néanmoins certaines similitudes et constantes dans les modélisations, le tableau suivant récapitule, pour chaque simulation, les différences et les points communs :

Caractéristiques des chaînes	S1	S2	S3	S4	
				EE	IM
Les blocs fonctionnels de la chaîne					
Utilisation des 4 fonctions de base	Oui	Non	Oui	Non	Non
Nombre de fonctions dans une chaîne	4	4	4	5	4
Modification du nom des fonctions	Non	Oui	Non	Oui	Non
Respect de l'ordre des fonctions	Oui	Oui	Oui	Non	Oui
Présence du nom du composant associé au bloc	Non	Oui	Oui	Oui	Oui

La même fonction est utilisée plus d'une fois	Non	Oui	Oui	Non	Oui
Présence d'une sous-fonction	Non	Non	Oui	Non	Non
Présence d'un lien vers la chaîne d'information	Non	Non	Oui	Non	Non
Les transferts au sein de la chaîne					
Les transferts sont décrits par chaleur, travail et rayonnement	Non	Non	Non	Non	Non
Les transferts sont décrits par de l'énergie	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Utilisation de « W » pour de l'énergie	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
L'énergie potentielle est associée au transfert	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
L'énergie électrique est associée au transfert	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Utilisation des termes « Energie hydraulique » ou « fluide »	Oui	Non	Oui	Non	Non
Les débuts et les fins des chaînes					
Bloc de fonction en début de chaîne	Oui	Non	Non	Non	Non
Bloc de fonction en sortie de chaîne	Non	Non	Non	Non	NE

Tableau 52 : différences entre les modélisations proposées lors des simulations croisées.

5.4.5) Synthèse des comparaisons

Nous avons pu voir au travers de cette étude de nombreuses divergences (utilisation de « W », l'ordre des fonctions de la chaîne, l'utilisation de toutes les fonctions lors d'une modélisation) mais également, de manière générale, sur le rapport à l'énergie des différents enseignants ayant participé à cette recherche. Que ce soit au niveau de la manière de représenter les chaînes fonctionnelles de l'énergie, de les interpréter et de les corriger ou encore sur les définitions des concepts énergétiques qui gravitent autour de ce type d'activité de modélisation ; il existe quasiment autant de représentations du modèle du barrage que d'enseignants pour l'enseigner : ce qui permet en partie de répondre à la question de recherche n°1, la définition de l'énergie et la modélisation de la chaîne fonctionnelle d'énergie des enseignants de SII sont-elles impactées par leur spécialité et leur vécu ?

Pour approfondir il est possible de calculer le pourcentage d'accord des enseignants en fonction des caractéristiques des chaînes fonctionnelles d'énergie :

Taux d'accords des enseignants	1 (100%)	0,8 (80%)	0,6 (60%)
Nombre de caractéristiques	3/16	9/16	4/16
Pourcentage d'accord	18,75%	56,25%	25%

Tableau 53 : répartition des taux d'accord des enseignants en fonction des caractéristiques de la chaîne fonctionnelle d'énergie

Les enseignants tombent rarement d'accord sur les caractéristiques de la chaîne (18,57%, soit 3 caractéristiques sur 16 relevées) sont toutes identiques et sont relatives au transfert de l'énergie électrique, au fait que les transferts ne sont pas identifiés par du travail, de la chaleur et du rayonnement et par la description des transferts par de l'énergie.

Les enseignants de spécialité IM, caractérisent l'eau du barrage comme une énergie hydraulique ou fluïdique (Sur catégorisation de l'énergie mécanique). Les enseignants d'EE semblent mieux maîtriser l'outil et les concepts énergétiques mis en œuvre (les chaînes ne commencent pas par un transfert d'énergie, les transferts sont associés à la lettre w du travail même si ils le caractérisent par de l'énergie. Mais globalement les modélisations possèdent toutes une certaine indépendance qui n'est malheureusement pas quantifiable dans l'état car cela nécessiterait un approfondissement et un développement plus approfondi modélisations des chaînes d'énergies.

5.5) Conclusion de la simulation croisée

Cette partie de la recherche a permis de mettre en relation et de valider certaines hypothèses relevées précédemment, comme les difficultés des enseignants à enseigner le concept d'énergie et en particulier les différences entre les enseignants des différentes spécialités de Sciences de l'Ingénieur qui ne sont pas tous égaux vis-à-vis de la didactique de l'énergie. Les enseignants de spécialité Information et Numérique semblent être plus en difficulté que leurs homologues en Ingénierie Mécanique et Energie Environnement.

Dans tous les cas de figure, que les enseignants soient de la même spécialité ou non il existe de nombreuses divergences sur la compréhension du concept d'énergie et de son utilisation lors de la modélisation de chaîne fonctionnelles d'énergie puisque sur l'ensemble de cette recherche, de manière générale, les représentations du barrage hydroélectrique sont toutes différentes les unes des autres. Lors de la simulation, les acceptations et les rejets des représentations sont très variables en fonction des groupes de simulation et les explications des réponses ne sont pas toujours identiques.

La problématique qui en ressort reste la même ; que reste-t-il aux élèves qui ont plusieurs enseignants qui interviennent en Enseignement Technologique Transversal si les enseignants n'utilisent pas la même ou les mêmes méthodes de représentation ? Il est possible de répondre à cette question en analysant les acceptations et les rejets des modélisations des enseignants : une chaîne peut être pour un enseignant « exacte » et être validée et pour un autre enseignant « incomplète » est rejetée. Cette synthèse sur la simulation croisée permet de répondre à la question de recherche 1.2 relative à l'hétérogénéité de l'enseignement de l'énergie en ETT : les enseignants ne réalisent pas les mêmes lectures, corrections et propositions lors de l'étude des chaînes d'énergie.

Synthèse partielle de l'étude des déclarations des enseignants de SII

Les enseignants de Sciences Industrielles de l'Ingénieur ont des spécialités différentes et ne proviennent pas tous de la même spécialisation. De fait les résultats montrent qu'ils ne déclarent pas les mêmes niveaux de difficultés pour enseigner l'énergie en fonction de leur spécialité. Il existe des liens hypothétiques entre leur spécialité et leurs manières de définir, d'appréhender, de dispenser les concepts relatifs à l'énergie. Les enseignants de spécialité IN déclarent être les plus en difficulté, les enseignants de spécialité IM déclarent être dans une difficulté relative et les enseignants de spécialité EE déclarent être les plus à l'aise. Les déclarations des enseignants permettent de rendre compte de leur motivation à mettre en œuvre la réforme pour l'intérêt d'une approche pluridisciplinaire. En effet, les indicateurs motivationnels prépondérants sont l'intérêt professionnel, l'envie d'apprendre, la curiosité technologique et la plus-value apportée par la dimension pluridisciplinaire de cet enseignement.

6) Analyse des réponses d'élèves de terminale STI2D dans le cadre de l'enseignement de l'énergie en ETT à propos de la difficulté perçue de l'apprentissage de l'énergie

Pour étudier ces relations et répondre à la question de recherche n°3 « les élèves sont-ils impactés par la spécialité des enseignants ? », j'ai réalisé une étude complémentaire en questionnant des élèves de terminale STI2D dans le cadre de l'Enseignement Technologique Transversal. Nous verrons dans cette partie les relations liant la facilité de compréhension des élèves, déclarée sur une échelle de 1 à 5, la configuration du groupe classe quant au co-enseignement et la spécialité des enseignants, et la spécialité des élèves (EE, SIN ou ITEC). L'échantillon de la population est composé de 118 élèves de terminale des 4 spécialités de STI2D, la répartition des individus au sein du groupe étudié est la suivante : 7,62% (9 élèves) de spécialité Architecture et Construction, 31,36% (37 élèves) de spécialité Energie Environnement, 19,49% (23 élèves) de spécialité Innovation Technologique et Eco-Conception et 41,53% (49 élèves) de spécialité Système d'Information et Numérique.

Cet échantillon est composé de 13 groupes différents (groupes classes différents, configuration de classe différente, spécialité des intervenants en ETT de spécialités différentes...). Néanmoins, certains groupes peuvent avoir les mêmes configurations du point de vue des enseignants qui interviennent en ETT, les caractéristiques de ces groupes sont les suivantes :

Groupe	Spécialité des élèves	Spécialité(s) des enseignant(s)	Effectifs
1	ITEC	EE	5
2	ITEC	IM et EE	6
3	SIN	EE	11
4	SIN	IN et EE	9
5	AC	IN et EE	9
6	EE	IM et IM	16
7	SIN	IM et IM	10
8	SIN	IM et IN	6
9	ITEC	IM et IM	3
10	EE	IM et IN	10
11	SIN	IM et IM	13
12	ITEC	IM et IM	9
13	EE	IM et IM	11

Tableau 54 : répartition et caractéristiques des groupes d'élèves en fonction de leur spécialité et de celles de leurs enseignants

6.1) Corrélation entre la spécialité des élèves et leur compréhension des savoirs relatifs à l'énergie en ETT

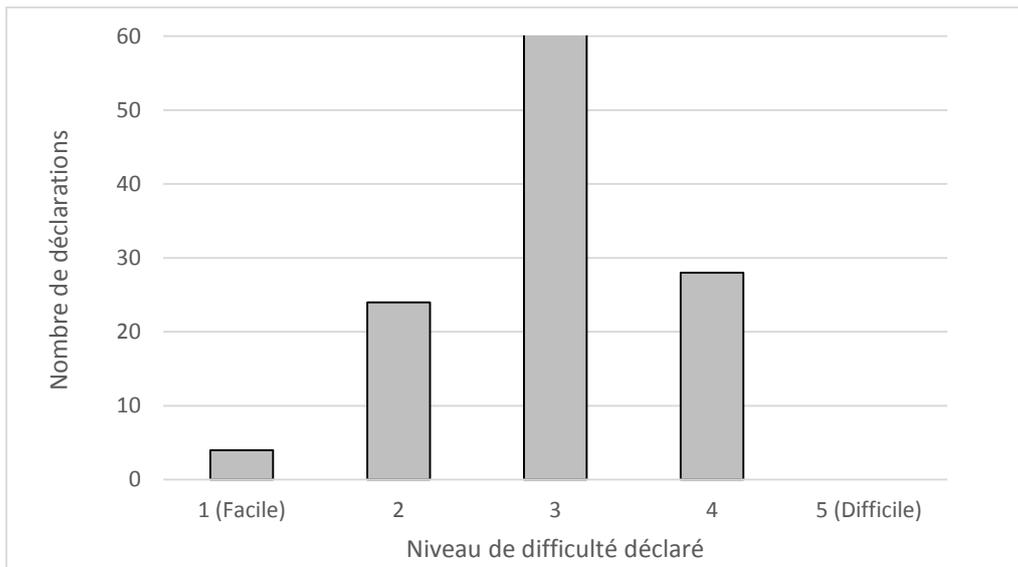
Pour savoir si la spécialité des élèves peut être mise en corrélation avec la facilité de compréhension des élèves des notions relatives à l'énergie en ETT, il est nécessaire d'analyser leurs déclarations lors des questionnaires. Le tableau suivant permet de référencer, de manière globale la répartition des réponses aux questionnaires :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Confondu	3,39% (4/118)	20,34% (24/118)	52,54% (62/118)	23,73% (28/118)	0,00% (0/118)
AC	0% (0/9)	22,22% (2/9)	55,56% (5/9)	22,22% (2/9)	0,00% (0/9)
EE	8,11% (3/37)	27,03% (10/37)	48,65% (18/37)	16,22% (6/37)	0,00% (0/37)
ITEC	0,00% (0/23)	21,74% (5/23)	34,78% (8/23)	43,48% (10/23)	0,00% (0/23)
SIN	2,04% (1/49)	14,29% (7/49)	63,27% (31/49)	20,41% (10/49)	0,00% (0/49)

Tableau 55 : déclarations des élèves de terminale quant à la difficulté de compréhension des notions relatives à l'énergie en ETT (en fonction de la spécialité des élèves)

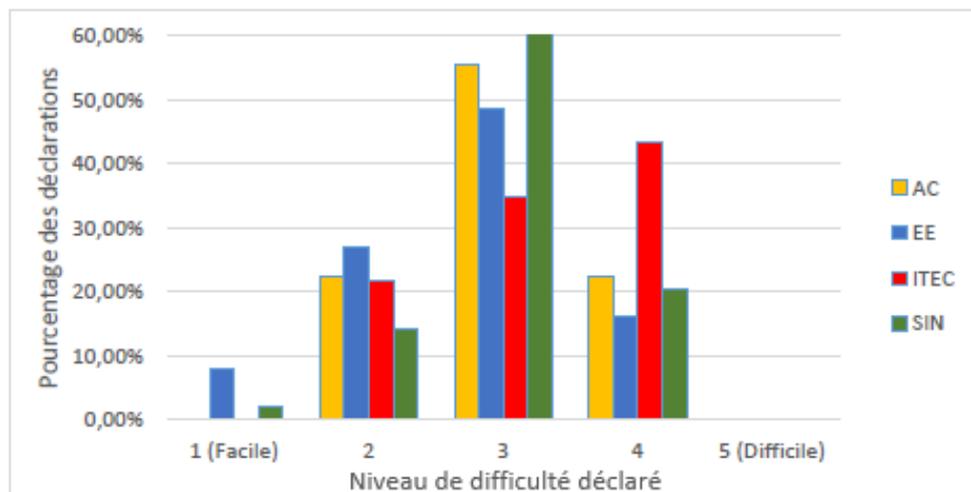
Sur l'ensemble de la population étudiée, nous pouvons constater qu'aucun individu ne se place sur un niveau de compréhension difficile, cependant 28 élèves (23,73% de l'échantillon) trouvent qu'elles sont relativement difficiles⁶⁵. La majorité des élèves se place sur le niveau intermédiaire et relativement facile (72,88% soit 86 élèves sur 118). La répartition en fonction des niveaux de difficulté est la suivante :

⁶⁵ Pour l'ensemble des déclarations au rang 4 (relativement difficile), la répartition est la suivante : 22,22% sont de spécialité AC, 16,22% sont de spécialité EE, 43,48% sont de spécialité ITEC et 20,41% sont de spécialité SIN.



Graphique 25 : répartition globale des déclarations des élèves

Le graphique suivant permet de représenter les réponses en fonction des spécialités des élèves. Nous constatons que les élèves de spécialité ITEC semblent se placer plus majoritairement sur le rang de difficulté relativement élevé (43,48% de la population ITEC, soit 10 élèves sur 23)⁶⁶. Les élèves des autres spécialités n'expriment pas de difficultés apparentes les unes par rapport aux autres.



Graphique 26 : Répartition des déclarations de difficulté des notions relatives à l'énergie en fonction de la spécialité des élèves

⁶⁶ Au vu de la taille de l'échantillon, notamment au vu du nombre de la population ITEC, les résultats sont à analyser avec beaucoup de précaution.

Comme le montre l'analyse effectuée avec le logiciel tanagra, les élèves de spécialité ITEC se détachent le plus de la situation d'indépendance⁶⁷ avec un écart de +29% sur le niveau relativement difficile et un écart de -11% sur le niveau intermédiaire, sans pour autant que cet écart soit significatif (p=0,1633). Cela pourrait laisser entendre que les élèves de spécialité ITEC se situent davantage sur des niveaux élevés que sur des niveaux intermédiaires comme le reste de la population étudiée.

		Results							
Row (Y)	Column (X)	Statistical indicator		Cross-tab					
		Stat	Value		AC	EE	IM	IN	Sum
Difficulté	Spécialité	d.f.	9	Relativement facile	2	10	5	7	24
		Tschuprow's t	0,191517		(+ 0 %)	(+ 6 %)	(+ 0 %)	(- 7 %)	
		Cramer's v	0,191517	Intermédiaire	5	18	8	31	62
		Phi ²	0,110037		(+ 0 %)	(- 1 %)	(- 11 %)	(+ 8 %)	
		Chi ² (p-value)	12,98 (0,1633)	Relativement difficile	2	6	10	10	28
		Lambda	0,035714		(- 0 %)	(- 7 %)	(+ 29 %)	(- 2 %)	
		Tau (p-value)	0,0406 (0,1135)	Facile	0	3	0	1	4
		U(R/C) (p-value)	0,0491 (0,1652)		(- 2 %)	(+ 19 %)	(- 6 %)	(- 2 %)	
			Sum	9	37	23	49	118 100%	

Figure 56 : déclarations des difficultés de compréhension de l'énergie en ETT en fonction de la spécialité des élèves (Réalisé à l'aide du logiciel Tanagra v1.4.50)

Pour approfondir la piste des difficultés des élèves de spécialité ITEC, nous pouvons regrouper les niveaux intermédiaires et relativement faciles (qui ne représentent pas forcément des problèmes importants de compréhension) pour voir si la tendance semble se confirmer. La simulation avec le logiciel Tanagra, nous montre une tendance qui semble confirmer notre précédente constatation mais avec un coefficient p-value supérieur à 0,05.

⁶⁷ Situation d'indépendance : La spécialité des élèves n'influe pas sur la compréhension des notions relatives à l'énergie en Enseignement Technologique Transversal.

Results									
Row (Y)	Column (X)	Statistical indicator		Cross-tab					
		Stat	Value		AC	EE	IM	IN	Sum
Difficulté	Spécialité	d.f.	3	Facile ou satisfaisant	7 (+ 0 %)	31 (+ 4 %)	13 (- 18 %)	39 (+ 1 %)	90
		Tschuprow's t	0,177240		Relativement difficile	2 (- 0 %)	6 (- 14 %)	10 (+ 59 %)	10 (- 4 %)
		Cramer's v	0,233261	Sum		9	37	23	49
		Phi ²	0,054411						
		Chi ² (p-value)	6,42 (0,0929)						
		Lambda	0,000000						
		Tau (p-value)	0,0544 (0,0951)						
		U(R/C) (p-value)	0,0456 (0,1167)						

Figure 57 : déclarations des difficultés de compréhension de l'énergie en ETT regroupées en fonction de la spécialité des élèves (Réalisé à l'aide du logiciel Tanagra v1.4.50)

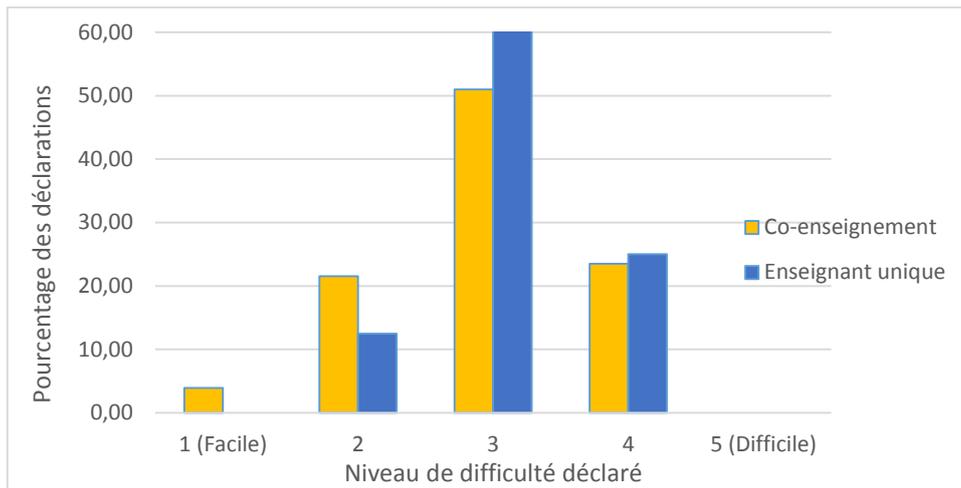
D'après cette étude, il n'y a pas de lien significatif entre le niveau de difficulté déclarée et la spécialité de l'élève.

6.2) Le co-enseignement en ETT : facteurs de compréhension des élèves

Le co-enseignement en Enseignement Technologique Transversal est une pratique relativement courante (répartition des services au sein des établissements, configuration des laboratoires...). Plusieurs enseignants, pouvant avoir des spécialités différentes, interviennent sur le volume horaire d'ETT de la classe (deux enseignants en même temps lors des activités de laboratoires, un enseignant en activité de laboratoire et un en cours, d'autres formules sont également possibles). Notre échantillon de population est composé à 86,44% (102 sur 118) d'élèves dans une telle configuration. Le tableau suivant montre les résultats des réponses en fonction de la situation de co-enseignement ou d'un intervenant unique :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Co-enseignement	3,92% (4/102)	21,57% (22/102)	50,98% (52/102)	23,53% (24/102)	0,00% (0/102)
Enseignant unique	0% (0/16)	12,50% (2/16)	62,50% (10/16)	25,00% (4/16)	0% (0/16)

Tableau 56 : répartition des niveaux de déclaration des notions relatives à l'énergie en fonction du co-enseignement ou non de l'ETT



Graphique 27 : Répartition des déclarations de difficulté des notions relatives à l'énergie en fonction d'une situation de co-enseignement

Les résultats de cette analyse permettent de dire qu'il existe, au vu des déclarations des élèves, une influence entre la situation d'apprentissage (co-enseignement ou enseignant unique) et une meilleure compréhension des élèves en fonction de cette configuration. Le coefficient p-value étant de 0,0343 et avec aucun élève ne déclarant une relative difficulté avec un enseignant unique, il nous est possible d'exprimer cette tendance comme le montre la simulation réalisée avec le logiciel Tanagra :

Results							
Row (Y)	Column (X)	Statistical indicator		Cross-tab			
Difficulté	Situation	Stat	Value		Co-enseignement	Enseignant unique	Sum
		d.f.	1				
		Tschuprow's t	0,194878	Facile ou satisfaisant	79 (- 3 %)	16 (+ 17 %)	95
		Cramer's v	0,194878	Relativement difficile	23 (+ 11 %)	0 (- 70 %)	23
		Phi ²	0,037977	Sum	102	16	118 100%
		Chi ² (p-value)	4,48 (0,0343)				
		Lambda	0,000000				
		Tau (p-value)	0,0380 (0,0350)				
		U(R/C) (p-value)	0,0646 (0,0061)				

Figure 58 : déclarations des difficultés de compréhension de l'énergie en ETT en fonction de la situation de co-enseignement ou non (Réalisé à l'aide du logiciel Tanagra v1.4.50)

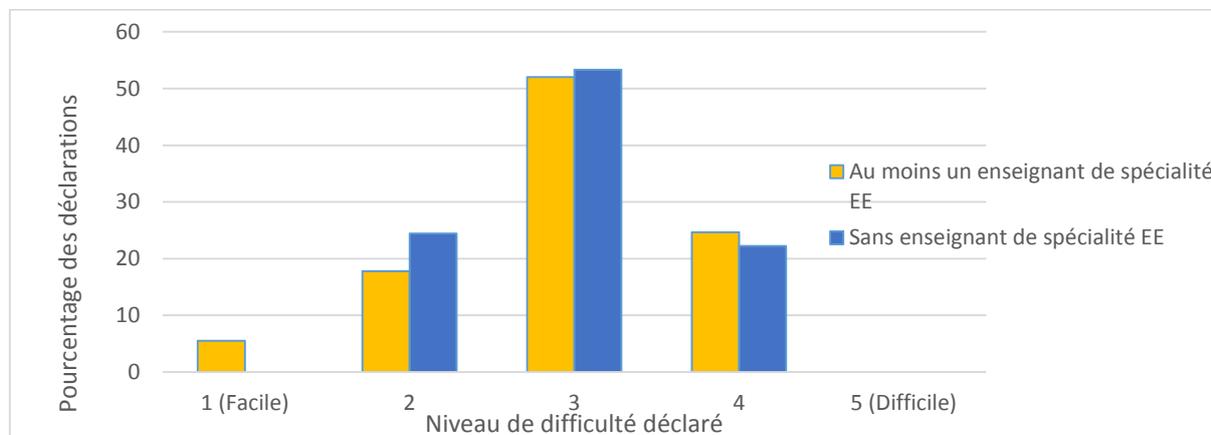
6.3) L'enseignant de spécialité EE intervenant en ETT : facteur de compréhension

Les enseignants intervenant en ETT peuvent être de l'une des quatre spécialités de SII. Pour les notions relatives à l'énergie du référentiel, la présence d'au moins un enseignant de spécialité Energie Environnement est-elle un facteur permettant une meilleure compréhension de ces savoirs par les élèves ?

Le tableau et le graphique suivant présentent les résultats en fonction de la présence ou non d'un moins un enseignant de spécialité Energie Environnement en ETT :

	1 (Facile)	2	3	4	5 (Difficile)
Au moins un enseignant de spécialité EE	0% (0/45)	24,44% (11/45)	53,33% (24/45)	22,22% (10/45)	0% (0/45)
Pas d'enseignant de spécialité EE	5,48% (4/73)	17,81% (13/73)	52,05% (38/73)	24,66% (18/73)	0% (0/73)

Tableau 57 : difficulté de compréhension des notions relatives à l'énergie en fonction de la présence ou non d'un enseignant de spécialité EE en ETT



Graphique 28 : pourcentages de déclarations des élèves en fonction de la présence ou non d'un enseignant de spécialité EE en ETT

Comme le montre les données recueillies et la simulation avec le logiciel Tanagra, ces résultats ne permettent pas de dire qu'il existe un lien entre les déclarations des élèves et la présence d'un enseignant de spécialité EE en ETT (coefficient p-value de 0,76) car les proportions de déclarations entre les deux situations sont quasiment homogènes.

				Results				
Row (Y)	Column (X)	Statistical indicator		Cross-tab				
Difficulté	Situation	Stat	Value		Au moins un enseignant de spécialité EE	Sans enseignant de spécialité EE	Sum	
		d.f.	1					
		Tschuprow's t	0,027805					
		Cramer's v	0,027805					
		Phi ²	0,000773					
		Chi ² (p-value)	0,09 (0,7626)	Facile ou satisfaisant	35 (+ 15 %)	55 (- 9 %)		90
		Lambda	0,000000	Relativement difficile	10 (- 47 %)	18 (+ 29 %)		28
		Tau (p-value)	0,0008 (0,7636)	Sum	45	73		118
		U(R/C) (p-value)	0,0007 (0,7619)					100%

Figure 59 : déclarations des difficultés de compréhension de l'énergie en ETT en fonction de la présence d'un enseignant de spécialité EE en ETT (Réalisé à l'aide du logiciel Tanagra v1.4.50)

6.4) Entretiens avec les élèves

Cette analyse des entretiens avec les élèves de terminale a pour but de faire ressortir la nature des difficultés et le mode d'expression de la spécialité de leur enseignant. Pour cette analyse nous allons comparer entre elles toutes les expressions de difficultés des élèves.

6.4.1) Nature des difficultés

La représentation heuristique suivante présente, en fonction de la spécialité des élèves, l'expression de leurs difficultés à appréhender les notions relatives à l'énergie.

En comparant les déclarations des élèves de spécialité EE et de spécialité SIN et ITEC, nous pouvons voir qu'il existe une différence significative. Les élèves de spécialité SIN et les élèves de spécialité ITEC expriment une relative difficulté de compréhension : « c'est assez compliqué », « sur la globalité c'est compliqué », « c'est assez difficile quand même ».

Pour les élèves de spécialité EE, l'enseignement de l'énergie en ETT est plus simple que pour les élèves d'enseignement d'autres spécialités « en EE c'est le principal sujet », « on va survoler en ETT ». Les autres élèves trouvent que les activités relatives à l'énergie en ETT sont relativement théoriques et ne portent pas suffisamment sur des aspects plus pratiques : « Je pense que ça serait plus pratique justement d'avoir un système devant nous et d'avoir quelque chose de plus concret », « généralement c'est théorique », « on ne voit pas trop comment ça fonctionne ». Les élèves des deux spécialités ITEC et SIN expriment des difficultés et notamment sur les mêmes aspects de l'enseignement de l'énergie en ETT, ce constat rejoint

l'analyse statistique réalisée précédemment montre que les élèves d'ITEC mais aussi de spécialité SIN expriment une certaine complexité d'appréhension des notions d'énergie. Cet aspect est particulièrement visible au niveau de l'appréhension du fonctionnement réel « On ne voit pas trop comment ça fonctionne en vrai » mais également au niveau de la théorisation des concepts et des calculs associés « Il y a beaucoup de formules à connaître et il y en a tellement que je ne sais pas trop laquelle il faut utiliser à chaque fois ».

6.4.2) Modes d'expression de la spécialité des enseignants

Pour les élèves, la spécialité des enseignants, en particulier le fait d'être en présence d'un spécialiste EE qui intervient en ETT, ne semble pas être un facteur d'amélioration de la compréhension.

Les élèves sont divisés en deux catégories concernant l'apport d'un enseignant de spécialité EE en ETT ; certains trouvent qu'il pourrait être bénéfique : « il nous expliquerait plus », « quelqu'un qui connaîtrait que le sujet-là », « ça donnerait une approche [...] plus intéressante ». Un élève stipule que l'intérêt ne résiderait que dans les activités relatives à l'énergie « Pour les TP, enfin les TD d'ETT ou ça parle de EE oui mais sinon... », un autre élève pense qu'il serait plus judicieux d'avoir un enseignant de la même spécialité que les élèves « un prof d'ETT par exemple pour nous ITEC il était en ITEC et un autre prof pour les SIN en SIN ».

Cette étude montre qu'il existe des disparités entre les élèves de spécialité EE et les élèves des autres spécialités. Dans l'ensemble, les élèves déclarent que les activités sont plutôt théoriques en ETT ce qui peut être un frein à la compréhension de certaines notions. Globalement les élèves pensent qu'un professeur de spécialité EE pourrait permettre une plus-value en ETT lors des enseignements relatifs à l'énergie.

6.5) Conclusion de l'étude des difficultés des élèves

Cette étude, réalisée sur un échantillon de 118 élèves de terminale STI2D, montre que les trois facteurs énoncés (spécialité des élèves, situation de co-enseignement et spécialité des enseignants) influent de différentes manières sur la compréhension déclarée des élèves. Le caractère abstrait du concept d'énergie et l'ensemble des formules (qui sont difficiles à utiliser par les élèves car trop abstraites) sont les natures des difficultés exprimées par les élèves. La nature théorique des activités semble être une difficulté pour les élèves et l'analyse de cas concrets pourrait donc faciliter la compréhension de ces notions.

Synthèse partielle de l'étude des déclarations des élèves de STI2D

Les élèves de STI2D déclarent des niveaux de difficultés variables vis-à-vis de l'apprentissage de l'énergie en ETT. Bien qu'aucune relation concrète n'ait pu être extraite de cette étude entre la spécialité des élèves et les difficultés déclarées, il ressort lors des entretiens que l'approche pédagogique employée est plus théorique en ETT qu'en EE. Les résultats amènent à s'interroger sur la plus-value d'un co-enseignement en ETT.

7) Synthèse des résultats

La réforme sur baccalauréat STI de 2011 a conduit à de nombreuses modifications dans la pratique professionnelle des enseignants des spécialités industrielles comme la suppression de nombreuses disciplines au profit de quatre nouvelles spécialités. Les enseignants devant enseigner dans la filière STI2D, que ce soit dans le cadre des enseignements de spécialité ou dans le cadre de l'Enseignement Technologique Transversal, ont du faire évoluer leurs pratiques professionnelles répondre aux attentes des nouvelles prescriptions. Du point de vue de la « flexibilité », dont nous avons défini certaines caractéristiques dans de la partie théorique, et des anciens référentiels des séries STI étudiés dans cette recherche nous pouvons voir qu'il existe des variations importantes entre les prescriptions liées à l'énergie avant la réforme et après la réforme. En fonction des spécialités, les enseignants ne sont pas tous sur le même pied d'égalité vis-à-vis des concepts et modélisations relatifs à l'énergie (certains enseignants n'ont jamais eu à enseigner une notion relative à l'énergie avant 2011).

Les résultats de notre étude montrent que, selon les déclarations des enseignants, l'enseignement de l'énergie n'est pas la thématique la plus difficile à enseigner. Selon les spécialités des enseignants, ces derniers semblent plus à l'aise avec les savoirs qui font partie de leur culture technologique et sont plus en difficulté avec les savoirs issus des autres disciplines. Le reste de l'étude montre néanmoins que les enseignants rencontrent de nombreuses difficultés à enseigner les notions d'énergie. En effet, du point de vue didactique, les notions relatives à l'énergie sont généralement réinterprétés par les enseignants et/ou mal connues, ce qui semble générer des difficultés lors de la modélisation de la chaîne fonctionnelle d'énergie et lors d'échanges entre les enseignants (confusion entre des concepts et notion physique, contradictions entre les propos des enseignants). En analysant les référentiels, nous avons vu que les enseignants n'ont pas tous le même vécu vis-à-vis de l'enseignement de l'énergie. L'analyse globale des données recueillies montre également que les enseignants ne se placent pas eux-mêmes au même niveau de compréhension des concepts liés à l'énergie et, dans certains cas de figure, se rangent tout simplement à l'avis de leur collègue comme lors des simulations croisées, même si parfois, le contenu est discutable du point de vue didactique ou scientifique. Ces éléments nous permettent de répondre par l'affirmative à la première question de recherche « La pratique enseignante considérée sera-t-elle impactée par la spécialité et le vécu de l'enseignant vis-à-vis de l'énergie ? ».

Les entretiens avec les enseignants permettent de valider les paramètres de flexibilité établis précédemment. Ainsi les premières hypothèses relatives aux perceptions de la discipline, de l'environnement de travail, des performances des enseignants, de l'expérience et de l'accompagnement lors de la réforme peuvent être des freins ou des moteurs pour les

enseignants en fonction de la nature de la configuration dans l'établissement scolaire (équipes pédagogiques, travail d'équipe ou encore la direction de l'établissement) qui sont les facteurs énoncés par les enseignants pour la deuxième question de recherche « Quels sont les critères d'adaptabilité des enseignants ? ».

La dernière question de recherche « Les élèves sont-ils impactés ? » trouve ici des réponses sous forme de tendances quant aux difficultés exprimées par les élèves en fonction de leurs spécialités. Une légère tendance montre que les élèves de la spécialité Innovation Technologique et Eco-Conception sont moins à l'aise avec les notions liées à l'énergie. Indépendamment de ce résultat, une question reste entière : savoir si un enseignement plus homogène de l'énergie en ETT ne serait pas plus efficace du point de vue de l'apprentissage des élèves ? Ce manque d'homogénéité dans l'enseignement de l'énergie en ETT peut s'exprimer, voir même se mesurer, à travers le taux d'acceptations contre les rejets de certaines modélisations : pour un enseignant une chaîne peut être « exacte » et être validée alors qu'elle sera pour un autre enseignant « incomplète » et rejetée.

Partie 3

Conclusion

Au travers de cette recherche nous avons pu voir que les trois questions de recherche s'articulaient entre elles, autant pour les aspects théoriques que pour les résultats. La première question de recherche relative à l'activité des enseignants de Sciences Industrielles de l'Ingénieur trouve certains éléments de réponse au travers de l'analyse des référentiels de l'ancienne série STI. Les enseignants, en fonction de leur spécialité, n'ont pas appliqué la même prescription en particulier pour les thématiques liées à l'énergie puisque certains n'avaient pas à l'enseigner. De plus nous avons vu grâce à l'étude statistique des questionnaires que les enseignants ne se positionnent pas de la même manière au niveau de la difficulté d'enseignement en fonction de leur spécialité, et nous pouvons même dire que les enseignants de spécialité Information et Numérique se déclarent comme étant plus en difficulté que les enseignants de spécialité Ingénierie Mécanique et Energie Environnement. Lors des entretiens avec les enseignants nous avons pu voir qu'il existait également une différence au niveau de leur parcours enseignant et de leur environnement de travail : selon la spécialité des enseignants certains savoirs étaient transférables de STI vers STI2D et certains enseignaient qui intervenaient en S-SI avaient l'habitude du travail transdisciplinaire. Finalement le simulateur de séance a permis d'appuyer ces éléments en montrant que les enseignants ne se « comportent » pas de la même manière en fonction de leur spécialité et, dans certains cas, ils l'énoncent clairement même lors de la simulation. Les enseignants de spécialité Information et Numérique sont amenés à exprimer plus de demandes à leur binôme pour comprendre ou pour répondre à une question et à exprimer moins d'assertions contrairement aux enseignants de la spécialité Énergie Environnement. Nous avons pu montrer également des différences entre la spécialité des enseignants sur la manière de définir l'énergie. Il est alors possible de répondre par l'affirmative à la première question de recherche « La pratique enseignante sera-t-elle impactée par la spécialité et le vécu de l'enseignant vis-à-vis de l'énergie ? ». Il existe des différences entre les enseignants des différentes spécialités notamment au niveau de la difficulté d'enseignement ressentie ce qui peut faire le lien entre d'une part, la perception de la discipline et son vécu (avant la réforme) et d'autre part, la redéfinition de la tâche lors des entretiens et des simulations croisées.

La deuxième question de recherche « Quels sont les critères d'adaptabilité des enseignants ? » trouve également certains éléments de réponses grâce aux entretiens réalisés avec les

enseignants qui définissent eux-mêmes ce qui leur a permis de passer de la prescription STI vers la STI2D lors de la réforme de 2011. Nous avons pu déterminer un certain nombre de freins et de moteurs dans cette adaptation des enseignants à l'évolution de leur cadre de travail : le matériel et l'environnement de travail (salle opérationnelle ou non avec du matériel adapté ou non), les équipes pédagogiques (seul dans la discipline, travail d'équipe ou pas), l'équipe de direction (compréhensive ou non, à l'écoute ou non), l'ampleur de la réforme du point de vue des nouveaux savoirs (la plupart des enseignants interviewés l'estiment trop lourde et déclarent qu'ils n'avaient pas les connaissances nécessaires) mais également l'âge et la volonté d'accepter le changement sont des critères importants relevés par les enseignants. Ces éléments se croisent avec la description de flexibilité établie dans la partie théorique de cette recherche car les items relatifs à l'environnement de travail, les perceptions de la discipline, les efforts consentis, la capacité et l'expérience de l'individu sont communs aux déclarations des enseignants et à la définition de la flexibilité.

L'étude menée sur un échantillon d'élèves de terminale n'a pas permis de montrer qu'il existait un lien entre leur spécialité et leur difficulté de compréhension des notions relatives à l'énergie (p-value trop faible). Cette question ne peut pas réellement trouver de réponse dans ce travail et pourrait faire l'objet d'une étude plus approfondie par la suite (voir dans les perspectives). Pour la question de recherche « Les élèves sont-ils impactés ? », cette étude n'a pas permis de montrer des écarts en fonction de la spécialité des élèves, mais je considère néanmoins qu'il existe des pistes de réflexions permettant d'améliorer l'homogénéité de l'enseignement de l'énergie en STI2D qui pourraient être profitables pour tous les élèves, quelle que soit leur spécialité.

Cette recherche permet également de faire le lien entre la mise en œuvre de l'enseignement de l'énergie en ETT par les enseignants et la redéfinition de la tâche (Leplat et Hoc, 1983 ; Simar et al., 2014 ; Clot et Faïta, 2000 ; Goigoux, 2007). Les enseignants de différentes spécialités réalisent de différentes manières la prescription en mobilisant des conceptions différentes ou des méthodes différentes (utilisation du concept de travail ou d'énergie, énergie électrique au lieu de travail électrique par exemple), ce qui peut générer une difficulté de compréhension pour les apprenants par le manque de consensus sur la terminologie employée.

De plus cette thèse fait également le lien entre les travaux sur la motivation au travail de Blais et al. (1993) et les différences d'opérationnalisation des savoirs prescrits en fonction de la spécialité des enseignants. Il existe des préférences chez les enseignants pour les activités liées à leur discipline qui peuvent impacter leur pratique (méthodologie, méthode de travail spécifique, utilisation des laboratoires techniques, outils de simulation par exemple) : comme

le montre Herzberg (1971), qui expliquait que la nature du travail a une influence sur la motivation de l'individu.

Cette recherche se centre sur l'explication des relations entre la spécialité des enseignants et la mise en œuvre d'un seul savoir enseigné en ETT : l'énergie. Elle peut être transposée à d'autres enseignements transversaux comme des concepts relatifs à la matière et à l'information. Cette étude a permis d'identifier un grand nombre de facteurs qui vont influencer l'enseignement de l'énergie en ETT sans pour autant tous les identifier. En effet les expériences dans le secteur privé par exemple n'ont pu être identifiées dans le recueil de données. L'échantillon utilisé dans cette thèse une étude est qualitatif et amène à exprimer des tendances. (25 enseignants ont répondu au questionnaire, 6 ont effectué un entretien, 8 ont réalisé des simulations croisées et 118 élèves de terminale ont répondu au questionnaire).

Partie 4

Perspectives

Ce travail de thèse s'inscrit dans le contexte de changement de prescription de l'enseignement technologique de 2011. En 2021 aura lieu une nouvelle réorganisation de la prescription en STI2D qui apportera de nouvelles adaptations des référentiels et de nouveaux contenus à mettre en œuvre par les enseignants de SII. Dans ce contexte il semble pertinent de développer de nouvelles recherches, en considérant les résultats de ce travail. Notre recherche a montré que la spécialité des enseignants influence leur activité dans un contexte d'enseignement de l'énergie. Il semble donc pertinent de s'interroger sur l'influence de la spécialité des enseignants quant à l'enseignement des autres thématiques liées à l'enseignement technologique (informatique, architecture, ingénierie mécanique). Par ailleurs, la simulation croisée a été utilisée dans cette thèse pour mieux saisir les différences d'activité selon la spécialité des enseignants. La simulation croisée pourrait être utilisée à des fins de formation (Morge et al, 2009), lors de l'accompagnement à la réforme. En effet ces dispositifs sont connus pour leur fort intérêt au développement de la posture réflexive attendue chez les enseignants.

Suite à cette recherche, un nouvel axe peut être développé : l'analyse de l'appréhension, par les enseignants, des concepts technologiques et de certaines notions du référentiel (autres que l'énergie). Cette recherche n'étudiant que la partie « énergie » des programmes d'Enseignement Technologique Transversal, il serait légitime de questionner le rapport qu'ont les enseignants de spécialité Energie Environnement à l'enseignement des notions relatives aux réseaux informatiques, aux protocoles de communications et à la programmation informatique ou encore de voir si les enseignants de spécialité Ingénierie Mécanique sont à l'aise avec d'autres notions des larges champs technologiques balayés par le programme.

Cet axe de recherche est d'autant plus important à l'approche de la nouvelle prescription en STI2D : la réforme 2021 refond de nouveau les champs technologiques mis en place en 2011.

L'étude de la simulation croisée à l'aide d'un simulateur de séance peut donc prendre une nouvelle dimension avec la nouvelle réforme de l'enseignement technologique de 2021. La simulation croisée pourrait être utilisée dans le cadre de la formation des enseignants sur des séances en Innovation Technologique (IT) en Ingénierie et Développement Durable (I2D) et en Innovation et Développement Durable (2I2D) en STI2D. La nouvelle organisation des référentiels des enseignements abroge les référentiels d'ETT et de spécialité. Ces modifications majeures pourraient être analysées pour comprendre l'adaptation des

enseignants et éventuellement pour proposer des solutions de formation pour remédier aux difficultés exprimées. Le développement d'un simulateur de séance à des fins de formation pourrait être intéressant pour la formation des enseignants dans ce nouveau contexte de réforme et de changement de prescription. Un double objectif de formation et d'accompagnement à la réforme peut alors être envisagé pour la nouvelle prescription auprès des enseignants de S2I. Dans la lignée de cette thèse, il est possible d'interroger, par exemple, l'intérêt d'un enseignement plus homogène de l'énergie. En effet, les résultats de cette recherche montrent que l'activité d'enseignement de l'énergie diffère d'un enseignant à l'autre, d'une spécialité à l'autre (EE, SIN, IM), mais aussi d'une discipline à l'autre (Physique et Technologie). Une plus grande homogénéité de l'enseignement de l'énergie serait probablement un facteur facilitateur pour l'apprentissage des élèves : quels changements technologiques et fondements scientifiques y sont associés ? Comment les enseignants peuvent faire évoluer leurs pratiques et enseigner le nouveau savoir ? De tels simulateurs, utilisables en formation initiale ou continue, pourraient alors incorporer des propositions d'élèves au lieu d'utiliser des propositions enseignantes. Des simulations croisées entre enseignants de Technologie et de Physique pourraient être proposées afin d'aider les enseignants à prendre conscience des écarts qui existent entre leurs disciplines. Le développement de simulateurs de séances peut permettre le développement de groupes de travail pluridisciplinaires dans le contexte actuel de la réforme de l'enseignement technologique qui propose de plus en plus d'enseignements pluridisciplinaires et qui offre de nombreuses possibilités de co-enseignement dans ces nouvelles matières technologiques.

Le public d'enseignants AC étant peu nombreux, ils n'ont pas pris part à cette recherche ce qui n'empêche pas de garder en tête une curiosité quant à leur éventuel positionnement. Auraient-ils déclaré des facilités ou des difficultés différentes de leurs collègues des trois autres spécialités ? Par extension, leurs champs de compétences faisant partie de la transversalité de la nouvelle prescription, ces enseignants peuvent être soumis à des difficultés qui sont actuellement non déterminées dans ce travail.

Cette recherche a montré les différences entre les modélisations des chaînes de transfert d'énergie et les modélisations des chaînes fonctionnelles d'énergie utilisées en sciences industrielles et en technologie. Dans le cadre de cette étude une proposition de chaîne compatible entre la physique et la technologie a été développée. Une piste de recherche supplémentaire pourrait être développée concernant en premier lieu les conditions d'appropriation par les enseignants de ce modèle hybride puis sur les effets de son usage sur l'apprentissage des élèves enfin sur les effets de l'activité des enseignants de Physique-Chimie et de Sciences Industrielles de l'Ingénieur

L'étude, de manière plus approfondie, des conceptions des élèves de la série STI2D est une piste supplémentaire de cette recherche. Une étude spécifique permettrait de comprendre la relation entre les spécialités des élèves et leur compréhension ou encore leurs manières de

modéliser les chaînes fonctionnelles d'énergie ou même la manière dont ils discernent les notions relatives à l'énergie.

Partie 5

Bibliographie

Arrêté du 10 juillet 1992 définissant les programmes des classes de Premières et Terminales des lycées, conduisant au baccalauréat technologique de la série Science et technologie industrielles. (1992). Ministère de l'Education Nationale de l'enseignement supérieur de la recherche et de l'insertion professionnelle. BO hors série du 24 septembre 1992.

Arrêté du 15 septembre 1993 : Spécialité Génie mécanique toutes options (1993). Ministère de l'Education Nationale de l'enseignement supérieur de la recherche et de l'insertion professionnelle. BO Spécial n°4 du 23 septembre 1993.

Arrêté du 17 mars 1994 : Epreuves du Baccalauréat Technologique à compter de la session 1995. (1994). Ministère de l'Education Nationale de l'enseignement supérieur de la recherche et de l'insertion professionnelle. BO n°16 du 21 Avril 1994.

Baccalauréat technologique, Fascicule 1, Sciences et technologies Industrielles (Série STI) spécialité génie mécanique. (1995). Ministère de l'Education Nationale de l'enseignement supérieur de la recherche et de l'insertion professionnelle. CNDP, Paris-1995.

Baccalauréat technologique, Fascicule 3, Sciences et technologies Industrielles (Série STI) spécialité génie électronique. (1995). Ministère de l'Education Nationale de l'enseignement supérieur de la recherche et de l'insertion professionnelle. CNDP, Paris-1995.

Baccalauréat technologique, Fascicule 4, Sciences et technologies Industrielles (Série STI) spécialité génie électrotechnique. (1995). Ministère de l'Education Nationale de l'enseignement supérieur de la recherche et de l'insertion professionnelle. CNDP, Paris-1995.

Balleux, A et Perez-Roux, T. (2013). Transitions professionnelles. Recherche et formation, 74 | 2013. Consulté en ligne le 23/12/2015 : <http://rechercheformation.revues.org/2150>

Beck, U. (2001). La société du risque. Coll. Alto, éd. Aubier, 2001, 521 p., 21,50 T (141 F). Consulté en ligne le 23/12/2015 : http://www.alternatives-economiques.fr/la-societe-du-risque-par-ulrich-beck_fr_art_154_16410.html

Bécu-Robinault, K. (1997). Activités de modélisation des élèves en situation de travaux pratiques traditionnels : introduction expérimentale du concept de puissance. Didaskalia - n° 11 - 1997- p 7 à 37

Blais, R. Brière, N. Lachance, L. Riddle, A & Vallerand, R. (1993). L'inventaire des motivations au travail de Blais. *Revue québécoise de psychologie* vol 14, n°3, 1993. p185-215. Consulté en ligne le 24/12/2015 à l'adresse URL :

<http://www.er.uqam.ca/nobel/r26710/LRCS/papers/58.pdf>

Blanquet, E et Picholle, E. (2015). Premiers contacts avec la modélisation scientifique à l'école. Brigitte Amory et Thierry Evrard. *Les Modèles, des incontournables pour enseigner les sciences !* De Boeck, 2015, Outils pour enseigner. p44-55.

Bonnemain, A. Perrot, E et Kostulski, K. (2015). Le processus d'observation, son développement et ses effets dans la méthode des autoconfrontations croisées en clinique de l'activité. *Activités 12-2 | 2015 Varia*. p98-124.

Borman, W.C. et Motowildlo, S. J. (1997). Task and contextual performance : the meaning for personnel selection research. *Human Performance*, Vol.10, p.99-109. Consulté le 26/12/2015 http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15327043hup1002_3?journalCode=hhup20

Brault, L. Floquet, F. Joseph, F. Legretard, J-M. Rodriguez, F. (2011). *Confort & Domotique : Les bases pour enseigner la technologie*. Delagrave, Paris, 2011. p42-64

Bucheton, D et Soulé, Y. (2009). Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées. *Education et didactique*. Vol 3 - n°3 | Octobre 2009 : *Varia*. p28-48.

Caens-Martin, S. Specogna, A. Delépine, L et Stéphane Girerd. (2004) Un simulateur pour répondre à des besoins de formation sur la taille de la vigne. *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation*, ATIEF, 2004. p1-11. Consulté en ligne à l'URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00696442/document>

Campbell, J.P. et Mc Henry, J.J. (1990). Modeling job performance in a population of jobs. *Personnel Psychology*, Vol. 43, p.313-333. Consulté en ligne le 16/12/2015 : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-6570.1990.tb01561.x/pdf>

Cimelli, C. Cirefice, B. Facchin, A. Grenaille, S. Le Guern, G. Menu, A. Nadalon, L. Xerry, F. Yahi, S. (2012). *Technologie 1^{ière} STI2D : Du réel au modèle*. Hachette Technique, Paris, 2012, p79

Charles-Pauvers, B. Commeiras, N. Peyrat-Guillard, D. et Roussel, P. (2006). Les déterminants psychologiques de la performance au travail: un bilan des connaissances et proposition de

voies de recherche. – LIRHE Note 436 (06-9) Septembre 2006. P 1-56. Consulté en ligne le 26/12/2015 : <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00096949/document>

Clot, Y. Faïta, D. (2000) Genres et styles en analyse du travail. Concepts et méthodes. Travailler, 2000, 4, p7-42.

Clot, Y. Faïta, D. Fernandez, G et Scheller, L. (2000). Entretiens en autoconfrontation croisée : une méthode en clinique de l'activité. Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé. Varia 2-1-2000. p1-9

Colomb, J., dir. (1987). Les enseignements en CM 2 et en sixième. Ruptures et continuités, Paris, INRP.

Colomb, J. (1993). Contrat didactique et contrat disciplinaire, dans Houssaye J., dir., La pédagogie. Une encyclopédie pour aujourd'hui, Paris, E.S.F., p. 39-50.

Coquidé, M et Le Maréchal, J-F. (2006). Modélisation et simulation dans l'enseignement scientifique : usages et impacts. Aster, 2006, 43. p7-16. Consulté en ligne le 06/12/2017 à l'URL : <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/aster/RA043.pdf>

Correia, M et Poitier, F. (2000). La « formation tout au long de la vie : Progression professionnelle ou adaptation aux contraintes. Formation emploi ISSN 0759-6340 2000, n°71, p. 65-82. Consulté en ligne le 06/12/2015 : <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=1146159>

Daele, A. (2012). Enseigner ce qu'on ne connaît pas. In Pédagogie Universitaire – Enseigner et Apprendre en enseignement supérieur. Consulté en ligne le 31/12/2015 : <https://pedagogieuniversitaire.wordpress.com/2012/07/05/enseigner-ce-quon-ne-connaît-pas/>

Daugoumau, M. (2013). La reconversion professionnelle subie : une redéfinition identitaire ? Université Toulouse-Le Mirail, Diplôme d'état d'ingénierie sociale. Consulté en ligne le 23/12/2015 : http://eprints.univ-tlse2.fr/164/1/DANGOUMAU_Marlene

Définition de l'énergie primaire (2016). Site de l'INSEE. Consulté en ligne le 11/09/2016 : <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/energie-primaire.htm>

Définition de l'énergie secondaire (2016). Site de l'INSEE. Consulté en ligne le 11/09/2016 : <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/energie-secondaire.htm>

Demeuse, M. (2013). Elaborer un curriculum de formation et en assurer la qualité. Penser la formation des professionnels de la santé. Une perspective intégrative, De Boeck, 2013, Pédagogies en développement, 978-2-8041-7623-5. p315-330

Dominicé, P. (1990) L'histoire de vie comme processus de formation. L'Harmattan, Paris. P1.

Dorgère, F. (2012). Les transitions professionnelles en questions. Education permanente, Parution n°HS3 - 2012-3 - Hors série AFPA 2012. Consulté en ligne le 23/12/2015 à l'URL : http://www.education-permanente.fr/public/articles/articles.php?id_revue=1713

Dubeau, A. Frenay, M. Samson, G. (2015) L'utilité perçue de la tâche : présentation du concept et état de la recherche. Université du Québec à Trois-Rivières Canadian Journal of Education / Revue canadienne de l'éducation 38:1 (2015). p4.

Duplessis, P. (2009). Quelle entrée dans le curriculum de l'information-documentation ? Le point de vue de trois acteurs : l'institution, la profession, la recherche. Séminaire du GRCDI « Territoires de la culture informationnelle, approches du curriculum ». Rennes, le 11 septembre 2009. p1

Eccles, J. S., Adler, T. F., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J., & Midgley, C. (1983). Expectancies, values and academic behaviors. In J. T. Spence (Éd.), Achievement and achievement motives. p. 75-146. San Francisco, CA : W. H. Freeman.

Fenstermacher, G. (1996). Les arguments pratiques dans la transformation morale de l'enseignement d'une discipline. Revue des sciences de l'éducation, vol. 22, n° 3, 1996, p. 617-634. Consulté en ligne le 26/12/2015, à l'URL : <http://www.erudit.org/revue/RSE/1996/v22/n3/031896ar.pdf>

Fischbein, E. (1978). Schèmes virtuels et schèmes actifs dans l'apprentissage des sciences. In: Revue française de pédagogie, volume 45, 1978. Didactique des Sciences et Psychologie - Paris, 4-5-6-7 mai 1977. Table Ronde organisée avec le soutien du Centre National de la Recherche Scientifique et de la Maison des Sciences de l'Homme. pp. 119-125. Consulté en ligne le 26/10/2016 à l'URL : http://www.persee.fr/doc/rfp_0556-7807_1978_num_45_1_1677

François, C. (2008). Electronique analogique et numérique, Electronique de puissance et électrotechnique, Automatique. Ellipse Editions, Paris, 2008. p31-53.

Freud (S.). Aus den Anfängen der Psychoanalyse, 1887-1902. Ail., 95 ; Angl., 84 ; Fr., 76-7.

Frimousse, S. (2008). La diversité des formes de performance au travail : le rôle de la justice organisationnelle. *Management et avenir*, 2008/4 (n° 18). Consulté en ligne le 26/12/2015 : <https://www.cairn.info/revue-management-et-avenir-2008-4-page-117.htm>

Garcia-Prieto, P. Tran, V. & Wranik, T. (2005). Les théories de l'évaluation cognitive et de la différenciation des émotions : une clé pour comprendre le vécu émotionnel au travail, in *Comportement Organisationnel*, Volume 1: Contrat psychologique, émotions au travail, socialisation organisationnelle, Bruxelles, De Boeck, collection Méthodes et Recherches, p. 195-222

Gather Thurler, M. Perrenoud, P. (2005). Coopération entre enseignants La formation initiale doit-elle devancer les pratiques ? *RECHERCHE et FORMATION* N° 49 – 2005. p91-105.

Goigoux, R. (2007). Un modèle d'analyse de l'activité des enseignants. *Education et didactique* vol 1- n°3, 2007, p47-69.

Grosjean, V. (2005). Le bien-être au travail : un objectif pour la prévention ? *INRS* 2223-198-05. P 29-40. Consulté en ligne le 24/12/2015 : [http://www.hst.fr/INRS-PUB/inrs01.nsf/0/3ed1c9a3f5fe951ac12570230049a8d9/\\$FILE/visu.html](http://www.hst.fr/INRS-PUB/inrs01.nsf/0/3ed1c9a3f5fe951ac12570230049a8d9/$FILE/visu.html)

Ha, D-L. (2007). Un système avancé de gestion de l'énergie dans le bâtiment pour coordonner production et consommation. Thèse de doctorat, Institut Polytechnique de Grenoble. Consulté en ligne le 11/09/2016 : <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-00260143v3/document>

Hamon, C. (2013). Technologie industrielle au lycée en France, étude comparative des baccalauréats technologique, général et professionnel. Congrès AREF 2013 032/5. Consulté en ligne le 28/12/2013 : http://www.aref2013.univ-montp2.fr/cod6/?q=content/0325-technologie-industrielle-au-lyc%C3%A9e-en-france-%C3%A9tude-comparative-des-baccalaur%C3%A9ats-technol#_edn14

Harter, S. (1981). A new self-report scale of intrinsic versus extrinsic orientation in the classroom: Motivational and informational components. *Developmental Psychology*, Vol 17(3), May 1981, p300-312.

Hassani, F et Briaud, P. (2015). Etude d'une séance d'apprentissage En électronique avec un logiciel professionnel de CAO et de simulation. Sébastien George, Gaëlle Molinari, Chihab Cherkaoui, Driss Mammas et Lahcen Oubahssi. 7eme Conférence sur les Environnements

Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH 2015), Jun 2015, Agadir, Maroc. pp.71-76, 2015.

Herzberg, F. (1971), Le travail et la nature de l'homme, Paris: EME.

Hilaire, V. (2016). Sciences de l'ingénieur Analyser et modéliser. Editions Ellipses, Paris. p7 et p191.

Jaubert, M. (2001). Cohérence textuelle et positionnement énonciatif contextuellement pertinent en classe de sciences, in Bernié, J.-P., dir. (2001). Apprentissage, développement et significations, Pessac, Presses Universitaires de Bordeaux.

Katz, D. (1964). The motivational basis of organisational behavior. Behavioral Science, Vol. 9, p.131-146. Consulté le 26/12/2015 : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bs.3830090206/pdf>

Kerbrat-Orecchioni, C. (1992). Les interactions verbales, tome II, Paris, A. Colin, 1992

Koliopoulos, D. et Ravanis, K. (1998). L'enseignement de l'énergie au collège vu par les enseignants. Grille d'analyse de leurs conceptions. ASTER, 1998 n°26, L'enseignement scientifique vu par les enseignants. p166-182. Consulté en ligne le 09/02/2016 : http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/8696/ASTER_1998_26_165.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kostulski, K. Clot, Y. Litim, M et Plateau, S. (2011). L'horizon incertain de la transformation en clinique de l'activité Une intervention dans le champ de l'éducation surveillée. Activités 8-1 | 2011 Varia. p129-145.

Kostulski, K. Litim, M. (2006). Le diagnostic d'une activité complexe en gériatrie. ERES | « Nouvelle revue de psychosociologie » 2006/1 n° 1. p45-54. Consulté en ligne le 12/03/2019 à l'URL : <https://www.cairn.info/revue-nouvelle-revue-depsychosociologie-2006-1-page-45.htm>

Launay, G. (2015). Sciences de l'ingénieur Term S option SI. Editions Nathan, Paris, p19-41

Lautier, N. (1997). À la rencontre de l'histoire, Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaire du Septentrion.

Lebeaume, J. & Hamon, C. (2011). Voie technologique : le challenge de la « déprofessionnalisation » et de la « désécialisation ». Dépêche AEF n°146833. Paris: lundi 14 mars 2011.

Lemeignan, G & Weil-Barais, A. (1993). Construire des concepts en physique, l'enseignement de la mécanique. p119-150. Hachette, Paris.

Leplat, J. HOC, J-M. (1983). Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations. Cahiers de Psychologie Cognitive, 1983, 3, 1, p49-63.

Liénard, Mangez, E. (2017). Curriculum (sociologie du). In Agnès van Zanten & Patrick Rayou (dir.), Dictionnaire de l'éducation [2e éd.]. Paris : PUF, p134-139

Locke, E.A. (1997). The motivation to work: What we know. Advances in Motivation and Achievement, vol. 10, p.375-412.

Louart, P. (2002). Maslow, Herzberg et les théories du contenu motivationnel. Les Cahiers de la Recherche, CLAREE, IAE-USTL, 2002. p1-18. Consulté en ligne le 25/12/2015 : [http://www.stephanehaefliger.com/campus/biblio/003/Maslow et Herzberg/meheltem.pdf](http://www.stephanehaefliger.com/campus/biblio/003/Maslow_et_Herzberg/meheltem.pdf)

Mahamat, A. (2011). La pratique de l'approche par compétences dans les écoles primaires d'application (EPA) de la ville de Kousseri (Région de l'Extrême-nord/Cameroun). In: Spiral-E. Revue de recherches en éducation, supplément électronique au n°47, 2011. Supplément au n° 47 : La culture de l'expression. p33-50

Martinand, J-L. (1998). Introduction à la modélisation. Actes de l'Université d'été Tecne, E.N.S. Cachan. Consulté en ligne le 04/05/2019 à l'URL : <http://www.inrp.fr/Tecne/Rencontre/Univete/Tic/TicD.htm>

Miled, M. (2005). Un cadre conceptuel pour l'élaboration d'un curriculum selon l'approche par les compétences, La refonte de la pédagogie en Algérie – Défis et enjeux d'une société en mutation, Alger : UNESCO-ONPS, p125-136

Morge, L. (2004). L'opération de contrôle dans l'activité cognitive des enseignants étudiée par la méthode de la simulation croisée. Revue française de pédagogie, volume 147, 2004. pp. 5-14;

Morge, L. (2008). De la modélisation didactique à la simulation sur ordinateur des interactions langagières en classe de sciences (Habilitation à Diriger les Recherches). Université d'Auvergne.

Morge, L. (2009). La simulation croisée pour accéder aux connaissances professionnelles didactiques locales (LPCK) acquises par l'expérience. 6emes rencontres de l'ARDIST, Oct 2009, France. pp.c_ed_erom, 2009.

Morge, L et Doly, A-M. (2013). L'enseignement de la notion de modèle. Quels modèles pour faire comprendre la distinction entre modèle et réalité ? Spirale – Revue de Recherches en Éducation – 2013 N° 52. p149-175

Morge, L & Buty, C. (2014). L'énergie : vers des recherches plurididactiques. RDST. P 9-34. Consulté en ligne le 11/09/2016 : <http://rdst.revues.org/916>

Morge, L. Toczek, M-C. Chakroun, N. (2009). A Training Programme on Managing Science Class Interactions: its Impact on Teachers' Practices and on their Pupils' Achievement. Teaching and Teacher Education, Elsevier, 2009, pp.415- 426.

Murphy, K. R. (1989). Dimensions of job performance. in R. Dillon et J. Pelligrino (éd.), Testing : Applied and theoretical perspectives, Praeger, New York.

Murphy, K.R et Shiarella A. H. (1997) Implications of The Multidimensional Nature of Job Performance For the Validity of Selection Test : Multivariate Frameworks for Studying Test Validity. Personnel Psychology, Vol. 50, p.823-854. Consulté en ligne le 16/12/2015 : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-6570.1997.tb01484.x/pdf>

Negroni, C. (2005). La reconversion professionnelle volontaire : d'une bifurcation professionnelle à une bifurcation biographique Cahiers internationaux de sociologie2/2005 (n° 119), p. 311-331 Consulté en ligne le 06/12/2015 : www.cairn.info/revue-cahiers-internationaux-de-sociologie-2005-2-page-311.htm

Negroni, C. (2011). Les parcours d'insertion à l'épreuve du travail sur soi. Recherches sociologiques et anthropologiques 42-2 2011. p143-158. Consulté en ligne le 23/12/15 : <http://rsa.revues.org/734>

Pastré, P. (2002). L'analyse du travail en didactique professionnelle. Revue Française de Pédagogie, n° 138, janvier-février-mars 2002, p9-17. Consulté en ligne le 26/10/2016 à l'URL : <https://rfp.revues.org/157>

Pastré, P. Mayen, P. et Vergnaud, G. (2006). La construction des politiques d'éducation : de nouveaux rapports entre science et politique. *Revue française de pédagogie Recherches en éducation*. N°154, 2006. p145-198. Consulté en ligne le 26/10/2016 à l'URL : <https://rfp.revues.org/82>

Pauly, V. & Viers, J. (2008). L'apport de la sociologie à la prise en compte des risques psychosociaux dans l'entreprise. In *Sociologies pratiques* 2008/1 (n° 16). Consulté en ligne le 27/12/2015 : <http://www.cairn.info/revue-sociologies-pratiques-2008-1-page-25.htm>

Perrenoud, P. (1984). La fabrication de l'excellence scolaire : du curriculum aux pratiques d'évaluation. Vers une analyse de la réussite, de l'échec et des inégalités comme réalités construites par le système scolaire. Genève : Droz, 2e édition augmentée 1995.

Perrenoud, P. (1993). Curriculum : le formel, le réel, le caché. In Houssaye, J. (dir.) *La pédagogie : une encyclopédie pour aujourd'hui*, Paris, ESF, 1993, 2e éd. 1994, p61-76.

Perrenoud, P. (2002). Les conceptions changeantes du curriculum prescrit : hypothèses. In *Educateur*, Numéro spécial " Un siècle d'éducation en Suisse romande ", 2002, n° 1, p48-52.

Piaget, J. (1968). Le point de vue de Piaget. *Journal international de Psychologie* 1968, Vol 3, n°4. p.281-299. Université de Genève. Consulté en ligne le 26/10/2016 à l'URL : <http://leaderv.u-bourgogne.fr/files/filemanager/users/witt-arnaud/Le%20point%20de%20vue%20de%20Piaget.pdf>

Priole, M. (2008). Enseignement et apprentissage de la résolution de problèmes mathématiques Le cas des problèmes numériques au cycle 3 de l'école primaire française Approches didactique et ergonomique. Thèse de doctorat de l'université Lumière Lyon 2, Ecole doctorale EPIC. Institut de Sciences et Pratiques de l'Éducation et de la Formation Consulté en ligne le 07/02/2017 à l'URL : <http://theses.univ-lyon2.fr/documents/lyon2/2008/priole m#p=0&a=top>

Programme Enseignement Technologique Transversal et enseignement spécifiques de la voie terminale de la série Technologique (STI2D). (2011). Ministère de l'Education Nationale de l'enseignement supérieur de la recherche et de l'insertion professionnelle.

Programme de Génie Civil de la voie terminale de la série Technologique (STI). (1995). Ministère de l'Education Nationale de l'enseignement supérieur de la recherche et de l'insertion professionnelle.

Programme de Génie Energétique de la voie terminale de la série Technologique (STI). (1995). Ministère de l'Education Nationale de l'enseignement supérieur de la recherche et de l'insertion professionnelle.

Programme de Génie Matériaux de la voie terminale de la série Technologique (STI). (1995). Ministère de l'Education Nationale de l'enseignement supérieur de la recherche et de l'insertion professionnelle.

Programme Enseignement Technologique Transversal et enseignements spécifiques de la voie terminale de la série Technologique (STI2D). (2011). Ministère de l'Education Nationale de l'enseignement supérieur de la recherche et de l'insertion professionnelle.

Ressources pour faire la classe : Enseignements Technologiques Transversaux et enseignements spécifiques (STI2D). (2011). Ministère de l'Education Nationale de l'enseignement supérieur de la recherche et de l'insertion professionnelle.

Reuter, Y. (2007). La conscience disciplinaire : Présentation d'un concept. Education & Didactique vol 1 - n°2. | septembre 2007. :Varia. p. 55-71. Consulté en ligne le 27/12/2015 : <http://educationdidactique.revues.org/175>

Reverdy Catherine (2018). Les recherches en didactique pour l'éducation scientifique et technologique. Dossier de veille de l'IFÉ, n° 122. ENS de Lyon.

Rimars, G & Voisin, M. (2016). Sciences de l'ingénieur. Ellipses Editions, Paris, p1-6.

Rogalski, J. (2004). La didactique professionnelle : une alternative aux approches de « cognition située » et « cognitiviste » en psychologie des acquisitions », Activités, 1-2 | octobre 2004. Consulté le 21/02/2019 à l'URL : <http://activites.revues.org/1259>

Rogalski, J. (2007) Approche de psychologie ergonomique de l'activité de l'enseignant. La professionnalisation des enseignants de l'éducation de base : les recrutements sans formation initiale. Séminaire international : 11-15 juin 2007. p1-21

Roegiers, X. (2011). Combiner le complexe et le concret : le nouveau défi des curricula de l'enseignement, Le français dans le monde, Recherches et applications, n°49, Janvier 2011, 3648. p2

Roques, P. (2015). Modélisation de systèmes complexes avec SysML. Editions Eyrolles, Paris, p61

Rouzaud, E. (2017). Enseignement Technologique, Systèmes d'information et Numérique. Editions Ellipses, Paris. p1.

Schön, DA. (1983). The reflexive Practitioner : How professional think in action. New York, BasicBook, Traduit en Français en 1994, Le praticien réflexif. A la recherche sur savoir caché dans l'agir professionnel. Montréal, les éditions Logiques.

Sennett, R. (2000). Le travail sans qualités. Les conséquences humaines de la flexibilité. Paris, Albin Michel. Consulté e ligne le 23/12/2015 : http://www.alternatives-economiques.fr/le-travail-sans-qualites--les-consequences-humaines-de-la-flexibilite-richard-sennett_fr_art_137_14136.html

Simar. C Maurice. M, Friaud. L, Trescarte. L. (2014) Analyse du processus de redéfinition de la tâche des professionnels impliqués dans le projet « Promotion de la Santé des enfants par le renforcement des Compétences (CPS)» en Rhône Alpes : de la prescription à l'idée qu'ont les professionnels du projet. Communication dans un congrès, ACTé - Activité, Connaissance, Transmission, éducation Éducatons, santé et mutations sociales : nouveaux enjeux, nouveaux défis ?, 5ème colloque international d'UNIRÉS, Oct 2014, Paris, France. Consulté en ligne le 07/02/2017 à l'URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01080944>

Specogna, A. (2013). Énonciations d'élèves et tentative de construction collective de l'enseignante : regard de la pragmatique. Cahiers du LRL, n°5, p.95-113

Sujet du Baccalauréat Technologique Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable : La ligne grande vitesse Est – 2. (2012). Ministère de l'Education Nationale de l'enseignement supérieur de la recherche et de l'insertion professionnelle.

Sujet du Baccalauréat Technologique Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable : la roannaise des eaux. (2014). Ministère de l'Education Nationale de l'enseignement supérieur de la recherche et de l'insertion professionnelle.

Tavani, J-L. &Collange, J. (2014). Étude Stress au travail – Professeur de STI. LATI Université Paris-Descartes. Rapport du 23 octobre 2014.

Tiberghien, A. (2008) Connaissances naïves et didactique de la Physique. In Jacques Lautrey, Sylvianne Rémi-Giraud, Emmanuel Sander, Andrée Tiberghien. Les connaissances naïves. Armand Colin, Paris. p126.

Vadcard, L. (2005). Conception d'un environnement informatique pour la formation des chirurgiens. Actes des 4èmes rencontres de l'ARDIST, 12, 13, 14, 15 octobre à Lyon. Lyon, INRP.

Van Beveren, J. (2013). De l'intérêt et des difficultés de mener une recherche visant à entretenir la réflexivité et à cerner la conscience disciplinaire de jeunes enseignants de français du secondaire supérieur en Belgique francophone. Université de Liège Service de Didactique du français Consulté en ligne sur ORBI de l'Université de Liège le 27/12/15 à l'URL : <https://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/142957/1/ARTICLE%20VAN%20BEVEREN%20RELU.pdf>

Vézina, M. (2003). Docteur je crois que je fais un burnout... . Le clinicien, Janvier 2003, p69-78. Consulté en ligne le 24/12/2015, à l'URL : <http://www.stacommunications.com/journals/pdfs/clinicien/clinicien%20pdf/drvezinaburnout.pdf>

Zaid, A et Lebaume, J. (2015). Une histoire de l'agrégation de mécanique : constitution et évolutions de la mécanique et tant qu'enseignement technologique (1968-2012). RDST, n°12-2015, p237-263.

Partie 6

Annexes

A) Les référentiels de la série STI

A.1) Extrait des savoirs relatif à l'énergie des référentiels de génie mécanique (STI)

La spécialité Génie Mécanique du Baccalauréat STI possède 6 options ayant des intitulés spécifiques et amenant vers une spécialisation plus spécifique des candidats, les options de la spécialité Génie Mécanique sont :

- A : Productique Mécanique ;
- B : Systèmes motorisés ;
- C : Structures Métalliques ;
- D : Bois et Matériaux associés ;
- E : Matériaux souples ;
- F : Microtechniques.

ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Chaque candidat, indépendamment de sa spécialité doit se présenter aux épreuves d'Etude des Constructions (Epreuve A1) , de Construction (Epreuve A2) ainsi qu'à l'épreuve d'Etude des Systèmes Techniques Industriels, Automatique et Informatique Industrielle (Epreuve B1). Le contenu des programmes A1, A2 et B1 est commun aux 6 spécialités de génie Mécanique. Les tableaux suivants permettent de référencer les savoirs relatifs à l'énergie de ces référentiels :

Epreuve A1 – Etude des Constructions		
Références	Savoirs	Page(s)
6.1	Expression des différentes formes d' énergie : <ul style="list-style-type: none">- Electrique, potentielle de pression ou de gravité, cinétique, calorifique ;- Existence d'autres formes d'énergies	55 (FA1)
6.2	Principe de conversion de l' énergie totale : <ul style="list-style-type: none">- Conversion d'énergie, notion de rendement	55 (FA1)
7.3.3	Pertes d' énergie par viscosité. Rendement d'un système hydraulique.	55 (FA1)

Tableau 58 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A1 d'Etude des Constructions

Epreuve A2 – Construction		
Référence	Savoir	Page
2.2.1	Flux de matière d'œuvre, d'énergie, d'information	66 (FA1)

Tableau 59 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A2 de Construction

Epreuve B1 – Automatique et Informatique Industrielle		
Références	Savoirs	Page(s)
2.1	Décomposition organisationnelle et temporelle d'un système automatisé : <ul style="list-style-type: none"> - Définition ; - Flux associés (matière d'œuvre, énergie, information) ; - Contraintes ; - Moyen(s) associé(s) à une tâche. 	81 (FA1)
2.2.1.3	- Fonction commander la puissance	81 (FA1)

Tableau 60 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B1 de All

CONSTRUCTION COMPLEMENTAIRE A3 et PRODUCTIQUE B2

Chaque spécialité dépend de deux épreuves distinctes et spécifiques, l'épreuve de construction complémentaire (Epreuve A3) et l'épreuve de Productique (Epreuve B2). Le contenu des référentiels spécifiques divergent les unes des autres et est particulier pour chaque option.

Option Productique Mécanique (Option A) : L'épreuve A3 pour la spécialité productique se base sur un complément du programme de construction, et l'épreuve de productique mécanique sur les procédés de fabrication industriels. Les deux programmes complémentaires ne possèdent pas de savoir supplémentaire relatif à l'énergie.

Option Systèmes motorisés (Option B) : L'épreuve A3 pour la spécialité Système motorisé se base sur un complément du programme de construction ne possédant pas de complément relatif à l'énergie. Le programme de productique systèmes motorisés aborde de nouvelles notions énergétiques :

Epreuve B2 – Productique Système Motorisés		
Références	Savoirs	Page(s)
4.2.2.2	<p>Transformation de l'énergie calorifique en énergie mécanique. Etude des cycles 4 temps et 2 temps :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Moteurs à allumage commandé ; - Moteurs à allumage par compression. <p>Principe de transformation de l'énergie :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transformation de l'énergie indiquée (pression-volume) en énergie effective (effort, déplacement) : le système bielle-manivelle. - Renouvellement de la charge combustible, la distribution (ouverture et fermeture des soupapes) : le taux de remplissage. 	160-161 (FA1)
4.2.3	<ul style="list-style-type: none"> - Optimisation du rendement et limites technologiques. - Régulation thermique du moteur : échanges calorifiques et limitation des températures de fonctionnement. 	161 (FA1)
4.3	Utilisation de l'énergie mécanique primaire	161 (FA1)
4.3.1	Transmettre la puissance mécanique	161 (FA1)
4.3.1.1 c)	Grandeurs de sortie secondaire : énergie dégradée en chaleur	161 (FA1)
4.3.1.2 a)	<p>L'énergie transite sous forme mécanique au travers d'une transmission classique. Fonction élémentaires à la réalisation de la fonction globale :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Accoupler un générateur et un récepteur ; - Adapter une énergie ; - Répartir une énergie ; - Transmettre un énergie ; - Accumuler une quantité d'énergie. 	161-162 (FA1)
4.3.2	Produire, gérer, utiliser l'énergie électrique	162 (FA1)
4.3.2.2	<p>Fonction production, gestion et utilisation des énergies annexes (extrait)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grandeur d'entrée : énergie mécanique issu du moteur ; - Grandeur de sortie : énergie électrique consommée par les récepteurs embarqués ; - Support matériel : alternateur + redresseur + batterie + régulateur - Fonction production de l'énergie électrique ; 	162-163 (FA1)

	<ul style="list-style-type: none"> - Fonction stockage de l'énergie électrique ; - Fonction régulation de la tension de bord. 	
4.3.3	Produire, gérer, utiliser l'énergie hydraulique	163 (FA1)
4.3.4	Produire, gérer, utiliser l'énergie hydraulique	163 (FA1)

Tableau 61 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B2 de Productique Systèmes Motorisés

Option Structures métalliques (Option C) : L'épreuve A3 pour la spécialité structures métalliques se base sur un complément du programme de construction (construction structures métalliques) et l'épreuve de productique structures métalliques sur les procédés de fabrication industriels des structures. Les deux programmes complémentaires ne possèdent pas de savoir supplémentaire relatif à l'énergie.

Option Bois et matériaux associés (Option D) : L'épreuve A3 pour la spécialité Bois et matériaux associés se base sur un complément du programme de construction (construction bois et matériaux associés) et l'épreuve de productique Bois et matériaux associés sur les procédés de fabrication industriels des structures en bois. Les deux programmes complémentaires ne possèdent pas de savoir supplémentaire relatif à l'énergie.

Option Matériaux souples (Option E) : L'épreuve A3 pour la spécialité Matériaux souples se base sur un complément du programme de construction (construction matériaux souples) et l'épreuve de productique Matériaux souples sur les procédés de fabrication industriels des structures souples. Les deux programmes complémentaires ne possèdent pas de savoir supplémentaire relatif à l'énergie.

Option Microtechnique (Option F) : L'épreuve A3 pour la spécialité microtechnique se base sur un complément du programme de construction et possède un complément relatif à l'énergie. Le programme de productique Microtechnique aborde de nouvelles notions énergétiques :

Epreuve A3 – Construction Microtechnique		
Références	Savoirs	Page
1	Alimenter en énergie : - Ressorts	246 (FA1)

Tableau 62 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A3 de Construction Microtechnique

Epreuve B2 – Productique Microtechnique		
Références	Savoirs	Page
1.1	Alimenter en énergie : - Piles, accumulateurs ; - Cellules solaires.	253 (FA1)

Tableau 63 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B2 de Productique Microtechnique

A.2) Extrait des savoirs relatif à l'énergie des référentiels de génie civil (STI)

ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Le programme d'étude des constructions pour la spécialité Génie Civil est composé de 2 épreuves, Mécanique (A1) et Construction (A2).

Epreuve A1 – Mécanique		
Références	Savoirs	Page
5.3	Bilan thermique d'un système isolé : Après analyse des modes de transfert d'énergie on utilisera un logiciel pour effectuer le bilan thermique...	39 (Réf GC)

Tableau 64 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A1 de Mécanique (GC)

Epreuve A2 – Construction		
Références	Savoirs	Page
6.1	Habitat et énergie : - Notions sur les déperditions ; - Pathologies.	52 (Réf GC)

Tableau 65 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A2 de Construction (GC)

ETUDE DES SYSTEMES TECHNIQUES INDUSTRIELS

Le programme d'ESTI en Génie Civil est décomposé en 2 épreuves, Informatique appliqué (B1) et Réalisation des Ouvrages (B2). Aucun savoir relatif à l'énergie n'y est enseigné.

A.3) Extrait des savoirs relatif à l'énergie des référentiels d'électronique (STI)

ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Le programme d'étude des constructions pour la spécialité Génie Civil est composé de 2 épreuves, Mécanique (A1) et Construction (A2).

Epreuve A1 – Mécanique		
Références	Savoirs	Page
4.1	Expression des différentes formes d'énergie : <ul style="list-style-type: none">- Electrique, potentielle de pression ou de gravité, cinétique, calorifique ;- Existence d'autres formes d'énergies.	30 (FA3)
4.2	Principe de conversion de l'énergie : <ul style="list-style-type: none">- Conversion d'énergie, notion de rendement	30 (FA3)
6.1	Concept physique de chaleur. Modes de transfert de chaleur	31 (FA3)
6.2	Bilan thermique d'un système isolé	31 (FA3)

Tableau 66 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A1 de Mécanique (GE)

Epreuve A2 – Construction		
Références	Savoirs	Page
2.2	Caractérisation des fonctions : <ul style="list-style-type: none">- Flux de matière, d'œuvre, d'énergie, d'information	36 (FA3)

Tableau 67 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A2 de Construction (GE)

ETUDE DES SYSTEMES TECHNIQUES INDUSTRIELS

Le programme d'ESTI de la spécialité Génie Electronique ne possède qu'une seule épreuve. Le tableau des savoirs relatifs à l'énergie est le suivant :

Epreuve B – Etude des systèmes techniques industriels		
Références	Savoirs	Page
G	Conversion et contrôle de l'énergie <ul style="list-style-type: none"> - Conversion électrique/mécanique ; - Contrôle de l'énergie. 	56 (FA3)

Tableau 68 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A2 de Construction (GE)

A.4) Extrait des savoirs relatif à l'énergie des référentiels d'électrotechnique (STI)

ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Le programme d'étude des constructions pour la spécialité Génie Electrotechnique est composé de 2 épreuves, Mécanique (A1) et Construction (A2).

Epreuve A1 – Mécanique		
Références	Savoirs	Page
4.1.3	Energie : <ul style="list-style-type: none"> - Différentes formes de l'énergie mécanique (potentielle, cinétique) ; - Cinétique ; - Electrique ; - Hydraulique ; - Calorifique ; - Chimique. 	28 (FA4)
4.1.4	Conversion de puissance, rendement :	29 (FA4)
4.1.5	Théorème de l'énergie cinétique	29 (FA4)

Tableau 69 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A1 de Mécanique (GET)

Epreuve A2 – Construction		
Références	Savoirs	Page
3.1.2	Transmettre la puissance par mouvement de rotation avec ou sans adaptation de couple et de vitesse.	34 (FA4)
3.1.3	Transmetteur de puissance avec conservation de rotation en translation et réciproquement	34 (FA4)

Tableau 70 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A2 de Construction (GET)

ETUDE DES SYSTEMES TECHNIQUES INDUSTRIELS

Le programme d'ESTI en Génie Electrotechnique est décomposé en 2 épreuves, Informatique et Automatique Industrielle (B1) et Electrotechnique (B2).

Epreuve B1 – Information et Automatique Industrielle		
Références	Savoirs	Page
2.2.1.4	Fonction commander la puissance	42 (FA4)
7.3.1	Circuit de puissance pneumatique	46 (FA4)
7.3.2	Circuit de puissance hydraulique	46 (FA4)
7.3.3	Circuit de puissance électrique	46 (FA4)

Tableau 71 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B1 de IAI (GET)

Epreuve B2 – Electrotechnique		
Références	Savoirs	Page
2	<p>Systèmes terminaux de conversion de l'énergie électrique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Electrochimie ; - Electrothermie ; - L'éclairage ; - La force motrice. <p>Ou la conversion de l'énergie prend une place prépondérante.</p>	56 (FA4)
2.1.2.1	<p>Approche fonctionnelle (Extrait du savoir) : Les données de contrôle et de commande de système automatisé. Ces données peuvent concerner :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La qualité de l'énergie, le réglage du procédé, l'exploitation et la maintenance du système automatisé, la configuration du processus. 	57 (FA4)

2.1.2.3	Approche séquentielle et temporelle des tâches qui caractérisent le processus du système (extrait du savoir) : <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en relation le programme d'action et la demande énergétique qui lui correspond. 	59 (FA4)
2.2.1	Etude de la chaîne directe des énergies mises en jeu dans le système automatisé	59-60 (FA4)
2.2.2	Etude de la chaîne inverse de circulation d'énergie. Cas de la force motrice.	60 (FA4)
2.2.3	Etude des fonctions qui interviennent dans la chaîne de conversion de l'énergie (Extrait du savoir) : <ul style="list-style-type: none"> - Fonction alimenter (nature de l'énergie potentielle stockée en amont de la source, nature de la transformation énergétique opérée par la source) ; - Fonction distribuer (Transmettre, séparer, isoler, consigner) ; - Fonction protéger les matériels ; - Fonction protéger les personnes ; - Fonction commander la puissance (tout ou rien) ; - Fonction convertir l'énergie (caractérisation, type de conversion). 	61 à 68 (FA4)

Tableau 72 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B2 d'Electrotechnique (GET)

A.5) Extrait des savoirs relatif à l'énergie des référentiels d'énergétique (STI)

ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Le programme d'étude des constructions pour la spécialité Génie Energétique est composé de 4 épreuves, Mécanique (A1), Mécanique des fluides(A2), Energétique (A3) et la Construction (A4). Les programmes de Mécanique et de Construction ne possèdent pas de savoir relatif à l'énergie.

Epreuve A2 – Mécanique des fluides		
Références	Savoirs	Page
1.3	Conservation de l'énergie totale : théorème de Bernoulli	30 (Réf GEN)

Tableau 73 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A2 de Mécanique des fluides (GEN)

Epreuve A3 – Energétique		
Références	Savoirs	Page
1.3	Modes de transfert de la chaleur en régime établi : - Conduction ; - Rayonnement.	30 (Réf GEN)
1.4	Bilan thermique d'un système isolé : - Analyse ; - Equilibre d'un système.	30 (Réf GEN)
2.1	Caractéristiques des combustibles solides, liquides, gazeux	30 (Réf GEN)
2.2	Etude de la combustion neutre	30 (Réf GEN)
2.3	Etude de la combustion réelle	31 (Réf GEN)

Tableau 74 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A3 d'énergétique (GEN)

ETUDE DES SYSTEMES TECHNIQUES INDUSTRIELS

Le programme d'EST en Génie Energétique est décomposé en 2 épreuves, Informatique et Automatique Appliquée (B1) et Fluidique et énergétique appliquée (B2).

Epreuve B1 – Etude des systèmes Techniques		
Références	Savoirs	Page
1	Objectif de l'automatisation des systèmes : <ul style="list-style-type: none"> - Maintien du confort ; - Gestion de l'énergie ; - Aide à l'exploitation 	48 (Réf GEN)
7.1	Gestion de l'énergie dans les installations de chauffage	51 (Réf GEN)

Tableau 75 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B1 de EST (GEN)

Epreuve B2 – Fluidique et énergétique appliquée		
Références	Savoirs	Page
2.2	Conception et expérimentation des systèmes énergétiques (extrait du savoir) : <ul style="list-style-type: none"> - Systèmes de production de chaleur ; - Systèmes de distribution de froid ; - Systèmes de distribution des fluides ; - Systèmes d'émission de chaleur ; - Systèmes de sécurité ; - Systèmes de régulation ; - Systèmes de distribution d'eau ; - Systèmes sanitaires ; - Systèmes de ventilation ; - Systèmes de climatisation. 	67 – 68 (Réf GEN)
2.2.2	Etude des systèmes fluidiques et énergétiques	68 (Réf GEN)
2.2.2.1	Etude des transferts thermiques	

Tableau 76 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve B2 de Fluidique et énergétique appliquées (GEN)

A.6) Extrait des savoirs relatif à l'énergie des référentiels de matériaux (STI)

ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Le programme d'étude des constructions pour la spécialité Génie Matériaux est composé de 2 épreuves, Mécanique (A1) et Construction (A2). L'épreuve de construction ne possède pas de savoir relatif à l'énergie.

Epreuve A1 – Mécanique		
Références	Savoirs	Page
6.1	Expression des différentes formes d'énergie : <ul style="list-style-type: none">- Electrique, de pression ou de gravité, cinétique, calorifique ;- Existence d'autres formes d'énergie.	30 (Réf GMat)
6.2	Principe de conservation de l'énergie totale : <ul style="list-style-type: none">- Conservation d'énergie, notion de rendement.	31 (Réf GMat)
7.3.2	Conservation de l'énergie dans un fluide : Théorème de Bernoulli	31 (Réf GMat)
7.3.3	Pertes d'énergie par viscosité, Rendement d'un système hydraulique.	31 (Réf GMat)

Tableau 77 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel de l'épreuve A1 de Mécanique (GMat)

ETUDE DES SYSTEMES TECHNIQUES INDUSTRIELS

Le programme d'ESTI en Génie Matériaux est décomposé en 2 épreuves, Informatique et Automatique Industrielle (B1) et Obtention des Produits (B2), il n'y a aucun savoir relatif à l'énergie dans la dernière épreuve (B2).

B) Le référentiel d'Enseignement Technologique Transversal

Réf.	Catégorie	Savoir Associé
1.2.2.1	Mise à disposition des ressources	Enjeux énergétiques mondiaux : extraction et transport, production centralisée, production locale
1.2.3.2	Utilisation raisonnée des ressources	minimisation de la consommation énergétique (extrait du savoir associé)
1.2.3.3	Utilisation raisonnée des ressources	Efficacité énergétique d'un système
2.1.1.1	Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie	Caractérisation des fonctions relatives à l'énergie : production, transport, distribution, stockage, transformation, modulation.
2.2.2.1	Représentations symboliques	Graphes de flux d'énergie (extrait du savoir associé)
2.2.2.2	Représentations symboliques	Schéma architectural énergétique (extrait du savoir associé)
2.2.2.3	Représentations symboliques	Représentations des répartitions et de l'évolution des grandeurs énergétiques
2.3.2.4	Comportement des matériaux	Thermiques (échauffement par conduction, convection et rayonnement, fusion, écoulement)
2.3.5.1	Comportement énergétique des systèmes	Analyse des pertes de charges fluidiques, caractéristiques des composants
2.3.5.2	Comportement énergétique des systèmes	Les paramètres de gestion de l'énergie liés au stockage et aux transformations
2.3.5.3	Comportement énergétique des systèmes	Conservation d'énergie, pertes et rendements, principe de réversibilité
2.3.5.4	Comportement énergétique des systèmes	Natures et caractéristiques des sources et des charges
2.3.5.5	Comportement énergétique des systèmes	Caractérisation des échanges d'énergie entre source et charge : disponibilité, puissance, reconfiguration, qualité, adaptabilité au profil de charge, régularité
3.2.1.1	Transformateurs et modulateurs d'énergie	Adaptateurs d'énergie : réducteurs mécaniques, transformateurs électriques parfaits et échangeurs thermiques
3.2.1.2	Transformateurs et modulateurs d'énergie	Actionneurs et modulateurs : moteurs électriques et modulateurs, vérins pneumatiques et interfaces, vannes pilotées dans l'habitat pour des applications hydrauliques et thermiques
3.2.1.3	Transformateurs et modulateurs d'énergie	Accouplements permanents ou non, freins
3.2.1.4	Transformateurs et modulateurs d'énergie	Convertisseurs d'énergie : ventilateurs, pompes, compresseurs, moteur thermique
3.2.1.5	Transformateurs et modulateurs d'énergie	Éclairage
3.2.2.1	Stockage de l'énergie	Constituants permettant le stockage sous forme : - mécanique, hydraulique ou pneumatique : sous forme potentielle et/ou cinétique

		<ul style="list-style-type: none"> - chimique : piles et accumulateurs, combustibles, carburants, comburants - électrostatique : condensateur et super condensateur - électromagnétique - thermique : chaleur latente et chaleur sensible
--	--	---

Tableau 78 : extrait des savoirs relatifs à l'énergie du référentiel d'Enseignement Technologique Transversal de STI2D

C) Questionnaire utilisé lors de l'étude statistique avec les enseignants

Questionnaire professeur
STI2D – Enseignement Technologique Transversal

0. Informations sur le questionnaire : *Ce questionnaire sur les pratiques d'enseignement en STI2D s'inscrit dans un travail de thèse (Université Blaise Pascal et Université de Lorraine). Cette étude vise à appréhender l'activité d'enseignement dispensée par les professeurs en Enseignement Technologique Transversal.*

Les données recueillies sont confidentielles et seront utilisées uniquement dans le cadre de statistiques nécessaires à cette étude. Les ressources fournies seront utilisées pour l'élaboration de cette étude et pour nulle autre raison.

1. Parcours de l'enseignant :

- 1.01 - Prénom.....
- 1.02 - NOM.....
- 1.03 - Age.....
- 1.04 - Adresse mail usuelle.....
- 1.05 - Etablissement.....
- 1.06 - Grade.....
- 1.07 - Discipline.....
- 1.08 - Ancienneté générale dans l'enseignement.....
- 1.09 - Ancienneté en Enseignement Tech. Transversal.....
- 1.10 - Année d'admission.....
- 1.11 - Formation :

AC	EE	IM	IN

Année	Diplôme	Intitulé	Obtention ?	
			oui	non

2. Enseignements Technologiques Transversaux :

2.01 - Enseignez-vous en Enseignement Technologique Transversal cette année ?.....

oui	non

2.02 – Selon vos propres critères, hiérarchisez les thématiques suivantes en les ordonnant par difficulté décroissante d'enseignement (de la plus difficile à la plus simple). Expliquez le choix concernant la thématique la plus difficile et la moins difficile à enseigner.

- (A) Architecture – (En) Energie – (Et) Etude des constructions – (R) Résistance des matériaux
(T) Traitement de l'information – (S) SysML

Veuillez répondre à l'adresse mail : Adrien.Koslowski@etudiant.univ-bpclermont.fr

2.03 – Concernant l'énergie, trouvez vous les notions suivantes difficiles à enseigner ? (1 représente le niveau le plus facile et 5 le plus difficile).

Réf.	Catégorie	Savoir Associé	Difficulté				
1.2.2.1	Mise à disposition des ressources	Enjeux énergétiques mondiaux : extraction et transport, production centralisée, production locale	1	2	3	4	5
1.2.3.2	Utilisation raisonnée des ressources	minimisation de la consommation énergétique (<i>extrait du savoir associé</i>)	1	2	3	4	5
1.2.3.3	Utilisation raisonnée des ressources	Efficacité énergétique d'un système	1	2	3	4	5
2.1.1.1	Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie	Caractérisation des fonctions relatives à l'énergie : production, transport, distribution, stockage, transformation, modulation.	1	2	3	4	5
2.2.2.1	Représentations symboliques	Graphe de flux d'énergie (<i>extrait du savoir associé</i>)	1	2	3	4	5
2.2.2.2	Représentations symboliques	Schéma architectural énergétique (<i>extrait du savoir associé</i>)	1	2	3	4	5
2.2.2.3	Représentations symboliques	Représentations des répartitions et de l'évolution des grandeurs énergétiques	1	2	3	4	5
2.3.2.4	Comportement des matériaux	Thermiques (échauffement par conduction, convection et rayonnement, fusion, écoulement)	1	2	3	4	5
2.3.5.1	Comportement énergétique des systèmes	Analyse des pertes de charges fluidiques, caractéristiques des composants	1	2	3	4	5
2.3.5.2	Comportement énergétique des systèmes	Les paramètres de gestion de l'énergie liés au stockage et aux transformations	1	2	3	4	5
2.3.5.3	Comportement énergétique des systèmes	Conservation d'énergie, pertes et rendements, principe de réversibilité	1	2	3	4	5
2.3.5.4	Comportement énergétique des systèmes	Natures et caractéristiques des sources et des charges	1	2	3	4	5
2.3.5.5	Comportement énergétique des systèmes	Caractérisation des échanges d'énergie entre source et charge : disponibilité, puissance, reconfiguration, qualité, adaptabilité au profil de charge, régularité	1	2	3	4	5
3.2.1.1	Transformateurs et modulateurs d'énergie	Adaptateurs d'énergie : réducteurs mécaniques, transformateurs électriques parfaits et échangeurs thermiques	1	2	3	4	5
3.2.1.2	Transformateurs et modulateurs d'énergie	Actionneurs et modulateurs : moteurs électriques et modulateurs, vérins pneumatiques et interfaces, vannes pilotées dans l'habitat pour des applications hydrauliques et thermiques	1	2	3	4	5
3.2.1.3	Transformateurs et modulateurs d'énergie	Accouplements permanents ou non, freins	1	2	3	4	5
3.2.1.4	Transformateurs et modulateurs d'énergie	Convertisseurs d'énergie : ventilateurs, pompes, compresseurs, moteur thermique	1	2	3	4	5
3.2.1.5	Transformateurs et modulateurs d'énergie	Éclairage	1	2	3	4	5
3.2.2.1	Stockage de l'énergie	Constituants permettant le stockage sous forme : - mécanique, hydraulique ou pneumatique : sous forme potentielle et/ou cinétique - chimique : piles et accumulateurs, combustibles, carburants, comburants - électrostatique : condensateur et super condensateur - électromagnétique - thermique : chaleur latente et chaleur sensible	1	2	3	4	5

2.04 – Prévoyez-vous d’aborder ces notions dans une séquence particulière « Séquence énergie » par exemple ?.....

oui	non

Si vous répondez « oui » à cette question, reportez vous au questionnaire QA

2.05 – Prévoyez-vous de répartir les notions sur l’énergie sur l’année scolaire ?.....

oui	non

Si vous répondez « oui » à cette question, reportez vous au questionnaire QB

<p>QA Séquence Particulière</p>

2.041 – Quels sont, d’après vous, les pré-requis à l’enseignement de l’énergie ?

2.042 – Votre séquence sur l’énergie sera-t-elle un pré-requis pour l’enseignement de nouvelles notions ? Lesquelles ?

2.043 – Combien de séances prévoyez-vous pour cette séquence ? Précisez la nature des activités (Activité, TP, Cours/Synthèse, TD...)

Activité	Nature	Intitulé	Savoirs associés	Info
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

Suite à ce questionnaire, complétez le questionnaire Q3

Veillez répondre à l’adresse mail : Adrien.Koslowski@etudiant.univ-bpclermont.fr

QB
Répartition des notions

2.051 – Dans le cas d'une répartition, proposez votre propre organisation.....

2.052 – Selon vous, quels pré-requis doivent être abordés avec les élèves avant l'enseignement de ces notions ?

Suite à ce questionnaire, complétez le questionnaire Q3

Q3
Energie

3.1 – Pouvez-vous donner votre propre définition de l'énergie ?.....

3.2 – Cette définition est-elle transférable à vos élèves ? Sinon quelle(s) modification(s) y apporteriez-vous ?

Veuillez répondre à l'adresse mail : Adrien.Koslowski@etudiant.univ-bpclermont.fr

Q4
Contacts

- 4.1 – Accepteriez-vous de joindre à cette étude vos documents (professeur et élève)..... oui non
- 4.2 – Accepteriez-vous de joindre à cette étude des restitutions d'élèves de vos activités..... oui non
- 4.3 – Accepteriez-vous d'être recontacté pour un prolongement de cette étude ?..... oui non

Veuillez répondre à l'adresse mail : Adrien.Koslowski@etudiant.univ-bpclermont.fr

D) Tableaux de réponses des questionnaires (Données linéaires par spécialités et savoirs)

Spécialité	Difficulté	Savoir	Spécialité	Difficulté	Savoir	Spécialité	Difficulté	Savoir
EE	Facile	SA1221	EE	Facile	SA3214	EE	Relativement facile	SA3221
EE	Facile	SA1221	EE	Facile	SA3215	EE	Relativement facile	SA3221
EE	Facile	SA1221	EE	Facile	SA3215	EE	Intermédiaire	SA1221
EE	Facile	SA1232	EE	Facile	SA3215	EE	Intermédiaire	SA1221
EE	Facile	SA1233	EE	Facile	SA3221	EE	Intermédiaire	SA1232
EE	Facile	SA2111	EE	Facile	SA3221	EE	Intermédiaire	SA1232
EE	Facile	SA2111	EE	Relativement facile	SA1221	EE	Intermédiaire	SA1233
EE	Facile	SA2111	EE	Relativement facile	SA1232	EE	Intermédiaire	SA1233
EE	Facile	SA2111	EE	Relativement facile	SA1232	EE	Intermédiaire	SA2111
EE	Facile	SA2221	EE	Relativement facile	SA1232	EE	Intermédiaire	SA2221
EE	Facile	SA2221	EE	Relativement facile	SA1232	EE	Intermédiaire	SA2221
EE	Facile	SA2221	EE	Relativement facile	SA1233	EE	Intermédiaire	SA2222
EE	Facile	SA2221	EE	Relativement facile	SA1233	EE	Intermédiaire	SA2222
EE	Facile	SA2222	EE	Relativement facile	SA1233	EE	Intermédiaire	SA2223
EE	Facile	SA2222	EE	Relativement facile	SA2111	EE	Intermédiaire	SA2324
EE	Facile	SA2222	EE	Relativement facile	SA2221	EE	Intermédiaire	SA2324
EE	Facile	SA2223	EE	Relativement facile	SA2222	EE	Intermédiaire	SA2352
EE	Facile	SA2223	EE	Relativement facile	SA2223	EE	Intermédiaire	SA2352
EE	Facile	SA2223	EE	Relativement facile	SA2223	EE	Intermédiaire	SA2352
EE	Facile	SA2324	EE	Relativement facile	SA2223	EE	Intermédiaire	SA2353
EE	Facile	SA2324	EE	Relativement facile	SA2324	EE	Intermédiaire	SA2353
EE	Facile	SA2351	EE	Relativement facile	SA2352	EE	Intermédiaire	SA2354
EE	Facile	SA2352	EE	Relativement facile	SA2352	EE	Intermédiaire	SA2354
EE	Facile	SA2352	EE	Relativement facile	SA2353	EE	Intermédiaire	SA2354
EE	Facile	SA2353	EE	Relativement facile	SA2353	EE	Intermédiaire	SA2355
EE	Facile	SA2353	EE	Relativement facile	SA2354	EE	Intermédiaire	SA2355
EE	Facile	SA2353	EE	Relativement facile	SA2355	EE	Intermédiaire	SA3211
EE	Facile	SA2354	EE	Relativement facile	SA3211	EE	Intermédiaire	SA3211
EE	Facile	SA2354	EE	Relativement facile	SA3211	EE	Intermédiaire	SA3211
EE	Facile	SA2354	EE	Relativement facile	SA3212	EE	Intermédiaire	SA3212
EE	Facile	SA2355	EE	Relativement facile	SA3212	EE	Intermédiaire	SA3213
EE	Facile	SA2355	EE	Relativement facile	SA3212	EE	Intermédiaire	SA3213
EE	Facile	SA3211	EE	Relativement facile	SA3214	EE	Intermédiaire	SA3213
EE	Facile	SA3211	EE	Relativement facile	SA3214	EE	Intermédiaire	SA3214
EE	Facile	SA3212	EE	Relativement facile	SA3214	EE	Intermédiaire	SA3214
EE	Facile	SA3212	EE	Relativement facile	SA3215	EE	Intermédiaire	SA3221
EE	Facile	SA3212	EE	Relativement facile	SA3215	EE	Relativement Difficile	SA1221
EE	Facile	SA3213	EE	Relativement facile	SA3215	EE	Relativement Difficile	SA2111
EE	Facile	SA3213	EE	Relativement facile	SA3215	EE	Relativement Difficile	SA2324
EE	Facile	SA3214	EE	Relativement facile	SA3221	EE	Relativement Difficile	SA2324

Spécialité	Difficulté	Savoir	Spécialité	Difficulté	Savoir	Spécialité	Difficulté	Savoir
EE	Relativement Difficile	SA2351	IM	Facile	SA2353	IM	Relativement facile	SA2324
EE	Relativement Difficile	SA2351	IM	Facile	SA2354	IM	Relativement facile	SA2351
EE	Relativement Difficile	SA2351	IM	Facile	SA3211	IM	Relativement facile	SA2351
EE	Relativement Difficile	SA2355	IM	Facile	SA3211	IM	Relativement facile	SA2351
EE	Relativement Difficile	SA3213	IM	Facile	SA3211	IM	Relativement facile	SA2351
EE	Relativement Difficile	SA3213	IM	Facile	SA3212	IM	Relativement facile	SA2352
EE	Relativement Difficile	SA3221	IM	Facile	SA3212	IM	Relativement facile	SA2352
EE	Difficile	SA2222	IM	Facile	SA3212	IM	Relativement facile	SA2352
EE	Difficile	SA2351	IM	Facile	SA3212	IM	Relativement facile	SA2352
EE	Difficile	SA2351	IM	Facile	SA3213	IM	Relativement facile	SA2352
EE	Difficile	SA2351	IM	Facile	SA3213	IM	Relativement facile	SA2352
EE	Difficile	SA2355	IM	Facile	SA3213	IM	Relativement facile	SA2353
IM	Facile	SA1221	IM	Facile	SA3213	IM	Relativement facile	SA2353
IM	Facile	SA1221	IM	Facile	SA3213	IM	Relativement facile	SA2354
IM	Facile	SA1221	IM	Facile	SA3214	IM	Relativement facile	SA2354
IM	Facile	SA1221	IM	Facile	SA3215	IM	Relativement facile	SA2354
IM	Facile	SA1232	IM	Relativement facile	SA1221	IM	Relativement facile	SA2354
IM	Facile	SA1232	IM	Relativement facile	SA1221	IM	Relativement facile	SA2355
IM	Facile	SA1233	IM	Relativement facile	SA1232	IM	Relativement facile	SA2355
IM	Facile	SA1233	IM	Relativement facile	SA1232	IM	Relativement facile	SA3211
IM	Facile	SA2111	IM	Relativement facile	SA1232	IM	Relativement facile	SA3211
IM	Facile	SA2111	IM	Relativement facile	SA1232	IM	Relativement facile	SA3211
IM	Facile	SA2111	IM	Relativement facile	SA1232	IM	Relativement facile	SA3211
IM	Facile	SA2111	IM	Relativement facile	SA1233	IM	Relativement facile	SA3211
IM	Facile	SA2111	IM	Relativement facile	SA1233	IM	Relativement facile	SA3212
IM	Facile	SA2221	IM	Relativement facile	SA1233	IM	Relativement facile	SA3212
IM	Facile	SA2221	IM	Relativement facile	SA1233	IM	Relativement facile	SA3212
IM	Facile	SA2221	IM	Relativement facile	SA1233	IM	Relativement facile	SA3213
IM	Facile	SA2221	IM	Relativement facile	SA1233	IM	Relativement facile	SA3213
IM	Facile	SA2221	IM	Relativement facile	SA2111	IM	Relativement facile	SA3213
IM	Facile	SA2222	IM	Relativement facile	SA2111	IM	Relativement facile	SA3214
IM	Facile	SA2222	IM	Relativement facile	SA2111	IM	Relativement facile	SA3214
IM	Facile	SA2223	IM	Relativement facile	SA2221	IM	Relativement facile	SA3214
IM	Facile	SA2324	IM	Relativement facile	SA2221	IM	Relativement facile	SA3214
IM	Facile	SA2324	IM	Relativement facile	SA2222	IM	Relativement facile	SA3214
IM	Facile	SA2351	IM	Relativement facile	SA2223	IM	Relativement facile	SA3214
IM	Facile	SA2353	IM	Relativement facile	SA2223	IM	Relativement facile	SA3215
IM	Facile	SA2353	IM	Relativement facile	SA2324	IM	Relativement facile	SA3215
IM	Facile	SA2353	IM	Relativement facile	SA2324	IM	Relativement facile	SA3215

Spécialité	Difficulté	Savoir	Spécialité	Difficulté	Savoir	Spécialité	Difficulté	Savoir
IM	Relativement facile	SA3215	IM	Intermédiaire	SA3215	IM	Difficile	SA2355
IM	Relativement facile	SA3221	IM	Intermédiaire	SA3215	IM	Difficile	SA3215
IM	Relativement facile	SA3221	IM	Intermédiaire	SA3221	IN	Facile	SA1221
IM	Relativement facile	SA3221	IM	Intermédiaire	SA3221	IN	Facile	SA1221
IM	Intermédiaire	SA1221	IM	Intermédiaire	SA3221	IN	Facile	SA1221
IM	Intermédiaire	SA1221	IM	Intermédiaire	SA3221	IN	Facile	SA1221
IM	Intermédiaire	SA1221	IM	Intermédiaire	SA3221	IN	Facile	SA1221
IM	Intermédiaire	SA1232	IM	Relativement Difficile	SA1221	IN	Facile	SA1232
IM	Intermédiaire	SA1233	IM	Relativement Difficile	SA1232	IN	Facile	SA1232
IM	Intermédiaire	SA1233	IM	Relativement Difficile	SA1233	IN	Facile	SA1232
IM	Intermédiaire	SA2111	IM	Relativement Difficile	SA2111	IN	Facile	SA1233
IM	Intermédiaire	SA2221	IM	Relativement Difficile	SA2221	IN	Facile	SA2111
IM	Intermédiaire	SA2222	IM	Relativement Difficile	SA2221	IN	Facile	SA2111
IM	Intermédiaire	SA2222	IM	Relativement Difficile	SA2222	IN	Facile	SA2111
IM	Intermédiaire	SA2223	IM	Relativement Difficile	SA2222	IN	Facile	SA2221
IM	Intermédiaire	SA2223	IM	Relativement Difficile	SA2222	IN	Facile	SA2221
IM	Intermédiaire	SA2223	IM	Relativement Difficile	SA2223	IN	Facile	SA2221
IM	Intermédiaire	SA2223	IM	Relativement Difficile	SA2324	IN	Facile	SA2221
IM	Intermédiaire	SA2324	IM	Relativement Difficile	SA2351	IN	Facile	SA2222
IM	Intermédiaire	SA2324	IM	Relativement Difficile	SA2351	IN	Facile	SA2222
IM	Intermédiaire	SA2324	IM	Relativement Difficile	SA2352	IN	Facile	SA2222
IM	Intermédiaire	SA2351	IM	Relativement Difficile	SA2352	IN	Facile	SA2222
IM	Intermédiaire	SA2352	IM	Relativement Difficile	SA2352	IN	Facile	SA2223
IM	Intermédiaire	SA2353	IM	Relativement Difficile	SA2353	IN	Facile	SA2353
IM	Intermédiaire	SA2353	IM	Relativement Difficile	SA2353	IN	Facile	SA2354
IM	Intermédiaire	SA2354	IM	Relativement Difficile	SA2354	IN	Facile	SA3211
IM	Intermédiaire	SA2354	IM	Relativement Difficile	SA2355	IN	Facile	SA3213
IM	Intermédiaire	SA2354	IM	Relativement Difficile	SA2355	IN	Facile	SA3215
IM	Intermédiaire	SA2354	IM	Relativement Difficile	SA2355	IN	Facile	SA3215
IM	Intermédiaire	SA2355	IM	Relativement Difficile	SA3211	IN	Relativement facile	SA1221
IM	Intermédiaire	SA2355	IM	Relativement Difficile	SA3212	IN	Relativement facile	SA1221
IM	Intermédiaire	SA2355	IM	Relativement Difficile	SA3213	IN	Relativement facile	SA1232
IM	Intermédiaire	SA2355	IM	Relativement Difficile	SA3214	IN	Relativement facile	SA1232
IM	Intermédiaire	SA3211	IM	Relativement Difficile	SA3221	IN	Relativement facile	SA1232
IM	Intermédiaire	SA3212	IM	Relativement Difficile	SA3221	IN	Relativement facile	SA1232
IM	Intermédiaire	SA3212	IM	Difficile	SA2222	IN	Relativement facile	SA1233
IM	Intermédiaire	SA3213	IM	Difficile	SA2223	IN	Relativement facile	SA1233
IM	Intermédiaire	SA3214	IM	Difficile	SA2223	IN	Relativement facile	SA1233
IM	Intermédiaire	SA3215	IM	Difficile	SA2351	IN	Relativement facile	SA1233
IM	Intermédiaire	SA3215	IM	Difficile	SA2351	IN	Relativement facile	SA1233

E) Questionnaires utilisés pour l'étude de la population d'élèves

Questionnaire Terminale AC

Quel(s) mot(s) utiliseriez-vous pour définir l'énergie ?

.....
.....

Pouvez-vous donner votre propre définition de l'énergie ?

.....
.....

Trouvez-vous les notions relatives à l'énergie difficiles à comprendre ?

1 : Très facile, 5 : très difficile

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Figure 60 : questionnaire des terminales AC

Questionnaire Terminale EE

Quel(s) mot(s) utiliseriez-vous pour définir l'énergie ?

.....
.....

Pouvez-vous donner votre propre définition de l'énergie ?

.....
.....

Trouvez-vous les notions relatives à l'énergie difficiles à comprendre ?

1 : Très facile, 5 : très difficile

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Figure 61 : questionnaire des terminales EE

Questionnaire Terminale ITEC

Quel(s) mot(s) utiliseriez-vous pour définir l'énergie ?
.....
.....

Pouvez-vous donner votre propre définition de l'énergie ?
.....
.....

Trouvez-vous les notions relatives à l'énergie difficiles à comprendre ?
1 : Très facile, 5 : très difficile

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Figure 62 : questionnaire des terminales ITEC

Questionnaire Terminale SIN

Quel(s) mot(s) utiliseriez-vous pour définir l'énergie ?
.....
.....

Pouvez-vous donner votre propre définition de l'énergie ?
.....
.....

Trouvez-vous les notions relatives à l'énergie difficiles à comprendre ?
1 : Très facile, 5 : très difficile

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Figure 63 : questionnaire des terminales SIN

F) Tableaux de réponses des questionnaires des élèves

Groupe 1	ITEC	Enseignant(s) :	EE	5
1	2	3	4	5
0	1	2	2	0

Groupe 2	ITEC	Enseignant(s) :	IM et EE	6
1	2	3	4	5
0	0	2	4	0

Groupe 3	SIN	Enseignant(s) :	EE	11
1	2	3	4	5
0	1	8	2	0

Groupe 4	SIN	Enseignant(s) :	IN et EE	9
1	2	3	4	5
1	3	3	2	0

Groupe 5	AC	Enseignant(s) :	IN et EE	9
1	2	3	4	5
0	2	5	2	0

Groupe 6	EE	Enseignant(s) :	IM et IM	16
1	2	3	4	5
0	2	10	4	0

Groupe 7	SIN	Enseignant(s) :	IM et IM	10
1	2	3	4	5
0	2	6	2	0

Groupe 8	SIN	Enseignant(s) :	IM et IN	6
1	2	3	4	5
0	0	4	2	0

Groupe 9		ITEC	Enseignant(s) :	IM et IM	3
1	2	3	4	5	
0	2	0	1	0	

Groupe 10		EE	Enseignant(s) :	IM et IN	10
1	2	3	4	5	
0	5	4	1	0	

Groupe 11		SIN	Enseignant(s) :	IM et IM	13
1	2	3	4	5	
0	1	10	2	0	

Groupe 12		ITEC	Enseignant(s) :	IM et IM	9
1	2	3	4	5	
0	2	4	3	0	

Groupe 13		EE	Enseignant(s) :	IM et IM	11
1	2	3	4	5	
3	3	4	1	0	

Tableau 80 : résultats des questionnaires élèves

G) Carnet d'entretien (entretiens avec les élèves)

Objectifs de l'entretien : L'objectif de ce carnet d'entretien est de récolter des informations pouvant être utilisées pour répondre à la question de recherche : L'impact des spécificités des élèves (spécialités choisies) et des spécialités des enseignants sur la compréhension des notions relatives à l'énergie des élèves.

Présentation de l'entretien aux participants : Etude réalisée dans le cadre d'un travail de recherche avec comme objectif de faciliter la compréhension des élèves en ETT.

Parties :

A : Le positionnement de l'élève.

B : Pour les élèves de spécialité EE, les différences entre l'énergie en ETT et en EE.

C : Pour les élèves de spécialité SIN et ITEC, les contenus en ETT

D : L'impact de la spécialité d'un enseignant sur l'énergie en ETT.

Réf.	Thématique	Peut être abordés par les participants	Commentaires / Notes
A	A-1 : Ton positionnement par rapport à l'énergie	- Difficulté - Facilité	/
B	B-1 : Quelles sont les différences entre l'enseignement de l'énergie en EE et en ETT ? B-2 : Quelles activités en EE et quelles activités en ETT ?	- Travaux pratiques - Théorie - Simulation de systèmes - Manipulation de systèmes réels	Reformulation(s) possible(s) : La nature des activités, ce qui est étudié en TP, les objets d'étude...
C	C-1 : Que fais-tu en ETT au niveau de l'énergie ? C-2 : La nature de l'activité peut-elle influencer sur la compréhension ?	- Travaux pratiques - Théorie - Simulation de systèmes - Manipulation de systèmes réels	Reformulation(s) possible(s) : La nature des activités, ce qui est étudié en TP, les objets d'étude...
D	D-1 : La spécialité des professeurs sur la facilité de compréhension ? D-2 : L'intervention d'un professeur de EE serait profitable ?	- Point de vue - Manière d'aborder les activités - Explications diversifiées	/

H) Entretiens avec les élèves

H.1) Entretien 1 : Elève de terminale STI2D de spécialité EE

En ETT, comment est-ce que tu ressens l'enseignement de l'énergie est-ce que c'est facile ? Est-ce que c'est difficile ?

C'est assez facile, il n'y a pas énormément de pratique on ne va pas assez dans tous les domaines.

C'est-à-dire qu'il y a une différence entre l'enseignement de l'énergie que tu fais en EE et en ETT ?

En EE on est énormément basé justement sur l'énergie on voit comment on récupère l'énergie, comment on peut l'obtenir comment on peut la stocker, comment la « redispacher » alors qu'en ETT c'est beaucoup moins vu tout ça.

Alors pour toi il y a vraiment une différence entre l'enseignement d'Energie Environnement et d'ETT ?

Totalement oui.

Et à ton avis qu'est ce qui fait qu'il y ait cette différence ?

Ben on a plus de chapitre en ETT qu'en EE et c'est pas... L'ETT est plus diversifié. On y étudie plus de choses alors qu'en EE c'est le principal sujet.

Est-ce que tu penses que, par exemple, avec la participation d'un professeur de EE en ETT ça changerait quelque chose ?

Oui, oui. Il nous expliquerait plus et comme c'est son domaine, on pourrait, si on a des questions, on aurait une réponse plus directe.

Est-ce que tu connais la spécialité des enseignants qui interviennent avec toi cette année en ETT ?

Non, je ne sais pas.

C'est deux enseignants d'Ingénierie Mécanique. Est-ce que tu penses que ça a une influence sur la capacité de compréhension des notions ?

Oui, puisque... Ben, ils arrivent à expliquer d'une autre façon que nous on comprend du coup on comprend mais plus facilement. Si on ne comprend pas la façon A, ils nous expliquent de la façon B et ainsi de suite si on ne comprend toujours pas.

A ton avis ça serait plus intéressant d'avoir plusieurs professeurs de différentes spécialités un seul professeur d'une seule spécialité ?

Plusieurs profs de spécialités différentes.

FIN DE L'ENTRETIEN

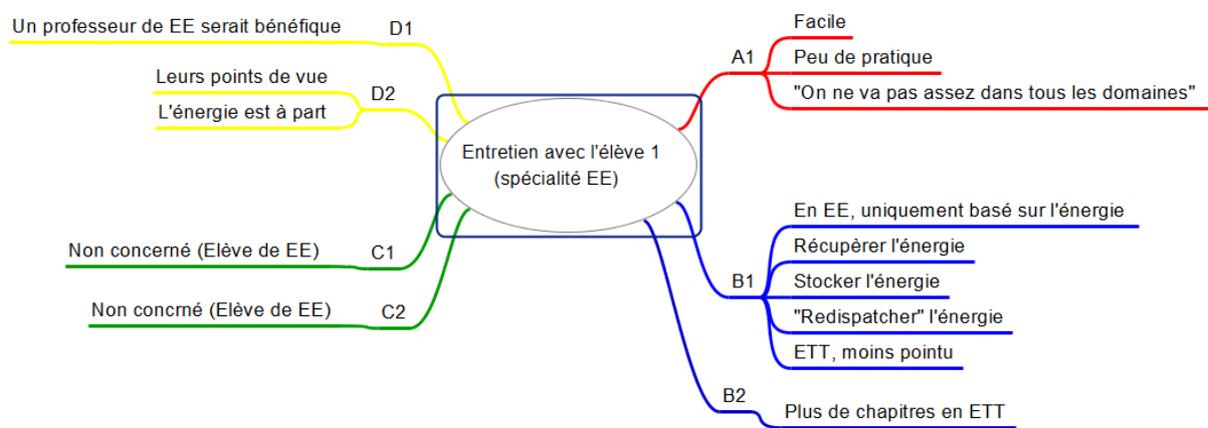


Figure 64 : carte mentale des propositions de l'élève 1

H.2) Entretien 2 : Elève de terminale STI2D de spécialité EE

Est-ce que l'énergie est une notion qui est pour toi difficile à comprendre ?

Non peut importe sous quelle forme.

Que ce soit sous la forme ETT ou spécialité c'est pareil ?

Oui c'est pareil.

Est-ce qu'il y a une différence entre l'enseignement de la EE et de l'ETT, au niveau de l'énergie je parle ?

Ben oui on va survoler l'énergie en ETT, même si on parle de chapitre de EE ça va vraiment être survolé alors que en EE directement on fait que ça quoi.

Quand tu dis on fait que ça, tu fais quoi comme activités différentes par exemple ?

On a fait des TP sur l'éclairage avec des ampoules et d'autre chose on a fait aussi des circuits en mesurant la tension selon ce qu'on prenait, on prenait un radiateur, des lampes aussi, des LEDs, des halogènes voilà on a fait des TP sur des lumières. Sinon on a fait la décharge d'une batterie, sinon on avait d'autres TP sur des logiciels par exemple Multisim.

En ETT les activités ne sont pas du tout de la même nature ?

Ha non il n'y a pas de pratique, c'est seulement que sur l'ordi et sur des logiciels. On avait fait heuu... Enfin on en a fait c'est sur l'hydrostatique qui rentre dans la EE mais non, non c'est pas pareil. Ils ont aussi moins de temps pour... C'est pas pareil en EE on est 11 et en ETT on est 30 donc forcément.

Mais est-ce que tu penses qu'avec la participation d'un prof de EE en ETT ce ne serait pas mieux ?

Pour les TP, enfin pour les TD d'ETT ou ça parle de EE oui mais sinon... Enfin je pense que c'est pareil pour l'ITEC et pour la SIN, si c'est un TP sur ça c'est mieux.

Est-ce que tu connais la spécialité des enseignants qui interviennent avec toi en ETT ?

Oui, enfin, oui. Donc Mr. A est plus ITEC à la base mais, il a fait un peu de tout il est bon en SIN aussi. A la base c'est pas ça qu'il devait faire dans sa formation, il m'avait expliqué. Et Mr. B

est aussi plus en ITEC mais heu... Il fait un truc spécial dans la ITEC mais je sais plus ce que c'est, il m'avait dit une fois mais je ne sais plus.

FIN DE L'ENTRETIEN

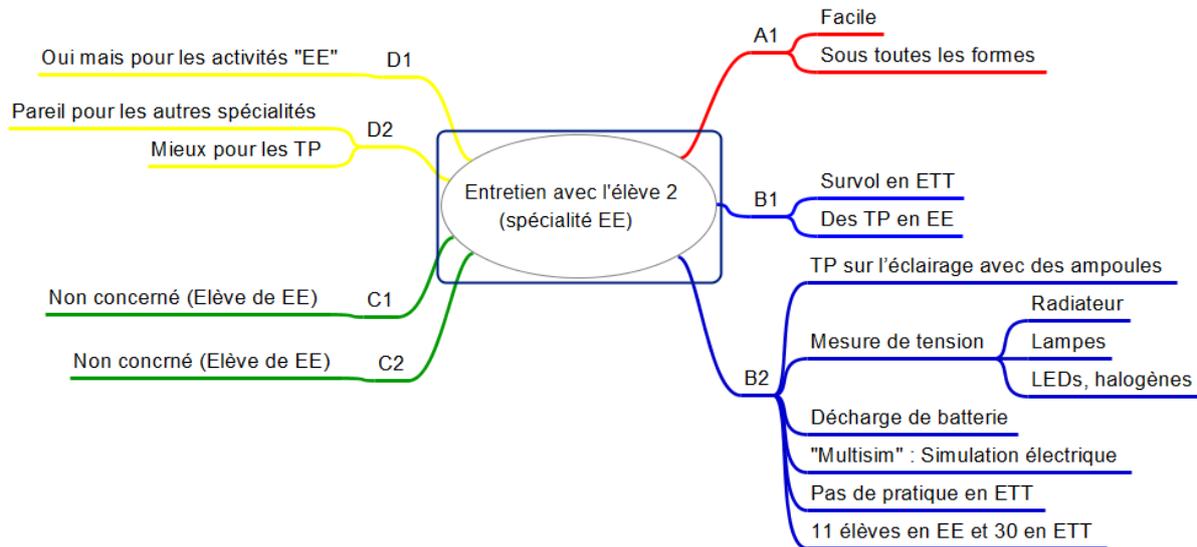


Figure 65 : carte mentale des propositions de l'élève 2

H.3) Entretien 3 : Elève de terminale STI2D de spécialité SIN

Dans le cadre de l'Enseignement Technologique transversal, de l'ETT, comment tu te positionne par rapport aux notions relatives à l'énergie ?

C'est une question compliquée, il faut du temps, il faut vraiment du temps à chaque leçon il faut vraiment prendre le temps de tout relire à chaque fois à chaque notion pour essayer de la comprendre afin de pouvoir l'apprendre. Ça prend du temps et c'est assez compliqué.

C'est assez compliqué par rapports à d'autres choses qui sont vue en ETT ou particulièrement l'énergie ?

L'énergie on peut encore la comprendre par rapport à certaines notions. C'est pas une notion très complexe par rapport au reste.

Et du coup quand vous faites de l'énergie en ETT vous travaillez comment, vous faites quoi ?

La plupart du temps c'est sur l'étude d'un système directement.

C'est une étude pratique ou c'est une étude théorique plutôt ?

Théorique plutôt sur l'énergie.

Tu penses qu'une étude pratique ou une étude théorique est plus profitable l'une par rapport à l'autre ?

Oui. Je pense que ça serait plus pratique justement un système devant nous et d'avoir quelque chose de plus concret, de plus visuel. Ça serait peut-être mieux qu'un sujet théorique ou on doit tout apprendre les formules et tout ça.

A ton avis est-ce qu'un professeur de spécialité EE ça serait bénéfique en ETT ?

Oui je pense oui, au moins on aurait quelqu'un qui, qui connaîtrait que le sujet-là et qui serait peut-être mieux pour mieux nous l'expliquer. Je pense.

Tu sais actuellement la spécialité des professeurs, avec qui tu as cours en ETT, de quelle spécialité ils sont ?

Non, même pas.

Ils sont de spécialité Ingénierie Mécanique. Est-ce que tu penses que ça a une influence sur votre compréhension de l'énergie dans la classe ?

Je pense ouais, ils ont leur point de vue plutôt sur leur matière à eux. Ça expliquerait pourquoi l'énergie c'est un peu à part par rapport à nos cours.

FIN DE L'ENTRETIEN

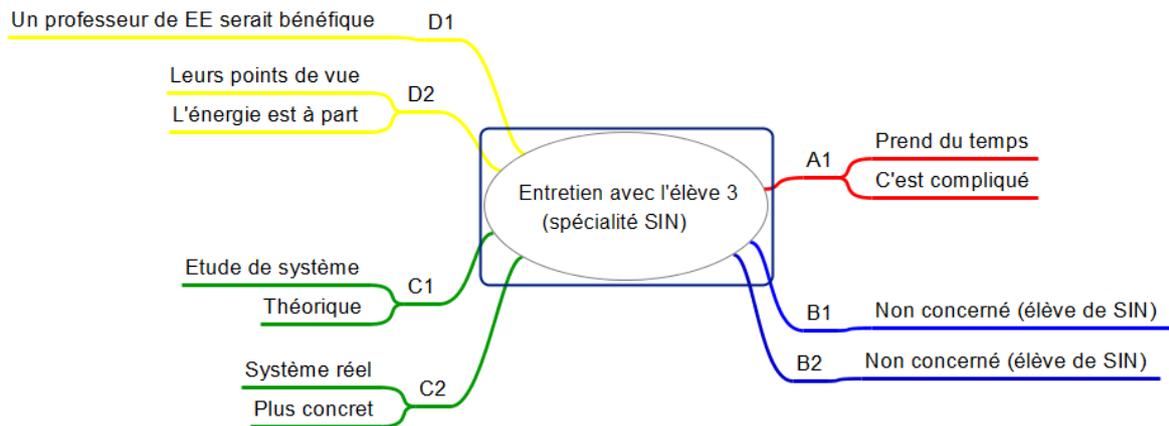


Figure 66 : carte mentale des propositions de l'élève 3

H.4) Entretien 4 : Elève de terminale STI2D de spécialité SIN

On va parler des notions d'énergie en ETT, en Enseignement Technologique Transversal. Est-ce que tu trouves ces notions-là faciles, difficiles, compliquées ?

L'énergie je dirai c'est un peu compliqué quand même. Parce que c'est vaste. Enfin ça dépend des chapitres mais je trouve sur la globalité c'est compliqué.

Quand tu dis compliqué, qu'est-ce qui est difficile pour toi ?

Parce que pour moi, quand on dit énergie, j'englobe par exemple tout ce qui va être une partie du fluide parce que ça reste des énergies. J'englobe les énergies par rapport à l'éolien donc je prends tout ça, les calculs et tout pour moi c'est un peu compliqué.

Quand tu dis calculs, tu dis une approche théorique ?

Oui, oui théorique en ETT on fait comme ça.

Vous faites de l'analyse de systèmes ?

Heu, oui.

Des activités assez pratiques ou pas ?

Il y a des activités. Ben ça dépend ce qu'on entend par pratique.

Est-ce que vous faites des expérimentations avec des systèmes ?

Un petit peu, pas beaucoup.

Quel genre d'expérimentation tu fais en ETT ?

Ben par exemple on fait des pompes à chaleur aujourd'hui. Donc on voit la pompe à chaleur, on fait les circuits internes on voit le principe de fonctionnement. On avait fait sur un automate aussi, mais là c'est pu par rapport à l'énergie, mais on avait fait avec un automate l'expérimentation. Et l'année dernière aussi mais je ne sais plus exactement sur quoi on avait fait.

Est-ce que tu penses que si un professeur de EE, d'Energie Environnement, intervient en ETT ça serait bénéfique ?

Je pense que ça pourrait l'être parce que ça donnerait une approche, ben en théorie c'est plus dans leur thème donc ça donnerait une approche... plus intéressante que celle, générale, des profs d'ETT.

Tu connais la spécialité de tes professeurs d'ETT cette année ?

Ouais, Mr. A c'est mécanique et Mr. B il me semble que c'est lui aussi de la mécanique ou de l'informatique il me semble je ne me souviens plus mais il avait fait de l'informatique je me souviens il avait dit.

FIN DE L'ENTRETIEN

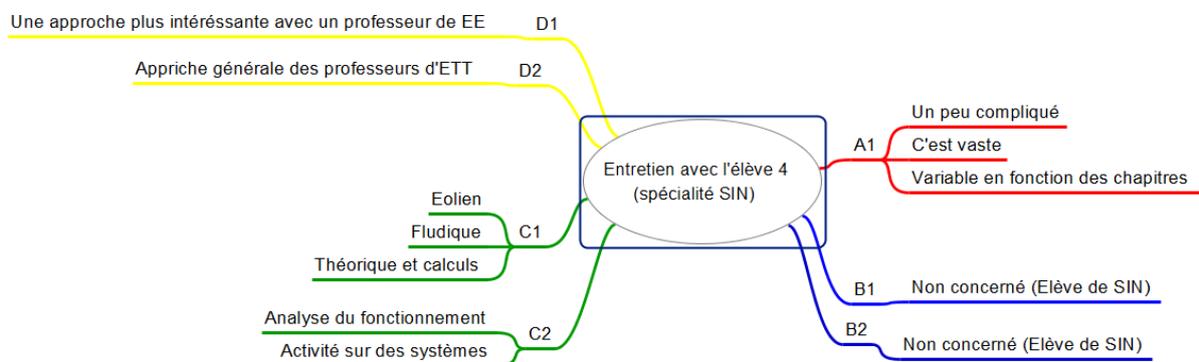


Figure 67 : carte mentale des propositions de l'élève 4

H.5) Entretien 5 : Elève de terminale STI2D de spécialité ITEC

Comment tu trouves les notions relatives à l'énergie ? Est-ce qu'elles sont faciles, difficiles ?

Difficiles. Moi j'ai du mal à comprendre les explications et les exercices en cours.

Les exercices sont de quelles natures ? De quelles formes ?

Sous forme de... Il y a beaucoup de... Il y a beaucoup de formules à connaître et il y en a tellement que je ne sais pas trop laquelle il faut utiliser à chaque fois.

Les activités sont essentiellement théoriques ?

Les TP non mais quand on est en cours oui.

Tu fais quoi en TP, en activité ?

On fait des... Ca dépend on fait des... Sur des ordi des fois on a des exercices, ben chercher des réponses dans les documents des trucs comme ça. C'est déjà plus intéressant car on est déjà par 2. Et je trouve que c'est mieux on peut se servir du cours pour utiliser des éléments. Parce que le cours il est, je trouve, qu'il y a beaucoup beaucoup dans le cours.

Donc globalement théorique ? C'est ça qui, à ton avis, pose problème ?

Ouais.

Selon toi qu'est-ce qui serait intéressant de faire pour que ça soit plus compréhensible pour un élève ?

Je pense de réduire peut-être le... enfin les formules, enfin... Je ne sais pas trop...

Tu connais la spécialité des professeurs d'ETT qui interviennent cette année ?

Non.

Ils sont de spécialité Ingénierie Mécanique.

D'accord.

Est-ce que tu penses que la spécialité d'un professeur ça influe sur la capacité de compréhension pour un élève sur les notions d'énergie ? Sur leur capacité d'explication ?

Peut-être je ne sais pas trop.

Par exemple, si un professeur de EE, d’Energie Environnement, intervenait en ETT ce serait plus facile pour toi de comprendre ?

Non je ne pense pas. Nous on est plus ITEC. Ben je pense que si un prof d’ETT par exemple pour nous ITEC il avait, il était d’ITEC et un autre prof pour les SIN en SIN ben ça serait plus facile parce que je pense qu’il sait ce qu’on a fait.

Pour expliquer les notions des autres spécialités tu penses que... [Coupé]

Je ne pense pas, enfin, non je ne pense pas.

FIN DE L’ENTRETIEN

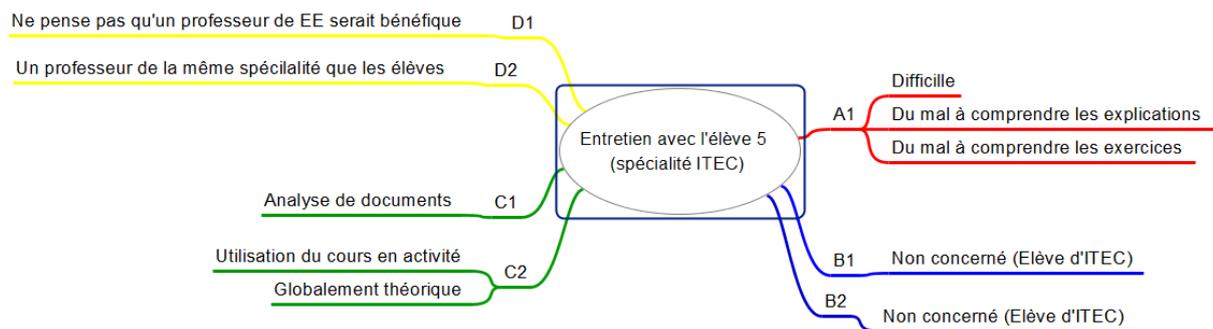


Figure 68 : carte mentale des propositions de l'élève 5

H.6) Entretien 6 : Elève de terminale STI2D de spécialité ITEC

Par rapport à l'enseignement de l'énergie en ETT, tu te positionne comment ?

Moyen, moyennement. Ben, je ne suis pas le plus nul mais je en suis non plus le plus fort.

C'est-à-dire c'est assez facile, difficile ?

C'est quand même assez balèze. C'est n'est pas... C'est assez difficile quand même.

Qu'est-ce qui fait que c'est difficile ?

Ben il y a certaines notions, par exemple aussi au niveau de données il y a beaucoup de données. Et je ne sais pas comment expliquer. Il y a beaucoup de choses à comprendre. Et si on vient d'un domaine auquel on ne connaît pas trop il faut vraiment essayer de comprendre tout de suite, tout de suite, et c'est... c'est compliqué.

Tu fais comme activité en ETT sur l'énergie ?

La en ce moment je fais tout ce qui est fluide. Là on étudie le système d'une pompe à chaleur.

Des activités plutôt théoriques, pratiques ?

Ben généralement c'est théorique, plus théorique.

Et ça pose problème pour toi ?

Oui un petit peu. Parce que du coup on ne voit pas trop comment ça fonctionne en vrai.

Est-ce que tu connais la spécialité des professeurs actuellement qui interviennent en ETT ?

Je sais que c'est des profs d'ETT et qu'ils s'y connaissent un peu près dans tous les domaines, tout ce qui est SIN et ITEC et de l'AC aussi, de l'architecture.

C'est deux professeurs d'Ingénierie Mécanique. Est-ce que pour toi, à ton avis, ça a une influence sur l'enseignement qu'ils soient de cette spécialité ?

Pas vraiment, moi je pense qu'ils s'y connaissent un peu près dans tous les domaines parce qu'on a vu un peu de tout et ça se voit qu'ils savent ce qu'ils font.

Si un professeur de EE intervenait en ETT pour expliquer les notions sur l'énergie. Est-ce que tu penses que ça serait favorable pour les élèves ?

Ça serait peut-être un peu plus favorable parce qu'il saurait peut-être comment expliquer certaines parties que certains profs ne sauraient pas expliquer. Peut-être qu'il arriverait mieux expliquer certaines choses que certains profs qui sont d'une autre spécialité.

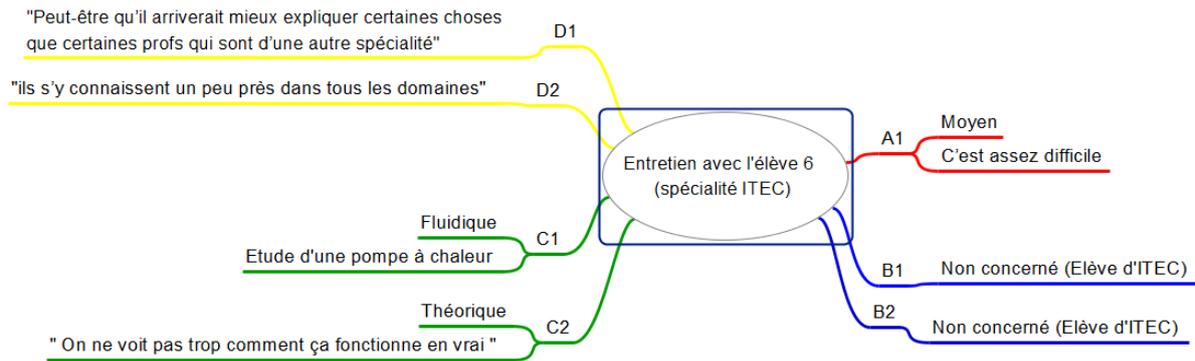


Figure 69 : carte mentale des propositions de l'élève 6

I) Carnet d'entretien proposé

Objectifs de l'entretien : L'objectif de ce carnet d'entretien est de récolter des informations pouvant être utilisées pour répondre aux questions de recherche : La pratique enseignante sera-t-elle impactée par la spécialité de l'individu vis-à-vis de l'énergie ? Quels sont les critères d'adaptabilités des enseignants ? Différents éléments théoriques structurent l'entretien : La motivation, la conscience disciplinaire et la redéfinition de la tâche sont des éléments théoriques pouvant structurer les réponses des participants. Informations complémentaires sur la population : La population a déjà répondu à un questionnaire, les données de type ancienneté, études universitaires, spécialité générale ou en Enseignement Technologique Transversal n'ont pas besoin d'être directement abordées. Cette grille est articulée autour des plusieurs thématiques : **A** (Contexte d'avant la réforme), **B** (la réforme STI2D) et **C** (Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie).

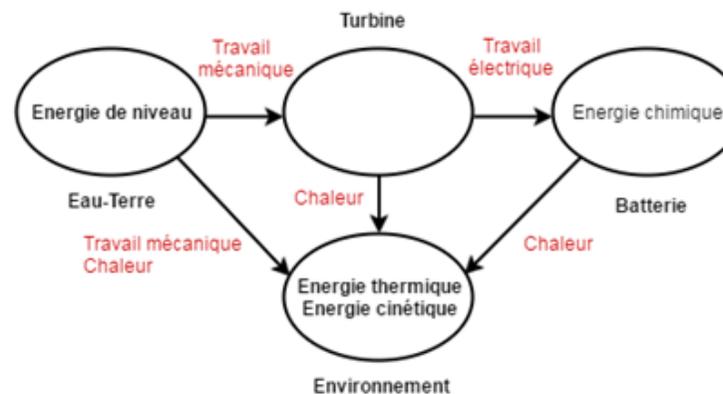
Présentation de l'entretien aux participants : Etude réalisée dans le cadre d'un travail de thèse avec comme objectif de comprendre les différentes pratiques vis-à-vis de l'Energie des enseignants de SII en Enseignement Technologique Transversal. Cet entretien sera enregistré.

Réf.	Thématique	Peut être abordés par les participants	Commentaires / Notes
A	<p>A-1 : Pouvez-vous m'expliquer votre parcours enseignant (votre ancienne spécialité, la/les disciplines enseignées etc...) ?</p> <p>A-2 : Pouvez-vous m'expliquer votre relation avec votre discipline d'origine (de formation ou de pratique en tant qu'enseignant) ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vécu en STI / BTS - Attache à une discipline - Genre professionnel - Enseignant spécialisé (vécu, formation) 	/
B	<p>B-1 : Pouvez-vous m'expliquer le principe ou l'objectif de l'Enseignement Technologique Transversal (pour la partie relative à l'énergie en particulier) ?</p> <p>B-2 : De quelle manière votre parcours vous aide-t-il dans ce contexte ?</p> <p>B-3 : Quel(s) genre(s) de stimulation(s) ou de motivation exprimez-vous pour cet enseignement ? Y-Trouvez-vous du plaisir ? Trouvez-vous cet enseignement plaisant ?</p> <p>B-4 : Une étude montre que les enseignants de telle ou telle spécialité expriment des difficultés pour des savoirs bien spécifiques alors que d'autres spécialités n'en n'expriment pas. Qu'en pensez-vous ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Attait pour l'ETT - Attait pour l'énergie en ETT - Adéquation parcours et intérêt - Relation vécu et présent 	Reformulation(s) possible(s) : Résigné par la réforme, Résigné par vos résultats, Motivé par les autres, Auto-motivation, Motivé par volonté de faire la tâche, Motivé par stimulations plaisantes, Motivé par la connaissance, Motivé par la satisfaction de réaliser des défis.
C	<p>C-1 : Que veut-dire pour vous « Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie » ?</p> <p>C-2 : Comment mettez-vous en œuvre ce savoir du référentiel ? Quel(s) exemple(s) utiliseriez-vous ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Redéfinition du savoir / de la tâche - Des exemples en lien avec la spécialité - Redéfinition du savoir / de la tâche - Des exemples en lien avec la spécialité 	/

C-3 : Proposez une chaîne d'énergie d'un barrage hydroélectrique en précisant le nom des fonctions et des composants associés :

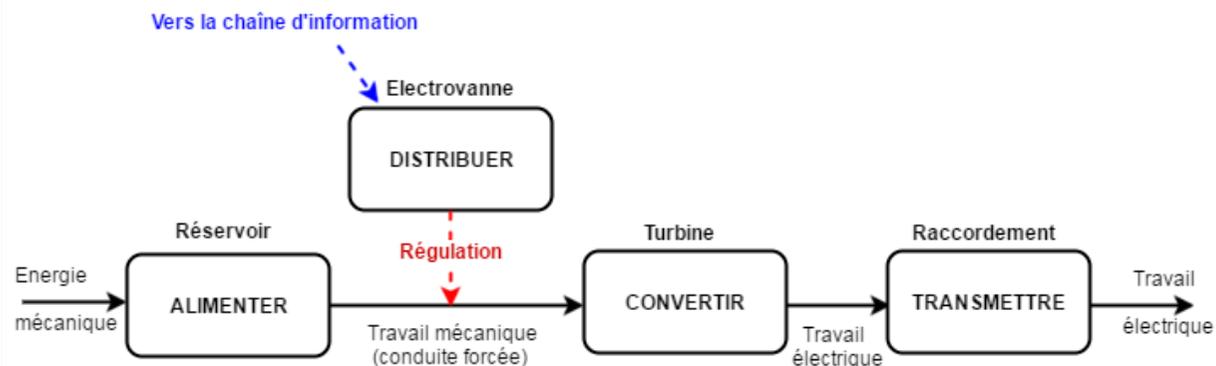
C-4 : Que pouvez-vous me dire sur cette modélisation ?
 Que représente-t-elle ? Quelle(s) différences avec la modélisation de la chaîne d'énergie utilisée en ETT ?

Quel(s) avantages ou inconvénients ?



C-5 : Que pouvez-vous me dire sur cette modélisation ?
 Que représente-t-elle ? Quelle(s) différences avec la modélisation de la chaîne d'énergie utilisée en ETT ?

Quel(s) avantages ou inconvénients ?



J) Entretiens avec les enseignants

J.1) Entretien 1 : enseignant de spécialité Energie Environnement sans expérience en Enseignement Technologique Transversal.

Est-ce que tu peux m'expliquer comment tu as évolué dans ta carrière d'enseignant de la partie électrotechnique jusqu'à aujourd'hui ?

Du départ, de mon cursus de formation ?

Tu peux parler de ton cursus de formation.

J'ai fait un BTS Electrotechnique, enfin un bac " Electrotech " et un BTS " Electrotech " un peu de " maître aux. " en " Electrotech " et après la prépa CAPET à Cachan et la licence au passage génie " élec " et donc le CAPET " Electrotech " option énergie. Après j'ai fait " Electrotech " en STI et quand il y a eu la réforme, j'ai suivi des formations proposées au niveau académique. Donc voilà, après j'avais toujours un peu suivi la production d'énergie tout ça. J'avais déjà basculé sur les énergies quand même, ça ne m'a pas posé de problème après ce qui m'a paru, ce qu'on faisait moins, c'était tout ce qui est la partie thermique, le chauffage et tout ça. Ça il a fallu bosser ses trucs là. La partie projet j'en avais fait en BTS mais l'approche était complètement différente. Je suis tout juste au point et encore pas tout à fait au point après 5 ans sur quoi faire en projet avec les élèves. Voilà, les difficultés j'ai essentiellement été tout seul pour m'adapter à la spécialité directement. J'ai de grosses installations alors qu'il en faudrait de plus petites⁶⁸.

Il y a une relation entre la discipline que tu avais à la base et la nouvelle ?

Oui, il y a une base, une base qui reste. Tout ce qui est conversions d'énergies. Energie mécanique en électrique et l'inverse. Tout ce qui est production d'énergie, tout ce qui est modulation d'énergie aussi, l'éclairage ça aussi. On a gardé ce qu'on savait faire je ne balaye pas tout à fait tous les champs du programme mais j'essaye plus ou moins de faire ça.

Donc par exemple la chaîne d'énergie existait déjà ?

Oui, elle n'était pas formalisée tout à fait de la même façon, ce n'était pas chaîne d'énergie et chaîne d'information mais on faisait déjà identifier les fonctions et l'apport du système.

⁶⁸ En parlant du matériel pédagogique du laboratoire.

Ces éléments étaient directement transférables de l'ancienne mouture à la nouvelle ?

Ouais.

Par exemple l'énergie en STI ça consiste en quoi à peu près, qu'est-ce qu'on y fait ?

L'énergie, c'est une réponse qui est difficile à expliquer, je dirais qu'on, que je n'arrive qu'à dire des exemples, des exemples de conversion d'énergie pas à définir l'énergie.

Mais avec des exemples tu arrives à expliquer ?

Voilà, on passe d'une énergie d'un mouvement mécanique en électrique on va trouver d'un système en rotation on va récupérer le mouvement, l'énergie cinétique ou des choses comme ça. L'énergie de rayonnement sur des panneaux photovoltaïques. Les éoliennes, l'énergie cinétique du vent. L'hydraulique c'est pareil, la différence de hauteur d'eau. Il y a aussi tous les déplacements, l'éclairage et aussi le rayonnement de la chaleur et ce domaine là aussi.

Tout ton parcours et toute cette globalité en " Electrotech " ça t'as aidé dans le passage de l'un à l'autre ?

Oui, je m'en sers, je m'appuie là-dessus. Peut-être que c'était assez vaste, je suis toujours curieux des technologies donc ça va je ne suis pas, je n'ai pas senti un choc. Il y avait tout une partie je pensais que ça serait facile... Ah oui, le seul où j'ai eu des difficultés c'est la pompe à chaleur surtout sur la partie thermique. Ouais la partie thermique de la pompe à chaleur. Ça je n'ai pas appris, j'ai jamais appris, je l'ai appris que là.

Après est-ce que tu trouves que c'est intéressant intellectuellement, est-ce que ça te motive ?

Ah oui, oui, oui ça m'intéresse, ça m'intéresse par ce que moi j'ai toujours été, toujours curieux de tout et donc j'ai l'esprit ouvert donc du coup ça ne pose pas de problème. Ceux qui ont eu des problèmes c'est ceux qui étaient très dans leur contexte dans leurs contacteurs, leurs câblages, leurs machines. La machine, la machine, la machine etc. Voilà, dès qu'on les sort de ça ils ne sont plus dans leur zone de confort et ils sont perdus.

Donc tu es plutôt motivé, c'est intéressant, ça t'intéresse ?

Oui, oui c'est intéressant, il y a des parties intéressantes, alors après on pourra discuter de la façon dont la réforme elle est arrivée, la façon dont ça s'est mis en place au niveau de

l'académie, là on peut discuter. Il manque des choses, il a manqué des choses, ils ont mis en place des formations mais quasiment zéro de pratique, des tonnes de logiciels et ça, ça manque un peu cet aspect pratique. Il aurait fallu avoir des TP clef en main. Des maquettes sont venues mais trop grosses ou trop, je ne sais pas moi, je n'adhère pas à l'idée, aux TP qui sont proposés souvent avec les maquettes car tu ne peux quasiment rien en faire, ils sont soit trop simplistes ou alors c'est moi qui fait des choses trop compliquées. Soit trop simplistes ou ils ont fini en une heure et tu ne vois pas ce que ça a vraiment apporté. Sinon la partie simulation était intéressante mais très compliquée.

Est-ce que tu dirais que relever un nouveau défi dans ce cadre-là, ça te motiverait plus ? Par satisfaction de relever un défi ou plutôt par la satisfaction du genre nouveaux savoirs, nouvelles connaissances ?

Oui, mais sauf que à mon âge on a, là je me suis rendu compte qu'on apprend beaucoup moins facilement même si on est curieux et motivé. C'est compliqué, c'est plus compliqué d'apprendre à 50 ans qu'à 20. Le cerveau, il ne fonctionne pas, même si tu crois avoir compris, t'as pas compris, il faut refaire, il faut machiner. Quand on dit que les collègues plus âgés qui se sont sentis dépassés, ouais... Quand t'as fait longtemps la même chose et que t'as pu mis... Et en fin de compte tes élèves ils ont baissé en niveau et que t'es plus soumis à des contraintes intellectuelles ou du moins une stimulation intellectuelle pour réfléchir et dire ah ben oui il faut calculer plus vite que les élèves. Là tu fais un truc, il n'y a jamais un élève qui va te contrer. Quand j'ai commencé, j'ai eu des premiers S-SI enfin l'année ou ça s'est créé, c'était de la folie, c'était de la folie, ce qu'ils voulaient, ce qu'il fallait préparer c'était impressionnant. Pour faire un cours, enfin moi je trouvais un cours à l'époque de quelques collègues et moi il me fallait 8 jours pour arriver à m'en sortir, je sortais de Cachan et eux en une heure ils avaient " bouffé " le truc. Tu passais des tonnes d'heures et ils te posaient une question : « monsieur vous vous êtes trompé là ». Et là c'est gérable, c'est gérable. J'ai oublié la question initiale.

Non c'est bon, c'est ce dont j'avais besoin.

J'ai réalisé une étude pour ce travail de recherche et j'ai remarqué que certains enseignants en fonction de leur spécialité expriment des difficultés bien particulières par rapport à tel ou tel savoir. Qu'est-ce que tu en dis ? Est-ce que tu aurais un exemple de ce qui pourrait poser ce genre de problème ?

Des gens issus du génie " élec " ou globalement ?

Ça reste centré sur l'énergie. En fonction de la spécialité, je parle de la nouvelle spécialité, des gens expriment des difficultés ou pas à enseigner tel ou tel savoir.

J'ai peu de retour parce que ceux que j'ai, ils étaient déjà en énergie alors ils s'en sortent, pour la plupart sur l'académie s'en sortent assez bien. Certains restent encore, dans les présentations de projets ou des choses comme ça, ils restent dans leurs compétences initiales, dans leurs activités antérieures.

Je parle plutôt des profs qui étaient en Ingénierie Mécanique, ceux qui étaient en Ingénierie Electronique.

Ah ben oui alors là, en génie électronique j'en ai peu connu. En mécanique apparemment oui, ils ont plus de mal car je pense qu'ils étaient dans un, tout un domaine, bon ceux qui étaient purement plutôt " méca " dessin ceux-là ont eu du mal. Il reste même un gars ici. Après s'ils étaient intervenus en S-SI, ils auraient déjà l'habitude du panachage, de l'ouverture des possibilités, s'ils étaient restés que là, ça faisait trop de choses ou trop d'aspects nouveaux. Moi j'en avais un petit peu je pense mais d'autres... Et d'ailleurs, je lui avais dit à Pierre⁶⁹ : « tu vas galérer l'année prochaine » et c'est effectivement, il était tout retourné quand je lui ai dit ça, il l'avait pris vachement au sérieux. Ça va être vachement difficile quand même tout un pan de domaines et qu'il ne semble pas s'investir et c'est un peu le problème que ça a donné. Donc fallait s'investir. Michel⁷⁰ en toute fin de carrière, il lui restait 2 ans, il s'est jeté là-dedans en Enseignement Transversal il a essayé de faire et il n'a pas eu trop de problèmes, il était plus ouvert.

Si je te dis, organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie, qu'est-ce que ça te dis ? Ça te fait penser à quoi ? Qu'est-ce que ça veut dire pour toi ?

J'ai toujours du mal avec le vocabulaire, je dirais, pédagogique. Donc organisation fonctionnelle pour moi c'est les fonctions des éléments c'est Production, Transmettre, Stocker c'est des trucs que j'avais l'habitude d'utiliser dans l'analyse fonctionnelle. D'ailleurs je ne suis pas d'accord avec certains termes que les élèves utilisent, je suis un peu embêté.

Quel genre de termes par exemple ?

Quand tu veux dire Stockage, eux ils ne mettent jamais Stockage comme bloc fonctionnel on va dire.

Ils utilisent la fonction Alimenter comme utilisée dans le référentiel ?

⁶⁹ Le nom de la personne est modifié

⁷⁰ Le nom de la personne est modifié

Ouais, Alimenter et aussi il me semble que dans le référentiel il y a aussi Stockage pour moi et donc, tu vois moi, je ne suis pas très près du référentiel, je ne suis pas un peu allergique, mais j'ai du mal à comprendre le langage. Je ne sais pas si t'as lu les programmes en EE, mais il y a des termes, concrètement pour moi ça ne veut rien dire. Je lis le programme d'ITEC, de SIN je comprends même si je n'ai pas les compétences tout à fait, mais des trucs comme l'adresse IP ou machin je pourrais presque faire un cours comme ça, mais avec les termes qui sont utilisés chez nous au début je ne comprenais rien. Des systèmes à multi-sources d'énergie qui je ne sais plus trop quoi, ce n'était pas évident au départ.

Comment tu mets en œuvre ce savoir ?

Il y aurait fallu que, qu'il y ait un groupe, ce qui est en train de se faire plus ou moins, c'est un groupe d'ingénierie qui aurait pondu au moins des activités, après de les prendre ou pas, c'est la liberté pédagogique mais de prendre des trucs qui correspondraient, pour nos amener peut-être de l'ancien monde au nouveau monde. De faire une passerelle. Moi j'ai découvert cette année, j'avais un premier document, le référentiel, et il y a un document qui complète, qui explique le référentiel. Et moi j'avais la version 1, peut-être même pas aboutie et j'ai découvert dernièrement, à la rentrée, qu'il existait une version, une nouvelle version, une version complétée. Et là il y avait l'ancien système et le nouveau, par exemple t'as un GRAFCET et le SysML correspondant, tu as une bête à corne et ce qui correspond en SysML et voilà la chaîne fonctionnelle et ce qui correspond maintenant. J'ai découvert que là, il y avait, il aurait fallu plus de choses, déjà en documents et avoir les activités déjà, du tout cuit. Je dirais du tout cuit au niveau académique, ça s'est fait apparemment à Orléans, il y avait des TZR qui ont été sollicités, qui ont essayé de répondre etc... Mais je n'ai pas trop trouvé trop de traces de ça chez nous, ce n'était pas comme ça, il y a eu des formations à distances, des formations ressources, moi j'avais été. C'était une plateforme qui s'appelle « Performance » et tout, pour récupérer des choses et effectivement c'était des cours fait pour les profs, donc après, moi j'ai pris ça et j'ai essayé d'en extraire un cours au niveau des élèves. Parce que sinon, ce que ça représente au niveau des documents des machins à produire quand tu travailles tout seul comme moi, c'est chaud.

Tu dis souvent que tu travailles tout seul, donc tu penses qu'en ayant une équipe dans ta spécialité ça aurait été plus facile, plus simple de mettre en œuvre ?

Oui, parce qu'au lycée, en fin de compte on a, il n'y a pas eu, comme j'étais seul, dans certains bahuts ils étaient deux et ils ont échangé et a deux, ben tu peux déjà échanger et ça te partage, à quelque part, le travail en deux. Donc eux ont pu faire, je n'ai pas suffisamment de contacts pour facilement, de récupérer, parce que moi j'étais pratiquement que preneur en fin de

compte. Donc pour faire, ça déjà, avant il y a très peu de choses qui existent même sur la plateforme « ESCONAME » il y a peu de choses qui existent et le seul truc qui m'a un peu sauvé en dernier c'était « MySTI » et donc la dessus j'ai récupéré pas mal de choses et j'utilise pas mal ça. Et finalement j'en viens à toujours faire un truc avec les PC.

Des activités de simulations ?

Ouais, mais tu fais un TD, mais tu le fais au travers du PC tout le temps, il y a très peu de pratique parce que les trucs qu'ils ont pu mettre, qui sont destinés à tout le monde, c'est un peu que des trucs théoriques et donc ce n'est pas, c'est moins des activités, parce qu'il aurait fallu que la maquette elle soit disponible facilement chez tout le monde, ou de trouver, de dire, faire, des maquettes. Alors moi, petit à petit, j'ai quelques idées. Mais je me souviens d'y a bien longtemps quand j'interrogeais en " Génie élec " mais c'était avant 92 et là il y avait des thèmes, des projets académiques, quand t'allais dans un autre bahut pour interroger, il y avait un projet académique pour toutes les terminales " électrotech ", ils faisaient la même chose. Le support, tu avais des gars dans le bahut ils avaient des idées simples et moi j'étais dans le gros bahut de Reims ; On avait des sous, on achetait une étuve, on faisait des simulations, on faisait de vraies mesures, les mecs ils se faisaient une petite boîte, ils mettaient une lampe là-dedans, ils mettaient un gradateur et pis ça marchait, c'était un truc à 100 balles et pis ça marchait et ils montraient la même chose. Et c'est ça qu'il aurait fallu, qu'il faudrait d'ailleurs, des systèmes simples, on le dit tous lors des revues de projet.

Si je te demande de dessiner, dans le cadre de la chaîne d'énergie, un barrage hydroélectrique. Comment est-ce que tu la dessinerais cette chaîne d'énergie avec les fonctions et les composants du barrage ?

Moi je raisonne qu'au niveau des composants. Quand je raisonne je mets beaucoup d'éléments.

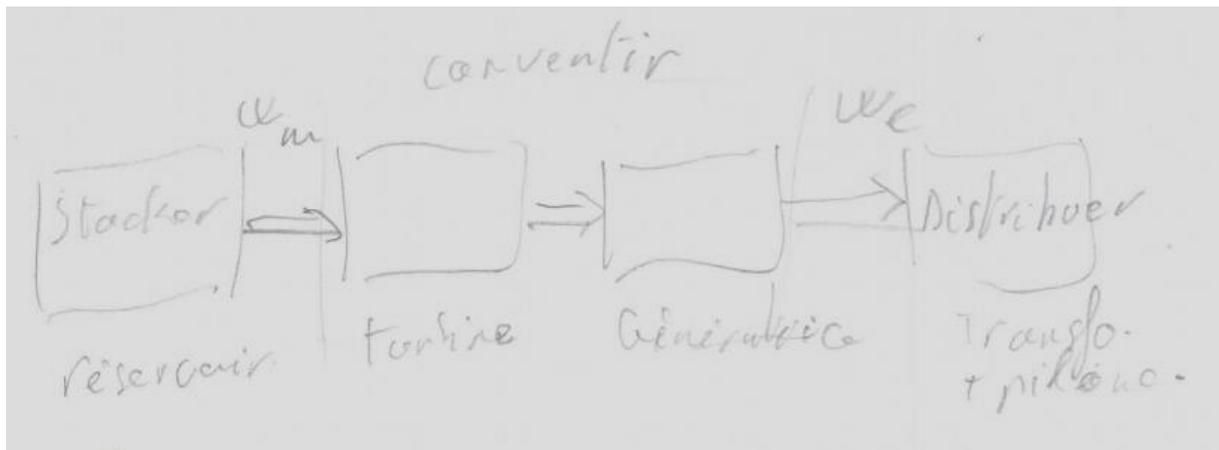


Figure 70 : proposition de l'enseignant pour la chaîne d'énergie

Quelles fonctions tu attacherais à ces composants-là ?

Là ça serait Stocker, et là Convertir. Mais là, soit on en fait qu'une seule, tu fais un gros bloc. Et puis là Transfo plus câbles et pylônes pour Distribuer on va dire. Voilà grosso-modo. Et Stocker voilà. J'ai l'impression de n'avoir jamais fait la chaîne là.

Et que penses-tu des quatre fonctions utilisées en ETT, Alimenter, Distribuer, Convertir et Transmettre, est-ce que tu l'entends comme l'absolu, tout le monde doit s'y tenir ou tu travaillerais plutôt comme en " Electrotech " ou on positionne les fonctions ?

Moi, j'ai fait modifié, tu verras peut-être après, tout à l'heure si tu regardes certaines chaînes d'énergies si tu prends les quatre fonctions, ce n'est pas forcément, à chaque fois le réduire, peut-être à quatre fonctions c'est un peu réducteur je dirais. Il vaudrait mieux avoir un petit peu plus de... On essaye de retrouver Alimenter etc.. mais adapté aux différents cas de figure peut être.

Et pour toi les flèches ça représente quoi ?

Un transfert d'énergie.

C'est-à-dire comment est-ce que tu le caractériserais par exemple sur cette chaîne-là ?

Ici tu as de l'énergie électrique, tu as de l'énergie mécanique des trucs comme ça. Je mets « w » pour énergie « méca » et énergie « élec ».

Tu écrirais « w » pour énergie ? Tu utilises le symbole « w » ?

Oui.

**Nos collègues en didactique de la physique auraient représenté le barrage comme ça⁷¹.
Qu'est-ce que tu en penses de cette modélisation ? Je te laisse le temps de regarder.**

Ils parlent de chaleur, de chimie... Moi, je ne le verrais pas là... Je suis surpris.

L'énergie cinétique, ouais, mais parce qu'au niveau du barrage hydraulique il n'y a pas trop, trop de chaleur. Bon après si tu stockes effectivement sur batterie mais ce n'est pas le premier truc qui me vient à l'esprit.

Pour toi, tu trouves que la représentation a un certain intérêt ou tu ne l'aurais pas fait comme ça ?

Je ne l'aurais pas, je ne l'ai pas faite comme ça et l'énergie chimique, ils disent batterie, ouais c'est un cas alors. Est-ce qu'ils pensent à des tout petits barrages, mais à des gros barrages ce n'est pas possible ou pratiquement pas possible. Alors l'énergie cinétique, je veux bien, mais l'énergie thermique j'ai du mal, je ne vois pas là, je ne la vois pas dans un barrage. Si maintenant tu veux caractériser toutes les centrales, bon ben alors là, tu changes, mais bon tu n'auras plus énergie de niveau ou d'eau ; Tu auras énergie fossile, que tu vas transformer en chaleur et à ce moment-là, tu retrouves le modèle et effectivement là tu as ta chaleur. Et là l'énergie chimique je ne la vois pas trop, effectivement dans les batteries, oui je suis d'accord sur ça tout seul ou avec des panneaux solaires ou du stockage.

La dernière modélisation⁷². Que penses-tu de cette modélisation ? C'est le même barrage mais avec une nouvelle modélisation.

Ouais, là ça va mieux. Ça ouais, là c'est bon.

Qu'est-ce qu'elle aurait comme différences de la chaîne d'énergie qu'on voit tout le temps en STI2D, elle a des intérêts des inconvénients ?

Pour moi elle est, pratiquement elle est " impec ", pour moi elle est, elle correspond, moi je la comprends. Il y a juste un truc où tu dis vers, enfin pour la flèche elle était... Oui, ça vient de la chaîne d'information.

⁷¹ Proposition du schéma C-4 (Représentation du barrage hydroélectrique vue par la didactique de la physique)

⁷² Proposition du schéma C-5 (Modélisation de la chaîne d'énergie non linéaire en Technologie avec régulation)

Le modèle là, pour toi, est-il plus complet que la chaîne standard, il donnerait plus d'informations ?

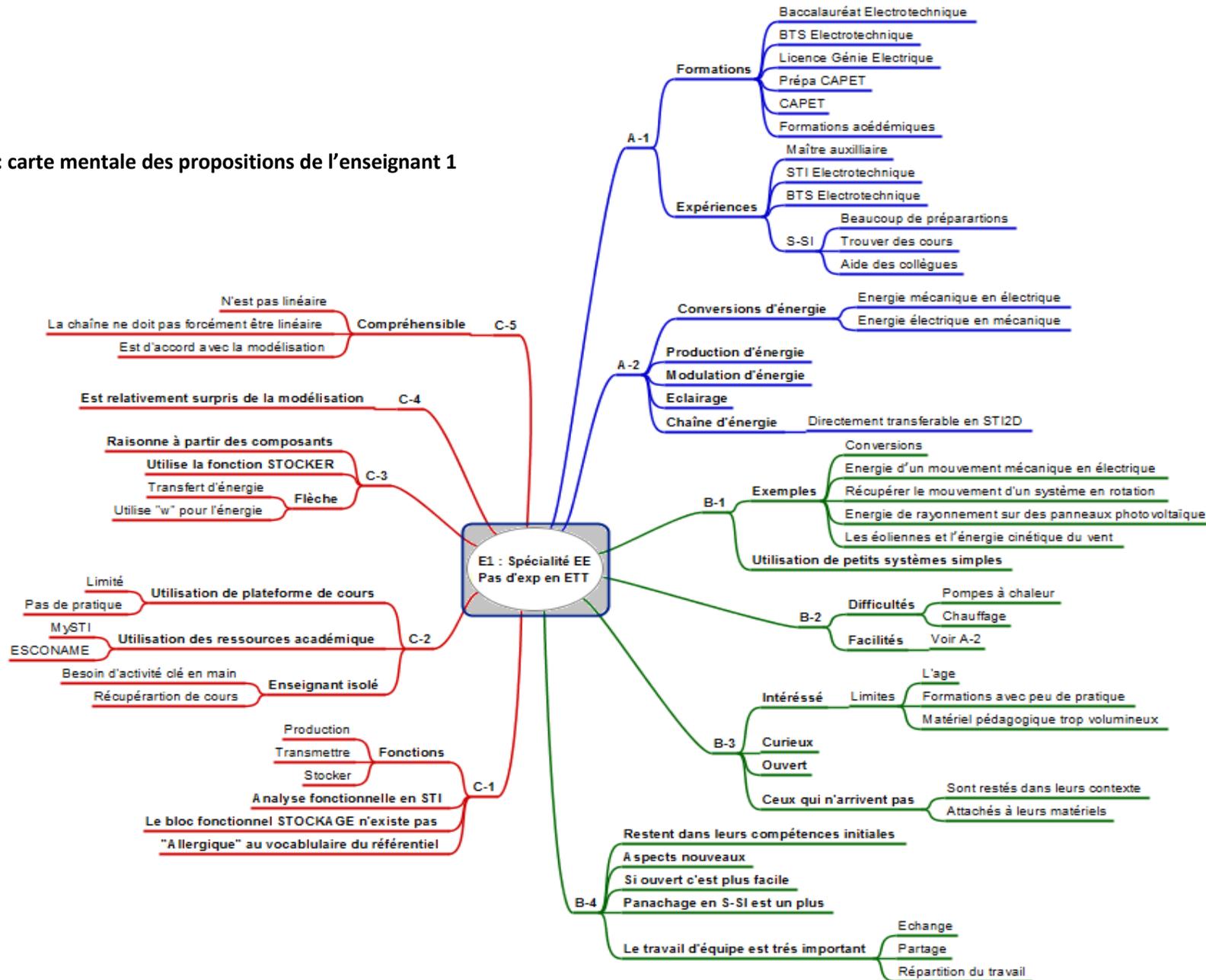
Déjà il permet de voir, je ne sais pas, qu'on agit peut-être dans cette zone-là (L'enseignant fait référence avec son stylo à la fonction Distribuer qui agit sur la conduite forcée), qu'il y ait une intervention et que ce n'est pas tout linéaire.

Donc ce n'est pas justement un modèle forcément linéaire ?

Si tu veux faire un système de cogénération, tu es obligé de rajouter et si tu fais avec des élèves de la cogénération, tu as une chaîne comme ça à quatre éléments et t'es embêté car tu as une deuxième source. Ou alors tu dis, je fais, une deuxième et je fais le premier cas de figure, je fais la production d'électricité et de l'autre côté je fais la production de chaleur. Donc voilà pour moi je dis que c'est une bonne solution.

FIN DE L'ENTRETIEN

Figure 71 : carte mentale des propositions de l'enseignant 1



J.2) Entretien 2 : enseignant de spécialité Ingénierie Mécanique avec 3 ans d'expérience en Enseignement Technologique Transversal.

Peux-tu m'expliquer ton parcours professionnel ?

J'ai fait un bac F1 Mécanique, j'ai fait ensuite un DUT Mécanique Productique et j'ai fait une licence de Technologie dans la ville H. J'ai commencé une maîtrise que je n'ai pas terminée. Ensuite j'ai passé le CAPET en interne, j'ai fait maître auxiliaire avant pendant 4 ans, 3 ans. Ensuite j'ai enseigné en Lycée professionnel en maître auxiliaire et ensuite au lycée technique en maître auxiliaire aussi.

Quelles matières ?

J'ai enseigné, j'ai fait un peu d'affutage à la SEP, j'ai fait un peu d'atelier à la SEP et après j'ai fait tout ce qui était construction mécanique en F1, j'ai fait de la micromécanique dans l'établissement A⁷³ et puis après il y a eu la réforme STI2D et j'ai fait du transversal en dehors des secondes SI, des Sciences de l'ingénieur et des choses comme ça.

En Enseignement Technologique Transversal existe-t-il des liens avec ce que tu faisais avant ?

Oui la partie mécanique évidemment se retrouve dans l'enseignement technologique Transversal. Après il y a 3 quarts du programme que je ne connaissais pas.

C'est à dire ?

Tout ce qui est numérique, conversions tout ce qui est architecture tout ce qui est énergie environnement je connaissais un tout petit peu mais pas beaucoup en tout cas. La partie mécanique correspond à ce que je faisais en tout cas.

Ton parcours professionnel ou universitaire t'aide dans ce contexte en Enseignement Technologique Transversal, pour l'énergie par exemple ?

Oui quand même parce que on retrouvait certaines notions qu'on voyait avant en STI qu'on retrouve un petit peu en Transversal mais énormément. Il y a beaucoup de choses que je ne connaissais pas.

⁷³ Le nom du lieu est modifié

Comme quoi par exemple ?

L'énergétique on en parlait un petit peu mais on n'allait pas beaucoup plus loin tout ce qui est les différents modes de production électrique tout ce qui est panneau photovoltaïque tout ça on ne voyait pas. Donc voilà cette partie-là on ne la voyait pas. Il n'y pas que ça, il y a d'autres domaines ça restait très light quand on faisait le bac F1 à l'époque dans le domaine de l'énergie en tout cas on n'allait pas très loin. Une ou deux formules pas plus.

Tu n'allais pas très loin, c'est à dire tu faisais des chaînes d'énergie ?

Chaînes d'énergies oui, on ne peut pas appeler ça chaîne d'énergie mais ça ne ressemblait à ça. On ne faisait pas autant dans le détail.

C'est à dire ?

C'était plus... Comment on appelle ça. Je recherche le terme. Une chaîne, une sorte de synoptique. Des blocs les uns derrières les autres. Ce n'était pas vraiment, ça s'appelait pas vraiment une chaîne d'énergie.

Tu saurais me dire ce qui les différencie d'un point de vue contenu ?

On n'était pas forcément, c'était plus des blocs fonctionnels, plutôt qu'une chaîne d'énergie on voyait le nombre et ce que ça faisait très rapidement on ne détaillait pas ce qui entre en énergie et en sortie.

Pas de transferts de choses comme ça ?

Non, c'était plus une synoptique.

Certains enseignants d'une spécialité, peu importe laquelle, expriment des difficultés par rapport à certains points du référentiel et d'autres non. Toi dans ta situation as-tu des difficultés pour enseigner l'énergie ?

Disons que l'énergie peut être un peu moins. Mais les domaines comme le numérique tout ce qui est programmation, numérique tout ça c'est compliqué pour quelqu'un qui vient de construction mécanique, il est moins à l'aise. On va mettre plus de temps à assimiler les choses, voilà. En tout cas c'est mon point de vue.

Tout ce qui est la partie énergétique ça ne te pose pas trop de problème ?

Ben c'est toujours, la partie énergie on le traite comme on le faisait avant et pas forcément de la même façon qu'en STI2D. Il y a des technologies que je ne connaissais pas donc effectivement on n'a pas forcément exprimé les choses de façon très, aussi facilement.

L'enseignement Technologique Transversal tu trouves que c'est intéressant comme discipline ? Comme nouvelle matière ?

Oui, simplement c'est de mon point de vue un peu trop le programme est trop long. C'est à dire il y a trop de, le contenu est trop lourd il y a trop de chose à faire. Peu de temps pour faire passer, on ne reste pas suffisamment de temps sur un chapitre pour que les élèves soient suffisamment à l'aise. Après ça peut être suffisant par rapport à l'épreuve mais voilà.

C'est un problème trop important ?

Déstabilisant pour les jeunes.

Et pour les enseignants ?

Aussi. C'est à dire que si on ne maîtrise pas complètement, on est peut-être en difficulté, on enseigne des choses et on n'est pas forcément complètement à l'aise.

Peux-tu donner des exemples de choses dont tu n'es pas complètement à l'aise ?

Toujours dans le domaine du numérique, c'est compliqué tout ce qui est codage, tout ce qui est trame, voilà c'est des domaines dont je ne suis pas, j'ai des difficultés. Voilà même si le cours on fini par le connaître on finit par le maîtriser de mieux en mieux mais enfin ce n'est pas évident.

A ton avis qu'est-ce qui fait qu'un enseignant, peu importe sa spécialité arrive à mieux s'intégrer en ETT ?

Bien s'intégrer en ETT pour moi c'est le fait de travailler avec des collègues qui partagent leurs connaissances qu'on n'a pas donc ça permet de regarder de progresser et justement d'y trouver un intérêt personnel déjà pour sa culture personnelle et pour le programme de mieux le comprendre, plus rapidement et c'est intéressant, personnellement c'est enrichissant.

Pour un collègue qui est seul dans un établissement pour mettre en place l'ETT c'est beaucoup plus compliqué pour lui que par exemple dans un grand établissement ?

Oui, je pense, complètement. Même si maintenant avec le temps on a des ressources qui nous permettent de mieux aborder les chapitres mais sinon globalement c'est mieux d'être à plusieurs c'est une matière qui est quand même assez large. Quatre domaines ce n'est pas évident. Et d'ailleurs quand on ne maîtrise pas trop on fait le cours mais je pense qu'on n'exprime pas de la même façon que si on était complètement à l'aise, on ne va pas donner des exemples on ne va pas capter de la même façon les élèves. Moi c'est comme ça que je le ressens, dans mon domaine c'est plus facile de montrer des exemples des choses, on commente des choses plus facilement que le numérique ou là, pour moi, c'est plus compliqué. Même si avec le temps évidemment ça va mieux.

Si par exemple je te dis organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie qu'est-ce que ça t'inspire ? Qu'est-ce que c'est ?

Pour moi c'est les différentes fonctions qui forment la chaîne d'énergie.

C'est à dire ?

Ben tel qu'on le voit, c'est à dire ALIMENTER, DISTRIBUER etc... Ce qu'on voit en cours. Même si ce n'est pas toujours évident.

Pour toi ces fonctions sont inaliénables quand on fait une chaîne d'énergie ?

Oui, je pensais et ce n'est peut-être pas toujours le cas. Enfin ça c'est le recul en discutant avec les collègues. Dans un premier temps oui et après pas forcément.

C'est à dire ?

Par exemple il y a des fonctions qu'on ne voit pas tout de suite sur des activités comme par exemple le bloc de sécurité, la fonction TRANSMETTRE on ne l'identifie pas bien dans le système et des choses qu'on n'arrive pas bien à exprimer.

Pour toi d'un point de vue institutionnel il faut respecter les quatre fonctions ? Les jeunes doivent ils respecter les quatre fonctions quand ils produisent ?

C'est ce qu'on a tendance à faire avec les jeunes effectivement mais peut-être pas dans tous les cas. Des fois on est en difficulté car quand c'est des domaines qu'on ne connaît pas bien ou des principes physiques qu'on ne connaît pas bien on va certainement rater quelques fonctions et même pour les expliquer, les solutions technologiques ont va mal les exprimer, la fonction TRANSMETTRE ou DISTRIBUER.

Comment tu mets en œuvre ce savoir ? Comment est-ce que tu l'appliques en ETT ?

On l'applique à travers des systèmes qu'on a dans la salle, différents systèmes, on fait travailler par groupes les élèves sur le portail FAAC, sur le vélo à assistance électrique sur des choses comme ça.

Tu pourrais dessiner la chaîne d'énergie d'un barrage hydroélectrique comme tu la représentes ?

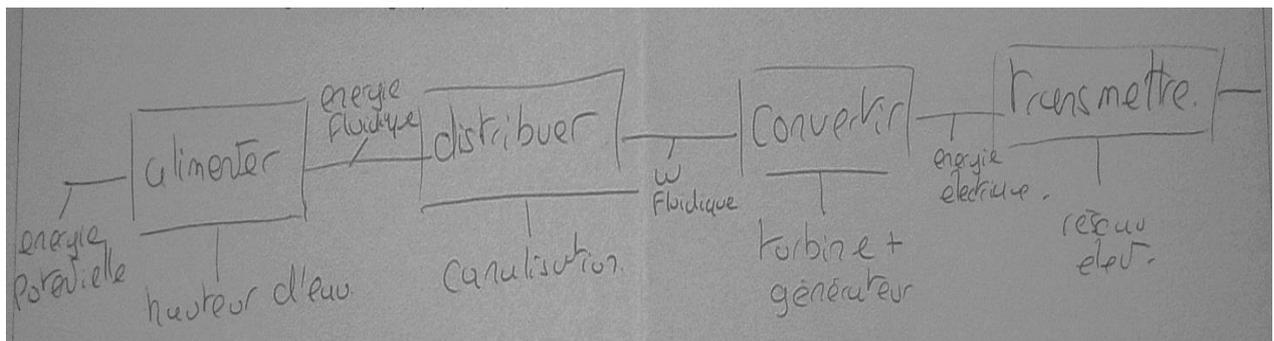


Figure 72 : proposition de l'enseignant pour la chaîne d'énergie

Tu pourrais me dire à quoi correspondent les traits qui sont là ?

Là c'est les différentes énergies, là c'est l'énergie potentielle, fluidique. Là c'est toujours de l'énergie fluidique. Et là on aura de l'énergie mécanique et électrique ça se complique.

Qu'est-ce que tu obtiens en sortie ?

De l'énergie électrique. Bon après là, évidemment il y a deux transformations il peut y avoir deux fonctions Convertir on peut en mettre deux et là on peut différencier l'énergie mécanique avec l'énergie électrique.

Pour toi c'est une possibilité ?

Oui c'est une possibilité.

Là tu écris énergie fluide, tu l'écris avec un "w" ?

Oui c'est des restes d'écriture qu'on utilisait avant.

Quand tu écris du travail tu utilises quel caractère ?

Oui, normalement, on peut aussi utiliser la même lettre, tout à fait. On a tendance un peu à mélanger un peu les deux.

Si tu devais caractériser cette flèche, ce trait entre les deux fonctions tu dirais que c'est de l'énergie et c'est tout ?

...

Qu'est-ce que ça veut dire qu'est-ce que ça représente ?

C'est de l'énergie sous forme de pression par la différence de hauteur qui peut se traduire par un déplacement du fluide dans la canalisation

On passe de l'un à l'autre ? On passe d'une fonction à l'autre ? C'est statique ?

C'est la même l'énergie potentielle et l'énergie, oui c'est statique à gauche c'est statique et à droite ça devient, ça bouge quoi, puis ce que ça passe par une canalisation.

Je te propose une autre modélisation : les enseignants en Physique-Chimie utilisent une autre forme de modélisation. Je te montre une de leur chaîne et tu me dis ce que tu en penses. C'est aussi un barrage hydroélectrique.

L'énergie de niveau c'est comme l'énergie potentielle. Et la turbine il n'y a rien dedans ? C'est juste, c'est considéré comme une chaîne d'énergie ?

C'est l'équivalent de leur chaîne à eux. Qu'est-ce qui diffère avec celle que l'on fait nous ?

Ben nous on est toujours avec les blocs ALIMENTER, DISTRIBUER, CONVERTIR et TRANSMETTRE alors que là on passe d'une énergie à une autre, une énergie de niveau ou potentielle ou fluide à une énergie électrique qui est ici une énergie chimique dans la batterie, je n'ai pas précisé moi (dans la mienne). Turbine, chaleur et frottements, énergie

thermique et énergie cinétique... Donc l'énergie chimique, c'est les déplacements de l'énergie électrique, du + vers le - peut-être, de la chaleur... Oui je ne suis pas habitué à ça, pas du tout.

Il y aurait des avantages pour toi de représenter une chaîne d'énergie de cette manière ?

Oui si on veut peut-être comprendre les principes physiques de la production d'énergie sinon pas forcément. En physique effectivement, d'un point de vue technique ben ça peut être intéressant de rentrer plus dans le détail effectivement oui.

En technique on parle de rendement de composants, est-ce qu'on peut les avoir aussi là ?

Alors sur l'énergie de niveau et la turbine oui on peut avoir un rendement, on peut avoir des pertes par frottement entre la turbine et... L'énergie chimique on peut aussi avoir des pertes je pense, oui. L'énergie chimique et puis... Il pourrait y avoir des pertes là aussi entre l'énergie de niveau et la turbine, ah oui elle passe ici entre la turbine et l'énergie cinétique, c'est la chaleur là c'est ça ? Oui on peut les voir là sinon. Pareil sur l'énergie thermique et puis l'énergie thermique cinétique, entre la batterie et l'environnement pareil il peut y avoir un rendement des pertes sous forme de chaleur. Je ne suis pas habitué à cette façon de faire. Ce n'est pas du tout le même mode que l'on est habitué avec ALIMENTER, DISTRIBUER sur ce schéma-là, qui n'est peut-être pas suffisamment détaillé certainement.

Je te propose cette modélisation d'une chaîne d'énergie, dis-moi ce que tu en penses ?

C'est toujours le même barrage ?

Oui, c'est toujours le même barrage.

La turbine, c'est turbine plus un générateur, la fonction DISTRIBUER est mise au-dessus alors qu'en général on la met à la suite.

Ça pose soucis ?

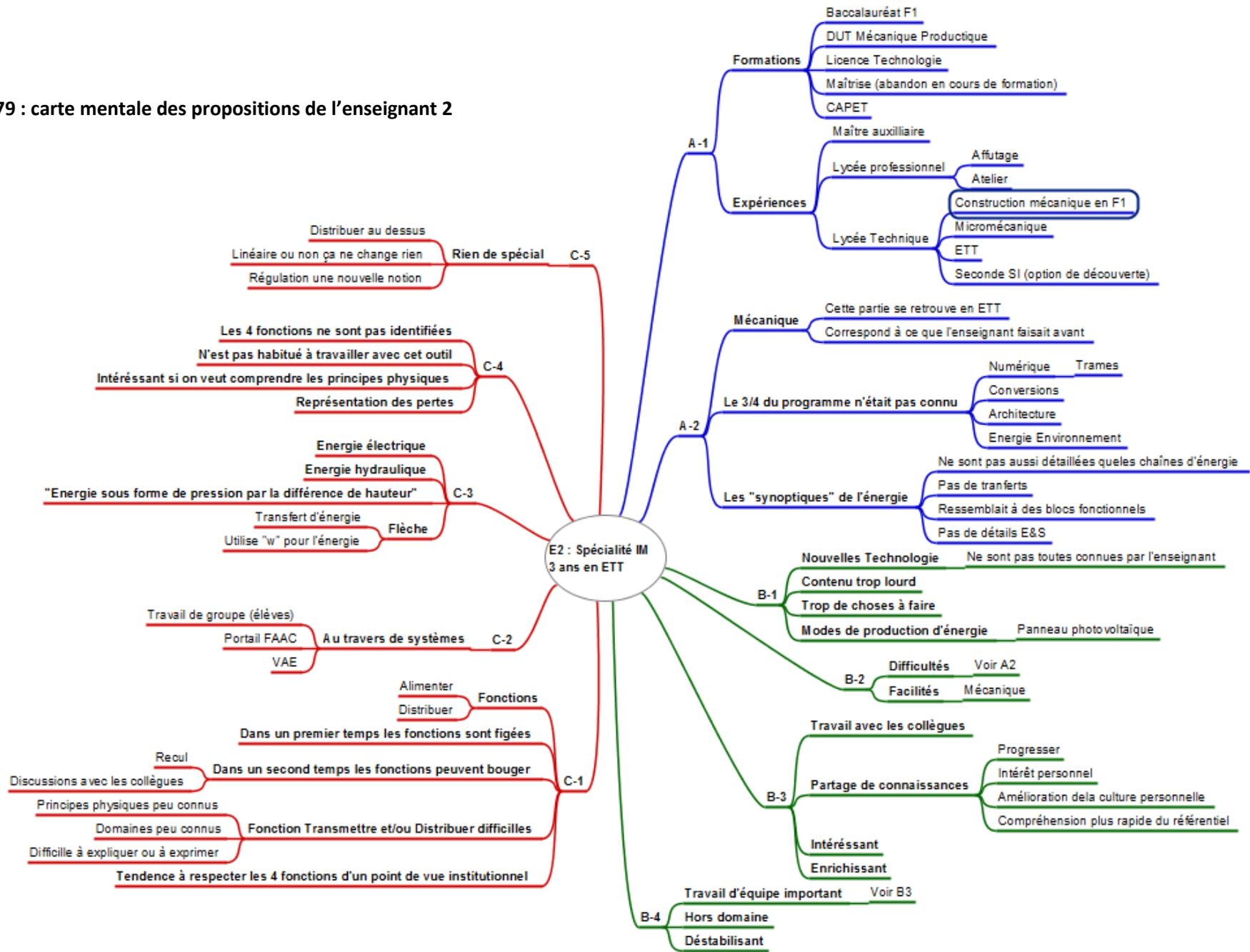
Non pas spécialement par ce que ça ne change pas spécialement... Parce que en général la fonction DISTRIBUER on la met à la suite et oui, oui, effectivement la régulation par l'électrovanne si on l'avait mis à la suite ALIMENTER, DISTRIBUER en mettant électrovanne sans mettre régulation ça pourrait être interprété de la même façon, non ? Je ne sais pas.

Qu'est-ce que ça représente de différent, qu'est-ce que ça voudrait dire de voir la fonction DISTRIBUER de cette façon plutôt que dans la continuité ?

Là c'est la notion de régulation qui peut apparaître et qui n'apparaît pas dans l'autre façon de présenter, la régulation on peut ne pas l'avoir dans ce cas la fonction DISTRIBUER... Moi j'avais mis que canalisation et je n'ai pas pensé à cette histoire de la vanne... Enfin je ne l'ai pas intégrée. Mais disons à la limite on mettrait ALIMENTER, DISTRIBUER à la suite en mettant comme solution technologique l'électrovanne plus canalisation ça ne changerai pas grand-chose de mon point de vue.

FIN DE L'ENTRETIEN

Figure 79 : carte mentale des propositions de l'enseignant 2



J.3) Entretien 3 : enseignant de spécialité Energie Environnement avec 1 an d'expérience en Enseignement Technologique Transversal.

Peux-tu m'expliquer ton parcours professionnel ?

J'ai fait un CAP de dessinateur en mécanique, un bac F1 que j'ai loupé dans l'établissement B⁷⁴, j'ai commencé à travailler et rapidement je me suis aperçu que ça n'allait pas trop me plaire alors j'ai fait des cours du soir, j'ai passé mon bac en cours du soir dans l'établissement C⁷⁵. J'ai fait l'armée et je suis tombé dans un bureau d'étude sympa, j'ai fais de l'électronique ça m'a plu sauf que je faisais du fer à souder, étain etc... Mais je voulais en savoir plus et quand je suis sorti de l'armée j'ai fait des cours du soir j'ai passé un DUT Génie Electrique et juste après je suis rentré dans l'éducation Nationale comme maître aux. En électrotechnique et j'avais jamais fait de l'électrotechnique j'ai fait les cours du CNAM en Electrotechnique en Automatismes niveau B1 et B2 entre temps j'ai eu le concours CPCAPET je suis parti 2 ans à Cachan pour préparer le CAPET Electrotechnique je suis venu aux Grands Bois j'ai du bosser une quinzaine d'années aux Grands Bois avant de perdre mon poste, les trois dernières années j'avais les BTS en Electrotechnique. Donc j'ai perdu mon poste dans l'établissement B, j'ai fait une année dans l'établissement C comme TZR ou j'ai fini par enseigner au LP et ça ne s'est pas très bien passé, déjà ça ne me plaisait pas et ensuite je suis allé au Lycée D en mécanique auto et tout de suite du jour au lendemain je suis passé prof de mécanique auto donc pas de formation, rien. J'avais mis de la bonne volonté parce que je me suis dit que c'était le moment de refaire autre chose donc je me suis investi dedans mais bon ça c'est mal passé surtout avec les collègues. J'étais obligé de préparer une voiture car je n'étais pas capable de réparer une voiture comme ça du jour au lendemain donc quand je devais faire un TP je venais la veille pour préparer ma voiture, j'arrivais le matin à 9h on m'avait démonté la batterie on m'avait démonté un capteur par ce qu'ils en avaient besoin. Ben je disais au début : "bon allez les gars", "oui, oui non excuses-nous" et la semaine d'après c'était la même chose et j'ai fini par m'engueuler et je parlais pu à personne à part le magasinier et aux femmes de ménage. Donc ça s'est mal passé. La dernière année ou j'étais à Talange j'ai intégré l'équipe de Génie thermique ou là ça c'est très bien passé. J'étais avec les Génie Thermique ça c'est bien passé, j'avais les BTS en Automobile aussi les 3 dernières années je crois, c'était intéressant ce qui a c'est que la façon de travailler, c'était les collègues ça n'allait pas. Et doc la dernière année j'ai intégré l'équipe de génie thermique et j'ai fait une année de STI2D en transversal et en spécialité EE en spécialité EE. Et j'ai eu la chance juste avant de démissionner, parce que je m'apprêtais à démissionner, juste avant de démissionner j'ai eu la chance d'avoir un poste

⁷⁴ Le nom du lieu est modifié.

dans l'établissement C, donc poste à profil et j'ai les BTS depuis 4 ans maintenant ça me plaît énormément au niveau du programme etc... Le seul truc c'est qu'on a pu les mêmes élèves qu'avant et ça c'est le côté un peu négatif parce que moi ce que j'aimais bien dans les BTS avant c'est que t'en apprenais tout les jours et pis tu découvrais des choses avec les élèves. J'aime bien els projet, en projet si il y a un truc que je sais pas faire ben je vais en profiter pour apprendre et avant je pouvais le faire avec les élèves alors que maintenant je suis obligé de préparer le projet un an avant pour être sur pour avoir une chance qu'il aboutisse. Donc c'est le côté que j'aime le moins mais bon sinon le contenu l'électrotechnique, l'automatisme, l'électronique, l'informatique sont des trucs qui me passionnent quoi.

Par rapport a ton ancienneté, les choses que tu fais, les formations que tu as eu, enseigner en enseignement Technologique transversal ça t'as posé des problèmes ?

En transversal non, je t'explique pourquoi, d'une part la mécanique, cinématique, statique et RDM, c'est des trucs que j'avais déjà fait comme j'avais un bac F1, c'est des trucs que jamais bien faire et quand j'ai travaillé avec l'équipe de génie thermique et génie civil du Lycée D, c'était une bonne équipe. Dans le transversal il y avait de la mécanique du génie thermique et il y a de la mécanique. Donc on s'était arrangés moi je faisais la partie électrotechnique et électronique, informatique on va dire, la partie mécanique, RDM etc... C'était la prof de génie civil qui faisait les cours, les TD et les TP et la partie thermique c'était la prof de génie thermique qui faisait ça. On s'entendait bien donc quand on préparait un cours, c'était un cours, un TP et avec le corrigé. Ce que je préparais je leur donnais, c'était exploitable à 100% et vice et versa ce que elles préparaient. Comme on avait une bonne équipe ça se passait bien.

Tu trouvais que c'était intéressant l'Enseignement Technologique Transversal ?

Alors, oui et non. Il y a du positif, il y a du négatif aussi. Alors du positif moi j'aime bien un petit peu, j'aime bien la méca, j'aime bien quand c'est... J'aime bien quand c'est transversal justement. Le fait d'avoir, de balayer, un large champ de technologies que ça soit mécanique, électronique ou électrotechnique ou automatisme, ça je trouve que c'est bien. Ensuite, dans cette réforme la ce qui est pas bien c'est, à mo, avis déjà, la réforme elle aurait du être faite avec les profs et pas contre les profs et je trouve qu'elle a été faite sans l'accord des profs. Déjà faire, du jour au lendemain faire une réforme de cette ampleur sans que les profs aient été formés je trouve que c'est une aberration, de se former en même temps que les élèves il y a rien de pire si t'aime bien la qualité, si tu veux faire de la qualité. C'est pour ça que je dis que la réforme à été faite pas avec les profs. Elle aurait du être faite avec les profs et une réforme aussi ambitieuse elle serait passée si elle avait été faite sur deux ou trois ans et pas sur un an comme ils ont fait. Après évidemment dans le contenu tout est discutable, on aime on

n'aime pas on peut rajouter mais moi je pense que d'après mes souvenirs, comme je te disais tout à l'heure, ça fait 5 ans que j'ai pu lu le référentiel puisque je l'enseigne pu, moi je crois, j'ai l'impression qu'on nous laisse une assez grande liberté quand on te donne un point du référentiel tu as différentes façon de traiter ce point là. Donc le transversal ce n'est pas ce qui, ce que j'aime le moins. Ce que j'aime le moins c'est la spécialité.

Si je te dis, par exemple, un prof qui a comme spécialité l'Ingénierie Mécanique aura des difficultés à enseigner tout ce qui est informatique.

Ca dépend du prof, comme je te disais dans 3 ans je suis à la retraite, donc des profs j'en ai vu plein, je connais des profs qui font les mêmes cours depuis 30 ans, les mêmes TP je connais des jeunes profs qui sont aussi des passionnés et qui sont capables sans avoir un esprit forcément négatifs depuis le départ d'essayer et puis voilà donc pour moi ça dépend beaucoup du prof donc ça dépend du prof. Il y a des profs qui s'adaptent assez facilement et d'autres qui s'adaptent pas parce que dès que tu propose quelque chose de différent ils vont être contre sans avoir écouté déjà ce qu'on leur demandait de faire.

Qu'est-ce qui fait, à ton avis, qu'on s'adapte justement ?

Je pense que ça dépend de l'individu, ça dépend de l'individu. Je reprends l'exemple de Talange ou la dernière année j'ai travaillé dans de bonnes conditions même si le programme il y avait beaucoup de choses à refaire mais ce qui a facilité la tache c'est qu'on était trois collègues de spécialités différentes et chacun faisait sa partie entre guillemets et la donnait à l'autre sans d'esprit de compétition. Parce que moi je pense que chez les profs il y a des personnes qui ont un égo tellement fort et avec un esprit de compétition que je en comprends pas et c'est ce qui fait qu'on n'avance pas des fois. On appelle ça des, comment on appelle, je ne sais plus le mot, je n'ai plus le terme, les choses ne doivent pas bouger, dès qu'on déplace un objet ça devient dramatique.

On imagine une situation hypothétique, dans un établissement, un enseignant d'une seule matière doit tout faire lui...

C'est pas, ce n'est pas, c'est trop de boulot même si tu fais partir des gens qui sont passionnés et qui aiment bien on va finir par les décourager et à un moment donné ils vont basculer du côté obscur... Les profs une fois qu'ils sont dégoutés c'est dur de les faire revenir... et moi je pense que dans l'éducation Nationale il y en a beaucoup. C'est pour ça je disais tout à l'heur ça dépend des profs mais il y a des profs qui je pense au début étaient fonceurs mais qui a un moment donné ont été écœurés... Comme les proviseurs, le rôle des proviseurs, il y a des

proviseurs qui sont à l'écoute et des proviseurs qui sont pas du tout à l'écoute des enseignants et puis voilà, ça suffit déjà pour décourager certaines personnes. Moi, je trouve qu'il y a beaucoup de profs aigris.

Dans ton cas, qu'est-ce qui te donnait l'envie de faire cette matière ?

Dans le contenu, il y a déjà des trucs qui me plaisait bien, ma spécialité c'est l'électrotechnique d'accord, mais même quand je faisais de l'électrotechnique comme je t'expliquais j'aimais bien l'électronique et j'aime bien l'informatique et l'intérêt, enfin ce qui avait de bien dans l'électrotech en tout cas avant et peut être moins maintenant on été des généralistes, c'est à dire qu'on touchait un peu à tout et c'est ce qui me plaît à moi c'est toucher un peu à tout. Tu vois comme je te disais j'aime bien les projets en BTS, ce que j'aime bien dans un projet c'est un truc que je découvre, moi j'aime bien apprendre si tu veux et une fois que je sais faire à la limite ça ne m'intéresse plus tu vois la domotique par exemple j'en ai fait parce que ce connais pas, maintenant que ça marche j'ai pu envie d'en faire tu vois ce que je veux dire ? A l'IUT j'ai arrêté de faire de l'électrotech, c'est pas que ça ne m'intéresse plus mais faire de l'automatisme à la limite ça m'intéresserait parce que l'automatisme ça évolue tellement vite, t'as l'informatique, t'as le réseau tout ça et là ça m'intéresse encore. Mais l'électrotech pur et dur ça ne m'intéresse pas, ce n'est pas que je connais tout, ce n'est pas que j'ai fait le tour, ça serait faux de dire ça mis bon j'en ai fait assez je pense.

Si je te dis Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie, ça te dit quoi ?

Lors de la réforme de 92 je crois. On a commencé, on a introduit l'analyse fonctionnelle. Au début tout le monde râlait moi aussi parce que je ne comprenais pas. Sauf que quand je m'y suis mis j'ai trouvé que l'analyse fonctionnelle c'était un bon outil si on l'utilisait à bon escient et si on savait l'utiliser c'était un outil qui pouvait nous être utile. J'ai fait un petit détour par l'analyse fonctionnelle même si c'est pas tout à fait la même chose mais ça me fait penser à ça et je trouve même que c'est pas trop mal enfin que c'est même bien parce que ça permet surtout pour des jeunes en formation de structurer un peu les choses. Parce que en fin de compte c'est toujours là même chose que ça soit la chaîne d'acquisition ou la chaîne d'énergie c'est toujours la même structure et si le jeune il comprend ça ben peut importe le système que tu étudies tu as toujours le fil conducteur et théoriquement à part la technologie qui change ça marche toujours de la même façon. Même si par la suite une fois que l'on a acquis toute ces connaissances là on a pu besoin d'un tel schéma mais au début pour apprendre c'est un outil pédagogique intéressant je pense ça permet de structurer les choses.

Quelles différences entre l'organisation fonctionnelle de la réforme de 92 et celle de STI2D ?

De vraiment de différent, quand ils ont fait la réforme de 92, avant la réforme on travaillait avec des bouts de ficelles, vraiment rien, la réforme elle a amenée du matériel, pas tout le matériel dont on aurait eu besoin mais elle a quand même ramené du matériel et on n'a travaillé dans de meilleurs conditions ça c'est un point, deuxième point, je trouve qu'il y a eu une intelligence dans cette réforme là, je vais m'expliquer pourquoi. C'est que il y a avait de bonne choses et de moins bonne choses dans cette réforme là, et là ou il y a eu de l'intelligence c'est qu'au bout de 2 ans ils sont revenus en arrière sur certaines choses ils ont été capables de faire leur autocritique et ils sont revenus en arrière dans le bon sens un exemple : dans la réforme de 92 on avait plus à faire d câblage en électrotech et ça c'était une énorme erreur parce que en câblant on apprend quelque chose. Ben ils ont mis 2 ans à s'en rendre compte et après ils ont réintroduit le câblage. Je m'aperçois que aujourd'hui en BTS Electrotech après avoir essayé plein de façon de faire tout doucement s'en m'en rendre compte je reviens à ce que je faisais avant c'est à dire par exemple quand on part sur un système aujourd'hui on classe les choses alors qu'un système il y a de la méca il y a des commandes, de l'électrotech il y a un peu de tout dedans et l'esprit de la réforme de 92 ou de 91 je sais pu c'était justement on faisait pas un câblage électrotech et l'automatisme à côté c'était un ensemble et l'épreuve de bac par exemple en électrotech des STI de l'ancienne version et ben tu avais un câblage par exemple tu avais de l'automatisme tu avais des variateurs tu avais une petite partie électronique etc. et ça je trouvais que c'était intelligent cette manière de faire.

Et depuis qu'on est passé en STI2D, en Enseignement Technologique Transversal ?

J'ai pas assez de recul, je n'ai pas assez de recul. Si j'aurais tendance à dire, une fois j'ai un collègue qui m'a appelé pour que je surveille 2 minutes ou 5 minutes sa classe quand je suis rentré dans sa classe j'ai vu 35 élèves ça m'a fait un coup parce que c'est difficile 35 élèves c'est difficile je trouve.

Tu n'avais pas 35 élèves dans l'établissement D ?

Non, non. Il y a des TP en Transversal et même chose je trouve que ça fait... C'est des classes trop surchargées même si il y a 2 profs, ça fait trop. moi je pense que le côté TP ce qui était intéressant pour les élèves c'était qu'il étaient pas trop nombreux et tu arrivais à avoir un enseignement ça fait que ça te permet de voir si tu as un groupe ou un binôme qui a des difficultés et tu peux t'intéresser qu'à ce binôme là et laisser les autres travailler et quand tu mets 35 jeunes dans la même classe forcément il suffit qu'il y en a 4 ou 5 qui ont pas envie de

bossier et tu auras du bruit et tu gère moins bien. Je te dis franchement, je n'aimerais pas enseigner en STI2D, déjà rien qu'à cause de ça.

Pour mettre en œuvre la chaîne d'énergie, tu fais comment ?

Je reviens à l'ancien bac STI, l'idée c'était d'avoir un enseignement autour de systèmes réels donc par exemple le système qu'on utilisait pour la chaîne d'énergie la chaîne inverse et directe de l'énergie on avait le système de levage par exemple. Tu devais soulever une charge et ben tu fais la conversion d'énergie électrique en énergie mécanique et lorsque la charge descendait donc c'est de l'énergie mécanique qui est convertie en énergie électrique. Donc ça c'est des moyens qui permettent de voir des chaînes d'énergies je sais as si je réponds à ta question, c'est un exemple.

Peux-tu me dessiner la chaîne d'énergie d'un barrage hydroélectrique.

Que je réfléchisse un petit peu... la chaîne d'énergie... alors l'analyse fonctionnelle à l'époque il y avait et il y a toujours ALIMENTER, DISTRIBUER, il y a CONVERTIR il y a TRANSMETTRE aussi si je ne me trompe pas et après tu as la matière d'œuvre qui... Donc ça c'est, je n'oublie rien, alors la question c'était quoi ?

Un barrage hydroélectrique, les fonctions, les composants associés.

Les composants, je vais déjà peut être pas partir dans l'ordre, alors tu as CONVERTIR l'énergie donc a c'est de l'énergie potentielle mécanique, donc ça c'est on va dire un alternateur et ici tu vas avoir de l'énergie électrique donc la c'est seulement la fonction CONVERTIR, après si tu veux rentrer dans les détails DISTRIBUER ça va être... Donc ici CONVERTIR l'énergie ça va être l'alternateur, transmettre l'énergie ça c'est la chaîne cinématique non même pas, la je suis dans l'autre sens donc Alimenter c'est l'énergie potentielle et là da ce sens là on agit sur la turbine normalement oui on est dans le sens inverse de l'énergie on est pas dans le sens direct donc la je vais avoir la turbine je vais avoir le convertisseur, l'alternateur, ici je vais avoir, on va dire que je vais directement sur le réseau ce qui est possible donc ici j'ai le réseau et ici l'arrivée d'eau. Faudrait que je réfléchisse un peu plus longtemps, tu me donneras la solution après.

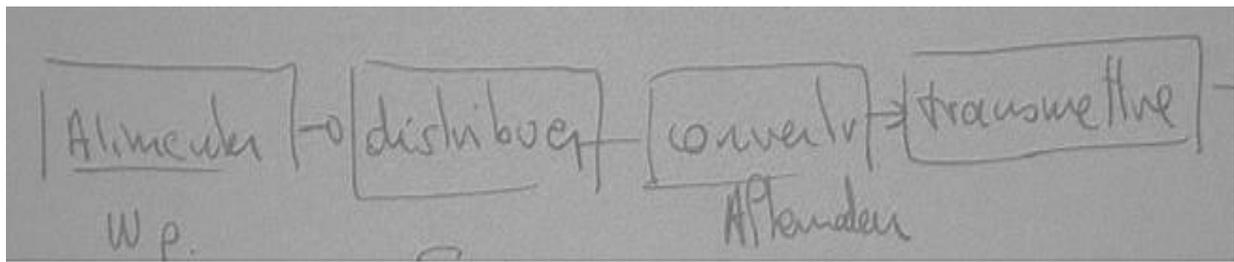


Figure 73 : proposition de l'enseignant pour la chaîne d'énergie

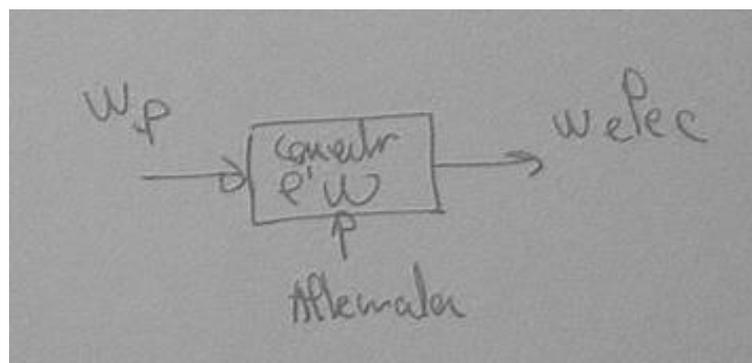


Figure 74 : support complémentaire proposé par l'enseignant (sous la forme SADT : Structured Analysis and Design Technique)

J'ai une question par rapport à ça. Entre ces différents blocs il y a des flèches ou des traits, qu'est-ce que ça veut dire ?

A l'époque où on faisait de l'analyse fonctionnelle il y avait le flux d'énergie et il y avait le flux d'informations. Ca c'est plutôt de l'énergie.

Je te montre une autre modélisation, l'objectif c'est que tu me dises ce que tu en penses et les avantages et inconvénients.

Donc énergie de niveau, eau-terre. Travail mécanique qui va vers la turbine, la je ne comprends pas tout en tout cas. Donc énergie de niveau je pense que c'est l'énergie potentielle ensuite cette énergie on la transforme en travail mécanique sur la turbine on est d'accord après ce que je ne vois pas c'est travail électrique de la turbine et l'énergie chimique, ha oui batterie d'accord. Donc jusque là on est d'accord. Après t'as des pertes, c'est ça, oui Ok. Oui, c'est oui. Je n'ai rien à redire.

Qu'est ce qui a de différent avec la chaîne de STI2D ?

Donc là ce qui est mis en évidence c'est et je pense que c'est en rapport avec la STI2D c'est que t'as l'énergie thermique et l'énergie cinétique là et environnement donc là on voit l'influence de la chaîne on va dire de l'énergie vers avec un certain nombre, avec l'environnement chose que l'on ne voyait pas dans la chaîne dont on a parlé tout à l'heure. Donc la on voit le lien facilement avec l'environnement. C'est ce qui me saute à l'esprit quand je regarde ça. Sinon en gros c'est la même chose.

Je te montre une dernière...

Ha ben ça c'est plutôt ce que j'ai essayé de faire tout à l'heure donc ALIMENTER c'est le réservoir, oui ça c'est ce que j'aurais du trouver tout à l'heure, c'est le corrigé. Ça me parle un peu plus parce que c'est plus le genre de schéma on va dire que j'ai déjà utilisé... Sauf que, ce qui me gêne là c'est la turbine CONVERTIR, pour moi il y a une imprécision, c'est plutôt turbine + convertisseur d'énergie c'est à dire l'alternateur c'est ce que je corrigerai. Turbine c'est la partie plutôt TRANSMETTRE tu vois ce que je veux dire ?

On pourrait intervertir les fonctions CONVERTIR et TRANSMETTRE ? Dans le référentiel on a ALIMENTER, DISTRIBUER, CONVERTIR et TRANSMETTRE.

Oui, ce n'est pas les mêmes. Mais si je prends un autre exemple un système de levage, tu as l'énergie électrique c'est ALIMENTER, d'accord, qui arrive au convertisseur c'est notre moteur et après tu as la chaîne cinématique c'est la fonction TRANSMETTRE. Dans la descente, on part dans l'autre sens, c'est à dire que c'est l'énergie potentielle qui arrive sur la charge donc qui va dans TRANSMETTRE ensuite de TRANSMETTRE on passe sur notre machine qui devient alternateur et après on passe à ALIMENTER, donc on alimenterait, après on va sur le réseau. Donc les intervertir non mais dans un sens comme de l'autre il y a une réversibilité. Tu vois ce que je veux dire ? C'est pour ça avant on appelait la chaîne directe et la chaîne inverse des énergies c'est la même chaîne sauf que directe c'est fonctionnement moteur et inverse fonctionnement génératrice.

Pour la chaîne que tu avais proposée, pour les différents liens entre les différents blocs, comment tu les modifierais ?

Oui, je n'ai mis que le nom de la fonction. Là on va vers le système en lui même, vers la fonction globale et ici on a la matière d'œuvre et ici on a la matière d'œuvre + la valeur ajoutée.

Tu vois ces relations là ? (en lui montrant les flèches entre les blocs) Qu'est-ce que c'est ?

Si on reste général, ALIMENTER c'est, si on part sur un exemple de génie électrique, ça peut être le réseau, ça peut être la batterie, DISTRIBUER l'énergie si j'ai un moteur, si pour CONVERTIR l'énergie j'ai un moteur donc DISTRIBUER l'énergie ça peut être le contacteur, ça peut être le variateur et TRANSMETTRE c'est la chaîne cinématique et la fonction globale ça va dépendre du système. Si on a un système par exemple pneumatique CONVERTIR l'énergie c'est le vérin DISTRIBUER c'est le distributeur, ALIMENTER c'est l'alimentation en air et TRANSMETTRE c'est la partie cinématique si il y a une partie cinématique. Ça change rien en fin de compte, normalement dans un tel graphique l'énergie ça peut être n'importe quoi ça ne change pas grand chose, fondamentalement on retrouve toujours les mêmes fonctions, théoriquement on peut en supprimer une, on peut se retrouver de CONVERTIR vers la fonction globale, ça dépend du système.

Ca ne te pose pas de problème d'enlever une fonction ?

Non ça ne me pose pas de problème, ça dépend du système. Par exemple DISTRIBUER si tu imagine ici que l'on a un petit moteur on peut aller directement de ALIMENTER à DISTRIBUER sans passer par un contacteur. Non, ça me dérange pas de supprimer une partie enfin d'enlever une fonction.

Et d'un point de vue institutionnel, les élèves lors d'une production peuvent enlever une fonction ?

D'après moi oui. Ça ne me dérangera pas il y a des fonctions qui, CONVERTIR par exemple celle ci elle est centrale je pense après TRANSMETTRE ça dépend on peut aller directement du moteur vers... sans passer... Par exemple on prend un système thermique je vais avoir une résistance, ça va être mon radiateur et moi TRANSMETTRE je l'enlèverai, le radiateur il va faire en même temps la fonction globale et convertir l'énergie.

Ici tu écris énergie potentielle, tu le symbolise avec un "w" ?

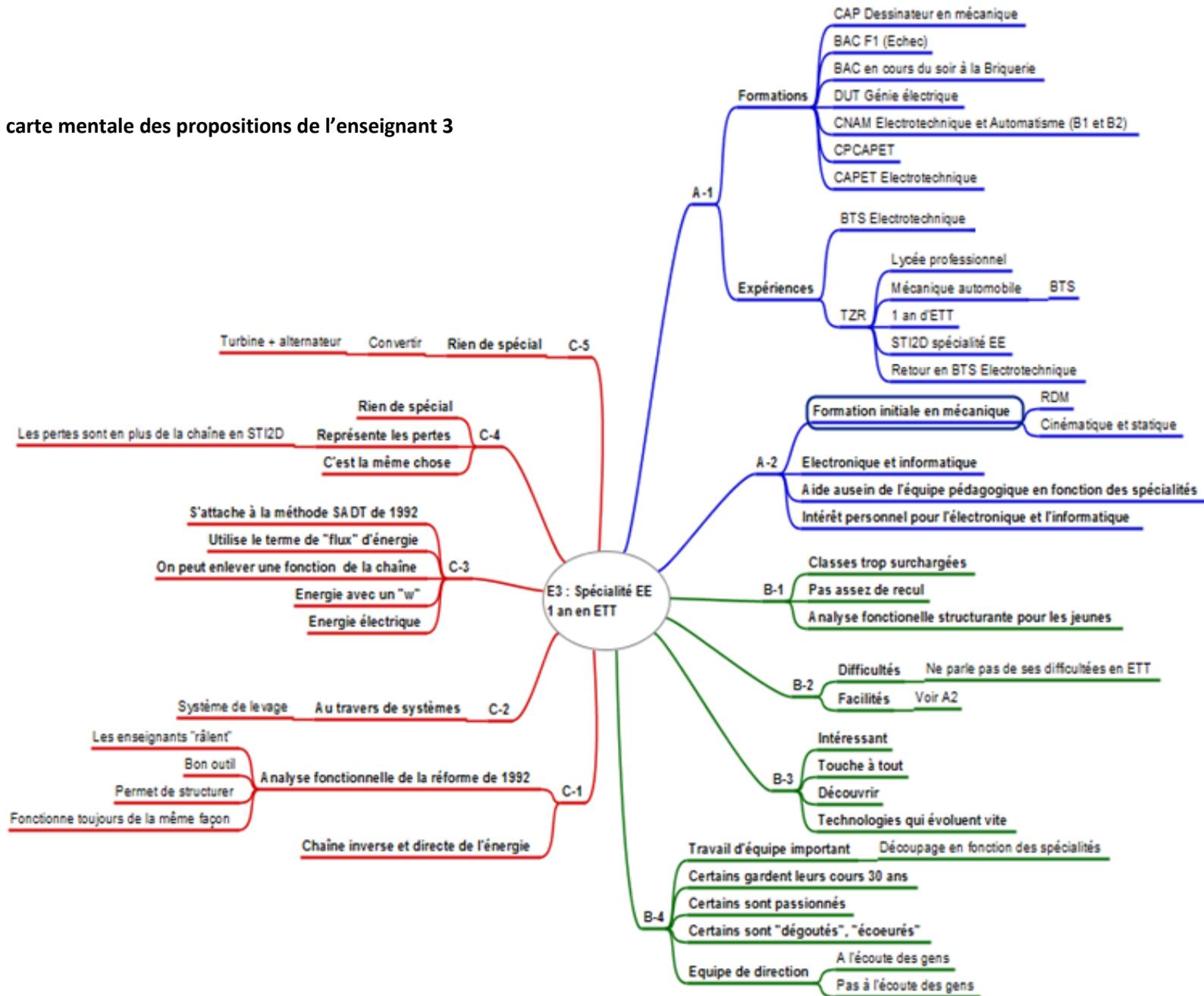
Ca c'est moi qui l'écris comme ça mais maintenant ils y en a qui mettent "E", quand j'ai fait de la physique on notait l'énergie par "w" donc ce sont des habitudes qui me sont restées mais ce n'est pas forcément la bonne unité.

Et le travail du coup tu le différencie comment de l'énergie ?

Il y a une relation de temps entre les 2. Alors pour moi le travail quand je réfléchis comme ça à froid c'est la force par la non. Le travail ça s'exprime en Joules... Je sais plus.

FIN DE L'ENTRETIEN

Figure 75 : carte mentale des propositions de l'enseignant 3



J.4) Entretien 4 : enseignant de spécialité Information et Numérique avec 1 an d'expérience en Enseignement Technologique Transversal.

Peux-tu m'expliquer ton parcours professionnel ?

Depuis quand ? Depuis le début ?

Oui depuis le début.

D'accord, j'ai fait un BTS Electronique en 1985 puis j'ai fait maître auxiliaire pendant plusieurs années dans la ville E j'avais des premières et des terminale F2. Ensuite j'ai passé le concours pour être professeur en lycée professionnel et comme je suis parti à l'armée en même temps pendant l'armée j'ai passé le CPCAPET, le cycle préparatoire au CAPET et donc suite à ça j'ai intégré le cycle préparatoire au CAPET, je devais aller à Cachan mais il y avait une antenne dans la ville F et donc j'étais élève professeur pendant 2 ans. J'étais payé pendant 2 années et j'ai fais une licence EEA et une année de préparation au CAPET et ensuite je suis allé dans la ville E ou j'ai eu ma première affectation. Ensuite pendant une vingtaine d'années j'avais essentiellement pour la moitié de mon service des BTS Electronique première et deuxième année et j'avais l'autre moitié de mon service des Sciences de l'Ingénieur, bac E qui est devenu le bac SSI. Et ensuite on m'a demandé d'aller voir dans la ville C, donc je suis allé et voilà donc dans la ville C, j'ai eu essentiellement des SSI et en 2010 quand la STI2D a démarré c'est ça 2010-2011, j'avais une partie de mon service en bac STI2D et notamment en SIN et notamment également en Enseignement Transversal ou j'avais 1h de cours et 4h d'activité de laboratoire. Nous devions lancé et installé les nouveaux équipements car il n'y avait rien.

Quand tu dis installer de nouveaux équipements tu parles de quoi ?

C'est à dire que notre chef de travaux de l'époque a acheté de nouveaux systèmes mais là plupart des nouveaux systèmes promis par les entreprises n'étaient évidemment pas conformes et ne fonctionnaient évidemment pas. Donc il a fallu par exemple s'adapter à l'environnement et dans notre salle, on n'a pas eu une salle tout de suite, il a fallu qu'on se mette dans une salle qui était autrefois une salle d'automatisme et qu'on essaye dans un premier temps de démarrer des activités de laboratoire avec des systèmes qu'on avait déjà. Vers la fin du premier trimestre on a eu des nouveaux systèmes il a fallu les rendre opérationnels par exemple le tapis RFID ne fonctionnait pas, le portail SET ne fonctionnait pas et grâce à notre technicien émérite qui a réussi à faire démarrer tout ça. La plupart des collègues ne voulaient pas ou ne pouvaient pas mettre en œuvre ces systèmes. Donc il a fallu, nous on avait une structure enfin un de mes collègue et moi on avait cette culture de travailler en équipe et faire

des séries d'activité de laboratoire ce qui n'était pas le cas des autres, les autres avaient beaucoup de mal à proposer à un instant t une activité de laboratoire au moment ou elle avait été demandée. C'est ce qui a impacté beaucoup le fonctionnement du système.

Pour la partie relative à l'énergie en ETT, quel est l'objectif ?

Alors l'énergie comme c'était en première on essayait de faire découvrir sur les systèmes à chaque fois la partie énergétique au travers d'une analyse fonctionnelle. Donc ça pouvait être sur le tapis RFID ça pouvait être, comme c'était un système pneumatique on essayait de voir la partie énergie par rapport au pneumatique, les pressions mis en jeu. Sur le portail on étudiait la partie énergétique sur le rendement énergétique sur le moteur du portail SET. Sur par exemple, on avait un petit système sur une valise, non sur une serrure, sur une serrure avec une gâche électrique il y avait la partie énergétique et on essayait toujours de faire découvrir la chaîne d'énergie et éventuellement au travers de ça les énergies mises en en jeu, entrée, sortie, consommation et optimisation mais c'est toujours au travers de ces activités là d'avoir une optimisation du rendement énergétique.

Ton parcours universitaire ou professionnel t'a aidé pour mettre en place ces éléments là dans la réforme ?

Mon parcours universitaire tu veux dire ? Ma formation avant, oui, oui. Après à un moment donné les systèmes étaient plus complexes et donc il y avait des apprentissages sur des principes de systèmes que j'avais vu à la fac mais pu forcément revu entre temps. Maintenant te donner un exemple précis, j'en ai pas à l'esprit.

Il y a eu des formations qui ont été mises en place ?

Alors il y a eu des formations, mais là c'est un vaste débat... Donc effectivement il y a eu des formations effectivement je dirais que maintenant que je connais les intervenants des formations et que je connais les organisateurs des formations ceux qui ont mis en place ces formations je dirais que chacun dans l'académie à essayé de faire du mieux qu'il pouvait dans une situation d'urgence voilà comment je qualifierai ça rétrospectivement. Donc oui les formations étaient intéressantes mais non les formations ne permettaient pas après d'utiliser telle quelle pour avoir des activités de laboratoire que tout le monde aurait aimé dans l'académie. On n'est jamais ressorti d'une formation avec une activité de laboratoire opérationnelle et utilisable telle quelle. Ce que tout le monde aurait bien aimé, parce que c'était un peu compliqué.

Un peu compliqué c'est à dire ?

C'est à dire que la réforme a eu lieu, donc l'année d'avant on a eu quelques formations et quelques sensibilisations mais évidemment personne n'était clairement pressenti pour intervenir dedans donc il y a eu un nombre limité de personnes qui ont bien voulues ou bien dû s'investir dans ces activités de laboratoire il y avait encore l'ancienne terminale ou tout le monde s'accrochait un petit peu à ces acquis sur les anciens niveaux en essayant de ne pas trop rentrer... On était quelques-uns à avoir dû accepter on va dire de rentrer la dedans donc nous on aurait bien aimé avoir des activités de laboratoire opérationnelles, c'est pour ça qu'on avait acheté des systèmes, enfin ma position c'était ça, on achète des systèmes ou là des enseignants avaient été payés parce que c'est bien le nerf de la guerre pour proposer des activités qui étaient en adéquation avec le programme de STI2D. Or malheureusement les activités qu'ils proposaient étaient, les systèmes sont arrivés en dysfonctionnement et les activités qu'ils proposaient étaient, cela dit pour un certain nombre étaient quand même intéressantes, mais n'ont pas pu être utilisées. Finalement rétrospectivement je dirais de mon point de vue plus utilisé les activités proposées par les fabricants de systèmes une fois que les systèmes fonctionnaient que les activités proposées dans les formations et je mesure mes propos.

Lorsqu'il y a eu la réforme STI2D et qu'on t'a dit ou que tu as du faire de l'Enseignement Technologique Transversal tu as trouvé intéressant de le faire, tu étais motivé de le faire ?

Alors je dirais que je trouvais ça intéressant de le faire mais j'aurais souhaité travailler avec un autre binôme, j'avais demandé de travailler avec un autre binôme que je connaissais déjà en Sciences de l'ingénieur et dans ces activités là comme on est deux j'aurais préféré démarrer avec une situation plus saine avec quelqu'un qui était plus opérationnel que ce que j'ai eu au début, qui était plus, pour utiliser une formule moderne, "open".

Mais d'un point de vue contenu ?

Alors d'un point de vue contenu par rapport au type d'élève qu'on avait dans notre lycée cette année-là on a trouvé ça un peu ambitieux et ce n'est pas que dans notre lycée, dans pleins de lycées que je connais c'était pareil. Il y avait un net décalage. Mais cela dit pour le recrutement on a gagné en recrutement et ça c'est sûr qu'il le fallait. Donc effectivement le contenu était plus intéressant clairement sur la partie transversale. Je pense ce qu'ils faisaient avant sur un bac que je connaissais en génie électronique il n'y avait pas de transversal mais il y avait que de la mécanique et ça c'était vraiment une matière ou ils étaient arrivés au bout, alors que là le transversal ça touchait à plein de domaines ça pouvait les intéresser sur un certain nombre

d'activités et c'est toujours orienté sur des systèmes, chez nous on a toujours travaillé sur des systèmes.

Si maintenant je te dis un prof de génie civil par exemple aura des difficultés à mettre en place tout ce qui est informatique ou numérique est-ce que tu trouves que c'est normal ?

Quand tu dis normal, c'est cohérent ?

Cohérent, ce qui fait qu'il aurait des freins, des difficultés ?

Clairement il aura des difficultés pour mener en activité en transversal il faut essentiellement mener des activités de laboratoire mais pour mener des activités qui sont potentiellement utilisables par des élèves il faut quand même avoir un niveau de connaissance et d'adaptation aux systèmes et ça implique un volume horaire important ou en tout cas ça implique un travail d'équipe. Un prof seul qui doit par exemple mettre en œuvre le tapis RFID ou il y avait un serveur web qu'il fallait installer ou il y avait du pneumatique ou il y avait de l'informatique avec du réseau ou il y avait de l'électronique c'est quasiment pas possible pour lui, sans aide ce n'est pas possible.

Les enseignants qui se trouvaient dans des lycées isolés, seuls, qui devaient mettre en place l'ETT ?

A ma connaissance dans les lycées que je connais, si tu veux parler de structure. Chez nous on va dire si tu veux on a fait en quelque sorte, enfin j'étais le seul des profs de la spécialité, enfin d'anciennement spécialité à caractère informatique à intervenir en transversal il y en a un autre qui était un prof de construction, un autre à dominante productique et le dernier productique automatique. Donc mais effectivement chez nous le parti pris a été de faire de découper les 2 fois 3 heures de cours en première en 2 fois une heure et demie et donc moi je faisais enfin pour commencer à s'adapter à cette différence d'environnement moi je faisais plus la partie on va dire chaîne d'information et un peu chaîne d'énergie sur la partie énergie on va dire électrique et les autres plus la partie chaîne d'énergie sur la partie transmette tout ce qui était à dominante on va dire mécanique et appréhender ce que je ne savais pas faire à l'époque un logiciel de mécanique de type Solidworks, Inventor, Katia et j'en passe. Je ne sais pas si j'ai répondu à ta question.

Si je te dis organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie, ça te parle, ça te dit quelque chose ?

Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie, moi je connais la chaîne d'énergie et la chaîne d'information sous forme de fonction TRANSMETTRE, AGIR des choses comme ça quoi. On parle bien de la même chose ? En SSI on utilise encore maintenant on n'utilise pas de SysML et même pour répondre à cette question sur le deuxième volet de la chaîne d'énergie qui peut, sur le deuxième grille d'évaluation du projet en Terminale tout le monde au niveau de notre académie a encore un problème la dessus sur cette chaîne d'énergie, quel outil on utilise pour, enfin quel outil doit utiliser l'élève pour la décrire. Là il n'y a personne qui est au fait de ça.

C'est à dire ?

C'est à dire que en fait, dans notre académie suite à une réunion à laquelle j'étais et bien il y en a qui utilisait, dans la chaîne d'énergie mettait les fonctions et certains collègues voulaient absolument avoir une quantification de ce qui rentre et ce qui sort alors ce qui n'est pas toujours le cas dans une chaîne d'énergie telle qu'on l'utilise en SSI on va effectivement décrire la chaîne d'énergie et après c'est vraiment quand on s'intéresse à un bloc. Alors que là certains voulaient être beaucoup plus pointus dessus, d'autres n'en avais presque pas mis et d'autres utilisaient en partie les diagrammes SysML qui n'est pas forcément le meilleur outil pour décrire une chaîne d'énergie. Ce n'est pas visuellement aussi clair que les 2 diagrammes qu'on connaît.

Les 2 diagrammes ?

Le diagramme avec chaîne d'énergie et chaîne d'information avec les différents blocs. Je ne sais pas si on appelle ça un diagramme d'ailleurs, le schéma.

Comment mets-tu en œuvre ce savoir ? La chaîne d'énergie.

Ben en général, comme je disais, on travaille sur des systèmes. On essaye au travers, toujours du STI2D, on parlait par exemple sur le portail parce que les TP qu'on avait fait c'était sur le portail ou sur le tapis RFID et sur la serrure, la serrure électrique avec empreintes digitales. On parlait d'une mesure, d'une analyse d'une mesure et après on faisait et/ou une simulation et parfois les deux on validait les mesures prises et à partir de là on essayait d'optimiser cette chaîne ou voir si elle était optimisée par le fabriquant.

Peux-tu dessiner dans le cartouche la chaîne d'énergie d'un barrage hydroélectrique ?

Tu me prends de cours. La chaîne d'énergie d'un barrage hydroélectrique. J'ai appris récemment qu'en France on était les grands spécialistes des barrages même si que

l'hydroélectricité en France, j'ai écouté ça hier soir en revenant, ils appelaient ça la "houille blanche". J'ai découvert ce terme. Donc les barrages, ce que j'ai découvert également c'est que les barrages visiblement on en a trop mis en France et ça a énormément, énormément impacté la biodiversité et l'équilibre des rivières françaises. Bon ça c'était pour le moment de culture. J'ai entendu ça hier soir, la houille blanche je ne connaissais pas. Donc un barrage hydroélectrique il faut que je réfléchisse. Alors il faut que je me rappelle des blocs parce que en général... Je suis en mode vacances j'ai un peu oublié ce qu'il y a comme blocs. CONVERTIR, DISTRIBUER... Je vais les remettre dans l'ordre. DISTRIBUER c'est impacté par... Je réfléchi. Bon là on aurait une partie de la chaîne d'énergie qui enfin la chaîne d'information qui, enfin elle serait piloté par un calculateur et DISTRIBUER on mettrait les vannes et CONVERTIR on récupère pour convertir l'énergie en énergie électrique. Là ALIMENTER par de l'énergie hydraulique. Et on sort DISTRIBUER on sort de l'énergie hydraulique on va dire régulée et on converti de l'énergie hydraulique en énergie électrique.

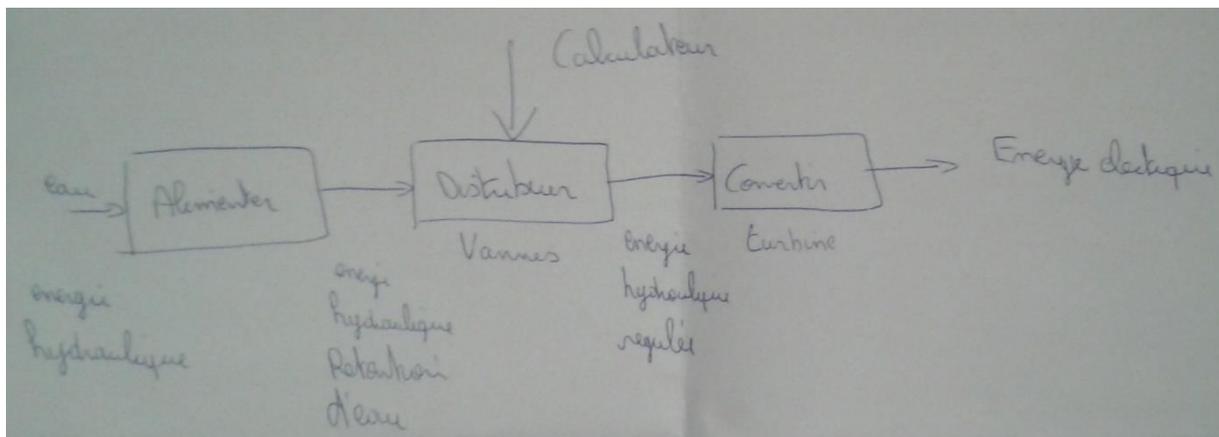


Figure 76 : proposition de l'enseignant pour la chaîne d'énergie

Je te montre une chaîne d'énergie qui n'est pas faite et pas vue par la manière technique mais plutôt vu d'un point de vue physique-chimie. Qu'est-ce que tu en dis de cette chaîne ?

Ouais eux ils parlent de, le terme travail on l'emploie par toujours, même pas souvent à vrai dire sur les chaîne d'énergie et d'information. Donc effectivement le terme travail mécanique, travail électrique moi j'en dis simplement que il y a, c'est ce qui noie parfois les élèves c'est qu'on n'emploie pas tous les mêmes termes donc là ils vont parler de travail là où nous on parle d'énergie donc j'en dis que l'important de toute façon c'est un diagramme fonctionnel c'est ma réponse du fonctionnel depuis 30 ans que je suis dans l'enseignement à chaque fois on a changé les descriptions fonctionnelles. Après il ne faut pas être des puristes des "aliatolas" pour employer un terme à la mode et des outils de description fonctionnels. La description elle doit juste servir à un moment donné à ce que l'élève comprenne comment

fonctionne le système voilà c'est tout. Après être hyper rigoureux comme certains de mes collègues sur la flèche-là qui devrait être comme ça et pas comme ça c'est pas ça le fond du problème ce qui est important c'est que quand t'a un élève un jour comme un ingénieur utilise un outil de description fonctionnel et arrive sur une réunion de chantier ou dans une réunion globale à être, à décrire le fonctionnement du système et que l'ensemble de l'assemblée ait compris le fonctionnement. Je dirais que c'est un outil de description fonctionnel qui à pas l'air très normalisé, là la seule chose qu'on pourrait reprocher là c'est que il y a des flèches dans tous les sens on ne voit pas sur le schéma là de manière aussi claire que sur le mien que j'ai si bien dessiné la manière dont les flux circulent. Là par exemple sur la chaîne d'énergie j'ai mis une flèche comme ça mais je n'aurais pas dû mettre une flèche comme ça, j'aurais dû mettre une flèche comme ça. Parce que la flèche comme ça qu'on a revu récemment et que j'avais oublié c'est qu'on est sur le principe d'une résistance j'envoie je présente une tension et ça créé un courant et donc là ces flèches là elles ont un sens sauf que comme n années et beaucoup d'élèves ne le savent pas et c'est pas fondamental finalement car les chaînes d'énergies et chaîne d'information que se soit en SSI ou en SysML en STI2D c'est que l'élève ait réussi à appréhender le fonctionnement et d'ailleurs dans les projets que je mène, soit beaucoup de projets chaque année que ça soit en SSI, en STI2D ou en classe préparatoire on utilise également le SysML et avec l'outil de description c'est que l'assemblée qui est fait de spécialistes et de non spécialistes voir même de néophytes comme certaines personnes qui ont assisté à des présentations de projets de classe préparatoire qui n'avaient vraiment rien à voir avec la technique avec un outil de description de type SysML ils aient compris le fonctionnement. Maintenant mes élèves de classe prépa comme mes élèves de première comme mes élèves de terminale n'ont pas mis tout à fait la flèche parce qu'ils n'ont pas utilisé tout à fait le bon logiciel ou qu'ils n'avaient pas les droits. Et donc voilà ça c'est ma position et c'est vrai que c'était la position d'un de mes collègue qui est malheureusement décédé maintenant qui insistait là-dessus à l'époque et je ne comprenais pas ce qu'il disait mais bon avec le temps je comprends mieux.

Il voulait dire quoi ?

Ben il voulait dire ce que je te dis là à l'instant que, enfin je reprends ces propos c'est que la description fonctionnelle quand tu regardes dans les systèmes depuis que les systèmes existent il y en a eu 100000 enfin quand je dis 100000 je dis des dizaines. Après le problème c'est quand on utilise les outils de description fonctionnel c'est que je redis certains sont trop obtus sur la manière dont il faudrait faire la flèche comment il faudrait faire ça etc... Alors que très souvent ce n'est pas l'objectif, l'outil de description il doit servir à comprendre le fonctionnement du système après c'est pour ça le SysML c'est très bien des diagrammes orientés un de manière générale et ce qu'on avait avant on avait les diagrammes systémiques

c'était pareil. Mais après il y a tout un tas de diagrammes et quand on fait trop de diagrammes ça tue un peu l'analyse fonctionnelle. On s'y perd.

Je te donne cette nouvelle chaîne là, comparé à l'autre qu'est-ce que tu en dis ?

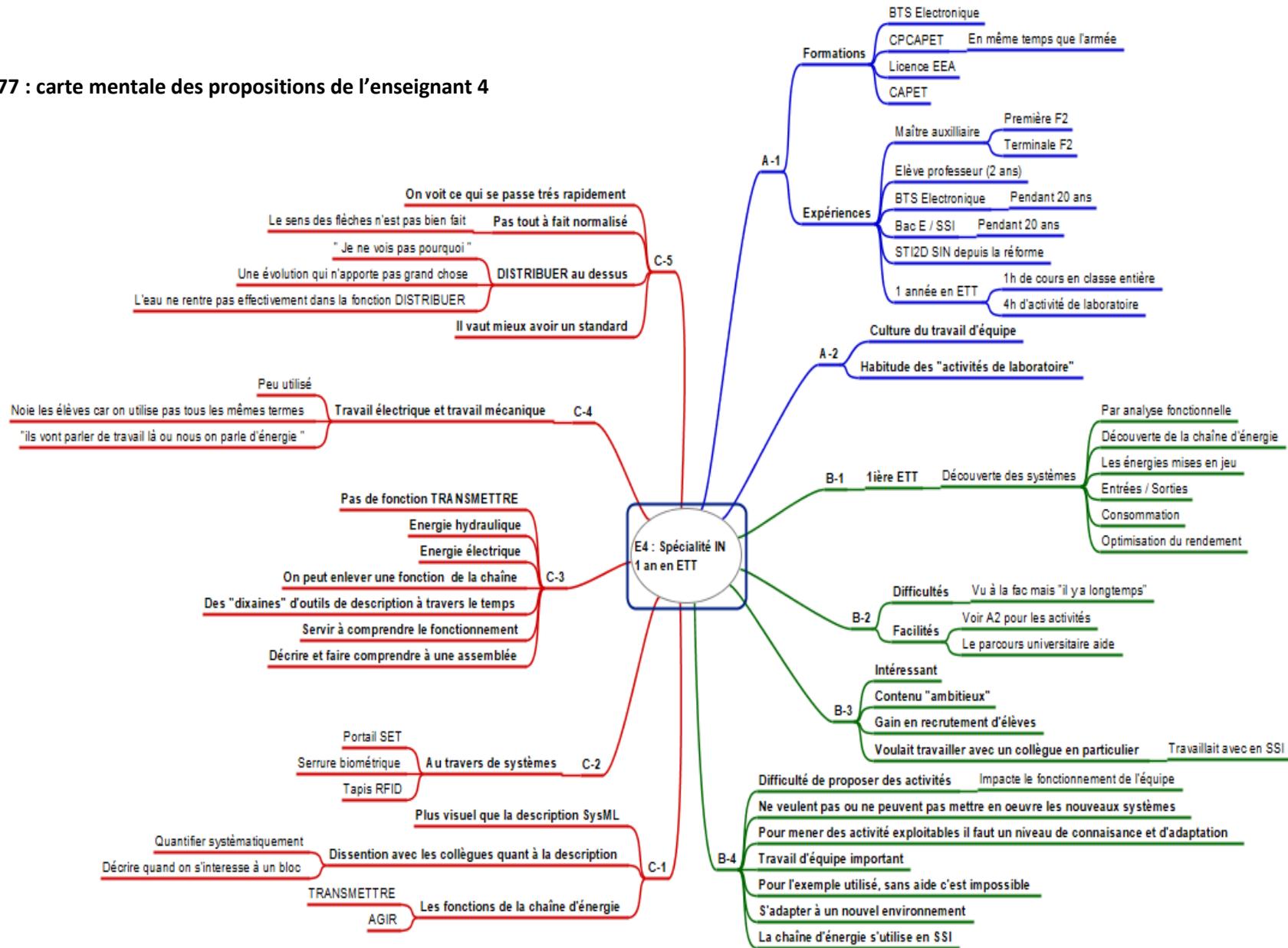
Ben j'en dis que je la connais parce qu'on l'utilise beaucoup on l'utilisait en SSI pendant de nombreuses années on l'utilisait aussi en classe prépa et pis voilà Avant les SysML. J'en dis qu'elle est, je parle des classes préparatoires parce quand ils voient les deux outils eux, et pis même les élèves de STI2D, quand certains collègues utilise encore cet outil là chaîne d'énergie et chaîne d'information, ben ils trouvent ça plus clair. A chaque fois ils se référaient à ça on voit ce qui rentre on voit ce qui sort. Il y a quelques textes en dessous qui sont un peu près clairs pas tout à fait normalisés quand je vois la manière dont sont fait les flèches si on voudrait être un puriste ça serait pas bien fait mais globalement on voit que d'un côté ça rentre, ALIMENTER ensuite DISTRIBUER, "régulation", bon CONVERTIR, TRANSMETTRE on voit ce qui se passe très rapidement et à part les systèmes qui sont mono technologiques on retrouve toujours ce principe-là.

Cette chaîne, là n'est pas tout à fait comme la chaîne standard...

Oui il y a le DISTRIBUER qui est passé au dessus qui me, bon, oui, je ne vois pas trop pourquoi elle est au dessus. Après ça peut agir sur le travail de la conduite forcée et que effectivement quand on met DISTRIBUER et puis dans la fonction DISTRIBUER il y a de l'eau qui rentre bon moi je dis voilà, après ça dépend des fonctions que tu mets derrière. Disons que ça paraît être une évolution qui n'est pas forcément, qui n'apporte pas grand-chose, il vaut mieux avoir une espèce de standard avec des fonctions simples qui permettent de décrire le système. Maintenant effectivement dans ce cas la spécifiquement ça peut apporter quelque chose parce que l'eau ne rentre pas vraiment dans la fonction DISTRIBUER. Voilà mon avis.

FIN DE L'ENTRETIEN

Figure 77 : carte mentale des propositions de l'enseignant 4



J.5) Entretien 5 : enseignant de spécialité Ingénierie Mécanique avec 5 ans d'expérience en Enseignement Technologique Transversal.

Peux-tu m'expliquer ton parcours enseignant ou ton parcours professionnel ?

Mon parcours enseignant c'est assez rapide, j'ai commencé par faire 2 années de maître auxiliaire il y a de ça très, très longtemps dans les années 1978, 1979, 1980. Et j'étais ici dans cette académie⁷⁶, essentiellement au Lycée B comme maître auxiliaire. A l'époque ça s'appelait maître auxiliaire. Pendant ce temps là je passais le concours pour être enseignant ça s'appelait le CAPET à l'époque, ça a dû changer de nom depuis. J'ai fini pour la troisième fois à l'avoir ce CAPET et ce qui m'a emmené ensuite dans l'académie B pendant 3 ans pour faire stagiaire à l'époque il y avait 3 ans de stage dans cette académie et dans toutes les académies de France d'ailleurs. C'était vraiment très très enrichissant en tout cas parce que j'ai pu aller dans de nombreux Lycées de la ville G et de l'académie mais surtout de la ville G. Ensuite et bien j'ai connu ma copine qui est devenue mon épouse mais qui habitait dans l'est de la France alors j'ai demandé ma mutation après ces trois années pour revenir ici sur cette académie et plus précisément au Lycée B où j'avais fait mes études secondaires auparavant. J'y suis resté 4 ou 5 au Lycée pour demander ma mutation vers un autre établissement C, j'ai pu obtenir dès la première fois que j'ai demandé, à l'époque ça se passait plus facilement que maintenant. On pouvait obtenir plus facilement des mutations. Donc depuis l'année 1988 je suis dans ce Lycée C que j'ai continué d'exercer pendant, jusqu'à ma retraite en 2016. Voilà, c'est ça.

Et tu enseignais quoi, tu enseignais quelles matières ?

Essentiellement de la technologie, la partie mécanique. J'ai fait le CAPET en Construction Mécanique à l'époque et qui s'est transformé par la suite, mais à l'époque c'était spécialisé en Construction Mécanique et tous les cours que j'ai pu donner que ça soit en première, seconde ou terminale et même en BTS d'ailleurs c'était autour de la mécanique en technologie, en technologie des constructions et mécaniques.

Quelles formations tu as eu ?

Ma formation c'était d'avoir fait un bac F1 à l'époque, c'était le bac génie mécanique pour ensuite faire deux années d'IUT donc là aussi de génie mécanique à l'IUT ensuite je me suis arrêté une année pour travailler dans une entreprise de charpente métallique et ce n'était pas

⁷⁶ Le nom de l'académie est modifié

mon truc l'industrie. Donc j'ai continué après à la faculté de la ville H pour faire une licence et une maîtrise de Technologie. Pendant le temps de la maîtrise donc la quatrième année, j'ai passé donc 3 fois le concours du CAPET pour l'avoir la troisième fois.

Depuis l'Enseignement Technologique Transversal tu enseignais quoi en STI2D ?

En STI2D, Oui donc j'enseignais toujours en enseignement transversal et uniquement ça. Depuis le début, uniquement le transversal. Je n'ai pas eu le droit aux spécialités, mes camarades étaient plus pointus que moi.

Peux-tu m'expliquer en quoi ça consiste l'ETT ?

L'enseignement Transversal. D'après ce qui était dit dans les... Donc il fallait avoir 2 heures de cours en classe complète et au passage je pense que les élèves étaient quand même trop nombreux car on pouvait aller jusqu'à 35 élèves. 35 ça fait quand même beaucoup. Et il y avait donc 2 heures de cours par semaine et je pense que 2 heures sont trop longues pour les élèves. Et pour ensuite avoir, c'était 4h d'activité, 3h pardon d'activités pratiques et par contre les activités pratiques sont très très intéressantes même si on se retrouve dans une même salle avec les mêmes 35 mais avec 2 profs. C'est vrai que la situation est intéressante parce qu'on travaille avec un autre professeur avec un collègue mais ça fait quand même beaucoup de monde dans une même salle. C'est peut-être ça, ça peut être vite assez bruyant en fonction de la salle disponible.

D'un point de vue des contenus des savoirs ? C'était compliqué au début ?

Oui les contenus, alors les contenus au début effectivement quand on a vu que le contenu du programme était relativement riche e passant par la mécanique, l'hydraulique, l'électricité et tout ce qui est électronique. On a quand même eu une année de préparation à ça. Comme nous on n'était pas formés pour les différentes matières à enseigner, par exemple moi j'étais formé que en mécanique et assez rapidement on a du comprendre un peu comment ça fonctionnait l'électricité, l'électronique, l'informatique ça faisait quand même beaucoup en peu de temps et on a eu le droit à une année de stage mais qui a mon sens était un peu trop surbooké, un peu trop riche. C'était intéressant en tout cas mais c'était beaucoup trop riche et la formation était beaucoup trop rapide. Surtout pour des gens qui ne connaissent, comme moi, qui ne connaissent pas l'ordinateur car on n'est pas nait avec, donc c'est vrai que enseigner l'informatique pour quelqu'un qui ne connaissait pas grand chose avant, à part le bouton ON, OFF c'était difficile. On s'y est mis à l'informatique ce qui est une bonne chose d'ailleurs. C'est vrai que cette formation là aurait dû faite dès le départ quand on a fait notre

formation initiale, on était sectorisé dans un métier particulier, dans une branche et je crois que le métier a changé en bien quand même il était temps de s'orienter vers cette diversification de la technologie. Ça c'est une très bonne chose. Mais pour nous qui étions mono technologiques le coup était un peu rude au départ.

Ton parcours t'a aidé pour certains éléments quand même ?

Oui, oui il m'aidait quand même par rapport à la partie surtout à la partie technologie mécanique évidemment et pour le reste c'est vrai la formation c'était n peu rapide. Même si il y avait des stages et quelques cours qui étaient donnés par voie informatique bien évidemment par vidéoconférence qui étaient parfois pas trop mal faits mais c'est vrai que c'était un peu juste. D'un point de vue des capacités qu'on avait au point de vue technologie mécanique.

Ces formations t'ont quand même aidé à...

Oui, oui, non, c'est formations ont aidé franchement. Mais le plus après c'est qu'on utilisait les collègues qui avaient les spécialités requises pour pouvoir nous aider évidemment dans les différentes options qu'on enseignait donc on a fait une formation un peu plus sur le tas grâce aux collègues du lycée c'est ça qui était bien. Il y a avait une bonne entente entre les collègues. Heureusement.

L'équipe c'est important ?

Ha oui, l'équipe c'est important. Et puis c'es très bien de travailler en équipe de ce côté la quoi. Ca c'était une très très bonne chose. Tout le monde n'a pas joué le jeu, tout le monde n'a pas joué le jeu de cette formation qualitative mais je pense qu'elle allait dans le bon sens en tout cas cette formation. Il fallait passer par là, il fallait que les enseignants qui enseignent qu'une seule partie de la mécanique puissent s'enrichir avec tout un tas d'autres technologies et notamment l'informatique ou l'électrique. Ca c'était très très bien je pense.

Ca t'a intéressé l'ETT quand c'est apparu ?

Franchement, c'est plaisant, Oui. Parce que quand on appliquait par exemple une activité pratique avec les élèves on voyait bien qu'il n'y avait pas que des engrenages ou bien une force à appliquer quoi. Il fallait obligatoirement à chaque fois qu'on utilise un mécanisme avoir de l'électricité, un programme informatique donc c'était très très bien qu'on puisse connaître un

petit peu tout l'ensemble des activités liées à ces travaux pratiques. Non ça franchement c'était une bonne chose. Ca l'est toujours d'ailleurs.

Une étude montre que les enseignants d'une certaine spécialité on va dire en Architecture ont des difficultés en informatique ou dan la partie info ou que de professeurs d'information numérique ont des difficultés en mécanique. Qu'est-ce que tu en penses ?

Oui, c'est normal puis ce qu'au départ ces professeurs là n'ont pas été formés pour ces parties là. Tous les vieux profs comme moi qui ont des difficultés. Ce qui était bien apparemment à partir de là, c'est que les profs ont été formés dans toutes les matières ben je suppose, toutes les parties de la technologie. Au départ c'est vrai que les profs qui comme moi ont ne monoculture c'était beaucoup plus difficile à gérer. Sincèrement c'est venu petit à petit. Je me suis pas mis facilement au réseau il a fallu quand même un certain temps d'adaptation avec d'autres collègues qui viennent parfois dans les cours avec les élèves pour nous faire un cours sur le réseau. Sinon de but en blanc on n'aurait pas pu répondre à des questions un peu pointues, ce n'est pas possible.

Pour la partie énergétique, tu te placerais comment ?

La partie énergétique. Oui la partie énergétique est un peu plus facile à aborder puis ce qu'on avait quelques parties en mécanique. Et puis la partie énergétique c'était plus facile à s'adapter que la partie informatique. Surtout via l'intermédiaire des activités pratiques et c'est par là qu'on s'y est beaucoup mieux familiarisé avec cette partie énergétique.

Si je te dis organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie, ça te fait penser à quoi ?

Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie. Et bien à des graphiques qui permettent de comprendre comment circule l'énergie dans un système ou un mécanisme. Au départ on utilisait une certaine façon de procéder et quand ensuite on a du utiliser le langage SysML pour pouvoir s'adapter là dessus, qui est un peu plus rude quand même à aborder, un peu plus difficile. Je pense qu'il aurait fallu simplement pour les élèves uniquement montrer comment se font les tableaux et ne pas du tout essayer de créer quoi que ce soit.

Comment mettais-tu en œuvre par exemple la chaîne d'énergie en ETT ?

A partie d'un système en général. On mettait en œuvre à partir d'un système. Si c'était possible connu des élèves grâce à une activité pratique ou alors par un système que les élèves connaissaient relativement bien par rapport à leurs connaissances extérieures ou anciennes.

Tu as un exemple de système ?

Un exemple de système qui était facilement exploitable, je prenais souvent l'exemple de la voiture hybride voilà. C'est ça la voiture hybride. Qui était très, pour moi, pratique là dessus, parce que c'était un procédé qui était innovant à cette époque quand la STI2D a commencé. On parlait de plus en plus de voiture hybride et donc c'était relativement plus facile et compréhensible pour les élèves de parler de ce système ainsi que d'ailleurs que les éléments des énergies renouvelables comme les éoliennes notamment. Je réfléchis si j'en vois un autre mais c'était essentiellement ça.

Peux-tu me dessiner la chaîne d'énergie d'un barrage hydroélectrique ?

La chaîne d'énergie d'un barrage, bonne question. Je n'ai pas deux jours de réflexion pour ça ? Je vais réfléchir. Comment ça se passe encore, je vais réfléchir pour le tableau. Comme ça fait longtemps que je fais plus. Au bout d'un an on a tout oublié. C'est les fonctions qui a dans les rectangles. Oui c'était l'énergie qui venait là. Ca doit être ça. Bon ça doit être un peu près ça.

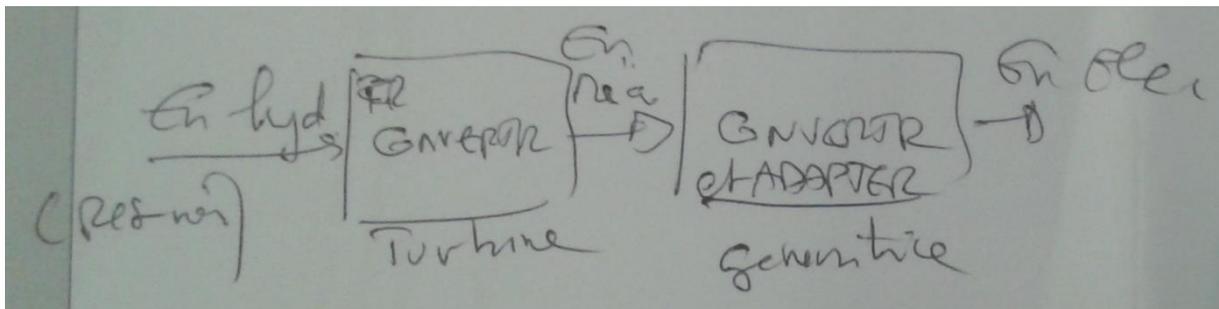


Figure 78 : proposition de l'enseignant pour la chaîne d'énergie

Je vais te montrer une représentation, c'est une représentation de la chaîne d'énergie mais vue par des physiciens. C'est plutôt les profs de physique-chimie qui utilisent ça. Dis-moi ce que tu en penses de cette représentation là.

Ca c'est pour, c'est toujours l'énergie hydraulique, le barrage ? C'est plus compliqué que ce qu'on fait quand même, ça va un peu dans, je dirais que ça va un peu dans tous les sens. C'est peut être plus précis je suppose parce qu'il y a plus de choses, je préfère le côté linéaire parce que là c'est un peu en paquet et c'est un peu plus difficile à comprendre je trouve. Mais non je n'ai pas l'habitude de voir comme ça en tout cas. Nous on le voit plutôt de façon linéaire.

Et celle-ci...

Me parle pas trop, non franchement même si du point de vue physique ça semble plus juste parce qu'il y a beaucoup plus d'éléments que moi j'ai mis la bas.

Qu'est-ce qui a en plus par exemple ?

Ben je vois les quantités de chaleur que je n'avais pas mises la bas par exemple, souvent on y pense pas à la partie chaleur et puis l'énergie chimique celle là je l'ai zappé totalement on en parle pas nous d'un point de vue technologique de cette énergie là. Ou alors j'ai du la zappé quelque part. Non on parle bien d'énergie mécanique, d'énergie électrique, énergie hydraulique mais concernant la chaleur non ça on ne voit pas. Cette façon de présenter qui est un peu surprenante avec ces quatre ellipses là. Si il y a rien dans la turbine c'est que c'est volontaire là non ? C'est qu'il manque quelque chose ? C'est caché ?

Qu'est ce que ça pourrait vouloir dire ?

Je ne sais pas. L'énergie de niveau oui ça c'est effectivement la hauteur d'eau et puis l'énergie chimique mais à je l'avais pas vu comme ça parce qu'il y a une batterie, il y a une batterie effectivement et l'énergie thermique et cinétique mais je vois pas pourquoi il y a écrit environnement. Ca doit être un nouveau terme.

Qu'est-ce que ça pourrait vouloir dire tous ces éléments ?

Ben qu'ils vont vers l'énergie thermique et énergie cinétique, c'est surprenant. Bon parce que le but de la centrale thermique c'est d'avoir de l'énergie électrique et je ne vois pas l'aboutissement de l'énergie électrique qui n'a peut être pas de raison d'être la dessus.

Ici c'est écrit travail mécanique, travail électrique. Quelle est la différence entre travail et énergie pour toi ?

Pour moi c'est quasiment la même chose. Je ne suis pas énergéticien pour moi ça ressemble, les deux sont assimilés de façon identique alors ça doit être différent. Mais je ne vois pas la différence.

Celui-ci qu'est-ce que tu en penses ?

Oui c'est celui-ci qu'on utilisait le plus souvent, ce n'est pas tout à fait le même que le mien mais ça, c'est plus précis celui-ci tout à fait. Celui-ci pour moi est plus parlant, franchement oui, que l'autre. Est-ce que l'autre est plus juste je ne sais pas mais pour moi celui-ci est plus

parlant effectivement. C'est une façon linéaire de montrer la chaîne d'énergie entre le départ, l'alimentation et la transmission à la sortie.

Est-ce qu'il est totalement linéaire celui-ci ?

Peut-être pas tout à fait parce qu'on a mis, on a décalé un peu le DISTRIBUER, non pour moi il est linéaire. On a toujours mis, enfin d'après ce que moi j'ai pu apprendre les 4 fonctions ALIMENTER, DISTRIBUER, CONVERTIR et TRANSMETTRE et pour moi c'est linéaire oui.

Mais cette partie là...

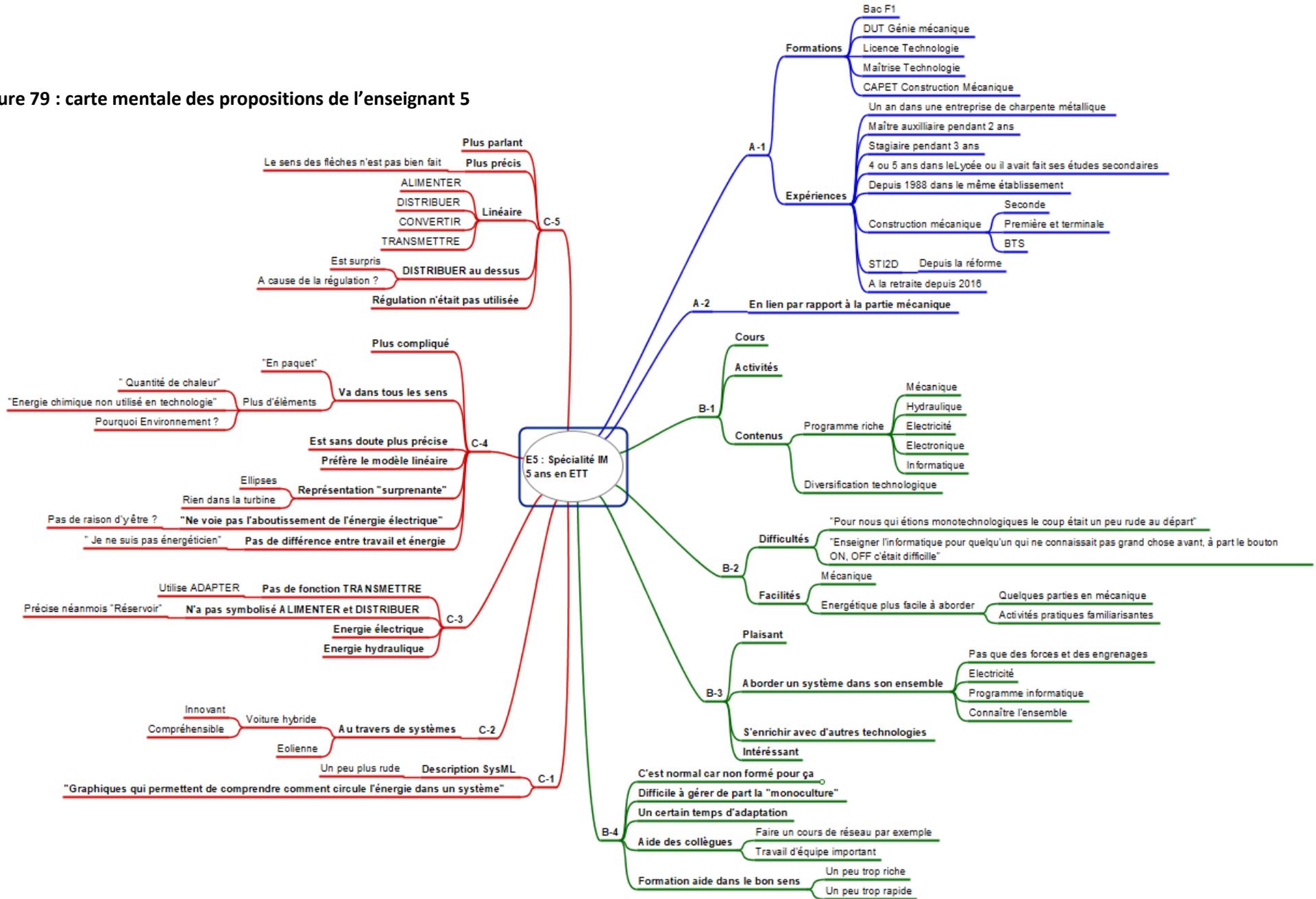
Oui celle-là, non, je ne la vois pas décalée, je suis surpris quelle soit décalée d'ailleurs. Parce que là il y a marqué vers la chaîne d'information qui partait souvent de DISTRIBUER ou même de CONVERTIR mais souvent DISTRIBUER et pourquoi est-elle décalée ça... C'est parce qu'il y a une régulation c'est ça ?

Qu'est-ce que ça peut vouloir dire justement ?

Ben la régulation c'est pour pouvoir réguler l'alimentation en eau concernant l'alimentation de la turbine je suppose qu'il faut une régulation et ce n'était pas pris en compte peut-être auparavant, je suppose. Mais effectivement le mot régulation celui-là on l'utilisait pas, enfin pas de mon fait en tout cas. Pas à mon époque lointaine du XII^{ème} siècle.

FIN DE L'ENTRETIEN

Figure 79 : carte mentale des propositions de l'enseignant 5



J.6) Entretien 6 : enseignant de spécialité Information et Numérique avec 1 an d'expérience en Enseignement Technologique Transversal.

Est de que tu peux m'expliquer ton parcours ?

Tout mon parcours professionnel d'enseignement à partir du master ?

Ta formation aussi.

J'ai fait un master en spécialité Sciences Industrielles de l'Ingénieur, spécialité SIN. J'ai fait mon stage au collège en Technologie, ensuite j'ai fait un an également en Technologie au collège. Et ça fait eux ans que je suis TZR, je suis actuellement attaché à un Lycée polyvalent en SIN et j'effectue mes horaires actuels enfin, je suis actuellement affecté sur un BMP en Sciences de l'Ingénieur au Lycée.

Ca fait combien de temps que tu enseignes ?

Ca fait, ben ma première année, ça fait 4 ans, je vais rentrer dans la cinquième année. Oui, c'est ça, je rentre dans ma cinquième année.

Tu pourrais m'expliquer un peu le principe de l'énergie en STI2D.

En STI2D. Donc à partir d'un système on étudie la façon dans laquelle il est alimenté et quel type d'énergie il peut nous transmettre. Pour chaque système on va étudier les transformations d'énergie au travers de ce système.

Pour toi ça se passe toujours par le biais d'un système, ou on peut faire différemment ?

Moi ben personnellement moi j'utilise toujours un système. Je pars toujours sur un système. Je n'ai jamais étudié... Je vais prendre un système complet et on va l'étudier après les quatre blocs justement de la chaîne d'énergie. Ha non, ok. Je comprends ce que tu veux dire, ça dépend après en STI2D c'est compliqué je n'ai pas fait beaucoup en STI2D. Je sais qu'en SI en seconde ce qu'on fait c'est qu'on étudie le transit de l'énergie donc on étudie la façon dont à été créé l'énergie jusqu'à arriver à la porte d'entrée chez nous, jusqu'à l'utilisation de l'utilisateur.

Tu as un exemple de système que tu utilises ?

En classe on utilise pour étudier la chaîne d'énergie on utilise la trottinette électrique, on utilise, je en sais plus, ce n'est pas le mât de bateau mais le gouvernail de bateau. En gros système, le store Somfy.

Pour tout ce qui est énergie, qu'est-ce qui fait que ton parcours t'aide pour enseigner cette partie, cette thématique ?

Mon parcours scolaire, ou d'étudiant ? Qu'est-ce qui fait que mon parcours m'aide pour l'enseignement de l'énergie... Mon parcours, j'ai eu un parcours, mon parcours scolaire je ne pense pas qu'il va beaucoup m'aider pour l'élaboration... de l'énergie. Ca va être, au niveau de la compréhension même on a des choses théoriques on a un enseignement théorique dès qu'on va créer l'énergie on sait comment elle arrive après moi ce qui m'a permis vraiment de comprendre c'est d'être sur le terrain directement dans les locaux de fournisseur d'énergie par exemple pour savoir comment a été créée l'énergie et comment elle a été transportée jusqu'à nous. Ma formation même ne m'a pas plus aidé que ça dans la compréhension en fait des systèmes d'énergie.

Tu trouves intéressant cet enseignement ? Est-ce que ça t'intéresse ?

De l'énergie, de l'ETT en général ? Ca fait 2 ans que j'en ai plus fait de l'ETT ben en ETT ce qui est intéressant c'est qu'on n'est pas basé sur une seule spécialité. On entend beaucoup d'enseignants dirent que voilà c'est un peu difficile d'enseigner 4 spécialités en une seule matière et que c'est un peu difficile pour un prof par exemple de SIN pour la méca, de l'ITEC ou de l'AC mais en se documentant un peu on voit non plus que ça ne va jamais très très loin d'un point de vue théorique. Donc vu de notre formation en tant que prof de sciences de l'ingénieur on peut être amené à enseigner ces quatre matières là en ETT.

Tu trouves cet enseignement...

Plaisant, oui. Oui après il faut peut être pas se braquer quand même non plus sur sa matière, moi je suis issu d'une filière qui est plus informatique et là j'enseigne en sciences de l'ingénieur donc pour la partie électronique, je fais beaucoup d'électronique ce que je ne faisais pas en information que j'ai du apprendre sur le tas, donc oui je pense que c'est exactement la même chose au niveau de l'ETT. On a suivi une formation dans un domaine et il ne faut pas se fermer au niveau de nos enseignements dans ce domaine là. On ne doit pas enseigner seulement notre domaine, voilà moi en tant que prof de réseaux informatiques ben je fais des circuits électriques, je fais un petit peu de méca alors que ce n'est pas ma formation initiale. Donc

l'ETT bien sur je pense que c'est vachement enrichissant d'avoir un œil sur tout ce qui se passe au niveau du système en fait d'un système, une structure ou voilà quoi.

Donc pour toi un prof d'une des quatre spécialités aura du mal à enseigner certaines spécialités ?

Il peut avoir des difficultés, il peut bien sur il y a des profs qui sont en ETT, en suivant... pas les émotions de chacun mais pas loin, on est moins à l'aise du coup au niveau de l'enseignement et c'est vrai que ça m'est arrivé aussi en SI, un élève me pose une question dans un domaine que je ne maîtrise pas et ben je lui dis je te répondrais demain ou au pire la semaine prochaine. On est pas érudit on ne sait pas tout sur tout dans tous les domaines bien sur. Mais le simple problème c'est d'être, c'est d'être mal à l'aise vis à vis de l'enseignement du au fait qu'on ne maîtrise pas totalement cet enseignement.

Qu'est ce qui pourrait faire qu'un enseignant ait moins de difficultés ?

Ca va être au niveau de la formation je pense, il faut soit se documenter personnellement soit avoir des formations pour les enseignants qui sont déjà en poste par exemple. Il faut que l'on puisse se documenter pour avoir justement accès à toutes ces ressources enfin il faut avoir accès à énormément de ressources pour qu'on puisse se documenter et pouvoir être... on va dire tranquille entre guillemets devant les élèves. D'avoir l'esprit tranquille, ne pas avoir trop de difficulté en fait.

Tu as un exemple de ressources qui peuvent être intéressantes ?

Pour les enseignants, c'est vrai que les manuels en sciences de l'ingénieur enfin en sciences industrielles de l'ingénieur on y est pas trop collé. Je sais que souvent les enseignants ne jettent pas trop un œil aux manuels. Je pense qu'on peut trouver beaucoup de choses également, on peut trouver beaucoup de choses dans ce type de documents. Et c'est vrai on se documente beaucoup en ligne on a un accès à l'information impressionnante. Même de simples sites comme Wikipédia peuvent nous venir en ressources sur certaines notions, sur certaines notions qu'on ne maîtrise pas, des termes qu'on ne maîtrise pas non plus. Après bien sur il y a des ressources académiques, il y a des académies qui font très bien leur travail. Je me base beaucoup sur l'académie C, ils ont un site de ressources qui est assez exceptionnel au niveau des sciences industrielles moi je me documente pour voir ce qui se passe là bas au niveau STI et Techno collège pour pouvoir me documenter et pouvoir ensuite élaborer mes cours.

Pour toi que veut dire organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie ?

Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie. C'est établir la chaîne d'énergie selon les 4 blocs. Oui les 4 blocs pour moi c'est, organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie c'est établir la chaîne d'énergie selon les 4 blocs qui sont ALIMENTER, DISTRIBUER, CONVERTIR et TRANSMETTRE.

Comment toi tu mets en œuvre ce savoir ?

En science de l'ingénieur enfin je ne vais peut être pas que ma bases sur la science de l'ingénieur mais ce que je faisais à chaque fois. Donc le collègue, il y a un collègue du coup en méca qui voit la chaîne d'énergie en globalité il explique un peu chaque bloc et nous en fonction des différents systèmes on va se greffer sur chacun des blocs. On va étudier pour un système donné un bloc, au autre système, un autre bloc, tout simplement.

Tu as un exemple comme ça, qui te viens à l'esprit d'étude de bloc justement comme activité par exemple ?

En électronique, on a le scooter, enfin la trottinette électrique donc on est au niveau de l'alimentation déjà, on a le bloc, pour la trottinette électrique on peut utiliser les 4 blocs, moi j'en utilise 2 le bloc ALIMENTER au niveau des couplages des batteries par exemple pour expliquer aux élèves qu'en, de quelles façon il faut coupler les batteries pour avoir plus d'autonomie. Ha non je n'utilise que celui-là j'utilise simplement le bloc ALIMENTER parce que j'ai fait un TD en gros sur ce bloc là, sur le couplage de batterie en fait. Voilà.

Est-ce que tu peux me dessiner la chaîne d'énergie d'un barrage hydroélectrique ?

Un barrage hydroélectrique. Je te mets le nom des blocs ou pas ? Ca va m'aider. Un barrage hydroélectrique. Un barrage hydroélectrique ben j'ai une arrivée d'eau, ça va faire tourner une turbine, j'ai l'énergie hydraulique, je le mets là c'est la place de l'énergie. Voilà.

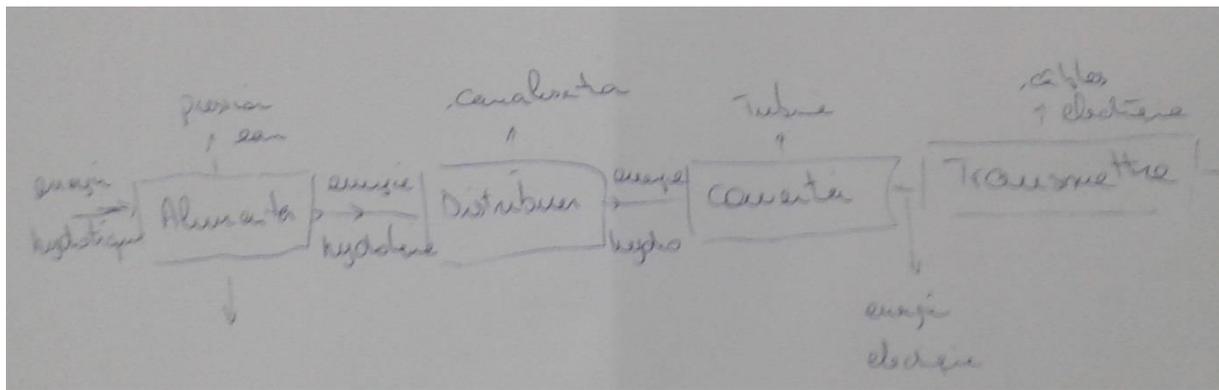


Figure 80 : proposition de l'enseignant pour la chaîne d'énergie

Je vais te montrer une autre chaîne d'énergie, le même barrage hydroélectrique mais vu pas la physique-chimie et tu me dis ce que tu en penses de cette chaîne.

On voit les différents types d'énergies, enfin travail électrique, la chaleur, travail mécanique. Je trouve quelle est un tout petit peu plus compliquée à comprendre que la première en fait. La première on part du début enfin du départ à l'arrivée et là on a une finalité en bas pour avoir les autres blocs au dessus, elle est moins compréhensible je pense que celle qu'on fait habituellement, la chaîne d'énergie qu'on fait actuellement, moins compréhensible.

Quels avantages ou inconvénients cette chaîne ?

Avantages ou inconvénients, alors avantages... ben je ne vois pas d'avantages ni d'inconvénients en fait. Enfin moi je vois un inconvénient c'est que voilà elle est moins compréhensible peut être par ce que je la maîtrise pas, enfin je ne maîtrise pas ce type de chaînes là. Mais je a trouve moins compréhensible en l'ayant aperçue quelques secondes par rapport à l'autre je pense que en regardant la première chaîne on a moins de difficultés à comprendre le mécanisme de transformation de l'énergie que ici. Ça à l'air un peu plus complexe ici. Batterie, eau-terre, turbine, les différents éléments qui convergent tous vers énergie thermique et énergie cinétique. Donc là c'est l'énergie qui est mis en avant et ce n'est pas les types de transformations enfin ce n'est pas le bloc en lui même ce n'est pas le bloc fonctionnel c'est l'énergie qui sera mis en avant ici. Ben voilà.

Je te montre une deuxième et là tu me dis aussi ce que tu en penses.

Ça c'est la chaîne que j'ai dessinée avant ça c'est la chaîne qui est habituellement utilisé en Technologie et en STI2D et en SI. Elle m'est familière. Au niveau des avantages et des inconvénients c'est qu'on a les, je vois que des avantages c'est qu'on a le bloc fonctionnel on

a le type d'énergie entre chaque bloc qui est mis en avant ben enfin qui est utilisé et on a au dessus l'objet technique qui est d'effectuer ce bloc fonctionnel.

Est-ce que c'est exactement la même ?

Non elle n'est pas, non, non. Elle n'est pas identique à celle que j'ai dessinée moi.

Pas forcément les composants, je parle de la structure.

La structure en elle même elle ressemble fortement elle ressemble a ce que j'ai dessiné. Donc on a simplement au niveau ici le bloc distribution, DISTRIBUER pardon on a régulation mais si elle est semblable a ce que j'ai dessiné tout à l'heure.

Ca te pose problème que par exemple la fonction DISTRUBUER ne soit pas dans al continuité ?

Ben habituellement c'est vrai que on les dessine les uns derrière les autres. Bon après il y a un problème qui se pose, enfin il y a un problème, c'est pas un problème c'est une différence par rapport a ce que j'ai donné tout à l'heure mais je pense que la compréhension est la même. Après est-ce que c'est une norme ou pas ce que j'ai dessiné tout à l'heure je ne peux pas dire si c'est une norme ou pas parce que je ne sais pas on a toujours appris à la dessiner de cette façon et c'est vrai que je me suis jamais posé la question d'ou est-ce que ça sortait enfaite. Ca doit être une version 2.

A-t-on avis est-ce qu'un élève à le droit, s'il fait une chaîne d'énergie de déplacer ou de supprimer une fonction ?

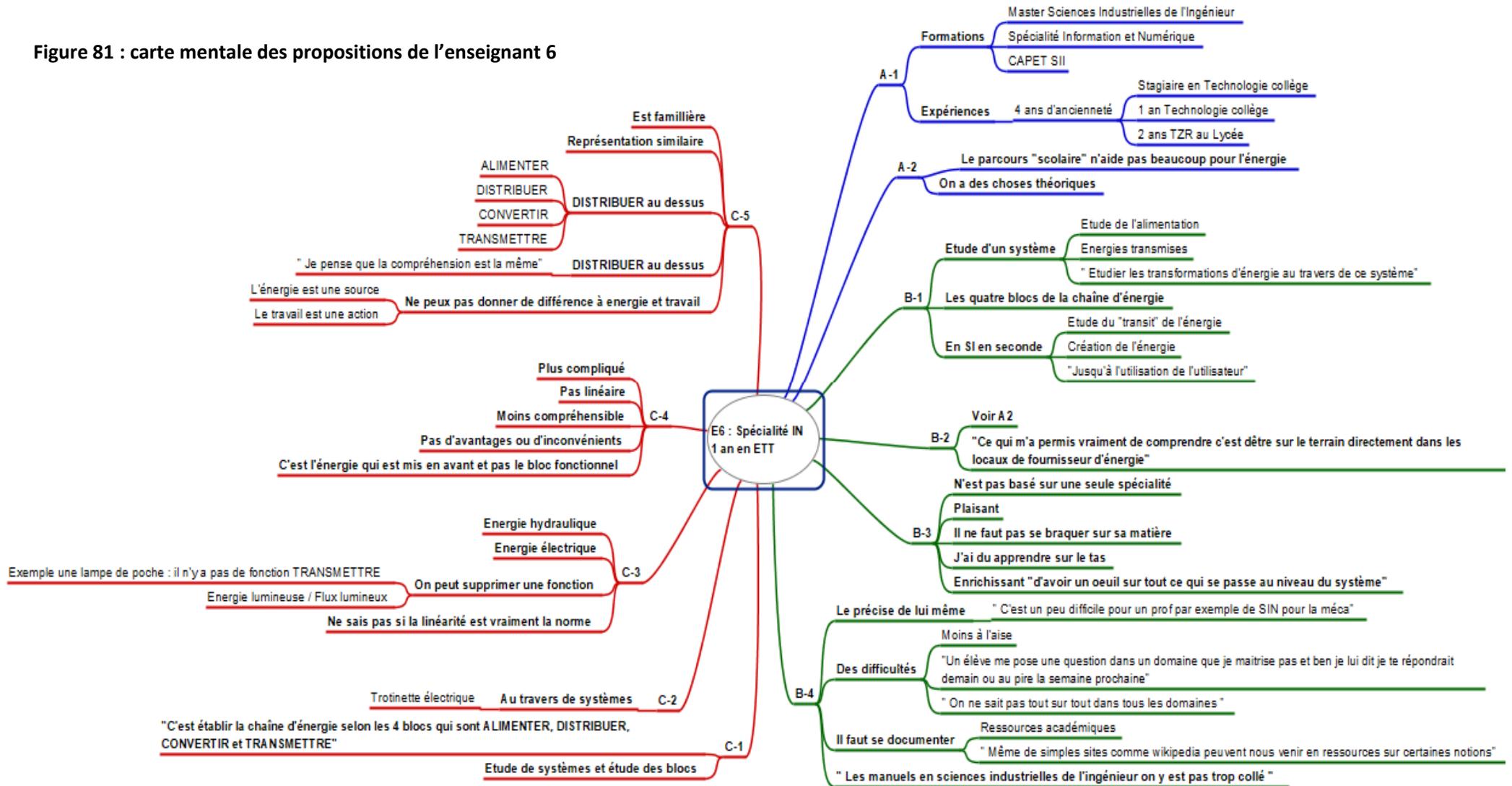
Bien sur qu'on peut supprimer une fonction. On peut. Je pense qu'il existe des systèmes qui, il doit exister des systèmes qui n'utilisent pas ces 4 blocs fonctionnels ça doit exister. Oui je pense qu'on peut supprimer une fonction car elle fera doublon enfaite avec la fonction précédente. Je vais penser par exemple au bloc TRANSMETTRE par exemple, par exemple à une lampe de poche voilà, après une lampe de poche elle sera alimenté avec de l'énergie électrique, donc la conversion ce sera de l'électricité à la une énergie lumineuse à un flux lumineux mais pour transmettre la lumière elle est transmis directement à l'ampoule donc, depuis l'ampoule donc de l'objet technique qui fait la conversion de l'énergie. Donc je pense que oui on peut supprimer un bloc. Après le monter, on voie qu'il y a une régulation qui est effectuée avec l'électrovanne donc ça ne me poserait pas de problème, ça ne pose pas de problème.

Est-ce que tu saurais me dire quelle est la différence entre énergie et travail ?

Non, non je ne pourrais pas. Travail électrique. Pour moi l'énergie c'est une source et le travail c'est, ça me fait penser à une action en fait. Travail mécanique, travail électrique. Non je ne voie pas.

FIN DE L'ENTRETIEN

Figure 81 : carte mentale des propositions de l'enseignant 6



K) Extraits du simulateur de séance utilisé lors de la recherche

Cette partie présente les différents extraits du programme de simulation de séance. Ces représentations permettent de faire le lien entre les retranscriptions des simulations croisées dans la partie suivante et le simulateur.



[Lancer la simulation](#)

[Informations sur le logiciel](#)

[Aide](#)

[Contact](#)



Merci de votre participation à cette simulation de séance !

Cette simulation de séance sur les pratiques d'enseignement en STI2D s'inscrit dans un travail de thèse (Université Clermont-Auvergne et Université de Lorraine). Cette étude vise mieux comprendre la manière dont les professeurs en Enseignement Technologique Transversal prennent leurs décisions.

Cette simulation de séance est enregistrée, l'exploitation des données se fera à l'aide d'une retranscription écrite. Les données recueillies sont confidentielles et seront utilisées uniquement dans le cadre de cette recherche. Les ressources fournies seront utilisées pour l'élaboration de cette étude et pour nulle autre raison.

Cette étude se déroulera de la manière suivante :

- Vous renseignerez à l'écrit des informations demandées dans le logiciel en n'oubliant pas de VALIDER LA RÉPONSE avant de passer à l'étape suivante.
- Lors du renseignement des informations individuelles veuillez-vous présenter rapidement à l'oral pour que nous puissions faire le lien entre vos voix et les pseudonymes "Enseignant 1" et "Enseignant 2" lors de la simulation croisée. (Les noms, lieux et autres informations personnelles ne seront pas retranscrites).
- Lors de la simulation, pour valider une réponse vous devez arriver à un consensus entre vous.
- Le logiciel enregistre vos réponses dans un fichier texte qui se situe dans l'espace téléchargement de l'ordinateur, ces données seront recueillies à la fin de la simulation.

Merci de votre participation.

[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



Enseignant n°1 :
(Partie 1 / 3)

Vous voudrez bien renseigner vos **NOM** et **Prénom(s)** ainsi que votre **spécialité** en SII
(Architecture et Construction, Energie Environnement, Ingénierie Mécanique, Information et Numérique) :

Valider la réponse

[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



Enseignant n°1 :

(Partie 2 / 3)

Vous voudrez bien détailler votre **parcours professionnel** ainsi que les matières que vous enseigniez avant la réforme STI2D de 2011 (Si vous êtes concerné) :

[Valider la réponse](#)

[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



Enseignant n°1 :
(Partie 3 / 3)

Vous voudrez bien détailler votre **cursus de formation (diplômes obtenus)** :

Valider la réponse

[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



Enseignant n°2 :
(Partie 1 / 3)

Vous voudrez bien renseigner vos **NOM** et **Prénom(s)** ainsi que votre **spécialité** en SII
(Architecture et Construction, Energie Environnement, Ingénierie Mécanique, Information et Numérique) :

Valider la réponse

[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



Enseignant n°2 :

(Partie 2 / 3)

Vous voudrez bien détailler votre **parcours professionnel** ainsi que les matières que vous enseigniez avant la réforme STI2D de 2011 (Si vous êtes concerné) :

Valider la réponse

[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



Enseignant n°2 :
(Partie 3 / 3)

Vous voudrez bien détailler votre **cursus de formation (diplômes obtenus)** :

Valider la réponse

[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

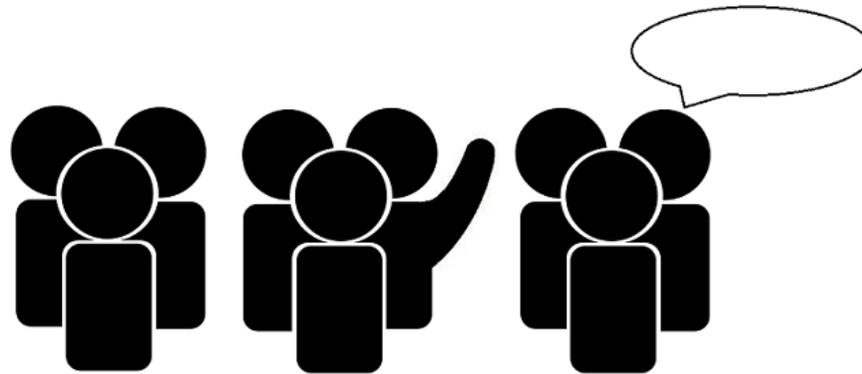
[Suivant](#)



Fonctionnement du simulateur :

(Partie 1 / 2)

Au fur et à mesure de votre cours, le groupe posera des questions, vous devrez répondre à ces dernières pour pouvoir continuer la simulation. Les représentations suivantes montrent les différents cas de figure que vous pourrez rencontrer dans cette simulation :



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



Fonctionnement du simulateur :

(Partie 2 / 2)

Pour répondre aux questions des zones de textes seront mises à votre disposition. Il faudra valider votre réponse avant de poursuivre sur la page suivante :

[Valider la réponse](#)

[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



Contexte de la séance :

Cette séance est relative à l'Enseignement Technologique Transversal et plus précisément à l'enseignement de l'Energie.

L'objectif est d'apprendre à modéliser les chaînes énergétiques notamment à travers l'étude d'un barrage hydroélectrique qui est le support de l'activité.

[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



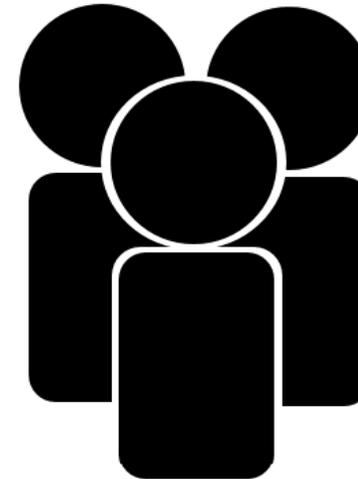
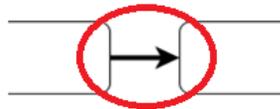
Enseignant.e

Classe

Activité n°1 de la séance :

Le document support de cette séance demande au groupe de définir la nature des "flèches" se trouvant entre les blocs de fonction de la chaîne d'énergie. **Vous demandez aux groupes de répondre à cette question à l'oral.**

Pour information, une flèche reliant les blocs de fonctions de la chaîne d'énergie est représentée sur l'illustration suivante :



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



Enseignant.e

Classe

" A " souhaite répondre à cette question.



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



Enseignant.e

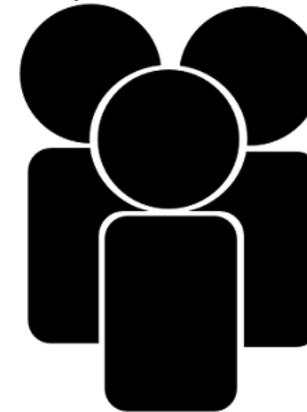
Classe

Vous avez une première réponse de " A " (voir dans la partie "Classe").

Acceptez-vous cette réponse ? (OUI ou NON)

[Valider la réponse](#)

A :
" La flèche c'est de l'énergie qui circule entre les fonctions."



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



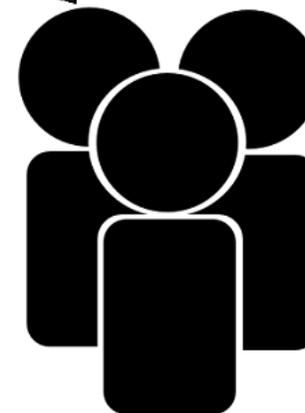
Enseignant.e

Classe

Veillez justifier votre réponse auprès de " A ".

[Valider la réponse](#)

A :
" La flèche c'est de l'énergie qui circule entre les fonctions."



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



Enseignant.e

Classe

" B " souhaite également répondre à cette question.



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



Enseignant.e

Rappel : Le document support de cette séance demande au groupe de définir la nature des "flèches" se trouvant entre les blocs de fonction de la chaîne d'énergie. Vous demandez aux groupes de répondre à cette question à l'oral.

La réponse de " B " se trouve dans la partie "Classe".

Acceptez-vous cette réponse ? (OUI ou NON)

Valider la réponse

Classe



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

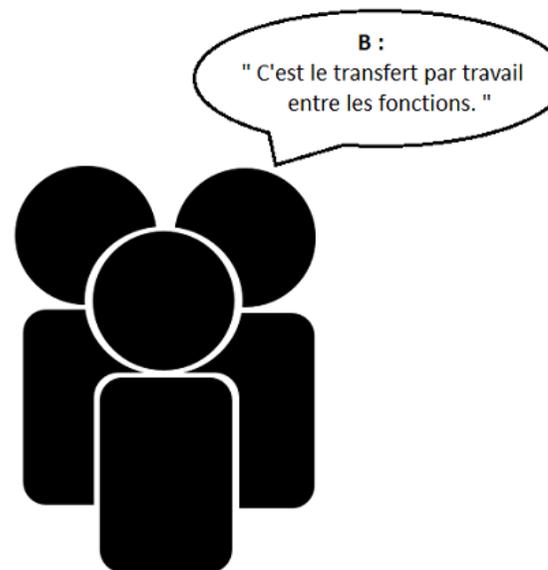
[Suivant](#)

Enseignant.e

Classe

Veillez justifier votre réponse auprès de " B ".

[Valider la réponse](#)



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



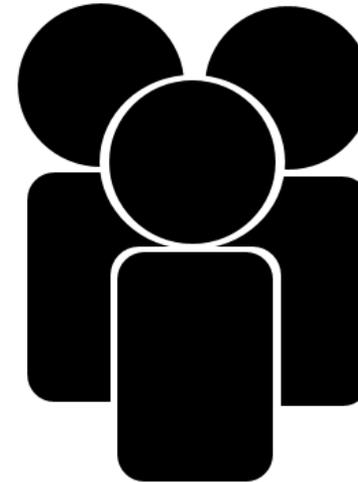
Enseignant.e

Classe

Synthèse :

Suite aux réponses de " A " et de " B " que proposez vous pour synthétiser cet élément de modélisation ? (Précisez les différentes formes d'énergies concernées).

[Valider la réponse](#)



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)

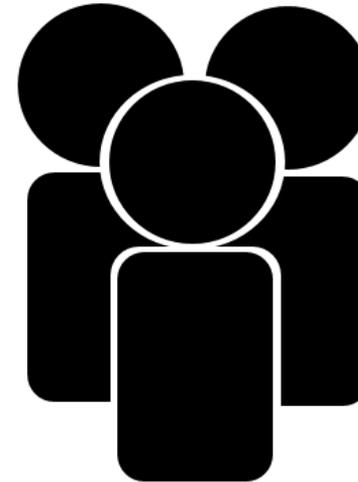


Enseignant.e

Classe

Activité n°2 de la séance :

La classe est composée de 6 ilots (groupes). Chacun réalise une modélisation de la **chaîne d'énergie d'un barrage hydroélectrique**. Vous affichez et vous corrigez au tableau, une par une, chacune de ces modélisations.



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



Enseignant.e

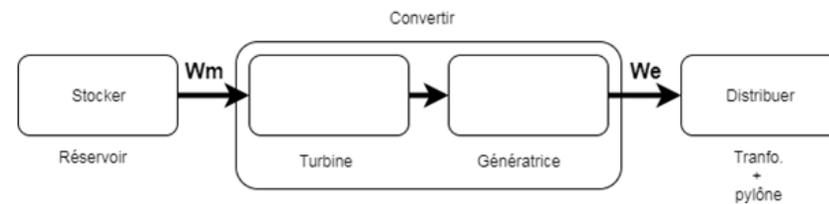
Classe

Proposition du groupe A :

Le groupe A propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe".

Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)

[Valider la réponse](#)



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)

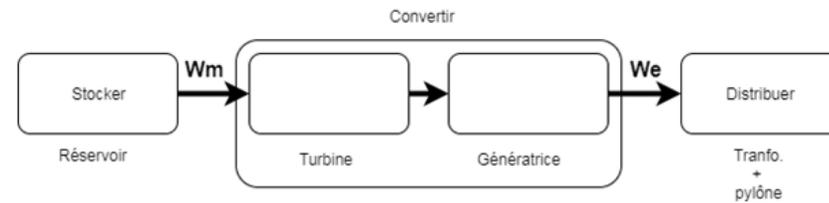


Enseignant.e

Classe

Que répondez-vous au groupe " A " ? (Vous vous adressez directement à " A ").

[Valider la réponse](#)



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



Enseignant.e

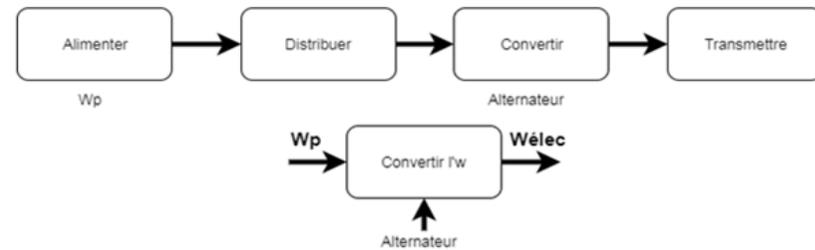
Classe

Proposition du groupe B :

Le groupe B propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe".

Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)

[Valider la réponse](#)



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)

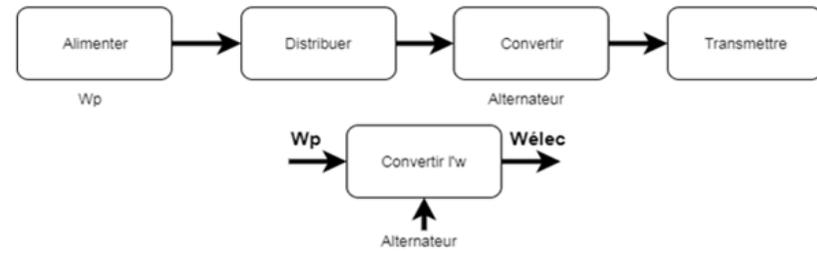


Enseignant.e

Classe

Que répondez-vous au groupe " B " ? (Vous vous adressez directement à " B ").

[Valider la réponse](#)



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



Enseignant.e

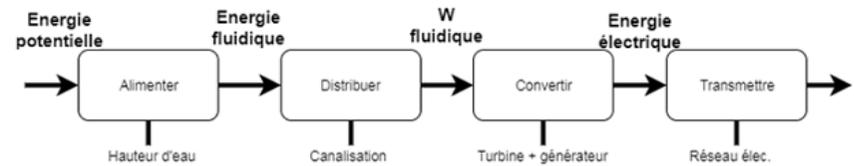
Classe

Proposition du groupe C :

Le groupe C propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe".

Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)

[Valider la réponse](#)



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)

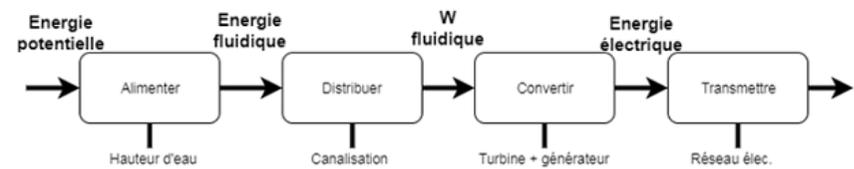


Enseignant.e

Classe

Que répondez-vous au groupe " C " ? (Vous vous adressez directement à " C ").

[Valider la réponse](#)



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



Enseignant.e

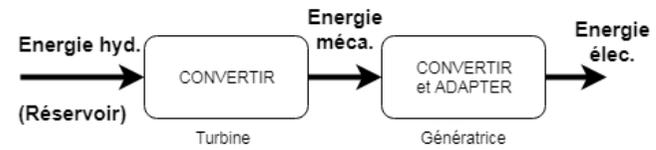
Classe

Proposition du groupe D :

Le groupe D propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe".

Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)

[Valider la réponse](#)



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)

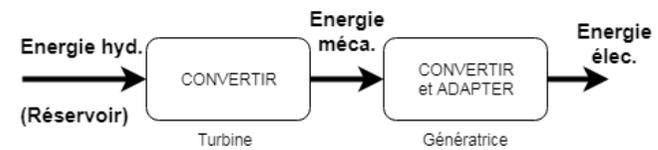


Enseignant.e

Classe

Que répondez-vous au groupe " D " ? (Vous vous adressez directement à " D ").

[Valider la réponse](#)



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)

Avast Secure Browser



Enseignant.e

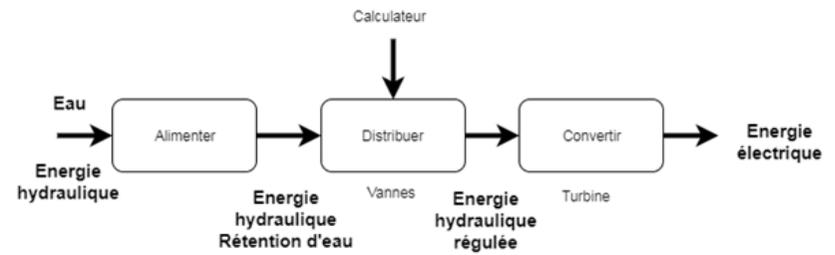
Classe

Proposition du groupe E :

Le groupe E propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe".

Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)

[Valider la réponse](#)



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)

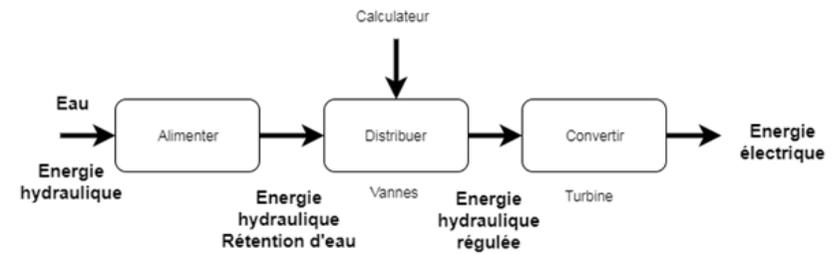


Enseignant.e

Classe

Que répondez-vous au groupe " E " ? (Vous vous adressez directement à " E ").

[Valider la réponse](#)



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



Enseignant.e

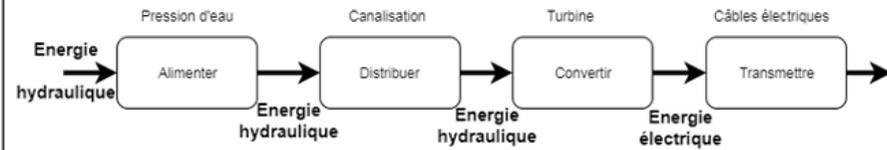
Classe

Proposition du groupe F :

Le groupe F propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe".

Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)

[Valider la réponse](#)



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)

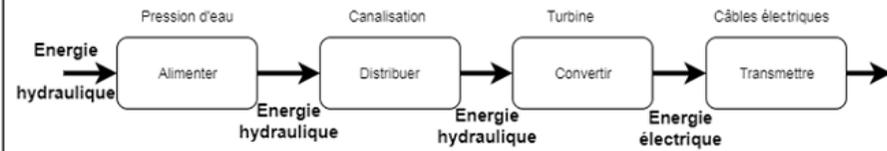


Enseignant.e

Classe

Que répondez-vous au groupe " F " ? (Vous vous adressez directement à " F ").

Valider la réponse



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



Enseignant.e

Classe

Suite à vos analyses des chaînes d'énergies du barrage hydroélectrique, " C " vous pose la question suivante : " La modélisation de la chaîne d'énergie doit-elle obligatoirement respecter les 4 fonctions ? Peut-on en mettre 3 ou 5 par exemple en fonction du système étudié ? "

Que répondez-vous à " C " ? (Vous vous adressez directement à " C ").

Valider la réponse



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)



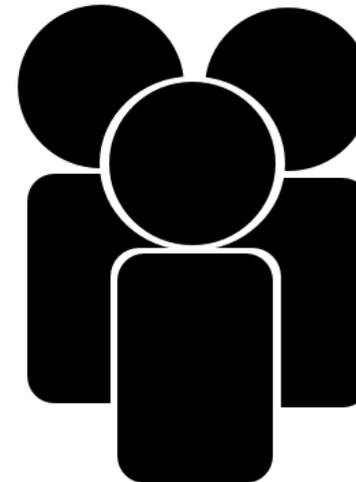
Enseignant.e

Classe

Activité n°3 de la séance :

Vous proposez votre modélisation de la chaîne d'énergie du barrage hydroélectrique en correction de l'activité. Vous représentez le schéma sur le document fourni. Vous pouvez donner des explications complémentaires dans la zone de texte si vous le souhaitez.

[Valider la réponse](#)



[Retour](#)

[Retour à la page d'accueil](#)

[Suivant](#)

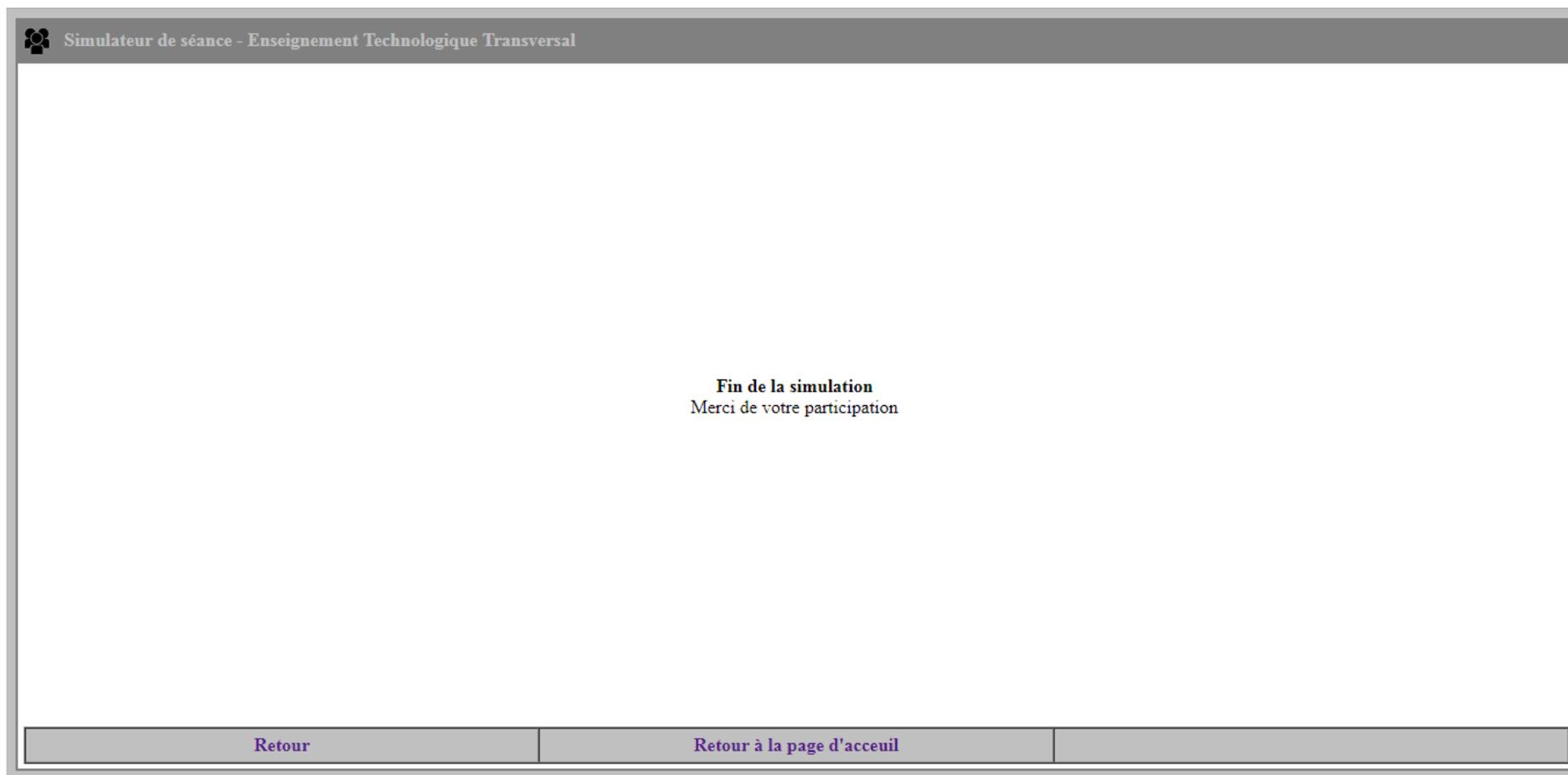


Figure 77 : extraits du simulateur de séance

L) Simulations croisées

L.1) Simulation croisée analysée n°1

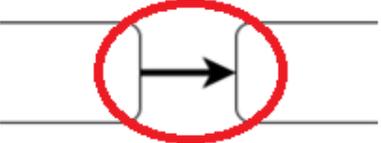
Les participants étaient un enseignant de spécialité IN (Locuteur IN) et un enseignant de spécialité IM (Locuteur IM).

INFORMATIONS RELATIVES AUX ENSEIGNANTS -----

Rep01prof1	Informations confidentielles (Enseignant 1 de spécialité IN)
Rep02prof1	génie électronique
Rep03prof1	licence EEA

Rep01prof2	Informations confidentielles (Enseignant 2 de spécialité IM)
Rep02prof2	construction mécanique
Rep03prof2	licence construction

DEBUT DE LA SIMULATION -----

P1	<p>Le document support de cette séance demande au groupe de définir la nature des "flèches" se trouvant entre les blocs de fonction de la chaîne d'énergie. Vous demandez aux groupes de répondre à cette question à l'oral. Pour information, une flèche reliant les blocs de fonctions de la chaîne d'énergie est représentée sur l'illustration suivante :</p> <div style="text-align: center;"></div>
-----------	--

P2	<p>Vous avez une première réponse de " A " (voir dans la partie "Classe"). Acceptez-vous cette réponse ? (OUI ou NON)</p>
-----------	--

A :
" La flèche c'est de l'énergie qui circule entre les fonctions."

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S1	TP1 LC1	IN	Au fur et à mesure de votre cours, le groupe posera des questions, vous devrez répondre à ces dernières pour pouvoir continuer la simulation. Les représentations suivantes montrent les différents cas de figure que vous pourrez rencontrer dans cette simulation.	/	/	/
S1	TP2	IM	/	En fait tu vois on est dans une classe il y a un quelqu'un qui pose une question et nous on doit essayer de répondre.	Reformulation du contexte du travail	/
S1	TP3 LC2	IN	Pour répondre aux questions des zones de textes seront	/	/	/

			mises à votre disposition. Il faudra valider votre réponse avant de...			
S1	TP4a	IM	/	Puis tu valides.	Demande d'action	/
S1	TP4b	IM	/	Non, non, pour l'instant c'est que l'explication.	Réinterprétation du contexte de travail	/
S1	TP5 LC3	IN	Cette séance est relative à...	/	/	/
S1	TP6	IM	/	Tu vois de l'ETT en plus précisément l'enseignement de l'énergie.	Expression d'une information, Reformulation du contexte de travail	/
S1	TP7	IN	/	Je n'en sais rien du tout moi de ça.	Expressif, signale sa difficulté	L'énergie semble être une difficulté pour IN.
S1	TP8	IM	/	C'est sur un barrage qui est le support de l'activité.	Expression d'une information, Reformulation du contexte de travail	/
S1	TP9	IN	/	Oui, c'est bon si c'est un barrage.	Validation partielle, hypothèse et justification	Cependant, l'étude énergétique d'un barrage semble convenir à IN
S1	TP10 LC4	IM	Le document support de cette séance demande au groupe de	/	/	/

			définir la nature des "flèches" se trouvant entre les blocs de fonction de la chaîne d'énergie. Vous demandez aux groupes de répondre à cette question à l'oral.			
S1	TP11a LC5a	IN	Pour information, une flèche reliant les blocs...	/	/	/
S1	TP11b LC5b	IN	A souhaite répondre à cette question	/	/	/
S1	TP11c	IN	/	Qu'est-ce qu'on fait là ?	Demande d'information	/
S1	TP11d	IN	/	Suivant ?	Demande d'action	/
S1	TP12	IM	/	Oui.	Validation	/
S1	TP13a LC6	IN	La flèche c'est de l'énergie qui circule entre les fonctions.	/	/	/
S1	TP13b	IN	/	Ben non, si ?	Refus, demande de validation	/
S1	TP13c	IN	/	Oui ou non ?	Demande de validation ou de refus	/
S1	TP14a LC7	IM	Il a répondu. Acceptez-vous la réponse.	/	/	/

S1	TP14b	IM	/	A, il dit que c'est de l'énergie et toi qu'est-ce que t'en penses ?	Reformulation, demande d'avis	/
S1	TP14c	IM	/	Tu mets oui ou non ?	Demande de validation ou de refus	/
S1	TP14d	IM	/	T'accepte cette réponse s'il te dit que c'est de l'énergie qui circule entre la fonction ?	Reformulation du contexte de travail	/
S1	TP14e	IM	/	Je ne sais pas, je ne sais pas quelle fonction.	Expressif (expression d'une difficulté)	IM aurait peut-être souhaité un exemple plutôt que de devoir généraliser.
S1	TP14f	IM	/	Je ne pense pas.	Refus hypothétique	IM pense que la flèche ne représente pas de l'énergie. Ce n'est pas certain.
S1	TP15a	IN	/	Tu ne penses pas non ?	Demande de validation du refus	/
S1	TP15b	IN	/	J'en sais rien moi le transversal je comprends rien, moi tu me sors des programmes...	Expressif (expression d'une difficulté)	IN exprime son incompréhension sur l'ETT, IN précise que sa zone de confort est le référentiel de spécialité SIN (voir TP17a).

S1	TP16	IM	/	Mais dans les présentations de programme tu sais...	Opinion (commence à donner son avis sur les programmes)	/
S1	TP17a	IN	/	Moi c'est de l'information, ce n'est pas de l'énergie.	Expressif (expression d'une difficulté)	IN ne se trouve pas dans sa zone de confort disciplinaire.
S1	TP17b	IN	/	La flèche c'est de l'énergie.	Expression d'une information	IN affirme que la flèche représente de l'énergie.
S1	TP18a	IM	/	Tu as les fonctions je ne sais pas...	Expressif	IM explique le rôle des blocs fonctionnels en amont et/ou en aval des flèches (fonction convertir de la chaîne).
S1	TP18b	IM	/	Convertir l'énergie électrique en énergie mécanique.	Expression d'une information	
S1	TP19a	IN	/	Ce n'est pas de l'énergie qui a là. L'énergie elle rentre et elle sort.	Expression d'une information	IN affirme qu'il ne s'agit pas d'énergie, l'énergie rentre et sort des blocs fonctionnels
S1	TP19b	IN	/	Mais...	Doute	/
S1	TP19c	IN	/	Je n'en sais rien à ton avis ?	Expressif (expression d'une difficulté) et demande d'avis	/
S1	TP19d	IN	/	Moi je n'en sais rien, moi. Mets oui, c'est ce qu'il attend je crois.	Expressif, demande d'action, hypothèse	La réponse à cette question se base sur

							une hypothèse et une difficulté de la part de IN (qui prend la décision de valider la réponse).
--	--	--	--	--	--	--	---

Rep01a	oui
---------------	-----

P3	Veillez justifier votre réponse auprès de " A ".
-----------	--

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S1	TP20	IM	/	Il faut que tu justifies.	Reformulation du contexte de travail	/
S1	TP21a	IN	/	Ben j'en sais rien moi.	Expressif (expression d'une difficulté relative au fonctionnement du simulateur)	/
S1	TP21b	IN	/	On ne peut pas revenir en arrière pour voir ce qu'il faisait ?	Demande d'action	/
S1	TP21c LC8	IN	Pour information, une flèche reliant les blocs de fonctions de la chaîne d'énergie est représentée sur l'illustration suivante	/	/	/
S1	TP22	IM	/	Ouais.	Accord	/
S1	TP23	IN	/	Mais il avait qu'à nous donner le corrigé et ça serait vite fait.	Expressif (expression d'une difficulté)	Les activités proposées se basent sur du contenu prêt à l'emploi ?

S1	TP24a LC9	IM	La flèche c'est de l'énergie qui circule entre les fonctions.	/	/	/
S1	TP24b	IM	/	C'est une chaîne d'énergie.	Expression d'une information	/
S1	TP24c	IM	/	Oui, je suppose que c'était juste.	Validation, hypothèse	IM suppose que la flèche représentait bien de l'énergie (comme répondu précédemment)
S1	TP25	IN	/	Ca matérialise l'énergie non ?	Demande d'expression d'une information	/
S1	TP26	IM	/	Et puis derrière tu as l'énergie mécanique.	Expression d'une information	IM propose de l'énergie mécanique (erroné car il s'agit d'un transfert)
S1	TP27	IN	/	Electrique.	Expression d'une information	IN propose de l'énergie électrique (erroné car il s'agit d'un transfert)
S1	TP28	IM	/	Ou l'inverse..	Expression d'une information	/

S1	TP28	IM	/	Ca dépend ce que tu as.	Hypothèse	En fonction de la nature des blocs de fonction ?
S1	TP29a LC10	IN	Justifiez votre réponse. /	/	/	/
S1	TP29b	IN		Energie en entrée et énergie en sortie	Expression d'une information	Une énergie « entre » dans un bloc de fonction et une énergie « sort » du bloc de fonction.
S1	TP30a	IM	/	Du bloc.	Complément d'information	/
S1	TP30b	IM	/	Du bloc de fonction.	Complément d'information	/

Rep01b énergie en entrée et énergie en sortie du bloc de fonction

P4 Rappel : Le document support de cette séance demande au groupe de définir la nature des "flèches" se trouvant entre les blocs de fonction de la chaîne d'énergie. Vous demandez aux groupes de répondre à cette question à l'oral. La réponse de " B " se trouve dans la partie "Classe". **Acceptez-vous cette réponse ? (OUI ou NON)**

B :
" C'est le transfert par travail entre les fonctions. "

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S1	TP31a LC11	IN	B souhaite répondre également.	/	/	/
S1	TP31b	IN	/	Qu'est-ce qu'il dit B ?	Demande d'information	/
S1	TP31c LC12	IN	C'est le transfert par travail.	/	/	/
S1	TP32a LC13a	IM	Entre fonction.	/	/	/
S1	TP32b LC13b	IM	C'est le transfert par travail entre les fonctions.	/	/	/

S1	TP32c	IM	/	Oui, On va passer du, je ne sais pas, du $P=UI$ à Cw .	Hypothèse et Expressif (expression d'une difficulté)	IM parle de puissance électrique et de puissance mécanique
S1	TP32d	IM	/	Donc j'en sais rien ce qu'il faut lui dire.	Expressif (expression d'une difficulté)	/
S1	TP32e	IM	/	Parce que c'est un transfert par...	Reformulation de la réponse (incomplète)	/
S1	TP33a	IN	/	Moi, je n'en sais rien du tout.	Expressif	/
S1	TP33b	IN	/	Ca, moi je suis totalement incompetent.	Expressif	/
S1	TP34	IM	/	Nous on dirait non.	Rejet, expression d'une information	La flèche ne représente pas un transfert pour IM
S1	TP35	IN	/	Si toi tu dis non, moi je dis non.	Accord (suit IM)	/

Rep02a	non
--------	-----

P5 Veuillez justifier votre réponse auprès de " B ".

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S1	TP36	IN	/	Et justifiez votre réponse à B, alors ?	Demande d'appréciation de la tâche à effectuer relatif au contenu	/
S1	TP37a	IM	/	Ben tu mets que c'est d'une puissance à un autre. Donc... D'une énergie à une autre.	Expression d'une information	IM fait l'analogie entre l'énergie et la puissance (ce qui est erroné)
S1	TP37b	IM	/	La transformation ou la convertir d'une énergie à une autre.	Expression d'une information	IM parle des blocs de fonction
S1	TP37c	IM	/	Mais lui il va dire de travail en travail, mais Cw c'est une puissance...	Reformulation du contenu et expression d'une information	Pour IM, le travail n'est pas une puissance.
S1	TP38a	IN	/	Convertir 2 énergies.	Expression d'une information	L'expression d'une information de IN ne permet pas de répondre à Rep02b

S1	TP38b	IN	/	Non ?	Demande de validation	/
S1	TP40	IM	/	Ouais.	Validation	/

Rep02b	convertir une énergie à une autre
---------------	-----------------------------------

P6 Synthèse : Suite aux réponses de " A " et de " B " que proposez-vous pour synthétiser cet élément de modélisation ? (Précisez les différentes formes d'énergies concernées).

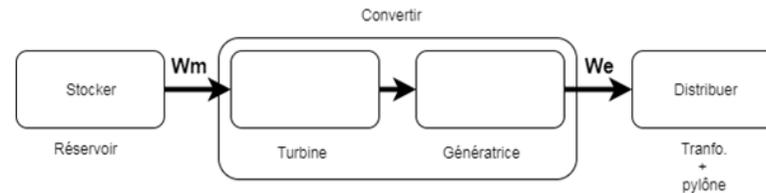
Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S1	TP41a LC14	IN	Suite aux réponses de A et de B que proposez-vous pour synthétiser cet élément de modélisation.	/	/	/
S1	TP41b	IN	/	Ah non, si ça va être ça tout le temps moi je craque.	Expressif	/
S1	TP41c LC15	IN	Précisez les différentes formes d'énergies concernées	/	/	/
S1	TP41d	IN	/	Je ne suis pas le bon client pour ça, je te le dis.	Expressif	/
S1	TP41e LC16	IN	Précisez les différentes formes d'énergies concernées.	/	/	/
S1	TP41f	IN	/	Ben mécanique et puis thermique.	Expression d'une information	Les premières énergies qui viennent à IN sont mécaniques et thermique.

S1	TP41g	IN	/	Non ?	Demande de validation	/
S1	TP42	IM	/	Oui par exemple. Il y en a plein mais bon entre autre.	Validation partielle	/
S1	TP43	IN	/	Oui.	Validation	/
S1	TP44	IM	/	Oui mets lui, mets le.	Demande d'action	
S1	TP45	IN	/	Electrique, mécanique...	Expression d'une information	Les énergies sont uniquement proposées par IN
S1	TP46	IM	/	Pas électronique hein (semble être dit sur le ton de la plaisanterie)	/	/
S1	TP47a	IN	/	Ha non ça ne rentre pas là-dedans.	Expression d'une information	/
S1	TP47b	IN	/	Thermique ?	Demande de validation	/
S1	TP48a	IM	/	Ouais.	Validation	/
S1	TP48b	IM	/	Et cætera.	Information complémentaire	Il y a d'autres énergies
S1	TP49	IN	/	Etc.	/	IM et IN ne répondent pas la question demandée dans le simulateur, ils

							précisent seulement les énergies
--	--	--	--	--	--	--	----------------------------------

Rep03	électrique mécanique thermique etc
--------------	------------------------------------

P7 Proposition du groupe A : Le groupe A propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". **Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)**



Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S1	TP50a LC17a	IN	La classe est composée de 6 îlots. Chacun réalise une modélisation de la chaîne d'énergie d'un barrage hydroélectrique. Vous affichez et vous corrigez au tableau, une par une, chacune de ces modélisations. Le groupe A propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre classe.	/	/	/

S1	TP50b LC17b	IN	Alors Stocker, réservoir, turbine, génératrice...	/	/	/
S1	TP50c	IN	/	... convertir la « flotte » en tension. Hein ?	Reformulation de la réponse	/
S1	TP51	IM	/	Oui. Mais il n'a pas utilisé l'énergie mais...	Reformulation de la réponse	/
S1	TP52	IN	/	Le travail.	Reformulation de la réponse	IN lit bien « W » comme étant du travail.
S1	TP53	IM	/	... le travail.	Reformulation de la réponse	IM lit bien « W » comme étant du travail également.
S1	TP54a	IN	/	Bon bref, distribuer, tranfo., pylône.	Reformulation de la réponse	/
S1	TP54b	IN	/	Il a bien. Oui bien.	Expression d'une information, Accord	/
S1	TP54c	IN	/	Moi je l'aime bien ce truc-là. Ça me paraît cohérent.	Expression d'une information Hypothèse	/
S1	TP54d	IN	/	Oui, mais si nous si on veut être logique on dit énergie mécanique et...	Expression d'une information (Se contredit)	/
S1	TP54e	IN	/	Alors non.	Refus	IN refuse la chaîne proposée qu'il

						trouvait « bien » au début.
S1	TP55	IM	/	Disons, moi je ne mettais pas ça avant.	Avis	/
S1	TP56	IN	/	Tu mets ça maintenant ?	Demande d'information	/
S1	TP57a	IM	/	Mais non, mais non. Moi je ne mets pas ça	Expression d'une information Refus	IM ne met pas travail à cet endroit.
S1	TP57b	IM	/	Je ne mets pas du travail, je ne parle pas de travail. Je parle de puiss...	Expression d'une information Refus	IM n'utilise pas le terme travail dans la chaîne d'énergie.
S1	TP57c	IM	/	Je mets énergie.	Expression d'une information	/
S1	TP58	IN	/	Remplacer par...	Demande d'action induite	Dicte ce qui doit être écrit.
S1	TP59	IM	/	Non, tu vas juste dire non, après tu vas mettre la...	Refus (donne des informations quant au fonctionnement du simulateur)	/
S1	TP60	IN	/	La raison.	Validation	/

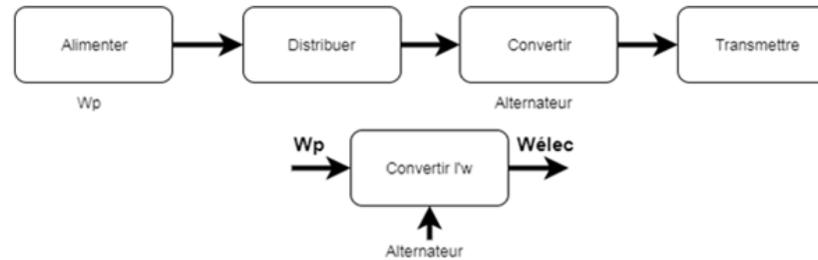
Rep04a1 non

P8 Que répondez-vous au groupe " A " ? (Vous vous adressez directement à " A ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S1	TP61a	IM	/	Voilà, valider et maintenant tu cliques sur suivant.	Demande d'action	/
S1	TP61b	IM	/	Bon il manque encore...	Expression d'une information	/
S1	TP61c	IM	/	Mais c'est vrai il manque encore deux choses, convertir et il manque deux...	Expression d'une information	/
S1	TP62a LC18	IN	Que répondez-vous au groupe A ?	/	/	/
S1	TP62b	IN	/	Travail remplacé par énergie.	Expression d'une information	Formulation dictée par IN
S1	TP63	IM	/	On est d'accord.	Validation	/

Rep04a2 travail remplacé par énergie

P9 Proposition du groupe B : Le groupe B propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". **Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)**



Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Élément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S1	TP64	IM	/	De toute façon c'est des chaînes d'énergie, alors pourquoi on parle de travail ?	Expression d'une information Hypothèse	IM ne comprend pas le lien entre énergie et travail et du travail au sein de la chaîne.
S1	TP65a	IN	/	Le B qu'est-ce qu'il me fait lui ?	Expressif (IN ne semble pas être d'accord avec le contenu)	/

S1	TP65b LC19	IN	Travail alimenter, distribuer, convertir, convertir... /	/	/	/
S1	TP65c	IN	/	... quoi ? Le travail c'est ça ?	Demande de validation	Comme remarqué précédemment IN lit « W » comme étant du travail.
S1	TP65d	IN	/	C'est trop compliqué ça !	Expression d'une information	/
S1	TP65e	IN	/	Trop détaillé, non ?	Demande d'information	/
S1	TP65f LC20	IN	Alimenter, distribuer.	/	/	/
S1	TP65g	IN	/	Ben non l'alternateur lui, il n'a pas besoin de distribuer.	Expression d'une information	Pour IN, l'alternateur ne remplit pas la fonction Distribuer
S1	TP65h	IN	/	Il alimente directement. Non ?	Demande de validation	IN demande validation à IM si l'alternateur ne remplit pas la fonction Alimenter.
S1	TP66a	IM	/	Dans les chaînes d'énergies c'est ça ?	Demande d'information quant au contenu	/

S1	TP66b	IM	/	C'est alimenter, distribuer, convertir et c'est pratiquement toujours ça	Expression d'une information	Liste les fonctions 3 des 4 fonctions de la chaîne d'énergie
S1	TP66c	IM	/	Distribuer c'est quand tu...	Expression d'une information (incomplète)	/
S1	TP67a	IN	/	On se pose trop de questions.	?	/
S1	TP67b	IN	/	Oui.	Expression d'une information	IN impose la réponse à la question

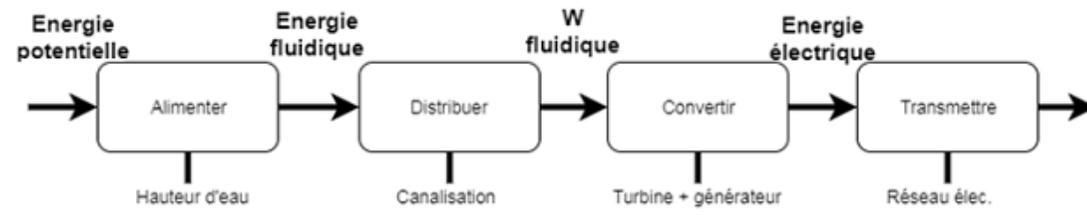
Rep04b1	oui
----------------	-----

P10 Que répondez-vous au groupe " B " ? (Vous vous adressez directement à " B ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S1	TP68a LC21	IN	Vous, vous adressez directement à B.	/	/	/
S1	TP68b	IN	/	C'est exact. Hein, non ?	Expression d'une information et Demande de validation (IN impose la réponse car IM n'a pas le temps de répondre)	/

Rep04b2 c'est exact

P11 Proposition du groupe C : Le groupe C propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)



Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Élément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S1	TP69	IM	/	Ben il va plus loin dans, il parle de l'eau donc on a l'énergie potentielle et après l'énergie fluide.	Expression d'une information	Pour IM, la hauteur d'eau semble être associée à de l'énergie.
S1	TP70a	IN	/	On peut mettre oui. Parce que c'est une extension de la première non ?	Accord et demande de validation ?	/
S1	TP70b	IN	/	C'est plus précis.	Expression d'une information	IN impose de nouveau la réponse.

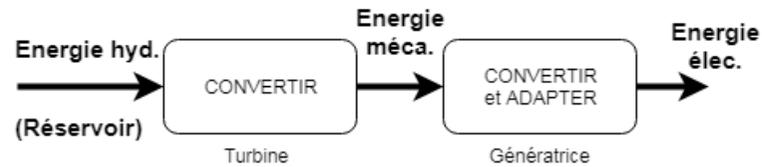
Rep04c1 oui

P12 Que répondez-vous au groupe « C » ? (Vous vous adressez directement à « C »).

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S1	TP71	IN	/	C'est plus précis.	Expression d'une information (IN valide sans passer par l'accord de IM)	/

Rep04c2 c'est plus précis

P13 Proposition du groupe D : Le groupe D propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". **Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)**



Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S1	TP72a LC22a	IN	Le groupe D.	/	/	/
S1	TP72b LC22b	IN	Energie hydraulique.	/	/	/
S1	TP72c	IN	/	On peut mettre ici. Oui aussi, parce que énergie hydraulique est dans le réservoir.	Expression d'une information	L'énergie « hydraulique » se trouve dans le réservoir.
S1	TP72d LC23	IN	Convertir...	/	/	/

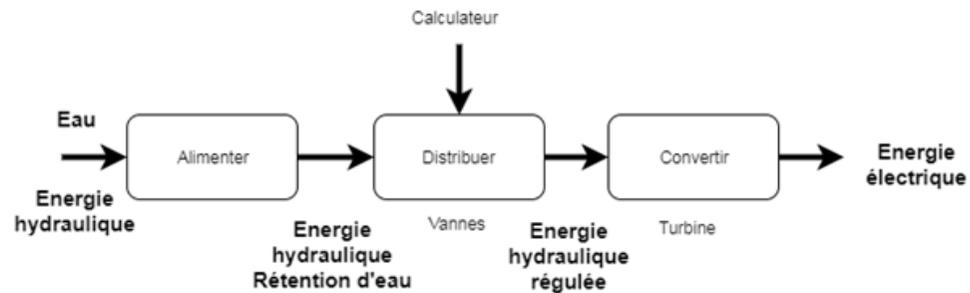
S1	TP72e	IN	/	Oui mais manque de précision.	Expression d'une information	/
S1	TP73a	IM	/	Oui, oui c'est incomplet.	Validation et reformulation du propos de IN	/
S1	TP73b	IM	/	Tu mets non et incomplet parce que le réservoir ce n'est pas de l'énergie hydraulique.	Refus conditionnel, demande d'action	L'objet réservoir n'est pas de l'énergie.
S1	TP73c	IM	/	C'est une fois que, c'est la turbine qui récupère l'énergie hydraulique parce que la hauteur d'eau.	Expression d'une information	La hauteur d'eau est une énergie pour IM.
S1	TP73d	IM	/	C'est incomplet.	Expression d'une information	C'est IM qui formule la réponse.

Rep04d1 non

P14 Que répondez-vous au groupe " D " ? (Vous vous adressez directement à " D ").

Rep04d2 c'est incomplet

P15 Proposition du groupe E : Le groupe E propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". **Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)**



Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S1	TP74	IN	/	Mais il y en a combien des groupes ?	Demande d'information relative au simulateur.	/
S1	TP75	IM	/	Il y en a 8 non ?	Hypothèse	/
S1	TP76 LC24	IN	Le groupe E.	/	/	/
S1	TP77a	IM	/	L'eau c'est tout de suite de l'énergie.	Reformulation de la réponse	L'eau seule n'est pas une énergie pour

S1	TP77b	IM	/	Moi je ne trouve pas, ben non l'eau ce n'est pas de l'énergie, l'eau.	Expression d'une information	IM. Il manque quelque chose.
S1	TP77c	IM	/	L'eau à plat comme ça c'est rien.	Expression d'une information	
S1	TP78	IN	/	Ben si il n'y a pas de ...	Complément d'information incomplet	/
S1	TP79	IM	/	Il faut une hauteur.	Expression d'une information	Assimile la hauteur de l'eau avec de l'énergie
S1	TP80	IN	/	Ben voilà.	Validation	/
S1	TP81	IM	/	Il faut un élément, enfin un tube. Un conduit.	Expression d'une information	Assimile la conduite forcée à de la pression.
S1	TP82	IN	/	Oui voilà, une colonne d'eau il faut.	Expression d'une information	Assimile la pression avec de l'énergie
S1	TP83a	IM	/	Une colonne d'eau pour que ça devienne de l'énergie.	Expression d'une information	IM corrobore ce que dit IN
S1	TP83b	IM	/	Et là on a une pression et un débit.	Expression d'une information	/
S1	TP84	IN	/	Exactement.	Validation	/

Rep04e1 non

P16 Que répondez-vous au groupe " E " ? (Vous vous adressez directement à " E ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S1	TP85a LC25	IN	Vous vous adressez directement à E.	/	/	/
S1	TP85b	IN	/	D'accord.	Prise en compte de la modélisation	/
S1	TP85c	IN	/	L'eau n'est pas une énergie.	Expression d'une information	/
S1	TP85d	IN	/	D'accord ?	Demande de validation	/
S1	TP86	IM	/	Tout à fait.	Accord	/
S1	TP87	IN	/	L'eau n'est pas une énergie.	Expression d'une information	/

Rep04e2 l'eau n'est pas une énergie

P17 **Proposition du groupe F** : Le groupe F propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe".

Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)

```

graph LR
    A[Energie hydraulique] --> B[Alimenter]
    B --> C[Distribuer]
    C --> D[Convertir]
    D --> E[Energie électrique]
    E --> F[ ]
  
```

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Élément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S1	TP88a LC26a	IN	Groupe F.	/	/	/
S1	TP88b LC26b	IN	Energie hydraulique.	/	/	/
S1	TP88c	IN	/	Bon là, pression d'eau.	Expression d'une information	/
S1	TP88d	IN	/	Ben, je ne suis pas d'accord.	Expression d'une information	/

S1	TP88e	IN	/	Là tu as un bloc, tu rentres de l'énergie hydraulique et là tu rentres de l'eau. Et pas de l'énergie hydraulique.	Expression d'une information	De l'eau rentre dans un bloc fonctionnel (contradiction avec la définition au début de simulation).
S1	TP89	IM	/	Non de toute façon, lui il a partout de l'énergie hydraulique.	Expression d'une information, refus	/
S1	TP90a	IN	/	Non.	Accord	/
S1	TP90b LC27	IN	Valider votre réponse.	/	/	/

Rep04f1 non

P18 Que répondez-vous au groupe " F " ? (Vous vous adressez directement à " F ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S1	TP91	IM	/	On ne converti pas de l'énergie hydraulique en énergie hydraulique.	Expression d'une information	Une énergie ne peut pas être convertie en énergie de la même nature
S1	TP92a	IN	/	Voilà.	Accord	/
S1	TP92b LC28a	IN	Valider votre réponse.	/	/	/
S1	TP92c LC28b	IN	Suivant.	/	/	/

Rep04f2 On ne converti pas l'énergie hydraulique en énergie hydraulique

P19 Suite à vos analyses des chaînes d'énergies du barrage hydroélectrique, " C " vous pose la question suivante : " La modélisation de la chaîne d'énergie doit-elle obligatoirement respecter les 4 fonctions ? Peut-on en mettre 3 ou 5 par exemple en fonction du système étudié ? " Que répondez-vous à " C " ? (Vous vous adressez directement à " C ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S1	TP93a LC29	IN	Suite à vos analyses des chaînes d'énergies du barrage hydroélectrique, C vous pose la question suivante, La modélisation de la chaîne d'énergie doit-elle obligatoirement respecter les 4 fonctions ?	/	/	/
S1	TP93b	IN	/	Quelles sont les quatre fonctions ?	Demande d'information	/
S1	TP94a	IM	/	Oui, ben c'est ce que je te disais.	?	/
S1	TP94b	IM	/	Alimenter, distribuer, convertir, transmettre.	Réponse	/
S1	TP94c	IM	/	Ça c'est les, ça c'est le... Une énergie...	Doute	/

S1	TP95	IN	/	Une énergie hydroélectrique alors...	Expression d'une information	/
S1	TP96	IM	/	Une chaîne d'énergie c'est ça.	Expression d'une information	/
S1	TP97a	IN	/	Alors, alimenter c'est de l'eau qui alimente, ça d'accord.	Accord partiel	L'eau n'est pourtant pas un « composant ».
S1	TP97b	IN	/	Alimenter je suis d'accord,	Accord partiel	/
S1	TP97c	IN	/	après convertir c'est ça ?	Demande d'information	/
S1	TP98a	IM	/	Distribuer	Réponse	/
S1	TP98b	IM	/	Par exemple si tu avais de l'électricité ben distribuer c'est ton bouton là ton machin, ton, quand tu distribues avec boîtier distribuer...	Expression d'une information (Donne un exemple)	/
S1	TP99	IN	/	Alors alimenter, tu as, tu peux avoir un lac, un barrage un truc comme ça.	Hypothèse	/
S1	TP100	IM	/	Distribuer par les conduites.	Expression d'une information	Les conduites réalisent la fonction Distribuer.
S1	TP101a	IN	/	Qui descendent.	Expression d'une information	/

S1	TP101b LC30	IN	Convertir, turbine	/	/	/
S1	TP102a	IM	/	Oui	Validation	/
S1	TP102b	IM	/	Et transmettre ?	Demande d'information	/
S1	TP103	IN	/	Et transmettre...	Réponse incomplète	/
S1	TP104	IM	/	La turbine...	Réponse incomplète	/
S1	TP105	IN	/	Non, non la turbine elle te sort de l'électrique et tu transmets par le réseau électrique.	Refus, expression d'une information	/
S1	TP106	IM	/	C'est électricité que tu transmets.	Expression d'une information	/
S1	TP107a	IN	/	Voilà.	Accord	/
S1	TP107b	IN	/	Oui, alimenter, oui.	Accord	/
S1	TP107c	IN	/	Energie c'est ça ?	Demande d'information	/
S1	TP107d	IN	/	Non, tu m'as dit quoi ?	Demande d'action (répéter ce qu'il a dit)	/
S1	TP107e	IN	/	Non.	Expression d'une information	/
S1	TP107f	IN	/	Convertir, Oui.	Expression d'une information	/

S1	TP108	IM	/	Tu converti quoi de l'énergie hydraulique en énergie mécanique ?	Demande d'information	/
S1	TP109a	IN	/	C'est quoi les quatre trucs ?	Demande d'information	/
S1	TP109b	IN	/	Vas y voir.	Demande d'action	/
S1	TP110	IM	/	Alimenter, distribuer, convertir et transmettre.	Réponse	Liste les 4 fonctions de la chaîne d'énergie
S1	TP111	IN	/	Et tu transmets aux particuliers via le réseau.	Expression d'une information	Le réseau EDF représente le fonction transmettre pour IN
S1	TP112a	IM	/	Transmettre, c'était transmettre.	Expression d'une information	/
S1	TP112b	IM	/	Attends voir, c'était transmettre, transmettre par exemple au vélo on a mis voilà, la pédale, tu avais le pédalier et là tu transformais une énergie mécanique à une certaine...	Donne un exemple, expression d'une information	/
S1	TP112c	IM	/	Ouais je sais plus, méca de rotation en translation... [Inaudible, chuchote].	Réponse incomplète	/

S1	TP112d LC31	IM	Peut-on en mettre 3 ou 5 par exemple en fonction du système étudié.	/	/	/
S1	TP112e	IM	/	Oui moi je pense, parce que tu vois parfois ça va pas trop bien.	Expression d'une information	/
S1	TP112f	IM	/	Oui des fois il y a même des boucles. Tu vois, tu repars, tu sais c'est complexe.	Expression d'une information	/

Rep05	oui
--------------	-----

P20 **Activité n°3 de la séance** : Vous proposez votre modélisation de la chaîne d'énergie du barrage hydroélectrique en correction de l'activité. Vous représentez le schéma sur le document fourni. Vous pouvez donner des explications complémentaires dans la zone de texte si vous le souhaitez.

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Élément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S1	TP113	IN	/	Tu as ce qu'il faut pour répondre ?	Demande d'information relative au simulateur	/
S1	TP114a	IM	/	Oui.	Accord	/
S1	TP114b	IM	/	Bon voilà, regarde.	Demande d'action	/
S1	TP114c	IM	/	Alimenter, énergie hydraulique. Distribuer par la conduite.	Expression d'une information	/
S1	TP114d	IM	/	Tu as toujours de l'énergie hydraulique là.	Expression d'une information	/
S1	TP115	IN	/	La turbine elle convertie en énergie électrique.	Expression d'une information	/
S1	TP116	IM	/	Attend voir, la turbine, elle fait quoi ? Elle convertie en l'énergie...	Demande d'information	/
S1	TP117	IN	/	Mécanique en électrique.	Réponse	/

S1	TP118	IM	/	Non elle transforme l'énergie, sur les pales, l'énergie hydraulique pression plus...	Expression d'une information	/
S1	TP119	IN	/	Ouais, elle fait tourner.	Accord	/
S1	TP120	IM	/	En énergie méca...	Expression d'une information	/
S1	TP121	IN	/	En énergie électrique...	Expression d'une information	/
S1	TP122	IM	/	Alors là il y a peut-être deux choses, tu vois.	Doute	IM et IN se confrontent à la simplification du bloc fonctionnel « turbine-génératrice ».
S1	TP123	IN	/	Ah bon, moi j'aurais shunté ⁷⁷ , je serais passé directement en énergie hydraulique en électrique. Mais si tu me dis qu'il y a l'énergie électrique à l'énergie mécanique ensuite l'énergie mécanique en énergie électrique.	Avis	Simplification de la fonction avec « turbine-génératrice »
S1	TP124	IM	/	Oui, on peut shunter, ouais.	Accord	/
S1	TP125a	IN	/	La transmission elle est quoi ?	Demande d'information	/

⁷⁷ Jargon utilisé en électronique et en électricité signifiant « court-circuiter ». Ici, le sens de la phrase semble dire passer outre.

S1	TP125b	IN	/	Qu'est-ce qu'on transmet là ?	Demande d'appréciation de la tâche à effectuer relatif au contenu	/
S1	TP126	IM	/	C'est nous qui faisons le schéma.	Réponse (Ne répond pas à la question)	/
S1	TP127a	IN	/	Ou ça ?	Demande d'information	/
S1	TP127b	IN	/	La dessus ?	Demande d'information	/
S1	TP128	IM	/	Non, là !	Réponse	
S1	TP129 LC32	IN	Vous pouvez donner des explications	/	/	/
S1	TP130	IM	/	Tu me diras l'énergie hydraulique c'est de l'énergie méca.	Expression d'une information	L'énergie hydraulique devient de l'énergie mécanique pour la première fois lors de la simulation.
S1	TP131	IN	/	Ben oui.	Accord	/
S1	TP132a	IM	/	Et tu la transformes en énergie élec.	Expression d'une information	/

S1	TP132b	IM	/	C'est ça ?	Demande de validation	/
S1	TP133a	IN	/	Ouais.	Validation	/
S1	TP133b	IN	/	Il y a trois blocs.	Expression d'une information	/
S1	TP134a	IM	/	Et pour transmettre, c'est quoi ça transmettre ?	Demande d'information	/
S1	TP134b	IM	/	Transmettre c'est en général tu vois...	Réponse incomplète	/
S1	TP135a	IN	/	Est-ce que la distribution c'est de la transmission ?	Demande d'information	IN parle de distribution au sens de réseau électrique.
S1	TP135b	IN	/	La distribution électrique ?	Demande d'information	/
S1	TP136	IM	/	Non ce n'est pas la même chose.	Réponse	/
S1	TP137	IN	/	Alors on en transmet pas.	Expression d'une information	/
S1	TP138	IM	/	On redistribue.	Expression d'une information	/
S1	TP139a	IN	/	Ouais.	Validation	/
S1	TP139b LC33	IN	Vous pouvez donner des explications complémentaires...	/	/	/

S1	TP139c	IN	/	Comment vous appelez ça vous, des blocs c'est ça ?	Demande d'information	/
S1	TP139d	IN	/	L'analyse comporte trois blocs c'est ça ?	Demande d'information	/
S1	TP140a	IM	/	Transmettre on va mettre, transmettre et on va mettre de l'énergie électrique.	Expression d'une information	IM utilise la fonction transmettre pour « l'énergie électrique »
S1	TP140b	IM	/	Et par quoi ?	Demande d'information	/
S1	TP140c	IM	/	Ben pylône et compagnie.	Expression d'une information	/
S1	TP140d	IM	/	Hein ?	Demande d'information sur le schéma réalisé par IN	/
S1	TP140e	IM	/	Réseau ?	Lecture sur le schéma réalisé	/
S1	TP141	IN	/	L'analyse comporte trois blocs ?	Demande d'information	/
S1	TP142	IM	/	Quatre.	Réponse	/
S1	TP143	IN	/	Oui.	Accord	/
S1	TP144a	IM	/	Ben ça dépend s'il compte encore celui-là ?	Demande d'information	IM parle du bloc de MOE et MOS

S1	TP144b	IM	/	Non celui-là ce n'est pas la même chose.	Expression d'une information (se répond à lui-même)	/
S1	TP145	IN	/	C'est fini là ?	Demande d'information	/
S1	TP146	IM	/	Ouais, ouais.	Réponse	/

Rep06	l'analyse comporte 4 blocs
--------------	----------------------------

FIN DE LA SIMULATION -----

Rep06
schéma

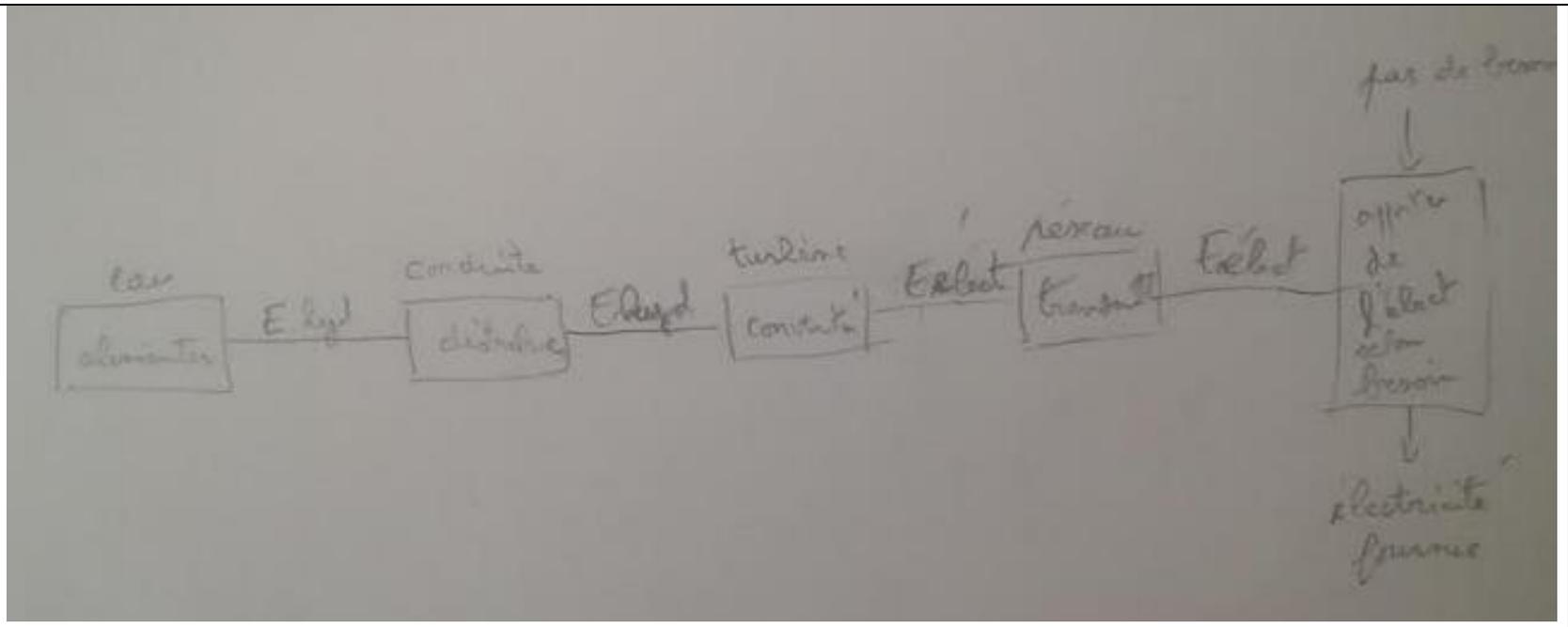


Tableau 81 : simulation croisée n°1

L.2) Simulation croisée analysée n°2

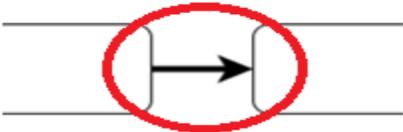
Les participants étaient un enseignant de spécialité EE (Locuteur EE) et un enseignant de spécialité IN (Locuteur IN).

INFORMATIONS RELATIVES AUX ENSEIGNANTS -----

Rep01prof1	Informations confidentielles (Enseignant 3 de spécialité EE)
Rep02prof1	électrotechnique
Rep03prof1	licence génie électrique, capet

Rep01prof2	Informations confidentielles (Enseignant 4 de spécialité IN)
Rep02prof2	génie électronique
Rep03prof2	BTS électronique, licence EEA CAPET électronique

DEBUT DE LA SIMULATION -----

P1	<p>Le document support de cette séance demande au groupe de définir la nature des "flèches" se trouvant entre les blocs de fonction de la chaîne d'énergie. Vous demandez aux groupes de répondre à cette question à l'oral. Pour information, une flèche reliant les blocs de fonctions de la chaîne d'énergie est représentée sur l'illustration suivante :</p> 
-----------	---

P2	<p>Vous avez une première réponse de " A " (voir dans la partie "Classe"). Acceptez-vous cette réponse ? (OUI ou NON)</p>
-----------	--

A :
" La flèche c'est de l'énergie qui circule entre les fonctions."

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP1a LC1a	IN	A souhaite répondre à cette question	/	/	/
S2	TP1b LC1b	IN	La flèche c'est de l'énergie...	/	/	/
S2	TP1c	IN	/	Qu'est-ce que tu en penses ?	Demande de validation	/
S2	TP2	EE	/	Je dirais oui.	Validation	/
S2	TP3a	IN	/	Si tu es sur la partie chaîne d'énergie oui...	Validation conditionnelle	La flèche représente de l'énergie dans la chaîne d'énergie.
S2	TP3b	IN	/	... mais si tu es sur la chaîne d'information non...	Refus conditionnel	Elle ne représente pas de l'énergie dans la chaîne d'information.
S2	TP3c	IN	/	... mais on est que sur la partie chaîne d'énergie là.	Expression d'une information	/

S2	TP4	EE	/	A moins que j'ai raté un truc au début alors.	Doute sur la consigne du simulateur	/
S2	TP5	IN	/	Ben, je ne sais pas. On est que sur la chaîne d'énergie.	Hypothèse	/
S2	TP6	EE	/	Ouais.	Validation	/
S2	TP7	IN	/	Oui, alors tu mets oui, vas-y.	Expression d'une information, demande d'action	/

Rep01a	oui
--------	-----

P3 Veuillez justifier votre réponse auprès de " A ".

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP8	IN	/	La chaîne permet d'indiquer la transformation d'énergie, c'est de l'énergie qui circule entre les fonctions mais qui est transformée.	Expression d'une information	Pour IN l'énergie circule entre les fonctions et est transformée tout au long de la chaîne.
S2	TP9	EE	/	Ben qui peut, qui peut être transformée...	Complément d'information	Pour EE l'énergie peut être transformée ou non transformée.
S2	TP10	IN	/	Qui peut être transformée, oui.	Validation	/
S2	TP11	EE	/	... Ou pas.	Complément d'information	/
S2	TP12a	IN	/	Voilà. C'est bien vas-y, tu peux écrire ça.	Validation, demande d'action	/
S2	TP12b	IN	/	Oui, c'est de l'énergie mais qui peut être transformée.	Expression d'une information	/

S2	TP13	EE	/	Comme c'était marqué circule on dit l'énergie qui circule entre les fonctions...	Complément d'information sur l'action à réaliser	/
S2	TP14	IN	/	Mais qui n'est pas forcément de même nature.	Expression d'une information	Pour IN l'énergie n'est pas forcément de la même nature entre les fonctions.
S2	TP15	EE	/	Circule... et transformée.	Expression d'une information	L'énergie circule et est transformée.
S2	TP16	IN	/	Oui voilà.	Validation	/
S2	TP17	EE	/	Circule...	Redite	/
S2	TP18	IN	/	...Et qui peut être transformée	Dicte	/
S2	TP19	EE	/	Ouais	Validation	/
S2	TP20a	IN	/	Qui peut être crée aussi.	Expression d'une information	IN dit que l'énergie peut être créée dans la chaîne d'énergie. Cet ajout n'est pas conservé dans la réponse.
S2	TP20b	IN	/	Vas-y valides.	Demande d'action	/

Rep01b c'est de l'énergie qui circule ou transformée

P4 Rappel : Le document support de cette séance demande au groupe de définir la nature des "flèches" se trouvant entre les blocs de fonction de la chaîne d'énergie. Vous demandez aux groupes de répondre à cette question à l'oral. La réponse de " B " se trouve dans la partie "Classe". **Acceptez-vous cette réponse ? (OUI ou NON)**

B :
" C'est le transfert par travail entre les fonctions. "

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP21	EE	/	C'est un autre.	Expression d'une information (relative au simulateur)	/
S2	TP22a LC2	IN	C'est le transfert par travail ...	/	/	/
S2	TP22b	IN	/	Mais qu'est-ce que c'est le travail ?	Demande d'information quant au savoir disciplinaire	Demande à EE une explication sur le concept.
S2	TP22c	IN	/	C'est une force fois le déplacement, non ?	Expression d'une information, demande de validation	Expression du travail mécanique

S2	TP22d	IN	/	Ce n'est pas ça ? Le travail.	Doute	/
S2	TP23	EE	/	Ouais.	Validation	/
S2	TP24	IN	/	Et en électricité ?	Demande d'information quant au savoir disciplinaire	/
S2	TP25	EE	/	Moi, je n'utilise pas le travail, la notion de travail.	Expression d'une information	EE n'utilise pas la notion de travail et « rejette » le concept.
S2	TP26	IN	/	Ben non.	Réponse	/
S2	TP27	EE	/	Toi tu ne l'utilises pas ?	Demande d'information quant à la pratique	/
S2	TP28	IN	/	Non.	Réponse	IN ne l'utilise pas non plus.
S2	TP29a	EE	/	On ne l'utilise pas.	Expression d'une information	/
S2	TP29b	EE	/	Tu ne l'utilises pas pour...	Expression d'une information (incomplète)	/
S2	TP30	IN	/	... la chaîne d'énergie.	Complète l'expression d'une information	/

S2	TP30	IN	/	On va parler d'énergie on ne va pas parler de travail.	Expression d'une information	Le travail ne semble pas être de l'énergie mais les concepts ne sont pas définis.
S2	TP31	EE	/	Ouais.	Validation	/
S2	TP32a	IN	/	Moi je dirais...	Hypothèse	/
S2	TP32b	IN	/	... je dirais non.	Expression d'une information	/
S2	TP33a	EE	/	Bon allez, je suis d'accord avec toi parce que je n'utilise pas le terme.	Accord et justification	Le terme de travail n'est pas utilisé par les enseignants, il est donc rejeté.
S2	TP33b	EE	/	Je vais dire que le terme on ne l'utilise pas.	Expression d'une information	

Rep02a	non
---------------	-----

P5 Veuillez justifier votre réponse auprès de " B ".

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP34a	IN	/	On peut argumenter sur le fait que pour nous le travail c'est une force fois un déplacement.	Expression d'une information	/
S2	TP34b	IN	/	N'oublies pas de recopier.	Demande d'action	/
S2	TP34c	IN	/	Oui, c'est pas mal, écrit ça, c'est un terme qu'on n'utilise pas dans la chaîne d'énergie.	Expression d'une information	Généralisation : le terme n'est pas utilisé dans la chaîne d'énergie (Par eux ? Par tout le monde ?)
S2	TP34d	IN	/	On l'utilise pas en SSI, on l'utilise pas en ST12D...	Expression d'une information	/
S2	TP34e	IN	/	... tu l'utilises en BTS toi ?	Demande d'information	/
S2	TP35a	EE	/	Non.	Réponse	/
S2	TP35b	EE	/	Non utilisé dans notre enseignement.	Expression d'une information	Le terme n'est pas utilisé dans leur(s) enseignement(s) en

							STI2D, en SSI et en BTS.
--	--	--	--	--	--	--	-----------------------------

Rep02b	terme non utilisé dans notre enseignement
---------------	---

P6 Synthèse : Suite aux réponses de " A " et de " B " que proposez-vous pour synthétiser cet élément de modélisation ? (Précisez les différentes formes d'énergies concernées).

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP36a LC3a	IN	Suite aux réponses de A et de B que proposez-vous pour synthétiser cet élément de modélisation ?	/	/	/
S2	TP36b	IN	/	On va citer...	Début d'expression d'une information (interrompue)	/
S2	TP36c LC3b	IN	Précisez les différentes formes d'énergie concernées	/	/	/
S2	TP36d	IN	/	Ben je ne sais pas...	Expressif	/
S2	TP36e	IN	/	On va citer l'énergie chimique.	Expression d'une information	L'énergie chimique et la pile sont les premiers éléments cités par IN.
S2	TP36f	IN	/	On va citer la pile, l'énergie chimique en énergie électrique.	Expression d'une information	

S2	TP37	EE	/	Ben après, pas pour synthétiser, là tu ne synthétises pas... Tu développes.	Expression d'une information	/
S2	TP38	IN	/	Les différentes formes d'énergies...	Réflexion à haute voix	/
S2	TP39	EE	/	Energie chimique, électrique...	Expression d'une information	/
S2	TP40a	IN	/	Ouais.	Validation	/
S2	TP40b	IN	/	Energie chimique, ben tu as énergie chimique en électrique, mécanique-électrique, électrique-mécanique et...	Expression d'une information	IN donne des exemples de conversion d'énergie
S2	TP41	EE	/	Tu en a un machin, c'est un diagramme comme ça...	Réflexion à haute voix	/
S2	TP42a	IN	/	Ben après nous tout ce qu'on nous dit c'est ça...	Expressif	Fait référence aux programmes ?
S2	TP42b	IN	/	Oui et électrique-électrique !	Expression d'une information	Pour IN, une conversion d'énergie de même nature est possible.
S2	TP42c	IN	/	Et après tu vois quoi d'autre ?	Demande d'information	/
S2	TP43	EE	/	Ouais, il y a la chimique...	Dicte (écriture de la réponse)	/

S2	TP44	IN	/	Chimique-électrique, après électrique-électrique...	Dicte (écriture de la réponse)	/
S2	TP45	EE	/	Il y a mécanique-électrique ou ...	Dicte (écriture de la réponse)	/
S2	TP46	IN	/	Ben voilà on va mettre les flèches dans les deux sens et puis après c'est limité.	Expression d'une information relative à la « mise en page » de la réponse	/
S2	TP47	EE	/	Ouais.	Validation	/
S2	TP48	IN	/	Tu mets dans les deux sens, chimique-électrique ou électrique-chimique en fonction ...	Demande d'action	La flèche doit être mise dans les deux sens pour exprimer les deux « sens » de conversion.
S2	TP49	EE	/	Oui, il y a l'électrolyse	Expression d'une information	Electrique -> chimique ?
S2	TP50	IN	/	Voilà.	Validation	/
S2	TP51	EE	/	Voilà je vais faire ça pour dire dans les deux sens.	Explication de l'action	/
S2	TP52a	IN	/	Oui, oui, bonne idée.	Validation	/
S2	TP52b	IN	/	Chimique-électrique.	Dicte	/
S2	TP52c	IN	/	Ensuite mécanique-électrique.	Dicte	/
S2	TP52d	IN	/	Thermique-électrique.	Dicte	/

S2	TP53a	EE	/	Oui parce que je l'utilise en plus en projet.	Information concernant son expression d'une information précédente	/
S2	TP53b	EE	/	Dans les deux sens en plus.	Information concernant son expression d'une information précédente	/
S2	TP54a	IN	/	Oui.	Validation	/
S2	TP54b	IN	/	Et on met encore solaire ?	Demande d'expression d'une information	/
S2	TP55	EE	/	Solaire, c'est chimique.	Réponse	Le solaire est considéré comme de l'énergie chimique par EE, alors que IN l'aurait stipulé en tant que nature à part entière.
S2	TP56	IN	/	Et puis électrique-électrique.	Dicte	/
S2	TP57a	EE	/	Ouais, électrique-électrique.	Validation	

S2	TP57b	EE	/	Et comme toujours on définit ça par des exemples.	Expression d'une information	La relation commune est toujours l'électricité dans la réponse proposée (EE et IN), structuration des natures des conversions à l'aide d'exemples.
----	-------	----	---	---	------------------------------	--

Rep03	chimique <> électrique mécanique <> électrique thermique <> électrique électrique <> électrique
--------------	--

P7 **Proposition du groupe A :** Le groupe A propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". **Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)**

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Élément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP58	IN	/	Wm ça veut dire quoi ?	Demande d'appréciation relative au contenu	La lecture de Wm semble poser problème à IN.
S2	TP59	EE	/	Mécanique et puis électrique, enfin moi je le comprends comme ça.	Réponse	EE ne répond pas vraiment à la question, il stipule que m et e sont relatifs à « mécanique » et « électrique » mais ne définit pas « W ».

S2	TP60	IN	/	Donc on devrait lui dire non.	Expression d'une information	/
S2	TP61	EE	/	C'est de l'énergie potentielle.	Expression d'une information	/
S2	TP62a	IN	/	C'est de l'énergie potentielle ce n'est pas de l'énergie...	Expression d'une information	Dans un premier temps l'énergie potentielle n'est pas de l'énergie puis elle est associée à de l'énergie mécanique.
S2	TP62b	IN	/	Si on peut dire de l'énergie mécanique	Expression d'une information	
S2	TP63	EE	/	Bah, ouais.	Validation	/
S2	TP64a	IN	/	C'est une force mécanique de l'eau sur la turbine ?	Demande d'expression d'une information	La force est associée à l'énergie mécanique. Comme l'eau exerce une force alors c'est une énergie potentielle ?
S2	TP64b	IN	/	He ouais on parle plus d'énergie potentielle.	Expression d'une information (se répond lui-même)	
S2	TP65	EE	/	Ouais.	Validation	/
S2	TP66	IN	/	C'est pas mal mais à la place de Wm on aurait plutôt écrit énergie potentielle.	Expression d'une information	/
S2	TP67a	EE	/	Ouais, mais bon c'est une forme d'énergie potentielle	Expression d'une information	EE se justifie en disant que Wm est une

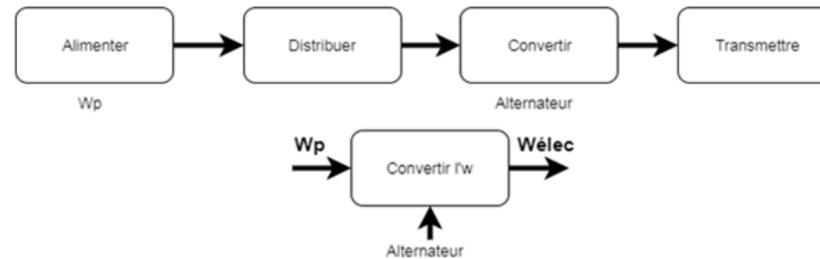
S2	TP67b	EE	/	La chaîne d'énergie est correcte.	Expression d'une information	forme d'énergie potentielle ?
S2	TP68	IN	/	A la place de W_m on mettrait W_p .	Expression d'une information	L'énergie potentielle est notée « W_p ».
S2	TP69	EE	/	Ouais.	Validation	/
S2	TP70a	IN	/	W_m serait plutôt de l'énergie potentielle.	Expression d'une information	/
S2	TP70b	IN	/	W_m devrait être de l'énergie potentielle.	Expression d'une information	/
S2	TP71	EE	/	Sinon c'est correct.	Expression d'une information	/

Rep04a1 oui

P8 Que répondez-vous au groupe " A " ? (Vous vous adressez directement à " A ").

Rep04a2 W_m devrait être de l'énergie potentielle pour le reste c'est correct

P9 Proposition du groupe B : Le groupe B propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". **Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)**



Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP72	IN	/	Là il y a Wp.	Reformulation de la réponse	/
S2	TP73	EE	/	Ouais.	Validation	/
S2	TP74	IN	/	Alimenter, Distribuer, on parle d'un barrage là ?	Demande d'appréciation quant à la réponse	/
S2	TP75a	EE	/	Ouais.	Réponse	/
S2	TP75b	EE	/	Je ne suis pas trop dans ce truc toujours...	Avis incomplet	/

S2	TP76a	IN	/	Heu, mais non.	Expression d'une information	Rejet de la modélisation par IN.
S2	TP76b	IN	/	Non, car non représentatif.	Expression d'une information	
S2	TP77	EE	/	Alors non après je ne sais pas si il faut le justifier on verra bien.	Expression d'une information, expressif (vis-à-vis du fonctionnement du simulateur)	/

Rep04b1 non

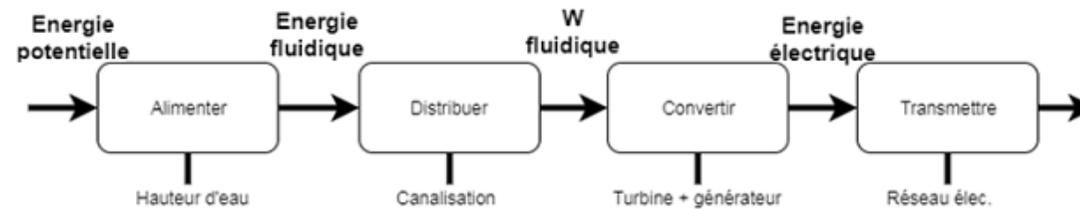
P10 Que répondez-vous au groupe « B » ? (Vous vous adressez directement à « B »).

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Élément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP78a	IN	/	Il faut justifier à chaque fois ?	Demande d'appréciation de la tâche à effectuer relatif au simulateur	/
S2	TP78b	IN	/	Non ?	Demande d'appréciation de la tâche à effectuer relatif au simulateur	/
S2	TP78c	IN	/	Car ne représente pas les flux d'énergie de manière cohérente.	Expression d'une information	Les flux ne sont pas cohérents. Méthode, représentation ?
S2	TP79	EE	/	Non car ne représente pas physiquement...	Expression d'une information	Les flux ne sont pas spécifiés.
S2	TP80	IN	/	Réellement.	Expression d'une information	Les flux ne sont pas spécifiés.

S2	TP81a	EE	/	Ne représente pas toutes ...	Expression d'une information (incomplète)	/
S2	TP81b	EE	/	... toutes les transformations ...	Expression d'une information (incomplète)	/
S2	TP82	IN	/	Ouais.	Validation	/
S2	TP83	EE	/	... d'énergie.	Expression d'une information (fin)	/

Rep04b2 car ne représente pas toutes les transformations d'énergie

P11 Proposition du groupe C : Le groupe C propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)



Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Élément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP84	EE	/	Voilà.	/	/
S2	TP85a	IN	/	Ouais bon on met, même réponse qu'avant.	Demande d'action	/
S2	TP85b	IN	/	Ha on ne met rien ?	Demande d'appréciation de la tâche à effectuer relatif au simulateur	/
S2	TP86	EE	/	J'ai déjà répondu à la question, je suis retourné en arrière.	Réponse (est retourner en arrière pour valider la	/

					réponse précédente)	
S2	TP87a	IN	/	Ah d'accord !	Accord	/
S2	TP87b LC4	IN	Proposition du groupe C, énergie potentielle, Alimenter, énergie fluide, Distribuer, W fluide, Convertir, énergie électrique...	/	/	/
S2	TP88	EE	/	Ça, ça marche.	Validation	/
S2	TP89	IN	/	Alimenter c'est pas ?	Demande d'information (incomplète)	/
S2	TP90	EE	/	Ouais, c'est Alimenter le terme.	Réponse	/
S2	TP91	IN	/	Le terme Alimenter donc ... [inaudible]	/	/
S2	TP92	EE	/	Ca alimente le réservoir.	Expression d'une information	/
S2	TP93	IN	/	Dans ce cas-là, il faut écrire Stockage.	Expression d'une information	Le réservoir est alimenté donc la fonction est Stockage ?
S2	TP94	EE	/	Ouais.	Validation	/
S2	TP95a	IN	/	Stockage de l'énergie.	Expression d'une information	Rejet de la fonction Alimenter pour la

S2	TP95b	IN	/	Donc on met le premier terme alimenter nous dérange.	Expression d'une information	fonction Stockage (n'est pas dans le référentiel)
S2	TP96	EE	/	Acceptez-vous le truc, on va dire non.	Expression d'une information	/
S2	TP97	IN	/	Non	Validation de l'expression d'une information	/
S2	TP98	EE	/	Et après je crois qu'il y a justifiez.	Doute (vis-à-vis du fonctionnement du simulateur)	/

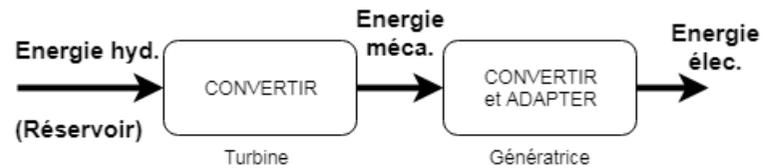
Rep04c1	non
----------------	-----

P12 Que répondez-vous au groupe " C " ? (Vous vous adressez directement à " C ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP99	IN	/	Et là, le terme alimenter devrait être remplacé par stockage.	Expression d'une information	/

Rep04c2 le terme alimenter devrait être remplacé par Stockage

P13 Proposition du groupe D : Le groupe D propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". **Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)**



Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP100a LC5a	EE	Le groupe D propose la modélisation de la chaîne d'énergie...	/	/	/
S2	TP100b LC5b	EE	Hydraulique, réservoir, convertir, énergie mécanique...	/	/	/
S2	TP100c	EE	/	Ouais je dirais que ça marche.	Expression d'une information	/
S2	TP101a	IN	/	Ben non parce qui sort de la turbine...	Expression d'une information	IN fait l'amalgame de la turbine comme étant le bloc
S2	TP101b	IN	/	Si c'est convertir c'est turbine, convertir ta turbine elle ne fournit pas de l'énergie méca.		

S2	TP101c	IN	/	Elle fournit une tension et un courant donc ce n'est pas de l'énergie mécanique.	Expression d'une information	fonctionnel « turbine-génératrice ».
S2	TP102	EE	/	Non, non, non. La turbine, la turbine c'est l'objet mécanique qui va...	Désaccord	/
S2	TP103	IN	/	... Convertir.	Expression d'une information	/
S2	TP104	EE	/	... qui va convertir.	Expression d'une information	/
S2	TP105	IN	/	Et donc ça ne sera pas de l'énergie méca.	Expression d'une information	/
S2	TP106	EE	/	Si. Après c'est la génératrice sur ton arbre tu as une liaison mécanique...	Refus, expression d'une information	La turbine est reliée mécaniquement à la génératrice.
S2	TP107	IN	/	Ah ouais, ils ont dissocié les deux, pardon, ah oui d'accord oui donc là c'est juste la turbine toute seule...	Accord	/
S2	TP108	EE	/	Oui et elle convertie bien l'énergie...	Expression d'une information incomplète	/
S2	TP109	IN	/	Ben oui c'est bien.	Expression d'une information	/

S2	TP110a	EE	/	C'est un peu synthétisé on va dire.	Expression d'une information	/
S2	TP110b	EE	/	Alors on va dire oui.	Expression d'une information	/

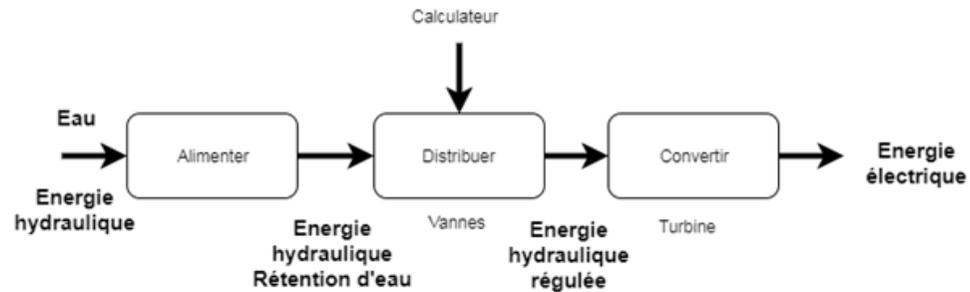
Rep04d1	oui		
---------	-----	--	--

P14 Que répondez-vous au groupe " D " ? (Vous vous adressez directement à " D ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP111	IN	/	Un peu synthétisé on va mettre comme réponse.	Expression d'une information	/
S2	TP112	EE	/	Ouais.	Validation	/

Rep04d2 un peu synthétisé

P15 Proposition du groupe E : Le groupe E propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". **Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)**



Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Élément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP113	IN	/	Valider.	Demande d'action relative au simulateur	/
S2	TP114	EE	/	La pour moi ce n'est pas bon parce que tu ne finis pas en énergie électrique.	Expression d'une information	/
S2	TP115	IN	/	Bien développée au début mais trop résumée à la fin.	Expression d'une information	/

S2	TP116a	EE	/	Oui à la fin ce n'est pas juste pour moi. Ce n'est pas encore de l'énergie électrique.	Validation	Il ne peut pas y avoir de l'énergie électrique après la turbine
S2	TP116b	EE	/	Alors on va dire non.	Expression d'une information	

Rep04e1	non
----------------	-----

P16 Que répondez-vous au groupe " E " ? (Vous vous adressez directement à " E ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP117a	IN	/	Ou alors par turbine ils intègrent le... comme je l'ai fait avant.	Hypothèse	IN suppose que la turbine peut représenter le bloc fonctionnel « turbine-générateur »
S2	TP117b	IN	/	Ils supposent que dans la turbine tu as déjà la génératrice.	Hypothèse	

Rep04e1 non

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP118a	EE	/	On va dire bien développé, alors...	Expression d'une information incomplète	/
S2	TP118b	EE	/	Tu penses que la fin est fausse ou ?	Demande d'appréciation	/
S2	TP118c	EE	/	Incorrecte ?	Demande d'expression d'une information	/
S2	TP119a	IN	/	Elle est insuffisamment complète quoi...	Expression d'une information	/
S2	TP119b	IN	/	C'est toujours pareil c'est sur le terme turbine.	Expression d'une information	/
S2	TP119c	IN	/	Si par turbine comme moi, moi je vois toujours une turbine que je vois dans la centrale nucléaire [nom de la centrale masquée pour l'anonymat] tu as la turbine et tu as déjà tout dedans quoi.	Hypothèse	/

S2	TP120	EE	/	Dans la turbine tu as plusieurs étages en fonction de...	Expression d'une information	/
S2	TP121a	IN	/	Oui mais tu as un toujours bloc turbine. Bon mais c'est vrai, alors oui on ne va pas assez détailler quoi.	Expression d'une information	/
S2	TP121b	IN	/	Il n'est pas assez détaillé au niveau de la turbine.	Accord	/

Rep04e2	bien développé au début, mais la fin n'est pas assez détaillé
----------------	---

P18 Que répondez-vous au groupe " F " ? (Vous vous adressez directement à " F ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP122	EE	/	Voilà.	/	/
S2	TP123	IN	/	Suivant, ah tu as déjà fait suivant.	Demande d'action	/
S2	TP124	EE	/	Oui.	Accord	/
S2	TP125 LC6	IN	la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir	/	/	/
S2	TP126	EE	/	Bon alors on va dire non. Il y a toujours le problème ici de...	Expression d'une information	/
S2	TP127	IN	/	... la turbine.	Expression d'une information	/
S2	TP128	EE	/	Ouais, si tu détailles ici...	Accord	/
S2	TP129a	IN	/	Moi, je ne comprends pas trop le distribuer avec la canalisation...	Expressif	/
S2	TP129b	IN	/	Ah ben oui ils rajoutent la canalisation.	Interprétation de la réponse	/
S2	TP130	EE	/	Oui ben il prend en compte la canalisation, c'est-à-dire tu	Donne une explication	/

				distribues l'eau et qu'est-ce qui distribue l'eau ?		
S2	TP131	IN	/	Oui, d'accord.	Accord	/
S2	TP132	EE	/	Et quand tu distribue de l'électrique tu fais avec des câbles.	Expression d'une information	Les câbles distribuent l'électricité pour EE.
S2	TP133	IN	/	Oui, ben oui.	Accord	/
S2	TP134	EE	/	Bon alors là on dit non parce que...	Expression d'une information	/

Rep04f1	non
----------------	-----

P18 Que répondez-vous au groupe " F " ? (Vous vous adressez directement à " F ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP135	EE	/	Je veux dire la turbine... la turbine ne convertie pas en énergie électrique.	Expression d'une information	La turbine n'est pas le bloc fonction « turbine-générateur ».

Rep04f2 la turbine ne convertie pas en énergie électrique

P19 Suite à vos analyses des chaînes d'énergies du barrage hydroélectrique, " C " vous pose la question suivante : " La modélisation de la chaîne d'énergie doit-elle obligatoirement respecter les 4 fonctions ? Peut-on en mettre 3 ou 5 par exemple en fonction du système étudié ? " Que répondez-vous à " C " ? ([Vous vous adressez directement à " C "](#)).

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP136	EE	/	Je veux Alors moi je dis oui, c'est ce que je dis moi.	Expression d'une information	La chaîne doit avoir 4 fonctions
S2	TP137a	IN	/	Oui Je suis d'accord.	Accord	/
S2	TP137b	IN	/	Parce que sinon c'est un peu réducteur.	Expression d'une information	Une chaîne qui possède moins de quatre fonctions est réductrice
S2	TP137c	IN	/	Oui on peut en mettre 5, les diagrammes proposés sont toujours un peu réducteurs.	Expression d'une information	Pour IN on peut mettre plus de 4 fonctions.
S2	TP137d	IN	/	Pour 4 fonctions tu mets non...	Demande d'action	/
S2	TP138a LC7	EE	Suite à vos analyses des chaînes d'énergies du barrage hydroélectrique, " C " vous pose la question suivante : " La	/	/	/

S2	TP138b	EE	modélisation de la chaîne d'énergie... /	Non, on peut adapter en fonction du système étudié.	Dicte	/
S2	TP139	IN	/	Voilà.	Accord	/

Rep05	non, on peut adapter en fonction du système étudié
--------------	--

P20	Activité n°3 de la séance : Vous proposez votre modélisation de la chaîne d'énergie du barrage hydroélectrique en correction de l'activité. Vous représentez le schéma sur le document fourni. Vous pouvez donner des explications complémentaires dans la zone de texte si vous le souhaitez.
------------	---

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S2	TP140a	EE	/	Moi, j'ai souvent le problème, coincé dans les quatre trucs...	Avis	Les 4 fonctions de la chaîne fonctionnelle peuvent « bloquer » EE.
S2	TP140b LC8	EE	Vous proposez votre modélisation de la chaîne d'énergie du barrage hydroélectrique en correction de l'activité. Vous représentez le schéma sur le document fourni. Vous pouvez donner des explications complémentaires dans la zone de texte si vous le souhaitez.	/	/	/

S2	TP141	IN	/	On commence par quoi l'énergie potentielle ?	Demande d'appréciation de la tâche à effectuer relatif au contenu	/
S2	TP142	EE	/	Ouais.	Validation	/
S2	TP143a	IN	/	Donc réservoir.	Expression d'une information	/
S2	TP143b	IN	/	Réservoir c'est stockage.	Expression d'une information	/
S2	TP144	EE	/	Ouais, réservoir, ouais.	Accord	/
S2	TP145	IN	/	Ce qui rentre c'est de l'eau.	Expression d'une information	/
S2	TP146	EE	/	Ouais, de l'énergie potentielle ouais.	Accord	L'eau est de l'énergie potentielle.
S2	TP147	IN	/	Stockage on sort de l'énergie potentielle	Expression d'une information	La fonction « Stockage » est synonyme d'énergie potentielle ?
S2	TP148	EE	/	Ouais, bon après il faut voir est-ce qu'on parle des conduites des vannes qui vont distribuer de l'eau	Accord partiel	Les vannes sont des éléments permettant la fonction Distribuer.
S2	TP149	IN	/	Ben souvent c'est...	Expression d'une information incomplète	/

S2	TP150	EE	/	Oui ben j'ai la maquette...	Information	/
S2	TP151	EE et IN	/	[Parlent en même temps, bande inaudible]	/	/
S2	TP152	EE	/	Oui ben j'ai la maquette...	Information	/
S2	TP153	IN	/	Donc dans distribuer...	Expression d'une information incomplète	/
S2	TP154	EE	/	Non la fonction c'est distribuer...	Expression d'une information incomplète	/
S2	TP155	IN	/	Heu non pardon !	(Erreur de la part de IN)	/
S2	TP156a	EE	/	Et donc la distribuer c'est vanes et canalisation	Expression d'une information	Les vanes et les canalisations modélisent la fonction Distribuer (distribution de l'énergie fluide).
S2	TP156b	EE	/	Donc c'est de l'énergie fluide.	Expression d'une information	
S2	TP157	IN	/	C'est toujours de l'énergie potentielle ?	Demande d'information	/
S2	TP158a	EE	/	Ouais.	Réponse	/
S2	TP158b	EE	/	Ou alors énergie cinétique par ce que là elle est en mouvement.	Expression d'une information, justification	L'eau est en mouvement donc ce

						n'est pas de l'énergie potentielle.
S2	TP159	IN	/	Ah oui tu as raison.	Accord	/
S2	TP160	EE	/	Ensuite on a...	Expression d'une information incomplète	/
S2	TP161	IN	/	Ensuite on a...	Expression d'une information incomplète	/
S2	TP162	EE	/	La turbine.	Expression d'une information	/
S2	TP163	IN	/	La turbine.	Expression d'une information	/
S2	TP164a	EE	/	Donc énergie mécanique.	Expression d'une information	La turbine est un élément permettant la conversion de l'énergie, et la génératrice également. La chaîne fonctionnelle est donc composée de deux fonctions Convertir.
S2	TP164b	EE	/	Donc là, je ne sais pas, on aurait pu mettre la turbine en dessous et convertir ...	Expression d'une information	
S2	TP164c	EE	/	Et ensuite tu as la génératrice qui convertie encore une fois mais là de l'énergie méca en énergie élec.	Expression d'une information	
S2	TP164d	EE	/	Et là tu peux mettre transmettre, transport...	Expression d'une information	
S2	TP165a	IN	/	Oui là c'est pas mal.	Accord	/

S2	TP165b	IN	/	L'important c'est que les élèves comprennent et si c'est détaillé ils comprendront mieux.	Expression d'une information	Pour IN le niveau de détail est important pour la compréhension des élèves...
S2	TP166	EE	/	Ouais.	Accord	/
S2	TP167	IN	/	Voilà.	Accord	/

FIN DE LA SIMULATION -----

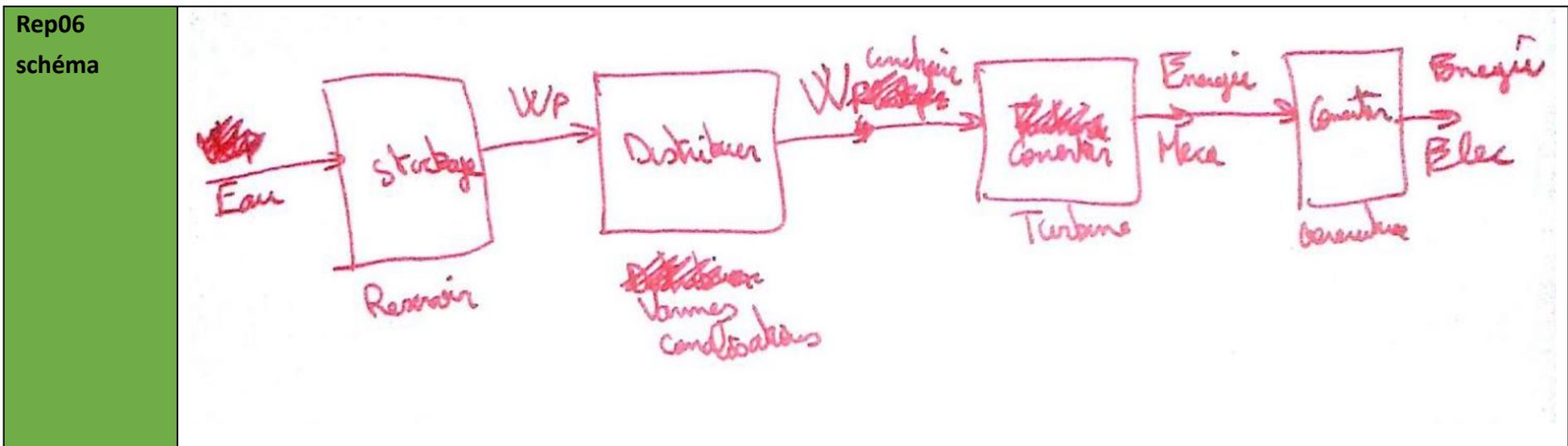


Tableau 82 : simulation croisée n°2

L.3) Simulation croisée analysée n°3

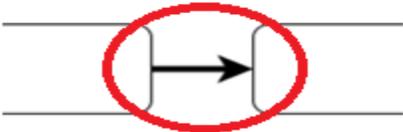
Les participants étaient un enseignant stagiaire de spécialité IM (Locuteur IMs) et un enseignant de spécialité IM (Locuteur IM).

INFORMATIONS RELATIVES AUX ENSEIGNANTS -----

Rep01prof1	Informations confidentielles (Enseignant 5 de spécialité IM, fonctionnaire stagiaire)
Rep02prof1	Stagiaire année 2017-2018
Rep03prof1	DUT Sciences et Génie des matériaux Licence pro Plasturgie et éco conception Master MEEF en cours

Rep01prof2	Informations confidentielles (Enseignant 6 de spécialité IM)
Rep02prof2	Prof Génie-Mécanique Automatismes Procédés de fabrication
Rep03prof2	DUT GM Licence Construction mécanique Maîtrise Génie-mécanique

DEBUT DE LA SIMULATION -----

P1	<p>Le document support de cette séance demande au groupe de définir la nature des "flèches" se trouvant entre les blocs de fonction de la chaîne d'énergie. Vous demandez aux groupes de répondre à cette question à l'oral. Pour information, une flèche reliant les blocs de fonctions de la chaîne d'énergie est représentée sur l'illustration suivante :</p>  <p>The diagram shows a functional block represented by two vertical lines with semi-circular ends, connected by a horizontal arrow pointing to the right. This entire assembly is enclosed within a red oval.</p>
-----------	---

P2	<p>Vous avez une première réponse de " A " (voir dans la partie "Classe"). Acceptez-vous cette réponse ? (OUI ou NON)</p>
-----------	--

A :
" La flèche c'est de l'énergie qui circule entre les fonctions."

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S3	TP1a LC1a	IM	Cette séance est relative à l'Enseignement Technologique Transversal et plus précisément à l'enseignement de l'Energie. L'objectif est d'apprendre à modéliser les chaînes énergétiques notamment à travers l'étude d'un barrage hydroélectrique qui est le support de l'activité	/	/	/
S3	TP1b	IM	/	Suivant.	Demande d'action	/
S3	TP1c LC1b	IM	Le document support de cette séance demande au groupe de définir la nature des flèches se trouvant entre les blocs de fonction de la chaîne d'énergie.	/	/	/

			Vous demandez aux groupes de répondre à cette question à l'oral. Pour information, une flèche reliant les blocs de fonctions de la chaîne d'énergie est représentée sur l'illustration suivante			
S3	TP1d	IM	/	OK, suivant.		Demande d'action /
S3	TP1e LC1c	IM	A souhaite répondre à cette question	/	/	/
S3	TP1f	IM	/	Suivant.		Demande d'action /
S3	TP1g LC1d	IM	Vous avez une première réponse de A, voir dans la partie Classe.	/	/	/
S3	TP1h LC1e	IM	La flèche c'est de l'énergie qui circule entre les fonctions	/	/	/
S3	TP1i LC1f	IM	Acceptez-vous cette réponse ?	/	/	/
S3	TP1j LC1g	IM	La flèche c'est de l'énergie qui circule entre les fonctions	/	/	/
S3	TP1k LC1h	IM	Acceptez-vous cette réponse ?	/	/	/
S3	TP1l	IM	/	C'est... On a bien fait de prendre une feuille		Information /

S3	TP1m	IM	/	Normalement c'est des flux	Expression d'une information	La flèche représente un flux d'énergie.
S3	TP2	IMs	/	Ouais, des flux d'énergie qui se ... qui se transforment, non ?	Expression d'une information et demande de validation	Les flèches sont des flux d'énergies qui se transforment.
S3	TP3a	IM	/	C'est toujours discutable, mais ...	Expression d'une information conditionnelle incomplète	/
S3	TP3b LC2	IM	Acceptez-vous cette réponse ?	/	/	/
S3	TP3c	IM	/	On va dire oui.	Expression d'une information	/

Rep01a oui

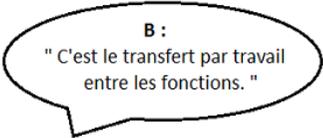
P3 Veuillez justifier votre réponse auprès de " A ".

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S3	TP4 LC3	IMs	Veillez justifier votre réponse auprès de A	/	/	/
S3	TP5	IM	/	T'as révisé ça ?	/	/
S3	TP6	IMs	/	Hum ?	/	/
S3	TP7a	IM	/	Donc allez, la flèche représente la circulation...	Expression d'une information Expression d'une information Complément d'information Expression d'une information et hypothèse	La flèche représente la circulation et le cheminement de l'énergie au sein du système. La nature de l'énergie y est également stipulée.
S3	TP7b	IM	/	Le cheminement de l'énergie on va dire.		
S3	TP7c	IM	/	Dans le système étudié.		
S3	TP7d	IM	/	Il présente le cheminement de l'énergie et sa nature peut-être aussi.		
S3	TP8	IMs	/	Ouais.	Validation	/
S3	TP9	IM	/	Si c'est mécanique ou ...	Expression d'une information	/

S3	TP10	IMs	/	... Mécanique, électrique.	Expression d'une information	/
S3	TP11a	IM	/	Ouais.	Validation	/
S3	TP11b	IM	/	Valider la réponse.	Demande d'action	/

Rep01b	La flèche représente le cheminement de l'énergie et sa nature dans le système
---------------	---

P4 Rappel : Le document support de cette séance demande au groupe de définir la nature des "flèches" se trouvant entre les blocs de fonction de la chaîne d'énergie. Vous demandez aux groupes de répondre à cette question à l'oral. La réponse de " B " se trouve dans la partie "Classe". **Acceptez-vous cette réponse ? (OUI ou NON)**



B :
" C'est le transfert par travail entre les fonctions. "

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S3	TP12 LC4	IMs	Suivant.	/	/	/
S3	TP12a LC4a	IM	Suivant.	/	/	/
S3	TP12b LC4b	IM	B souhaite également répondre à cette question.	/	/	/
S3	TP13	IMs	/	Ok	/	/
S3	TP14	IM	/	C'est un autre élève je suppose.	Reformulation du contexte de travail	/
S3	TP15	IMs	/	Oui.	Validation	/
S3	TP16a LC5a	IM	Rappel, le document support de cette séance demande au	/	/	/

S3	TP16b	IM	groupe de définir la nature des "flèches" se trouvant entre les blocs de fonction de la chaîne d'énergie.			
S3	TP16c LC5b	IM	/	D'accord	/	/
S3	TP16d LC5c	IM	donc les blocs de la chaîne ...	/	/	/
S3	TP16d LC5c	IM	Vous demandez aux groupes de répondre à cette question à l'oral.	/	/	/
S3	TP17 LC6	IMs	C'est le transfert par travail entre les fonctions.	/	/	/
S3	TP18a LC7	IM	C'est le transfert par travail entre les fonctions.	/	/	/
S3	TP18b	IM	/	OK	/	/
S3	TP18c LC8	IM	Acceptez-vous cette réponse ?	/	/	/
S3	TP19	IMs	/	Je ne comprends pas la réponse.	Expressif (exprime une difficulté)	/
S3	TP20a LC9a	IM	C'est le transfert par travail entre...	/	/	/
S3	TP20b LC9b	IM	... les ...	/	/	/

S3	TP20c LC9c	IM	... transfert par travail entre les fonctions...	/	/	/
S3	TP20d	IM	/	Donc...	/	/
S3	TP20e LC9d	IM	Transfert, transfert...	/	/	/
S3	TP20f	IM	/	Moi je dis oui, si tu veux, transfert dans un sens ou c'est un flux, un flux d'énergie.	Expression d'une information	Flux = déplacement ?
S3	TP21	IMs	/	Ouais, où ça passe d'une case à l'autre.	Expression d'une information	Une case à l'autre = déplacement ?
S3	TP22	IM	/	Oui on peut associer transferts aux flux.	Expression d'une information	/
S3	TP23	IMs	/	Hum, hum.	Accord	/
S3	TP24	IM	/	Si c'est un flux d'énergie, oui si transfert égal flux d'énergie.	Expression d'une information, validation conditionnelle	/

Rep02a oui si transfert = flux d'énergie

P5 Veuillez justifier votre réponse auprès de " B ".

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S3	TP25	IM	/	Bon maintenant le travail, bon par travail entre les fonctions, on s'en dispense.	Expressif (expression d'une difficulté)	Le mot travail est écarté, dispensé par IM
S3	TP26	IMs	/	Le mot travail ne correspond peut être pas tout à fait ?	Demande d'information sur le contenu de la réponse	/
S3	TP27	IM	/	Si transfert égal flux d'énergie, on verra ça à la suite.	Réponse	/
S3	TP28	IMs	/	Ouais.	Accord	/
S3	TP29	IM	/	Et donc...	/	/
S3	TP30	IMs	/	Valider.	Demande d'action	/
S3	TP31a	IM	/	Ouais.	Accord	/
S3	TP31b LC10	IM	Veuillez justifier votre réponse auprès de B	/	/	/
S3	TP31c	IM	/	Je mets la même chose.	Expression d'une information	/

S3	TP31d	IM	/	On aurait dû dire juste oui avant c'est ça ?	Demande d'information sur le fonctionnement du simulateur	/
S3	TP32	IMs	/	Oui.	Réponse	/
S3	TP33	IM	/	Ouais, donc suivant, valider la réponse c'est ça ?	Demande d'information sur le fonctionnement du simulateur	/
S3	TP34	IMs	/	Ouais.	Réponse	/

Rep02b	oui si transfert = flux d'énergie
---------------	-----------------------------------

P6 Synthèse : Suite aux réponses de " A " et de " B " que proposez-vous pour synthétiser cet élément de modélisation ? (Précisez les différentes formes d'énergies concernées).

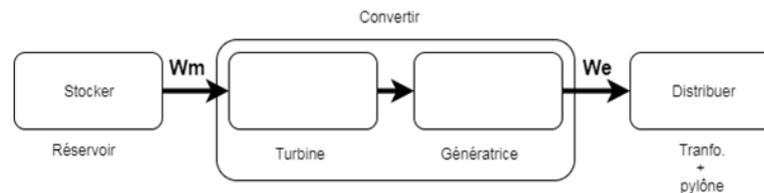
Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S3	TP35a LC11	IM	Synthèse. Suite aux réponses de A et de B que proposez-vous pour synthétiser cet élément de modélisation ? Précisez les différentes formes d'énergies concernées.	/	/	/
S3	TP35b	IM	/	Tu comprends ce que ça veut dire ça ?	Demande d'appréciation de la tâche à effectuer relatif au simulateur	/
S3	TP36	IMs	/	Non, j'ai pas...	Réponse	/
S3	TP37 LC12	IM	Synthèse. Suite aux réponses de A et de B que proposez-vous pour synthétiser cet élément de modélisation ? Précisez les	/	/	/

			différentes formes d'énergies concernées.			
S3	TP38a	IMs	/	Il faut expliquer ce que c'est la flèche, c'est tout.	Expression d'une information	/
S3	TP38b	IMs	/	Non ?	Demande de validation	/
S3	TP39a	IM	/	Donc on va mettre simplement qu'on a transformation, transformation de la nature de l'énergie au sein du système	Expression d'une information	IM ne répond pas à la question posée. Il n'utilise pas les réponses précédentes non plus.
S3	TP39b	IM	/	Du type d'énergie, on va dire du type d'énergie.	Expression d'une information	/
S3	TP39c	IM	/	Transformation du type d'énergie au sein du, dans le système.	Expression d'une information	/
S3	TP39d	IM	/	On va dire d'abord, énergie électrique, hydraulique, hydraulique.	Expression d'une information	/
S3	TP39e	IM	/	Je ne sais pas, il y a peut-être une flèche quelque part, on va mettre un tiret supérieur, dans l'autre sens, voilà.	Expression d'une information	/
S3	TP39f	IM	/	Energie mécanique. On met W, hein.	Doute, demande d'information	Utilisation de « W » pour l'énergie.

S3	TP39g	IM	/	Et puis derrière on va mettre énergie élec. Voilà.	Expression d'une information	/
S3	TP39h	IM	/	On valide ?	Demande d'action	/
S3	TP40	IMs	/	Ouais	Validation	/

Rep03	Transformation du type d'énergie dans le système Energie hydraulique -> Wméca -> Wélec
--------------	--

P7 Proposition du groupe A : Le groupe A propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". **Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)**



Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Élément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S3	TP41a	IM	/	Suivant.		
S3	TP41b LC13	IM	La classe est composée de 6 îlots groupes. Chacun réalise une modélisation de la chaîne d'énergie d'un barrage hydroélectrique. Vous affichez et vous corrigez au tableau...	/	/	/
S3	TP42 LC14	IMs	...une par une...	/	/	/
S3	TP43a LC15a	IM	... vous affichez et vous corrigez au tableau, une par une, chacune de ces modélisations.	/	/	/

S3	TP43b	IM	/	D'accord, suivant.	Accord, demande d'action	/
S3	TP43c LC15b	IM	Le groupe A propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre classe. Acceptez-vous cette modélisation ?	/	/	/
S3	TP43d	IM	/	OK.	/	/
S3	TP43e LC15c	IM	Réservoir, énergie méca,	/	/	/
S3	TP43f	IM	/	alors ouais donc ici il prend l'énergie méca d'une chute, de la chute de la turbine, qui va gé (mot incomplet), d'accord, une énergie électrique, convertir...	Reformulation de la réponse	/
S3	TP43g	IM	/	... Donc là qui produit le courant ? Quoi ?	Demande d'appréciation de la réponse	/
S3	TP44	IMs	/	Ah d'accord.	Accord	/
S3	TP45	IM	/	Donc énergie électrique...	Reformulation de la réponse	/
S3	TP46	IMs	/	... Hum hum...	Accord	/

S3	TP47a	IM	/	...qui [mot inaudible] du courant. Donc heu...	Expressif	/
S3	TP47b	IM	/	... La turbine elle... Donc moi j'aurais mis énergie hydraulique quand même ici.	Expression d'une information	Energie hydraulique à la place d'énergie mécanique.
S3	TP48	IMs	/	A la place de méca.	Expression d'une information	/
S3	TP49a	IM	/	Hum.	Accord	/
S3	TP49b	IM	/	J'aurais mis une énergie méca ici...	Expression d'une information	Entre turbine et génératrice il manque énergie mécanique au- dessus de la flèche ?
S3	TP50	IMs	/	Ouais et une énergie hydraulique à la sortie.	Expression d'une information	/
S3	TP51a	IM	/	Et une énergie [mot inaudible] à la sortie.	Expression d'une information	/
S3	TP51b	IM	/	Ouais, OK ?	Demande de validation	/
S3	TP52	IMs	/	Hum, hum.	Accord	/
S3	TP53	IM	/	Donc c'est non je mets valider. Hein ?	Demande de validation	/
S3	TP54	IMs	/	Ouais.	Accord	/

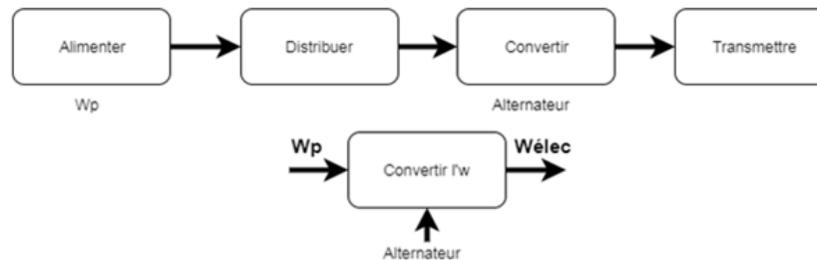
Rep04a1	Non
----------------	-----

P8 Que répondez-vous au groupe " A " ? (Vous vous adressez directement à " A ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S3	TP55a LC16a	IM	Suivant.	/	/	/
S3	TP55b LC16b	IM	Que répondez-vous au groupe A ?	/	/	/
S3	TP55c	IM	/	A la sortir du réservoir on récupère une énergie hydraulique.	Expression d'une information	Energie hydraulique à la place d'énergie mécanique
S3	TP56	IMs	/	Oui.	Accord	/
S3	TP57	IM	/	OK ?	Demande de validation	/
S3	TP58	IMs	/	Oui.	Accord	/

Rep04a2 A la sortie du réservoir on récupère une énergie hydraulique

P9 Proposition du groupe B : Le groupe B propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". **Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)**



Référence			Illocution				
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.			
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique	
S3	TP59a LC17a	IM	Convertir, distribuer, énergie je pense, énergie.	alternateur, transmettre, alternateur,	/	/	/
S3	TP59b LC17b	IM	/	Alors ici il part d'une énergie potentielle...	interprétation de la réponse	« W » est lu comme étant une énergie	

S3	TP60	IMs	/	Ouais, ouais. C'est le ...	Expression d'une information (incomplète)	/
S3	TP61a	IM	/	C'est la chute.	Expression d'une information	/
S3	TP61b	IM	/	Donc c'est la chute.	Expression d'une information	/
S3	TP61c LC18a	IM	Le groupe B propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre... Acceptez-vous cette modélisation ?	/	/	/
S3	TP61d	IM	/	On va lui mettre, qu'est-ce qu'il met ?	Demande d'appréciation de la tâche à effectuer relatif au contenu	/
S3	TP61e LC18b	IM	Alimenter, énergie potentielle, distribuer, convertir... Transmettre, distribuer, alimenter, convertir.	/	/	/
S3	TP61f	IM	/	Donc on va marquer, oui pour l'énergie potentielle.	Expression d'une information	/
S3	TP62	IMs	/	Oui.	Accord	/
S3	TP63a	IM	/	D'accord.	Accord	/

S3	TP63b	IM	/	C'est cohérent, convertir... Heu, voilà.	Expression d'une information	/
S3	TP63c	IM	/	Donc suivant, on met valider peut-être ?	Demande de validation	/
S3	TP64	IMs	/	On met valider, ouais.	Validation et demande d'action	/

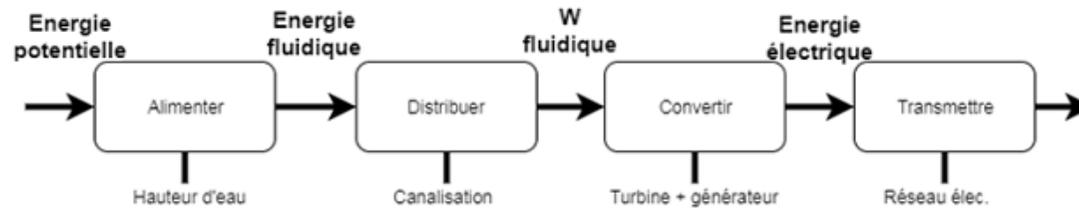
Rep04b1	oui
----------------	-----

P10 Que répondez-vous au groupe « B » ? (Vous vous adressez directement à « B »).

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S3	TP65a	IM	/	Validé, suivant.		
S3	TP65b LC19	IM	Que répondez-vous au groupe B ? Vous vous adressez directement à B.	/	/	/
S3	TP66	IMs	/	Précisez la... la nature de l'énergie.	Expression d'une information, dicte	/
S3	TP67a	IM	/	Ouais, précisez la nature de l'énergie potentielle.	Validation	/
S3	TP67b	IM	/	Donc là, je mets, je valide ?	Demande d'action	/
S3	TP68	IMs	/	Oui.	Validation	/
S3	TP69	IM	/	Validé.	Validation	/

Rep04b2 précisez la nature de l'énergie potentielle

P11 Proposition du groupe C : Le groupe C propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". **Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)**



Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S3	TP70	IMs	/	Suivant.	Demande d'action	/
S3	TP71a	IM	/	Suivant.	Demande d'action	/
S3	TP71b LC20a	IM	Le groupe C propose la modélisation de la chaîne d'énergie...	/	/	/
S3	TP71c LC20b	IM	Energie potentielle, hauteur d'eau, énergie fluide...	/	/	/
S3	TP71d	IM	/	Donc en fait, l'énergie fluide elle, c'est ce qu'on récupère après la chute.	Reformulation de la réponse	/

S3	TP71e	IM	/	Donc, l'énergie potentielle elle va dépendre de la hauteur du barrage, la hauteur du oui, la hauteur du réservoir et l'énergie fluide c'est ce qu'on va récupérer, grosso-modo, à l'horizontal comme circulation du flux.	Expression d'une information	L'énergie potentielle dépend de la hauteur du réservoir. On récupère une énergie fluide.
S3	TP72	IMs	/	Du coup il ne manque pas l'énergie mécanique là ?	Demande d'appréciation supplémentaire relative au contenu	/
S3	TP73	IM	/	Ici, énergie fluide, canalisation ...	Reformulation de la réponse	/
S3	TP74	IMs	/	Il aurait mis énergie mécanique...	Demande d'appréciation supplémentaire relative au contenu incomplète	/
S3	TP75	IM	/	Convertir, ben non il a en fait regroupé la fonction convertir, turbine plus générateur.	Réponse, expression d'une information	/
S3	TP76	IMs	/	OK.	Accord	/

S3	TP77	IM	/	Donc énergie fluide, énergie fluide, énergie potentielle, transmettre, réseau électrique, ça, ça me semble pas mal ça.	Reformulation du contenu, validation	Im valide la fonction Transmettre qui est réalisée par le réseau électrique.
S3	TP78	IMs	/	Ouais.	Accord	/
S3	TP79a	IM	/	Donc canalisation... OK.	Validation	/
S3	TP79b	IM	/	Donc oui.	Validation	/
S3	TP79c	IM	/	Valider la réponse.	Demande d'action	/
S3	TP79d	IM	/	Suivant.	Demande d'action	/

Rep04c1	oui
---------	-----

P12 Que répondez-vous au groupe " C " ? (Vous vous adressez directement à " C ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S3	TP80a LC21	IM	Que répondez-vous à C ?	/	/	/
S3	TP80b	IM	/	Bonne modélisation, bien détaillée, bonne modélisation.	Expression d'une information	/
S3	TP80c	IM	/	Enfin je pense, c'est cohérent.	Expression d'une information	/
S3	TP81	IMs	/	Ben oui ça à l'air pas mal.	Accord	/
S3	TP82a	IM	/	On va dire cohérent, plutôt.	Expression d'une information	/
S3	TP82b	IM	/	Valider.	Demande d'action	/
S3	TP82c	IM	/	Bonne modélisation.	Expression d'une information	/
S3	TP82d	IM	/	Valider la réponse.	Demande d'action	/
S3	TP82e	IM	/	Suivant	Demande d'action	/

Rep04c2 Bonne modélisation, cohérente

P13 Proposition du groupe D : Le groupe D propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". **Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)**

```

    graph LR
      A[Energie hyd.  
(Réservoir)] --> B[CONVERTIR  
Turbine]
      B --> C[Energie méca.]
      C --> D[CONVERTIR  
et ADAPTER  
Génératrice]
      D --> E[Energie élec.]
  
```

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S3	TP83a LC22a	IM	Le groupe D.	/	/	/
S3	TP83b	IM	/	On fait le groupe D.	Information	/
S3	TP83c LC22b	IM	Propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre classe	/	/	/
S3	TP83d LC22c	IM	Energie hydraulique, réservoir, énergie mécanique, turbine, génératrice.	/	/	/
S3	TP84	IMs	/	Hum.	/	/
S3	TP85	IM	/	Ouais.	Validation	/

S3	TP86	IMs	/	Ouais.	Validation	/
S3	TP87	IM	/	Moi globalement, je serai, dans un premier temps, resté à ce stade-là.	Expression d'une information	/
S3	TP88	IMs	/	Hum, hum.	Accord	/
S3	TP89	IM	/	Ca dépend du niveau de...	Expression d'une information incomplète	/
S3	TP90	IMs	/	Et après aller plus loin ?	Demande d'expression d'une information	/
S3	TP91	IM	/	Ouais, ça dépend du... de ce que tu veux voir, énergie hydraulique, réservoir, on est plus général que le groupe précédent qui avait décomposé cette phase intermédiaire... Et énergie électrique... voilà ça correspond aux trois étapes que l'on avait mis tout à l'heure.	Réponse, expression d'une information	Pour IM il est possible d'avoir un niveau de détail plus ou moins « fin » dans la modélisation des blocs fonctionnels.
S3	TP92	IMs	/	Ouais.	Accord	/
S3	TP93a	IM	/	Hein, tu sais, voilà.	Validation	/
S3	TP93b	IM	/	Donc je mets...	Propose le texte	/
S3	TP94	IMs	/	Valider.	Demande d'action	/

S3	TP95a	IM	/	Valider.	Demande d'action	/
S3	TP95b	IM	/	Suivant.	Demande d'action	/

Rep04d1	oui
----------------	-----

P14 Que répondez-vous au groupe " D " ? (Vous vous adressez directement à " D ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S3	TP96 LC23	IM	Que répondez-vous au groupe D ?	/	/	/
S3	TP97	IMs	/	Que l'idée de base elle est bonne mais qu'on peut détailler encore un peu plus.	Expression d'une information	/
S3	TP98	IM	/	Ouais, énergie hydraulique, le réservoir, la modélisation est correcte mais moins détaillée.	Expression d'une information	/
S3	TP99	IMs	/	Oui.	Validation	/
S3	TP100	IM	/	On avait dit oui avant c'est ça ?	Demande d'information	/
S3	TP101	IMs	/	Ouais.	Réponse	/
S3	TP102a	IM	/	La modélisation est correcte.	Expression d'une information	/
S3	TP102b	IM	/	C'était le groupe précédent ?	Demande de précision sur la simulation	/

S3	TP103	IMs	/	Heu ouais, c'était le groupe juste avant.	Réponse	/
S3	TP104a	IM	/	Valider la réponse.	Demande d'action	/
S3	TP104b	IM		Suivant	Demande d'action	/

Rep04d2	la modélisation est correcte, moins détaillée que le groupe précédent
----------------	---

P15 Proposition du groupe E : Le groupe E propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". **Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)**

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S3	TP105a LC24a	IM	Donc ici, Le groupe E propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre classe. Acceptez-vous...	/	/	/
S3	TP105b LC24b	IM	Donc eau, énergie hydraulique, alimenter, énergie hydraulique, rétention d'eau, distribuer, vannes, turbine,	/	/	/

			convertir, énergie électrique. Heu... Convertir une énergie hydraulique en énergie électrique...			
S3	TP106	IMs	/	Il n'y a pas d'énergie méca du coup.	Expression d'une information	/
S3	TP107	IM	/	Heu, oui. Il y a un problème dans la fonction convertir. Donc on converti... vannes, convertir, turbine... heu, ici on a turbine tu vois ?	Reformulation de la réponse	/
S3	TP108	IMs	/	Ouais.	Accord	/
S3	TP109	IM	/	Donc ça veut dire qu'il manque quelque chose au niveau de la fonction convertir parce que effectivement à l'entrée de la turbine tu as de l'énergie hydraulique.	Expression d'une information	La turbine ne peut pas convertir de l'énergie hydraulique en énergie électrique.
S3	TP110	IMs	/	Hum, hum.	Accord	/
S3	TP111	IM	/	Donc il va convertir son énergie... Mais on ne voit pas la partie intermédiaire, de création de l'énergie électrique parce que	Expression d'une information	Voir le commentaire précédent, il manque une « partie

				dans la turbine seule elle ne créer pas une énergie électrique quoi.		intermédiaire » dans la chaîne.
S3	TP112	IMs	/	Hum, hum.	Accord	/
S3	TP113a	IM	/	Acceptez-vous cette modélisation on va dire non parce qu'il y a quand même quelques erreurs	Expression d'une information	/
S3	TP113b	IM	/	C'est vrai qu'il y a quand même la fonction alimenter qui apparait ici qui me semble être intéressante par rapport aux autres.	Expression d'une information	Le détail de la fonction Alimenter ?
S3	TP113c	IM	/	Valider.	Demande d'action	/
S3	TP113d	IM	/	Suivant.	Demande d'action	/

Rep04e1	non
----------------	-----

P16 Que répondez-vous au groupe " E " ? (Vous vous adressez directement à " E ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S3	TP114a LC25	IM	Que répondez-vous au groupe E ?	/	/	/
S3	TP114b	IM	/	C'est le groupe E ça ?	Demande d'information sur le simulateur	/
S3	TP115	IMs	/	Ouais groupe E.	Réponse	/
S3	TP116	IM	/	Erreur sur comment génère-t-on l'énergie électrique.	Expression d'une information	/
S3	TP117	IMs	/	Ouais.	Validation	/
S3	TP118a	IM	/	Point d'interrogation, comment gérerez-vous l'énergie électrique.	Dicte	/
S3	TP118b	IM	/	Suivant	Demande d'action	/

Rep04e2 Comment générez-vous l'énergie électrique ?

P17 Proposition du groupe F : Le groupe F propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe".

Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Élément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S3	TP119a LC26a	IM	Donc le groupe F	/	/	/
S3	TP119b LC26b	IM	Alimenter, énergie hydraulique, pression d'eau, énergie hydraulique, canalisation, distribuer, énergie hydraulique	/	/	/
S3	TP119c	IM	/	Ouais. La turbine, énergie hydraulique en énergie électrique donc la idem. Je pense qu'ils nous font...	Expression d'une information	/

S3	TP119d	IM	/	On ne voit pas trop le ...	Incomplet	/
S3	TP120	IMs	/	Comment ça...	Expressif	/
S3	TP121	IM	/	Il manque, pour moi là-dedans il manque la partie de l'énergie mécanique en fait	Expression d'une information	La turbine ne peut pas convertir de l'énergie hydraulique en énergie électrique.
S3	TP122	IMs	/	Ouais.	Validation	/
S3	TP123a	IM	/	On ne voit pas apparaître l'énergie mécanique.	Expression d'une information	/
S3	TP123b	IM	/	On va dire non.	Expression d'une information	/
S3	TP124a	IMs	/	Hum, hum.	Accord	/
S3	TP124b	IMs	/	Valider	Demande d'action	/
S3	TP125a	IM	/	Valider.	Demande d'action	/
S3	TP125b	IM	/	Suivant	Demande d'action	/

Rep04f1 non

P18 Que répondez-vous au groupe " F " ? (Vous vous adressez directement à " F ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Élément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S3	TP126	IM	/	Donc là on va ... On va ... Parce que bon ... On ne va pas tout critiquer en détail...	Expression d'une information	/
S3	TP127	IMs	/	Ouais.	Accord	/
S3	TP128	IM	/	... mais ce qui manque dedans essentiellement, c'est l'énergie, il manque, l'énergie méca, je vais mettre comme ça, d'accord ?	Expression d'une information, demande de validation	/
S3	TP129	IMs	/	Ouais.	Réponse, accord	/
S3	TP130	IM	/	Valider.	Demande d'action	/

Rep04f2 il manque Wméca

P19 Suite à vos analyses des chaînes d'énergies du barrage hydroélectrique, " C " vous pose la question suivante : " La modélisation de la chaîne d'énergie doit-elle obligatoirement respecter les 4 fonctions ? Peut-on en mettre 3 ou 5 par exemple en fonction du système étudié ? " Que répondez-vous à " C " ? ([Vous vous adressez directement à " C "](#)).

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S3	TP131 LC27	IM	Suite à vos analyses des chaînes d'énergies du barrage hydroélectrique, C vous pose la question suivante. La modélisation de la chaîne d'énergie doit-elle obligatoirement respecter les 4 fonctions ? Peut-on en mettre 3 ou 5 par exemple en fonction du système étudié ?	/	/	/
S3	TP132	IMs	/	Ben oui on avait validé celui-là.	Expression d'une information vis-à-vis du simulateur	/

S3	TP133 LC28	IM	Peut-on en mettre 3 ou 5 par exemple en fonction du système étudié ?	/	/	/
S3	TP134	IMs	/	Ben oui.	Expression d'une information	
S3	TP135	IM	/	Heu oui puisque si on en met moins ce n'est pas forcément faux...	Expression d'une information	Il est possible de mettre moins de fonctions dans la chaîne.
S3	TP136	IMs	/	Ouais.	Accord	/
S3	TP137	IM	/	... c'est le niveau de détail on va dire.	Expression d'une information	Le niveau de détail peut être plus ou moins fin
S3	TP138	IMs	/	Ouais.	Accord	/
S3	TP139	IM	/	Ben je pense.	Doute, hypothèse (il s'agit de son avis)	/
S3	TP140	IMs	/	Hum, hum ben ouais.	Accord	/
S3	TP141	IM	/	Cela dit on était quand même, on s'était posé la question, sur on ne voyait pas apparaître l'énergie méca tout à l'heure	Doute	Remise en question sur les refus pour le niveau de détail.

Rep05	oui
-------	-----

P20 **Activité n°3 de la séance** : Vous proposez votre modélisation de la chaîne d'énergie du barrage hydroélectrique en correction de l'activité. Vous représentez le schéma sur le document fourni. Vous pouvez donner des explications complémentaires dans la zone de texte si vous le souhaitez.

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S3	TP142 LC29	IM	Vous proposez votre modélisation de la chaîne d'énergie du barrage hydroélectrique en correction de l'activité. Vous représentez le schéma sur le document fourni... (Lecture de la consigne).	/	/	/
S3	TP143	IMs	/	Sur le document fourni, c'est la feuille.	Expression d'une information relative au simulateur	/
S3	TP144a LC30a	IM	... vous pouvez donner des explications complémentaires dans la zone de texte si vous le souhaitez.	/	/	/

S3	TP144b LC30b	IM	Vous représentez le schéma sur le document fourni. Vous pouvez donner des explications complémentaires dans la zone de texte si vous le souhaitez.	/	/	/
S3	TP144c	IM	/	Donc le schéma, je vais mettre, si on développe d'avantage ils mettent un réservoir pour la fonction on va dire alimenter. A partir du réservoir il y arrive de l'eau. Voilà. Qui... A partir du réservoir on va donc alimenter avec une énergie potentielle qui nous provient de la chute. Ensuite on va avoir si on prend les blocs tels qu'ils existent à la base on est un peu bloqué. Je vais à chaque fois mettre ce qui permet d'adapter c'est-à-dire transmettre...	Description de la tâche réalisée	/
S3	TP144d	IM	/	Mais bon voilà c'est une modélisation qui...	Description de la tâche réalisée	/
S3	TP144e	IM	/	Ici, j'ai l'énergie élec, voilà.	Description de la tâche réalisée	/

S3	TP144f	IM	/	Voilà, l'énergie élec ici, voilà.	Description de la tâche réalisée	/
S3	TP144g	IM	/	Je pense que j'ai tout, voilà ma modélisation que je peux proposer même si elle est discutable.	Validation	/

Rep06	voir schéma et enregistrement
--------------	-------------------------------

FIN DE LA SIMULATION -----

Rep06
schéma

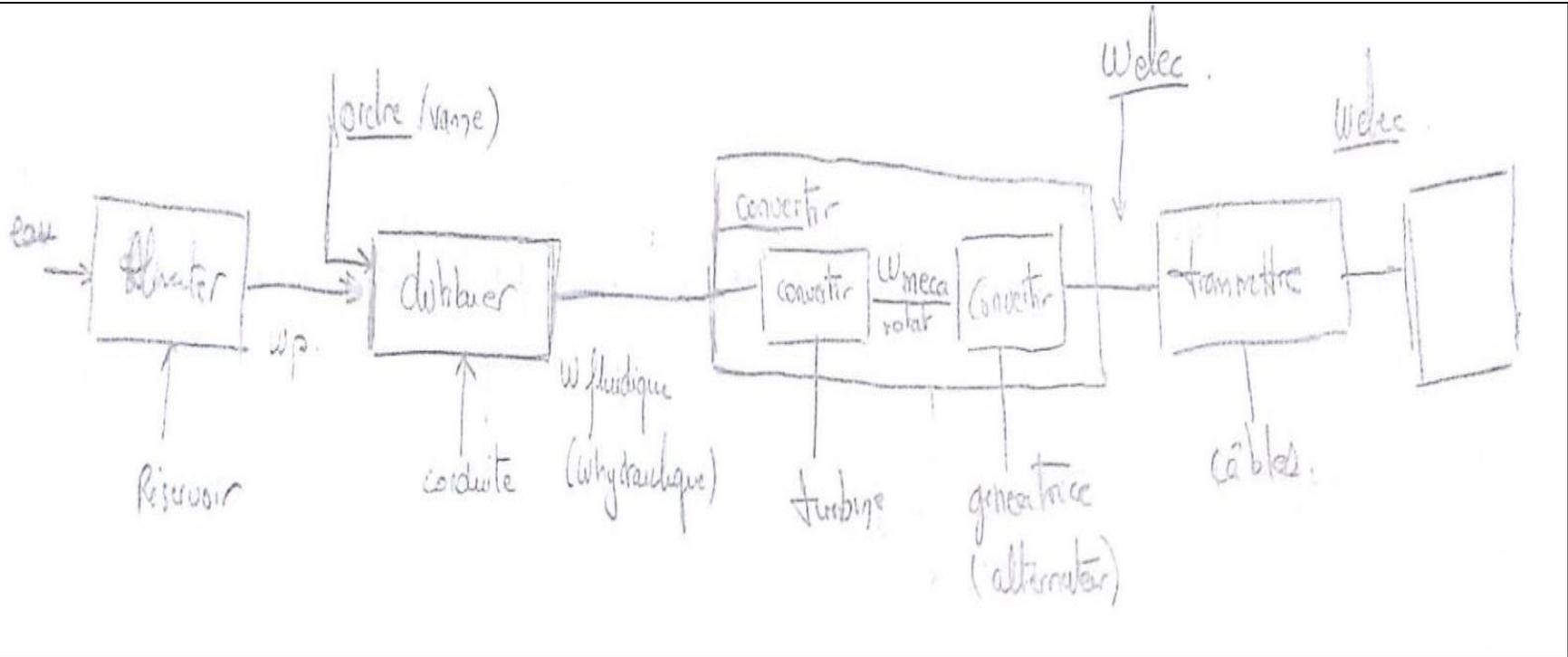


Tableau 83 : simulation croisée n°3

L.4) Simulation croisée analysée n°4

Les participants étaient un enseignant de spécialité EE (Locuteur EE) et un enseignant de spécialité IM (Locuteur IM).

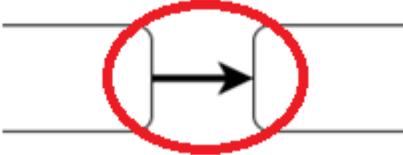
INFORMATIONS RELATIVES AUX ENSEIGNANTS -----

Rep01prof1	Informations confidentielles (Enseignant 7 de spécialité EE)
Rep02prof1	Maintenance automobile
Rep03prof1	CAP dessinateur méca Bac F1 DUT GE CNAM électrotech B1,B2, Automatismes B1

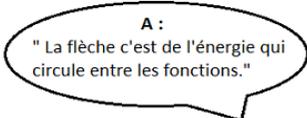
Rep01prof2	Informations confidentielles (Enseignant 8 de spécialité IM)
Rep02prof2	Avant la réforme : Génie mécanique construction en BTS seconde SI
Rep03prof2	Bac F1 DUT GMP Licence de technologie

DEBUT DE LA SIMULATION -----

P1 Le document support de cette séance demande au groupe de définir la nature des "flèches" se trouvant entre les blocs de fonction de la chaîne d'énergie. **Vous demandez aux groupes de répondre à cette question à l'oral.** Pour information, une flèche reliant les blocs de fonctions de la chaîne d'énergie est représentée sur l'illustration suivante :



P2 Vous avez une première réponse de " A " (voir dans la partie "Classe"). **Acceptez-vous cette réponse ? (OUI ou NON)**



Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP1a LC1a	IM	Cette séance est relative à l'Enseignement Technologique Transversal et plus précisément à l'enseignement	/	/	/

S4	TP1b	IM	de l'Energie. L'objectif est d'apprendre à modéliser les chaînes énergétiques notamment à travers l'étude d'un barrage hydroélectrique qui est le support de l'activité.			
S4	TP1c LC1b	IM	/	Bon on y va, OK.	Demande d'action	/
S4	TP1d LC1c	IM	Le document support de cette séance demande au groupe de définir la nature des flèches se trouvant entre les blocs de fonction de la chaîne d'énergie. Vous demandez aux groupes de répondre à cette question à l'oral. Pour information, une flèche reliant les blocs de fonctions de la chaîne d'énergie est représentée sur l'illustration suivante.	Alors.	/	/
S4	TP2a	EE	/	Attend je relis le début parce que je ne m'en rappelle plus.	Information quant à la compréhension de la tâche à réaliser	/

S4	TP2b LC2	EE	Le document support de cette séance demande au groupe de définir la nature des flèches...	/	/	/
S4	TP2c	EE	/	D'accord.	Accord	
S4	TP3a	IM	/	On y va.		
S4	TP3b LC3	IM	A souhaite répondre à cette question.	/	/	/
S4	TP3c	IM	/	Je fais suivant parce que là on ne sait pas quelle question.	Information quant à la compréhension de la tâche à réaliser	/
S4	TP4a	EE	/	Ça veut dire quoi ça...	Expressif (difficulté de compréhension relative au simulateur)	/
S4	TP4b LC4a	EE	A souhaite... Vous avez une première...	/	/	/
S4	TP4c	EE	/	... Ah, oui ...	Accord	/
S4	TP4d LC4b	EE	réponse de ...	/	/	/
S4	TP4e	EE	/	Ah, oui...	Accord	/
S4	TP4f	EE	/	A c'est l'individu A.	Expression d'une information, Reformulation du contexte de travail	/

S4	TP5 LC5	IM	La flèche c'est de l'énergie qui circule entre les fonctions.	/	/	/
S4	TP6a	EE	/	Moi je dirais non...	Expression d'une information	Pour EE la flèche ne représente pas une circulation d'énergie
S4	TP6b LC6	EE	... circule entre les fonctions...	/	/	/
S4	TP6c	EE	/	... ce n'est pas forcément de l'énergie ...	Expression d'une information	La flèche peut représenter autre chose que de l'énergie
S4	TP6d	EE	/	Alors c'était quoi au début ? C'était la chaîne d'énergie, attend, attend, c'était la chaîne d'énergie ? Oui c'était la chaîne d'énergie sur un barrage hydroélectrique.	Demande d'appréciation de la tâche à effectuer relatif au contenu	/
S4	TP6e	EE	/	Alors est-ce que la flèche c'est toujours de l'énergie ?	Demande d'expression d'une information	/
S4	TP7	IM	/	Ben oui.	Expression d'une information, réponse	/

S4	TP8	EE	/	Oui, je pense. Oui, oui. Si on était dans le domaine...	Hypothèse, expression d'une information partielle	De l'information ?
S4	TP9a	IM	/	Tu es d'accord avec moi.	Accord	/
S4	TP9b	IM	/	Alors voilà on met oui.	Demande d'action	/
S4	TP9c	IM	/	Voilà, je valide, c'est bon	Validation	/
Rep01a	Oui					

P3 Veuillez justifier votre réponse auprès de " A ".

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP10	IM	/	On y va ?	Demande d'action	/
S4	TP11a	EE	/	Ouais.	Accord	/
S4	TP11b LC7a	EE	Alors, veuillez justifier votre réponse auprès de A.	/	/	/
S4	TP11c LC7b	EE	A, La flèche c'est de l'énergie qui circule entre les fonctions.	/	/	/
S4	TP11d	EE	/	On converti l'énergie, on distribue l'énergie...	Expression d'une information incomplète	Liste les différentes fonctions de la chaîne.
S4	TP12	IM	/	Oui, donc c'est bien une fonction, donc il y a bien...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP13	EE	/	...Donc...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP14	IM et EE	/	[Inaudible, parlent en même temps]	/	/
S4	TP15	IM	/	Soit c'est la même énergie, soit on change.	Expression d'une information	Rôle de la fonction Convertir ?

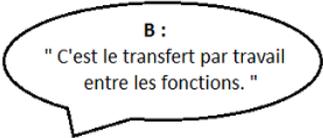
S4	TP16	EE	/	Alors...	/	/
S4	TP17	IM	/	C'est bien une circulation, oui.	Expression d'une information	/
S4	TP18a	EE	/	Qu'est-ce que tu répondrais ?	Demande d'appréciation de la tâche à effectuer relatif au contenu	/
S4	TP18b	EE	/	La flèche c'est de l'énergie qui circule... c'est le flux d'énergie qui circule... Ouais.	Expression d'une information	/
S4	TP18c	EE	/	Ben je dirais qu'il n'y a pas de commentaire.	Expression d'une information	/
S4	TP19a	IM	/	Ben c'est une chaîne d'énergie donc automatiquement c'est de l'énergie qui circule...	Expression d'une information incomplète	La chaîne d'énergie est relative à la circulation d'énergie
S4	TP19b	IM	/	... dans chaque fonction.	Expression d'une information (suite)	
S4	TP20	EE	/	Ouais c'est bon.	Accord	/
S4	TP21	IM	/	On met quoi ?	Demande d'appréciation de la tâche à effectuer relatif au contenu	/
S4	TP22	EE	/	On met OK.	Réponse	

S4	TP23a	IM	/	Ben non là il faut justifier.	Expression d'une information	/
S4	TP23b	IM	/	Faut mettre, justifier ça veut dire qu'on... qu'on met quelque chose quoi.	Expression d'une information	/
S4	TP24	EE	/	Ben effectivement c'est de l'énergie qui circule.	Expression d'une information	/
S4	TP25	IM	/	Ben oui.	Accord	/
S4	TP26	EE	/	Dans les différentes...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP27	IM	/	L'énergie circule on met comme ça.	Expression d'une information	/
S4	TP28a	EE	/	D'une fonction à l'autre, ouais.	Expression d'une information	« Encadrement » de la flèche
S4	TP29b	EE	/	Elle peut être transformée mais c'est de l'énergie.	Expression d'une information	Relatif au bloc fonctionnel
S4	TP30a	IM	/	Dans les blocs fonctionnels hein ? Non ?	Demande d'information quant au contenu	La transformation à lieu dans un bloc fonctionnel ?
S4	TP30b	IM	/	J'ai dit une bêtise ? J'ai mal écrit peut-être ?	Demande d'information quant à la réponse	/
S4	TP31	EE	/	Non, non, c'est bon.	Accord	/

S4	TP32	IM	/	C'est bon, alors c'est bon...	Accord	/
S4	TP33	EE	/	Je regarde en même temps...	Information quant à l'action en cours	/
S4	TP34	IM	/	Hein, c'est bon ?	Demande de validation	/
S4	TP35	EE	/	Ouais.	Réponse, validation	/
S4	TP36a	IM	/	Parce que soit elle est transformée ou pas mais ce n'est pas un problème.	Expression d'une information	/
S4	TP36b	IM	/	On y va.	Demande d'action	/
S4	TP36c	IM	/	Suivant.	Demande d'action	/

Rep01b L'énergie circule dans les blocs fonctionnels

P4 Rappel : Le document support de cette séance demande au groupe de définir la nature des "flèches" se trouvant entre les blocs de fonction de la chaîne d'énergie. Vous demandez aux groupes de répondre à cette question à l'oral. La réponse de " B " se trouve dans la partie "Classe". **Acceptez-vous cette réponse ? (OUI ou NON)**



B :
" C'est le transfert par travail entre les fonctions. "

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP37 LC8	EE	B souhaite...	/	/	/
S4	TP38 LC9	IM	Alors B souhaite également répondre à cette question.	/	/	/
S4	TP39a LC10	EE	Le document suivant...	/	/	/
S4	TP39b	EE	/	Ah, il répond, c'est le transfert par travail...	Reformulation du contenu	/
S4	TP40 LC11	IM	Le document support de cette séance demande au groupe de définir la nature des flèches... Vous demandez aux groupes	/	/	/

			de répondre à cette question à l'oral. La réponse de B se trouve dans la partie Classe. Acceptez-vous cette réponse ? Oui ou non ?			
S4	TP41a	EE	/	Bon ! Moi, j'aurais accepté ! Parce que entre le travail et l'énergie qu'est-ce qu'il y a comme paramètre ?	Expression d'une information Demande d'information sur le contenu	Quelles différences y a-t-il entre le travail et l'énergie ?
S4	TP41b	EE	/	C'est que une ...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP41c	EE	/	Tu multiplies par ...	Expression d'une information incomplète	Relation mathématique entre le travail et l'énergie ?
S4	TP42	IM	/	Oui...	Accord	/
S4	TP43a	EE	/	Moi, je marquerais que oui, j'accepterais également la réponse.	Expression d'une information	Energie, travail et puissance ?
S4	TP44b	EE	/	L'énergie c'est la puissance par le temps.	Expression d'une information	
S4	TP45a	IM	/	Oui, oui, ben oui.	Expression d'une information	/

S4	TP45b	IM	/	Oui on aurait tendance à dire oui.	Expression d'une information	/
----	-------	----	---	------------------------------------	------------------------------	---

Rep02a	oui
--------	-----

P5 Veuillez justifier votre réponse auprès de " B ".

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP46a LC12	EE	Veuillez justifier votre réponse auprès de B.	/	/	/
S4	TP46b	EE	/	Ben à un coefficient près le travail et l'énergie c'est la même chose.	Expression d'une information	Réitération de la relation mathématique liant l'énergie et le travail
S4	TP47a	IM	/	Oui, tout à fait ! Voilà ! Ou à un paramètre près.	Accord et expression d'une information	Paramètre / coefficient
S4	TP47b	IM	/	Sachant que le travail c'est la puissance par le ...	Expression d'une information incomplète	Essaye d'établir une relation mathématique
S4	TP48	EE	/	Je ne me rappelle même plus.	Expressif (ne se souvient pas)	/
S4	TP49	IM	/	C'est W fois T. c'est le travail fois le temps c'est ça ?	Expression d'une information et	Le travail est égal au travail fois le temps ?

					demande de validation	
S4	TP50	EE	/	La puissance fois le temps, non, non. La puissance fois le temps c'est l'énergie. L'énergie c'est le travail... je en me rappelle plus.	Expression d'une information, Expressif (ne se souviens pas)	L'énergie c'est la puissance fois le temps ? L'énergie c'est le travail fois quelque chose ?
S4	TP51	IM	/	$P = w...$	Expression d'une information incomplète	La puissance est égale à $w...$
S4	TP52	IM et EE	/	[Inaudible, parlent en même temps].	/	/
S4	TP53	EE	/	C'est F fois D, en mécanique, la force fois la distance. Et en électrique je en me souviens même plus...	Expression d'une information, Expressif (ne se souvient pas)	Le travail mécanique est égal à la force fois la distance ?
S4	TP54a	IM	/	La puissance c'est le travail divisé par le temps.	Expression d'une information	Utilisation du concept de puissance pour déterminer le travail
S4	TP54b	IM	/	La puissance c'est une quantité de travail.	Expression d'une information	
S4	TP55	EE	/	A un coefficient près...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP56	IM	/	Oui a un coefficient près.	Accord	/

S4	TP57	EE	/	Si on veut être rigoureux...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP58	IM	/	C'est comparable non ?	Demande d'expression d'une information	/
S4	TP59a	EE	/	Non, mais si on veut être rigoureux... Je ne suis même pas sûr que c'est bon. Parce que quand on va transformer parce qu'au départ c'est... Non ça sera pas bon...	Doute	Remise en question du raisonnement pour l'énergie au lieu du travail. On transforme et on converti de l'énergie et non pas du travail ?
S4	TP59b	EE	/	Parce que à un moment donné il y a de la conversion de l'énergie et cætera de la transformation, et... Ok pour l'énergie mais je ne suis pas d'accord avec le travail.	Expression d'une information	
S4	TP59c	EE	/	Quoi que...	Doute	/
S4	TP59d	EE	/	Non, laisse comme ça...	Demande d'action	/
S4	TP59e	EE	/	Enfin, si t'es d'accord ?	Demande de validation	/
S4	TP60	IM	/	Oui, oui, oui, mais c'est difficile d'argumenter !	Expression d'une information	/

S4	TP61	IM	/	On fait comme ça ?	Demande de validation	/
S4	TP62	EE	/	Ouais.	Accord	/
S4	TP63a	IM	/	Bon, on y va ?	Demande d'action	/
S4	TP63b	IM	/	Ce n'est pas évident !	Expression d'une information	/

Rep02b A un coefficient près c'est comparable

P6 Synthèse : Suite aux réponses de " A " et de " B " que proposez-vous pour synthétiser cet élément de modélisation ? (Précisez les différentes formes d'énergies concernées).

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP64 LC13	IM	Suite aux réponses de A et de B que proposez-vous pour synthétiser cet élément de modélisation ?	/	/	/
S4	TP65a	EE	/	Différentes formes d'énergies, énergie mécanique, énergie électrique...	Expression d'une information	Liste des énergies (incomplète)
S4	TP65b	EE	/	Non même pas, l'énergie cinétique et l'énergie potentielle.	Expression d'une information	/
S4	TP66	IM	/	Hum.	/	/
S4	TP67a LC14	EE	Alors, Suite aux réponses de A et de B que proposez-vous pour synthétiser cet élément de modélisation ?	/	/	/
S4	TP67b	EE	/	Travail et énergie ça doit être la même chose, ça doit revenir au	Expression d'une information	Le travail et l'énergie sont identiques

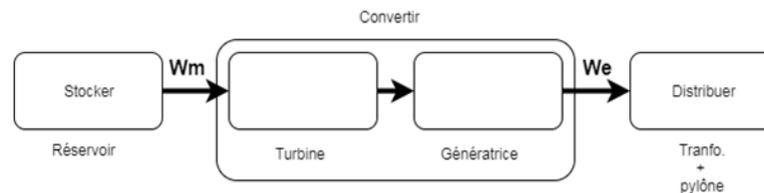
				même je pense. Par rapport à la question d'avant, par rapport à la question d'avant.		(clivage avec le raisonnement précédant)
S4	TP68	IM	/	Oui voilà, oui. C'est ce qu'on a mis, en tout cas c'est ce qu'on a mis hein ? Donc...		
S4	TP69 LC15	EE	Suite aux réponses de A et de B que...	/	/	/
S4	TP70	IM	/	Ils sont comparables...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP71	EE	/	L'énergie qu'elle soit potentielle ou cinétique ça reste de l'énergie.	Expression d'une information	L'énergie reste de l'énergie
S4	TP72	IM	/	On est d'accord.	Accord	/
S4	TP73a	EE	/	Après ce qu'il attend comme réponse, énergie mécanique, énergie électrique, énergie thermique... Ben moi j'aurais tendance à répondre, il y a deux sortes d'énergies seulement. Il y a l'énergie potentielle et il y a l'énergie cinétique ça c'est ce que je répondrais. Et après l'énergie potentielle elle peut être	Hypothèse quant à la réponse attendue, expression d'une information	Les énergies peuvent prendre la forme « potentielle » ou « cinétique » ?

S4	TP73B	EE	/	électrique, elle peut être mécanique, peu importe mais en fait il y a deux familles d'énergie Il y a, enfin pour moi...		
S4	TP74	IM	/	Oui, oui.	Accord	/
S4	TP75	EE	/	Maintenant je ne suis pas sur...	Doute	/
S4	TP76a	IM	/	Non, on peut mettre comme ça, on peut mettre comme ça. C'est un point de vue en tout cas.	Accord	/
S4	TP77b	IM	/	Ben oui, oui, oui, tu regroupe tout avec ça...	Expression d'une information	/
S4	TP78	EE	/	Et après, le rapport entre l'énergie et le travail...	Doute	/
S4	TP79	IM	/	Ca, c'est... Précisez les différentes formes d'énergies, c'est bon ?	Demande de validation	/
S4	TP80	EE	/	Ouais.	Réponse, accord	/
S4	TP81	IM	/	On y va ?	Demande d'action	/
S4	TP82	EE	/	De toute manière, moi je ne fais pas vraiment la différence entre travail et énergie finalement. Non ?	Avis personnel	/
S4	TP83	IM	/	On ne le distingue pas souvent. Dans les applications on ne le distingue pas souvent.	Expression d'une information	On ne fait pas la distinction dans les

						activités entre le travail et l'énergie.
S4	TP84	EE	/	Après s'il nous demande de faire une conclusion, j'aurais une conclusion à faire...	Avis personnel	/

Rep03	2 familles d'énergie, potentielle et cinétique.
--------------	---

P7 Proposition du groupe A : Le groupe A propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". **Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)**



Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP85a LC16a	IM	La classe est composée de 6 îlots groupes. Chacun réalise une modélisation de la chaîne d'énergie d'un barrage hydroélectrique. Vous affichez et vous corrigez au tableau, une par une, chacune de ces modélisations.	/	/	/
S4	TP85b	IM	/	Hop, on y va.	Demande d'action	/
S4	TP85c LC16b	IM	Le groupe A propose la modélisation de la chaîne	/	/	/

			d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre classe. Acceptez-vous cette modélisation ? Oui ou non			
S4	TP86	EE	/	Alors c'est le barrage c'est ça ? Le groupe A. La modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez...	Demande d'information concernant le simulateur	/
S4	TP87	IM	/	Il met énergie mécanique.	Réinterprétation de la réponse	/
S4	TP88	EE	/	Qui est stockée. C'est l'énergie potentielle qui est stockée dans un réservoir. Donc le réservoir, stocker, énergie.	Réinterprétation de la réponse	/
S4	TP89	IM	/	Là il met énergie mécanique mais c'est enfin...	Réinterprétation de la réponse	/
S4	TP90a	EE	/	Ouais, ouais.	Accord	/
S4	TP90b	EE	/	Oui, c'est de l'énergie mécanique qui arrive à la turbine.	Expression d'une information	EE lit « Wm » comme étant une énergie mécanique
S4	TP91	IM	/	Potentielle.	Expression d'une information	Précision de IM
S4	TP92	EE	/	Oui mais qui arrive à la turbine c'est de l'énergie mécanique.	Expression d'une information	/

S4	TP93	IM	/	Oui, oui, tout à fait.	Accord	/
S4	TP94	EE	/	Donc la turbine, ben il faut corriger, c'est ça ? Il faut mettre...	Demande de validation	/
S4	TP95a	IM	/	Non	Expression d'une information	/
S4	TP95b LC17	IM	acceptez-vous cette modélisation ? Oui ou non.	/	/	/
S4	TP96c	IM	/	Et après je pense qu'il va demander de justifier après, je pense, pourquoi.	Information concernant le simulateur	/
S4	TP97a	EE	/	Oui mais il manque les fonctions à l'intérieur...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP97b	EE	/	... A convertir...	Suite de l'expression d'une information	/
S4	TP98	IM	/	Oui, c'est la fonction convertir.	Accord	/
S4	TP99	EE	/	Convertir pour moi, c'est la génératrice.	Expression d'une information, avis personnel	La génératrice réalise la fonction convertir ?
S4	TP100	IM	/	Hum, hum.	/	/
S4	TP101	EE	/	Distribuer, alors attend, convertir pour moi c'est la génératrice et la turbine ça serait plutôt transmettre.	Expression d'une information, avis personnel	La turbine réalise la fonction transmettre ?

S4	TP102	IM	/	C'est transformer une énergie...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP103	EE	/	Non pas transformer.	Refus, désaccord	/
S4	TP104	IM	/	... mécanique potentielle en énergie mécanique de rotation. Et là l'énergie mécanique de rotation en énergie...	Suite de l'expression d'une information toujours incomplète	Parle de la turbine ?
S4	TP105	EE	/	La fonction c'est transmettre il me semble dans les, si on regarde le vocabulaire, enfin il me semble.	Expression d'une information, incertitude	/
S4	TP106	IM	/	Non, non, transmettre c'est tout ce qu'il y a...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP107	EE	/	Dans une chaîne cinématique tu as par exemple le moteur, ben par exemple un système de levage, c'est une énergie potentielle, d'accord tu as le réducteur derrière.	Expression d'une information	Donne un exemple en s'inspirant d'un système de levage
S4	TP108	IM	/	Oui.	Accord	/
S4	TP109a	EE	/	C'est la fonction transmettre.	Expression d'une information	

S4	TP109b	EE	/	Et ça arrive à la machine.	Expression d'une information	Le réducteur transmet à la machine
S4	TP110	IM	/	Ah oui.	Accord	/
S4	TP111	EE	/	Sauf que là, ce n'est pas une poulie, c'est une turbine, non ?	Demande d'expression d'une information	/
S4	TP112	IM	/	Hum, hum.	Accord	/
S4	TP113	EE	/	Et ensuite le tranfo, c'est transformateur c'est ça ? Non qu'est ce qui est marqué ?	Demande d'information sur la réponse	/
S4	TP114	IM	/	C'est tranfo plus pylône.	Réinterprétation de la réponse	/
S4	TP115a	EE	/	Ça ce n'est pas distribuer, ça c'est transporter.	Expression d'une information	Fonction transporter ?
S4	TP115b	EE	/	Alors, non, le pylône non. Le tranfo c'est, ce n'est pas distribuer.	Expression d'une information	Le transformateur électrique de sert pas à distribuer ce sont les contacteurs qui distribuent.
S4	TP115c	EE	/	Distribuer c'est plutôt les contacteurs et cætera.	Expression d'une information	
S4	TP116d	EE	/	Tu as de l'énergie électrique...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP117	IM	/	Alimenter, alimenter...	/	/

S4	TP118a	EE	/	Moi je ne suis pas d'accord avec cette modélisation, elle est trop...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP118b	EE	/	Donc là, ça, ça ne va pas, on vient de le voir et là je ne suis pas d'accord	Expression d'une information	/
S4	TP118c	EE	/	Là ça mériterai... Le transfo lui il adapte les tensions et le pylône	Expression d'une information	/
S4	TP118d	EE	/	... n'a rien à voir là-dedans, pour moi.	Expression d'une information, avis personnel	/
S4	TP119	IM	/	Oui, oui, oui. Non mais c'est un point de vue, c'est un point de vue, c'est un point de vue, c'est un point de vue.	Accord	/
S4	TP120	EE	/	Il y a du bon dedans mais pour moi ce n'est pas bon.	Expression d'une information	/
S4	TP121	IM	/	Oui donc on met non.	Demande d'action	/
S4	TP122	EE	/	Non.	Accord	/
S4	TP123	IM	/	Et après qu'est-ce qu'on va mettre ? On verra, on met que ça ?	Demande d'information quant à la tâche à réaliser vis-à-vis du simulateur	/

S4	TP124	EE	/	Il demande simplement acceptez-vous oui ou non ? Non.	Expression d'une information	/
S4	TP125a	IM	/	Et après il va nous demander de justifier je pense.	Hypothèse	/
S4	TP125b	IM	/	Suivant.	Demande d'action	/

Rep04a1	Non
---------	-----

P8 Que répondez-vous au groupe " A " ? (Vous vous adressez directement à " A ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP126a LC18	EE	Alors. Que répondez-vous au groupe A ? Vous vous adressez directement à A.	/	/	/
S4	TP126b	EE	/	Alors, OK pour stocker. Ensuite la turbine je marquerai, alors réservoir, stocker, OK. Alors comme ça je pense qu'il comprendra.	Dicte, hypothèse	/
S4	TP127	IM	/	Oui, oui.	Accord	/
S4	TP128	EE	/	Double point ou bien une flèche comme tu veux.	Demande d'action	/
S4	TP129	IM	/	Oui double point ce n'est pas mal.	Accord	/
S4	TP130	EE	/	Stocker.	Dicte	/
S4	TP131	IM	/	Oui, c'est la fonction stocker.	Accord	/
S4	TP132a	EE	/	OK.	Accord	/
S4	TP132b	EE	/	Alors, turbine, non OK.	Dicte	/

S4	TP132c	EE	/	En dessous, turbine.	Demande d'action	/
S4	TP132d	EE	/	Transmettre, enfin si t'es d'accord ?	Demande de validation	/
S4	TP133	IM	/	Oui, oui, oui, non, mais je...	Accord	/
S4	TP134	EE	/	Transmettre.	Dicte	/
S4	TP135	IM	/	Turbine, donc je mets deux points et transmettre c'est ça ?	Demande de précision sur la tâche à accomplir (manière de rédaction)	/
S4	TP136a	EE	/	Ouais.	Réponse	/
S4	TP136b	EE	/	Heu... Après c'était quoi ? Convertir, génératrice.	Demande d'information sur le contenu	/
S4	TP137	IM	/	Oui, et ça je mets en dessous ?	Demande d'information sur la tâche à accomplir (manière de rédaction)	/
S4	TP138	EE	/	Ouais, ouais en dessous, voilà.	Réponse	/
S4	TP140	IM	/	Génératrice c'est convertir, ouais.	Expression d'une information	/
S4	TP141a	EE	/	Ensuite, c'est marqué quoi ? Distribuer là-haut ?	Demande d'information sur le simulateur	/

S4	TP141b	EE	/	Distribuer... Ce n'est pas le tranfo qui distribue hein.	Expression d'une information	/
S4	TP141c	EE	/	Ensuite la fonction... Ensuite on met transporter...	Expression d'une information	/
S4	TP142	IM	/	C'est une conversion hein ? Le tranfo? Il converti l'énergie...	Demande d'expression d'une information	/
S4	TP143	EE	/	C'est adapter. On converti...	Expression d'une information	Adapter au lieu de convertir ?
S4	TP144	IM	/	Ah, c'est adapter... Ouais, ouais, t'as raison.	Accord	/
S4	TP145	EE	/	...On passe de 400V à 20 000V.	Expression d'une information	On utilise « adapter » car c'est de même nature ?
S4	TP146	IM	/	Ouais, ouais, tout à fait.	Accord	/
S4	TP147a	EE	/	Et ensuite je mettrai, distribuer non.	Expression d'une information	/
S4	TP147b	EE	/	Il y a transporter éventuellement, après une fois que ...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP148	IM	/	Après ça veut dire qu'on est d'accord avec turbine et génératrice quoi ?	Demande d'information quant à la tâche à réaliser vis-à-vis du contenu	/

S4	TP149a	EE	/	Dans la conversion ?	Demande de précision	/
S4	TP149b	EE	/	Non, on a mis OK simplement pour ...	Information	/
S4	TP150	IM	/	On a mis réservoir, stocker, voilà.	Lecture de la réponse	/
S4	TP151	EE et IM	/	[Inaudible, parlent en même temps].	/	/
S4	TP152	EE	/	alors que c'est la réponse.	Expression d'une information (vis-à-vis du simulateur)	/
S4	TP153	EE	/	Et ensuite enlève voir distribuer, et tu mets plutôt à la place de distribuer il faudrait mettre transporter. Adapter. Alors attends on va...	Demande d'action	/
S4	TP154	M	/	Adapter...	Expression d'une information	/
S4	TP155a	EE	/	Non, non, non, plutôt transformateur parce qu'on a ici les supports d'activité, alors double points, adapter l'énergie...	Expression d'une information	La fonction « Adapter »

S4	TP155b	EE	/	Et en dessous, pylône plus câbles, double points, ça serait transporter l'énergie.	Expression d'une information	La fonction « transporter »
S4	TP156	IM	/	Tout à fait.	Accord	/
S4	TP157a	EE	/	Ouais.	Accord	/
S4	TP157b	EE	/	Ça te va ?	Demande de validation	/
S4	TP158	IM	/	Moi, c'est la turbine qui me pose problème.	Expressif (Exprime une difficulté)	/
S4	TP159	EE	/	Pourquoi ?	Demande d'information	/
S4	TP160a	IM	/	Ben pour moi elle transforme une énergie mécanique potentielle.	Expression d'une information, avis	Transformer = Convertir. La turbine transforme une énergie mécanique potentielle en rotation pour IM
S4	TP160b	IM	/	Bon elle transforme ou elle converti c'est pareil...	Expression d'une information	
S4	TP161b	IM	/	... en une énergie mécanique de rotation.	Expression d'une information	
S4	TP162	EE	/	Ouais, l'énergie qui tombe ça reste de l'énergie potentielle et la turbine qui tourne ça reste quand même de l'énergie potentielle.	Expression d'une information	L'énergie qui tombe et la turbine qui tournent sont de l'énergie potentielle pour EE

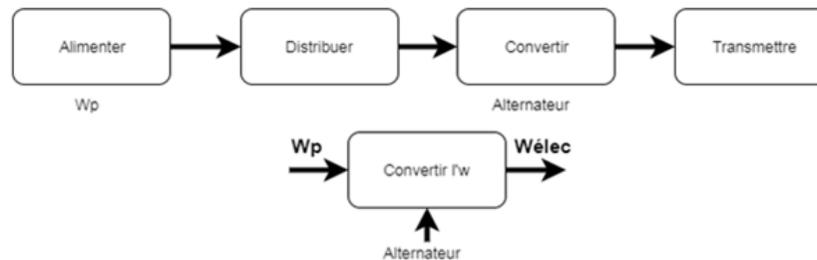
S4	TP163	IM	/	Oui, qui est transformée...	Expression d'une information	La turbine transforme
S4	TP164	EE	/	Ça tourne, c'est tout...	Expression d'une information	Si changement pour la même nature alors ce n'est pas une transformation /conversion pour EE
S4	TP165	IM	/	En bout de turbine, tu as un axe qui tourne donc...	Expression d'une information	/
S4	TP166	EE	/	Oui, mais c'est... En termes d'énergie	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP167	IM	/	Oui d'accord, oui, oui.	Accord	/
S4	TP168	EE	/	Ça ne change rien. Tu vois ce que je veux dire ?	Expression d'une information	/
S4	TP169	IM	/	Oui c'est toujours la même.	Accord	/
S4	TP170a	EE	/	Par contre la turbine c'est bien, ça transmet bien... Alors oui, je vois ce que tu veux dire...	Expression d'une information	/
S4	TP170b	EE	/	Toi, je pense...	Hypothèse	/
S4	TP171	EE et IM	/	[Inaudible, parlent en même temps].	/	/
S4	TP172	EE	/	... convertir, c'est un convertisseur de mouvement.	Expression d'une information	/

S4	TP173	IM	/	Ouais.	Accord	/
S4	TP174	EE	/	Tu converti un mouvement de translation en mouvement de rotation. Mais ça n'a rien à voir avec de l'énergie, tu vois ce que je veux dire ?	Expression d'une information	La notion d'énergie n'influe pas dans le « changement » d'une énergie en une même énergie
S4	TP175	IM	/	Oui, on peut le voir comme ça, oui, oui, c'est un point de vue.	Accord	/
S4	TP176a	EE	/	C'est exactement, tu sais quand on faisait de l'analyse fonctionnelle dans le temps, il y a un critère qu'on utilisait jamais et c'était le plus important, c'est le point de vue. Parce qu'on mélangeait tout. Tu as le point de vue flux d'énergie et tu as le point de vue en général, c'est les deux qu'on utilise, tu as le point de vue flux d'information et sur les mêmes analyses souvent on voyait les deux.	Expression d'une information	Ne pas mélanger les deux chaînes d'information et énergie
S4	TP176b	EE	/	Mais ce n'était pas bon.	Expression d'une information	/
S4	TP177	IM	/	Ouais, ouais.	Accord	/

S4	TP178	EE	/	Il fallait déjà définir le point de vue et après tu faisais tes analyses.	Expression d'une information	Définir ce que l'on souhaite modéliser avant de modéliser
S4	TP179a	IM	/	Tout à fait, sinon...	Accord	/
S4	TP179b	IM	/	D'où la difficulté.	Expression d'une information	/
S4	TP179c	IM	/	On laisse comme ça ?	Demande d'action	/
S4	TP180	EE	/	Ouais je pense, ouais.	Accord	/
S4	TP181	IM	/	D'accord.	Accord	/

Rep04a2	Réervoir : stocker : ok Turbine: transmettre Génératrice: convertir Transformateur: adapter Pylône + câble: transporter
----------------	---

P9 Proposition du groupe B : Le groupe B propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". **Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)**



Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP182 LC19	EE	Proposition du groupe B...	/	/	/
S4	TP183 LC20	IM	Le groupe B propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre classe. Acceptez-vous cette modélisation ?	/	/	/

S4	TP184	EE	/	Alors alimenter...	Réinterprétation du contenu	/
S4	TP185a	IM	/	Wp...	Réinterprétation du contenu	/
S4	TP185B	IM	/	Ensuite distribuer...	Réinterprétation du contenu	/
S4	TP186a	EE	/	C'est pas mal, ça, ça, me...	Expression d'une information	/
S4	TP186b	EE	/	Ensuite distribuer non.	Expression d'une information	/
S4	TP187	IM	/	Convertir...	Réinterprétation du contenu	/
S4	TP188a	EE	/	Convertir, alternateur, oui.	Réinterprétation du contenu	/
S4	TP188b	EE	/	Transmettre et il ne marque pas le support, transmettre c'est donc la turbine...	Expression d'une information	/
S4	TP189	IM	/	Il ne marque pas ce que c'est.	Réinterprétation du contenu	Les éléments ne sont pas stipulés dans la chaîne
S4	TP190	EE	/	... sauf que, c'est à l'envers hein ?	Demande d'information	/
S4	TP191	IM	/	Hum, hum.	Accord	/

S4	TP192a	EE	/	Donc non.	Expression d'une information	/
S4	TP192b LC21	EE	Acceptez-vous la réponse ?	/	/	/
S4	TP192c	EE	/	Non.	Expression d'une information	/
S4	TP193a	IM	/	Donc je suppose que là il faut que je valide.	Demande d'action	/
S4	TP193b	IM	/	Et ensuite ils vont demander la justification, je pense.	Information vis-à-vis du simulateur	/

Rep04b1 Non

P10 Que répondez-vous au groupe " B " ? ([Vous vous adressez directement à " B "](#)).

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP194	EE	/	Oui je pense, tu as validé ? Oui, hein.	Demande d'information vis-à-vis du simulateur	/
S4	TP195	IM	/	Ouais, ouais.	Accord	/
S4	TP196a	EE	/	Alors...	/	/
S4	TP196b	EE	/	L'alternateur, pour la partie du bas, l'alternateur converti l'énergie potentielle en énergie en énergie électrique ça c'est OK. Parce que ça converti l'énergie mécanique...	Expression d'une information	/
S4	TP197	IM	/	Oui, oui, ça c'est bon.	Accord	/
S4	TP198a	EE	/	Moi, j'aurais mis oui, énergie mécanique... Moi, j'aurais mis énergie potentielle OK mais j'aurais rajouté énergie mécanique, hein ?	Avis personnel	« Wp » n'est pas assez précis, il faut ajouter « mécanique »

S4	TP199b	EE	/	Parce que imagine, l'énergie potentielle elle n'est pas forcément mécanique hein.	Expression d'une information	L'énergie potentielle peut être d'une autre nature que mécanique
S4	TP200a	IM	/	Ben non.	Accord	/
S4	TP200b	IM	/	Parce que là, ça dépend ou tu te situes.	Expression d'une information partielle	L'énergie est potentielle ou non on fonction de sa « position » dans la chaîne
S4	TP201	EE	/	Donc là il est dans l'alternateur...	Expression d'une information	/
S4	TP202	IM	/	Hum, hum, hum, hum.	Accord	/
S4	TP203	EE	/	Donc là...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP204	IM	/	L'alternateur il est là.	Expression d'une information	/
S4	TP205a	EE	/	Il est là voilà.	Accord	/
S4	TP205b	EE	/	Donc là, j'aurais mis, j'aurais mis énergie mécanique.	Expression d'une information, avis personnel	/
S4	TP206	IM	/	Hum, ben oui de rotation, ouais.	Accord	/

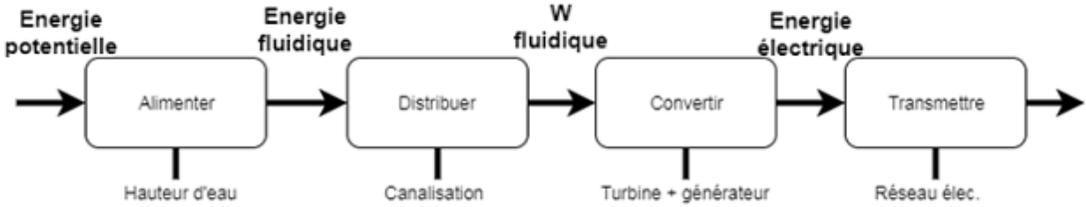
S4	TP207a	EE	/	Donc ici énergie de... Alimenter, alors est-ce qu'on peut dire que l'on alimente, moi je pourrais presque dire que oui.	Expression d'une information, avis personnel	/
S4	TP207b	EE	/	W, énergie potentielle. Ce qu'il y a, c'est que, il ne faut pas le mettre comme ça. L'énergie c'est les flèches et ce n'est pas le support d'activité.	Expression d'une information	L'énergie est modélisée dans les flèches et non pas dans les blocs de fonctions
S4	TP208	IM	/	Tout à fait.	Accord	/
S4	TP209	EE	/	Donc ici on a dit non, on va mettre une correction en gros. Hein ?	Expression d'une information	/
S4	TP210	IM	/	Hum, hum, hum.	Accord	/
S4	TP211a	EE	/	Donc...	/	/
S4	TP211b	EE	/	Alimenter...	Dicte	/
S4	TP212	IM	/	On va mettre OK.	Expression d'une information	/
S4	TP213a	EE	/	Voilà.	Accord	/
S4	TP213b	EE	/	En dessous, c'est le réservoir.	Expression d'une information	/
S4	TP214	IM	/	On laisse alimenter Ok comme ça ?	Demande d'information sur la rédaction de la réponse	/

S4	TP215	EE	/	Ouais, Deux points, c'est le réservoir.	Demande d'action	/
S4	TP216	IM	/	Ah, deux points c'est le réservoir.	Accord	/
S4	TP217a	EE	/	Voilà pour le support de l'activité.	Validation	/
S4	TP217b	EE	/	Comme on a fait tout à l'heure hein.	Demande d'action	/
S4	TP217c	EE	/	Ensuite, c'est Transmettre.	Dicte	/
S4	TP218	IM	/	Oui, oui, oui, oui.	Accord	/
S4	TP219a	EE	/	Transmettre et la turbine.	Dicte	/
S4	TP219b	EE	/	En fait on va remettre ce qu'on a mis tout à l'heure.	Demande d'action	/
S4	TP219c	EE	/	Ensuite convertir c'est l'alternateur.	Expression d'une information	/
S4	TP220	IM	/	Et ensuite on avait dit ?	Demande d'information quant à la réponse à apporter	/
S4	TP221	EE	/	Convertir et c'est l'alternateur.	Réponse	/
S4	TP222	IM	/	OK.	Accord	/
S4	TP223a	EE	/	Et ensuite....	Dicte	/
S4	TP223b	EE	/	Et puis distribuer.	Dicte	/
S4	TP224	IM	/	Transporter non ?	Demande d'expression d'une information	/

S4	TP225a	EE	/	Distribuer, je ne sais pas, on avait mis transporter nous.	Réponse, désaccord	/
S4	TP225b	EE	/	On laisse comme ça, c'est bon.	Demande d'action	/
S4	TP226	IM	/	On laisse comme ça ?	Demande de validation	/
S4	TP227	EE	/	Ouais.	Réponse, accord	/
S4	TP228	IM	/	On y va ?	Demande d'action	/
S4	TP229	EE	/	Ouais.	Accord	/
S4	TP230	IM	/	Suivant.	Demande d'action	/

Rep04b2	Alimenter : réservoir Transmettre : turbine Convertir: l'alternateur
----------------	--

P11 Proposition du groupe C : Le groupe C propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". **Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)**



```

    graph LR
      A[Energie potentielle] --> B[Alimenter]
      B --- B1[Hauteur d'eau]
      B --> C[Energie fluïdique]
      C --> D[Distribuer]
      D --- D1[Canalisation]
      D --> E[W fluïdique]
      E --> F[Convertir]
      F --- F1[Turbine + générateur]
      F --> G[Energie électrique]
      G --> H[Transmettre]
      H --- H1[Réseau élec.]
      H --> I[ ]
  
```

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Élément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP231	EE	/	Alors, énergie potentielle, énergie fluïdique, ça existe ça ?	Demande d'expression d'une information	Remise en question de « énergie fluïdique »
S4	TP232	IM	/	Ça se dit mais bon.	Expression d'une information	« Energie fluïdique » peut être utilisée
S4	TP233	EE	/	Alors si je regarde, c'est alimenter qu'est-ce qu'il y a marqué en dessous ?	Demande d'information vis-à-vis du simulateur	/
S4	TP234a	IM	/	Attends.	Demande d'action	/
S4	TP234b LC22	IM	Alimenter, hauteur d'eau, distribuer, canalisation,	/	/	/

			convertir, turbine plus générateur et transmettre réseau électrique			
S4	TP235	EE	/	Non	Expression d'une information	/
S4	TP236	IM	/	Donc alimenter, hauteur d'eau.	Reformulation de la réponse	/
S4	TP237	EE	/	Tu sais quoi moi je répondrais non...	Expression d'une information	/
S4	TP238	IM	/	C'est difficile...	Début d'expression d'une information	/
S4	TP239a	EE	/	Non, non, je répondrais non.	Expression d'une information	/
S4	TP239b	EE	/	Et idem que réponse une ou réponse deux.	Expression d'une information	/
S4	TP239c	EE	/	Après les énergies, alors on peut rajouter peut-être, ce qu'on aurait pu même mettre tout à l'heure, c'est au niveau des énergies qu'il avait utilisé énergie potentielle et cætera...	Expression d'une information	Justification incompréhensible
S4	TP240	IM	/	Hum, hum.	Accord	/
S4	TP241	EE	/	Donc, idem réponse un et deux, on avait mis la même chose et on	Expression d'une information	/

				peut rajouter en dessous, revoir les énergies.		
S4	TP242	IM	/	Revoir les types d'énergies c'est ça ?	Demande de validation	/
S4	TP243	EE	/	Ouais, types d'énergies à revoir.	Dicte	/
S4	TP244	IM	/	Hum, hum.	Accord	/
S4	TP245	EE	/	Fluidique, moi ça m'embête un peu.	Expression d'une information, avis personnel	/
S4	TP246	IM	/	Oui, fluidique ce n'est pas très clair.	Accord	/
S4	TP247	EE	/	Alors hauteur d'eau après, le problème c'est que, le problème c'est que la hauteur d'eau c'est... Alors je ne sais pas si...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP248	IM	/	Potentielle... Et là ça ne se dit pas Alimenter on ne dit pas comme ça, là c'est le réservoir du coup.	Expression d'une information	/
S4	TP249	EE	/	Oui, voilà c'est pour ça, je ne sais pas si maintenant...	Doute	/
S4	TP250	IM	/	hauteur d'eau c'est la hauteur entre la turbine et le niveau d'eau.	Réinterprétation de la réponse	/
S4	TP251	EE	/	Ça, ça te donne la pression en fin de compte.	Expression d'une information	/

S4	TP252	IM	/	On est d'accord, c'est ça, c'est ça.	Accord	/
S4	TP253	EE	/	Non, non, non. Ce n'est pas, ce n'est pas bon. Ça n'intervient pas là-dedans dans la chaîne d'énergie.	Expression d'une information	La pression n'intervient pas dans la chaîne d'énergie
S4	TP254 LC23	IM	Acceptez-vous cette modélisation ?	/	/	/
S4	TP255	EE	/	Qu'est-ce qu'il y a de marqué là ?	Demande d'information sur le simulateur	/
S4	TP256 LC24	IM	Distribuer, canalisations.	/	/	/
S4	TP257	EE	/	Ça peut...	Début d'expression d'une information	/
S4	TP258a	IM	/	Ça peut le faire ça.	Expression d'une information	/
S4	TP258b	IM	/	Convertir l'énergie fluide en énergie électrique, turbine plus générateur.	Expression d'une information	/
S4	TP259	EE	/	Convertir non, moi je...	Début d'expression d'une information	/
S4	TP260	IM	/	Et là, l'énergie méca elle...	Début d'expression d'une information	/

S4	TP261	EE	/	Ca moi je l'accepterais quand même, je l'accepterai quand même.	Expression d'une information	/
S4	TP262	IM	/	Ce n'est pas faux parce qu'ils ont simplifié.	Expression d'une information conditionnelle	/
S4	TP263	EE	/	C'est pour ça, ça je l'accepterais.	Accord	/
S4	TP264	IM	/	Transmettre, réseau électrique.	Réinterprétation de la réponse	/
S4	TP265	EE	/	Non, ça ce n'est pas bon non plus, donc non, l'ensemble de la réponse est... c'est non.	Expression d'une information	/
S4	TP266	IM	/	Mais tu mettrais quoi dans transmettre toi ?	Demande d'expression d'une information	/
S4	TP267	EE	/	Ben transmettre si c'est le vocabulaire que je connais, transmettre c'est ce qui, c'est ce qui se passe dans la chaîne cinématique, transmettre c'est ce que tu disais tout à l'heure c'est quand tu converti un mouvement par exemple.	Réponse, expression d'une information	Il semblerait que pour EE, la fonction Transmettre est forcément relatif à de la « mécanique »
S4	TP268	IM	/	D'accord, OK.	Accord	/

S4	TP269	EE	/	Transporter, hein ? Pour moi le réseau électrique il transporte.	Expression d'une information	Transporter remplace donc transmettre ?
S4	TP270	IM	/	Hum, hum, hum, hum, oui.	Accord	/
S4	TP271	EE	/	On la mise tout à l'heure.	Information vis-à-vis de la réponse à apporter	/
S4	TP272	IM	/	Oui, oui, oui.	Accord	/
S4	TP273	EE	/	On a mis la correction tout à l'heure donc on ne va pas...	Information vis-à-vis de la réponse à apporter	/
S4	TP274	IM	/	Oui tout à fait c'est une façon de mettre, d'accord.	Accord	/
S4	TP275	EE	/	Bon, j'y vais-je valide ?	Demande d'action	/
S4	TP276	IM	/	Et j'avance.	Demande d'action (tacite)	/

Rep04c1 Non : idem que réponse 1 et 2
Revoir les types d'énergies.

P12 Que répondez-vous au groupe " C " ? (Vous vous adressez directement à " C ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP277a LC25	EE	Que répondez-vous au groupe C ?	/	/	/
S4	TP277b	EE	/	Je répondrais qu'il faut utiliser un vocabulaire adapté.	Expression d'une information	Vocabulaire « adapté », alors que le vocabulaire employé par EE n'est pas le vocabulaire proposé par les référentiels
S4	TP277c	EE	/	Pour que tout le monde puisse se comprendre. Tu vois ce que je veux dire	Expression d'une information	
S4	TP278	IM	/	Utiliser un vocabulaire uniforme.	Accord	/
S4	TP279a	EE	/	Par exemple, hein. Convertir, moi des fois les jeunes ils me disent transformer l'énergie. Alors je dis OK, j'accepte la réponse. Mais ça ne me plait pas bien.	Expression d'une information	

S4	TP279b	EE	/	Il y a des termes qu'on utilise, convertir et cætera, et cætera, si on veut que tout le monde se comprenne il ne faut pas, tu vois, en rajouter. C'est ce que je rajouterai moi	Expression d'une information, avis personnel	Il ne faut pas ajouter de fonction ou de vocabulaire supplémentaire mais EE utilise 2 fonctions supplémentaires qui ne sont pas proposées par les référentiels.
S4	TP279c	EE	/	Ne pas tout mélanger.	Expression d'une information	
S4	TP279d	EE	/	Et utiliser le vocabulaire...	Expression d'une information	
S4	TP280	IM	/	Commun.	Accord	/
S4	TP281	EE	/	Commun, ouais.	Accord	/
S4	TP282	IM	/	Les chaînes d'énergies sont normalisées, utilisez le vocabulaire...	Dicte	/
S4	TP283	EE	/	Ou bien oui, utilisez le...	Accord	/
S4	TP284	IM	/	Utilisez le vocabulaire normalisé dans les chaînes.	Dicte	/
S4	TP285	EE	/	Le vocabulaire normalisé.	Accord	/
S4	TP286	IM	/	Le vocabulaire commun.	Accord	/
S4	TP287a	EE	/	Commun.	Accord	/
S4	TP287b	EE	/	Sur les chaînes d'énergies, sur la chaîne d'énergie.	Dicte	/
S4	TP288a	IM	/	Oui.	Accord	/

S4	TP288b	IM	/	Voilà, d'accord, c'est bon, on peut faire comme ça, hein ?	Accord	/
S4	TP289	EE	/	Ouais, ouais.	Accord	/

Rep04c2 Utiliser le vocabulaire commun sur les chaînes d'énergie.

P13 Proposition du groupe D : Le groupe D propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". **Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)**

```

    graph LR
      A[Energie hyd. (Réservoir)] --> B[CONVERTIR Turbine]
      B --> C[CONVERTIR et ADAPTER Génératrice]
      C --> D[Energie élec.]
  
```

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Élément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP290a LC26	IM	Le groupe D propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir ... Acceptez-vous cette modélisation ?	/	/	/
S4	TP290b	IM	/	Donc énergie hydraulique, réservoir, convertir, turbine, énergie mécanique.	Réinterprétation de la réponse	/
S4	TP290c	IM	/	Il passe directement par la turbine sans passer par la canalisation	Expression d'une information	/

S4	TP291	EE	/	Alors énergie hydraulique...	Réinterprétation de la réponse	/
S4	TP292a	IM	/	Convertir et adapter, génératrice. Ce n'est pas faux si tu te site au niveau de la turbine sans prendre le réservoir. Mais moi par contre ce qui me gêne c'est de mettre énergie hydraulique, réservoir. Ah ouais d'accord.	Expression d'une information	/
S4	TP292b	IM	/			
S4	TP292c	IM	/	Tu vois il met énergie hydraulique, réservoir et...	Réinterprétation de la réponse	/
S4	TP293	EE	/	Moi, ça, ça, ça, ça...	Début d'expression d'une information	/
S4	TP294	IM	/	... Convertir, turbine, énergie mécanique, voilà...	Réinterprétation de la réponse	/
S4	TP295	EE	/	Moi je marquerais encore une fois non, c'est trop...	Début d'expression d'une information	/
S4	TP296	IM	/	Oui, ça ne respecte pas les...	Début d'expression d'une information	/
S4	TP297	EE	/	Les différentes fonctions sont mélangées... Non.	Expression d'une information	Ne semble pas respecter l'organisation des fonctions pour EE

S4	TP298	IM	/	Voilà, acceptez-vous je mets non, hein, d'accord, c'est ça ?	Expression d'une information, demande de validation	/
S4	TP299	EE	/	Ouais.	Accord	/
S4	TP300	IM	/	Voilà.	Accord	/

Rep04d1 Non

P14 Que répondez-vous au groupe " D " ? (Vous vous adressez directement à " D ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP301	EE	/	Vocabulaire inadapté je mettrais.	Expression d'une information	/
S4	TP302	IM	/	Après, il va demander pourquoi, je pense.	Hypothèse quant au simulateur	/
S4	TP303	EE	/	Vocabulaire inadapté.	Expression d'une information	/
S4	TP304a	IM	/	Ben, des fonctions sont manquantes, non ? Oui ?	Expression d'une information, demande de validation	Les fonctions ne sont pas toutes présentes
S4	TP304b	IM	/	Convertir, il n'y a pas, distribuer, il n'y a pas. Tu vois ce que je veux dire ? Non ?	Expression d'une information, demande de validation	La fonction Distribuer ne se trouve pas dans la chaîne
S4	TP304c	IM	/	Chaîne fonctionnelle trop... Pas assez détaillé. Chaîne d'énergie	Expression d'une information,	/

S4	TP304d	IM	/	pas assez fonctionnelle, pas assez détaillé pardon. Non ? Qu'est-ce que, comment tu vois les choses ?	demande de validation Demande d'avis	/
S4	TP305	EE	/	Pour moi, ce n'est pas bon, convertir, la turbine, elle ne peut pas convertir. C'est pas un, elle ne convertie pas. On est dans la chaîne d'énergie et la turbine elle ne convertie pas l'énergie.	Expression d'une information	La turbine ne convertie pas, elle ne remplit pas la fonction Convertir
S4	TP306	IM	/	Elle transmet. C'est ça que tu veux dire ?	Expression d'une information	La turbine est la fonction Transmettre. Implication tacite : l'ordre des fonctions ?
S4	TP307a	EE	/	Ouais.	Accord	/
S4	TP307b	EE	/	Là, il est en train... Parce ce que il y a une certaine logique, on a de l'énergie électrique, on a de l'énergie mécanique on converti l'énergie. Donc il y a une certaine logique. Mais ce n'est pas adapté au...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP308	IM	/	Vocabulaire.	Expression d'une information	/

S4	TP309	EE	/	Vocabulaire, ouais, vocabulaire, voilà.	Accord	/
S4	TP301	IM	/	Vocabulaire je mets entre parenthèses.	Demande d'action	/
S4	TP302	EE	/	Ce n'est même pas le vocabulaire...	Expression d'une information	Vocabulaire ne correspond pas au « standard » ?
S4	TP303	IM	/	Fonction ?	Demande d'expression d'une information	/
S4	TP304	EE	/	Non, c'est... Comment dire ?... Le raisonnement, le raisonnement pour moi il est pas...	Réponse, expression d'une information incomplète	/
S4	TP305	IM	/	On ne suit pas la trame habituelle.	Expression d'une information	Différent de la « trame » classique
S4	TP306	EE	/	Voilà.	Accord	/
S4	TP307	IM	/	C'est ça.	Accord	/
S4	TP308	EE	/	Ouais.	Accord	/
S4	TP309	IM	/	Donc le nombre de fonctions... De fonctions manquantes ?	Demande d'expression d'une information	/
S4	TP310a	EE	/	Il y a, non je marquerai, attend voir.	Demande d'action	/

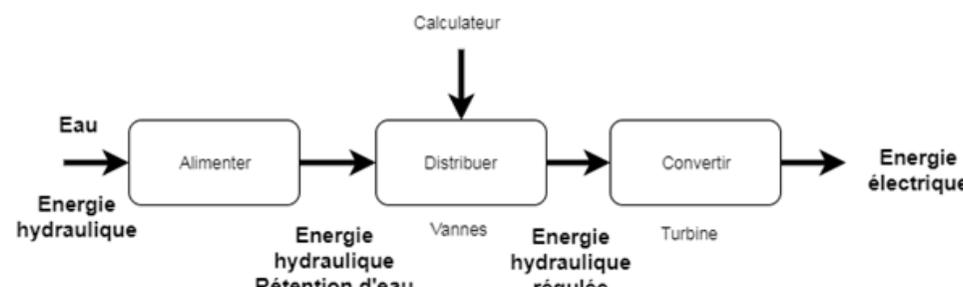
S4	TP310b	EE	/	Notions d'énergies mal connues.	Expression d'une information	/
S4	TP310c	EE	/	Ou...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP311	IM	/	Mal exprimées ?	Demande d'expression d'une information	/
S4	TP312	EE	/	Non, moi ce que je trouve de bien dans...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP313	IM	/	Vas-y, vas-y, vas-y, vas-y.	Demande d'action	/
S4	TP314	EE	/	Moi ce que je trouve de bien dans l'analyse fonctionnelle, dans les chaînes d'énergie et tout ça...	Début d'expression d'une information	/
S4	TP315	IM	/	C'est qu'on suit une...	Début d'expression d'une information	/
S4	TP316	EE et IM	/	[inaudible, parlent en même temps].	/	/
S4	TP317	EE	/	C'est que voilà, c'est toujours là même chose...	Expression d'une information	Les chaînes d'énergie fonctionnelles sont « ressemblantes »
S4	TP318	IM	/	On retrouve...	Début expression d'une information	/

S4	TP319	EE	/	Et que tous les systèmes répondent à ça. Un peu après.	Expression d'une information	Universalité de la modélisation par rapport aux systèmes
S4	TP320	IM	/	Oui, oui, ou rentrent dans le cadre.	Expression d'une information	/
S4	TP321	EE	/	Voilà, tu enlèves une fonction parce qu'elle n'existe pas, tu n'en rajoutes pas une autre.	Expression d'une information	Pour EE il est possible d'enlever une fonction si elle n'est pas présente mais il est impossible d'en ajouter
S4	TP322	IM	/	Oui, mais, mais, voilà, c'est ça, il n'y a pas de surprises.	Accord	/
S4	TP323	EE	/	Donc voilà, c'est ça que j'aimerais bien exprimer comme commentaire. Tu vois ce que je veux dire ?... Ne correspond pas à la trame...	Expression d'une information	La chaîne d'énergie ne correspond pas au modèle standard
S4	TP324	IM	/	On peut mettre solution, solution non, solution qui ne respecte pas, qui ne respecte pas les différentes fonctions de la chaîne d'énergie.	Expression d'une information	/
S4	TP325a	EE	/	Ouais, ouais.	Accord	/

S4	TP325b	EE	/	Qui ne respecte pas la chaîne d'énergie telle qu'elle a été définie au départ.	Expression d'une information	/
S4	TP326	IM	/	La chaîne d'énergie habituelle.	Expression d'une information	/
S4	TP327	EE	/	Voilà.	Accord	/
S4	TP328	IM	/	On fait comme ça ?	Demande de validation	/
S4	TP329	EE	/	Ouais, ça marche.	Accord	/
S4	TP330	IM	/	Est-ce que ça te vas ?	Demande de validation	/
S4	TP331a	EE	/	Oui, oui, ça me va.	Accord	/
S4	TP331b	EE	/	Il ne faut pas oublier de valider.	Demande d'action	/

Rep04d2 solution qui ne respecte pas les différentes fonctions d'une chaîne d'énergie habituelle

P15 Proposition du groupe E : Le groupe E propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe". **Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)**



Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP332a LC27a	IM	Le groupe E, propose la modélisation de la chaîne d'énergie... Oui ou non ?	/	/	/
S4	TP332b LC27b	IM	Alors alimenter, énergie hydraulique, énergie hydraulique rétention d'eau.	/	/	/
S4	TP332c	IM	/	Ça veut rien dire ça... Alimenter, il met énergie hydraulique en entrée	Expression d'une information	Une chaîne ne doit pas commencer par

						une flèche en entrée d'un bloc ?
S4	TP333	EE	/	Oui, oui.	Accord	/
S4	TP334	IM	/	Distribuer, calculateur, tu vois ?	Réinterprétation de la réponse	/
S4	TP335	EE	/	Ouais.	Accord	/
S4	TP336a	IM	/	Vannes. Oui, vannes, distribuer, ah oui d'accord.	Réinterprétation de la réponse	/
S4	TP336b	IM	/	Energie hydraulique, réguler, convertir, turbine.	Réinterprétation de la réponse	/
S4	TP337	EE	/	Non, tu marques non. On va aller plus simple si tu veux bien.	Expression d'une information	/
S4	TP338	IM	/	Oui, oui, oui.	Accord	/
S4	TP339	EE	/	Donc là non déjà. Et après...	Expression d'une information	/
S4	TP340	IM	/	D'accord, je valide.	Demande d'action	/

Rep04e1 non

P16 Que répondez-vous au groupe " E " ? (Vous vous adressez directement à " E ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP341	EE	/	Et après encore une fois, ne correspond pas, a qu'est-ce qu'on avait mis tout à l'heure	Expression d'une information	/
S4	TP342a	IM	/	Oui, ne correspond pas, ne correspond pas, voilà...	Expression d'une information partielle	/
S4	TP342b	IM	/	... à la trame, aux fonctions habituelles, hein c'est ça ?	Expression d'une information	/
S4	TP343	EE	/	Parce que justement l'intérêt de l'analyse fonctionnelle c'est toujours là même chose...	Expression d'une information	Idée de trame, d'universalité
S4	TP344	IM	/	Oui, oui, oui.	Accord	/
S4	TP345	EE	/	Et si t'as compris ça, après...	Accord	/
S4	TP346a	IM	/	Ah, ben oui ça va tout seul après, non ça je suis d'accord avec toi.	Accord	/
S4	TP346b	IM	/	OK, je valide, click, on avance.	Demande d'action	/

Rep04e2 Ne correspond pas aux fonctions habituelles de la chaîne d'énergie.

P17 **Proposition du groupe F** : Le groupe F propose la modélisation de la chaîne d'énergie que vous pouvez voir dans la fenêtre "classe".

Acceptez-vous cette modélisation ? (OUI ou NON)

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Élément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP347a LC28	IM	Groupe F.	/	/	/
S4	TP347b	IM	/	Il y a combien de groupes ? Il y a deux-cent groupes ? Non.	Expressif (ironie)	/
S4	TP348	EE	/	C'est toujours la même réponse, donc je mettrais que c'est non. On mélange tout et...	Expression d'une information	/
S4	TP349a	IM	/	Là, je suis déjà un peu plus en accord sur une chaîne d'énergie classique.	Expression d'une information	Ressemble plus au « standard »

S4	TP349b	IM	/	Alimenter c'est une méthode d'énergie hydraulique on a bien de l'énergie hydraulique qui sort quand même.	Expression d'une information	Dans cette chaîne c'est acceptable mais pas dans la précédente ?
S4	TP350	EE	/	Pression d'eau ça ne veut rien dire.	Expression d'une information	Pression d'eau n'est pas relative à l'énergie
S4	TP351	IM	/	Distribuer c'est bien la canalisation.	Expression d'une information	La canalisation sert à distribuer l'énergie
S4	TP352	EE	/	Pression d'eau ça ne veut rien dire.	Expression d'une information	/
S4	TP353	IM	/	Ah d'accord, il y a des termes qui ne me plaisent pas. Convertir, pour moi la turbine...	Expression d'une information	/
S4	TP354	EE	/	La turbine elle convertie, énergie hydraulique en...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP355	IM	/	C'est là que tu dis transmettre mais moi je serais plus en accord là-dessus mais voilà. Mais ce n'est pas grave on peut le laisser comme ça...	Expression d'une information	Transmettre par le réseau EDF est correct pour IM (Transmettre n'est donc pas forcément mécanique)

S4	TP356	EE	/	Non ! Hé, à la sortie de la turbine tu n'as pas de l'énergie électrique.	Expression d'une information	La turbine ne délivre pas de l'énergie électrique
S4	TP357	IM	/	Non, par contre là il s'est planté. Donc là il y a des erreurs sur les types d'énergies. C'est pire qu'avant parce que là il y a carrément des erreurs.	Expression d'une information	/
S4	TP358	EE	/	Oui mais pour moi c'est toujours la même réponse, c'est que il y a un mélange de toutes les ...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP359	IM	/	Oui, ce n'est pas maîtrisé.	Expression d'une information	/
S4	TP360	EE	/	Et encore une fois la même réponse que tout à l'heure.	Demande d'action	/
S4	TP361	IM	/	Non conforme.	Expression d'une information	/

Rep04f1 Non

P18 Que répondez-vous au groupe " F " ? (Vous vous adressez directement à " F ").

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP362a	IM	/	Ah	Expressif	
S4	TP362b LC29	IM	Que répondez-vous au groupe F ?	/	/	/
S4	TP363	EE	/	Valider, on validera... On détaillera après, certainement, et on mettra non conforme... Ah, c'est bon.	Expression d'une information	La réponse peut être considérée comme « non conforme » comme dit au tour de parole TP366

Rep04f2 Non

P19 Suite à vos analyses des chaînes d'énergies du barrage hydroélectrique, " C " vous pose la question suivante : " La modélisation de la chaîne d'énergie doit-elle obligatoirement respecter les 4 fonctions ? Peut-on en mettre 3 ou 5 par exemple en fonction du système étudié ? " Que répondez-vous à " C " ? ([Vous vous adressez directement à " C "](#)).

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP364 LC30	EE	: Suite à vos analyses des chaînes d'énergies du barrage hydroélectrique, C ...	/	/	/
S4	TP365a LC31	IM	... La modélisation de la chaîne d'énergie doit-elle obligatoirement respecter les 4 fonctions ? Peut-on en mettre 3 ou 5 par exemple en fonction du système étudié ?	/	/	/
S4	TP365b	IM	/	Ben oui...	Expression d'une information	/
S4	TP366	EE	/	On peut en enlever mais pas en mettre à mon avis.	Expression d'une information, avis personnel	Il est possible d'enlever des fonctions mais pas en ajouter

S4	TP367a	IM	/	Oui, voilà, oui, oui.	Accord	/
S4	TP367b	IM	/	Par rapport à la trame habituelle, on peut mettre ça comme ça, par rapport aux fonctions habituelles c'est ça ?	Accord, demande de validation	/
S4	TP368	EE	/	Ouais.	Accord	/
S4	TP369 LC32	IM	La modélisation de la chaîne d'énergie doit-elle obligatoirement respecter les 4 fonctions ?	/	/	/
S4	TP370	EE	/	On peut en enlever...	Dicte	/
S4	TP371	IM	/	Ben en fin de compte on a la réponse qu'on mettait tout à l'heure.	Expression d'une information	/
S4	TP372	EE	/	Exactement, mais difficilement ou pas en remettre.	Accord	/
S4	TP373	IM	/	Ouais.	Accord	/
S4	TP374	EE	/	Pas en remettre ou difficilement en remettre, parce que peut être ou il y a des systèmes ou c'est un petit peu différent. On peut toujours se poser la question.	Expression d'une information	On peut en ajouter mais « difficilement » ?
S4	TP375	IM	/	Normalement non.	Expression d'une information	On ne peut pas en ajouter

S4	TP376	EE	/	Je valide.	Demande d'action	/
S4	TP377	IM	/	Ouais.	Accord	/

Rep05	Par rapport aux fonctions habituelles on peut en enlever mais pas en remettre.
--------------	--

P20 **Activité n°3 de la séance** : Vous proposez votre modélisation de la chaîne d'énergie du barrage hydroélectrique en correction de l'activité. Vous représentez le schéma sur le document fourni. Vous pouvez donner des explications complémentaires dans la zone de texte si vous le souhaitez.

Référence			Illocution			
N°	Tour de parole	Locuteur	Lecture d'une consigne, une réponse ou d'un élément issu du simulateur de séance.	Elément(s) réflexif(s), échange(s), paroles autre qu'une lecture d'un élément issu de la simulation.		
				Contenu conversationnel	Cognitif	Analyse didactique
S4	TP378 LC33	IM	Vous proposez votre modélisation de la chaîne d'énergie du barrage hydroélectrique en correction de l'activité. Vous représentez le schéma sur le document fourni. Vous pouvez donner des explications complémentaires dans la zone de texte si vous le souhaitez.	/	/	/
S4	TP379	EE	/	Il a donné un document ?	Demande d'information sur le simulateur	/
S4	TP380	IM	/	Ah, oui d'accord.	Accord	/

S4	TP381	EE	/	C'est ça ?	Demande d'information sur le simulateur	/
S4	TP382	IM	/	C'est ça.	Réponse	/
S4	TP383	EE	/	Tu as de quoi écrire ?	Demande d'information sur le simulateur	/
S4	TP384	IM	/	Allez, on y va.	Demande d'action	/
S4	TP385	EE	/	Vas-y, un rectangle.	Demande d'action	Modélisation par un rectangle d'un bloc de fonction
S4	TP386	IM	/	Oui, oui.	Accord	/
S4	TP387a	EE	/	Donc là il y a alimenter.	Expression d'une information	/
S4	TP387b	EE	/	D'accord alimenter ?	Demande de validation	/
S4	TP388	IM	/	Hum, hum.	Accord	/
S4	TP389	EE	/	D'alimenter on va... Alors on a le barrage alimenter alors là c'est le réservoir. T'es d'accord ?	Demande de validation	/
S4	TP390	IM	/	Tout à fait.	Accord	/
S4	TP391	EE	/	Donc ici on peut mettre l'énergie, c'est l'énergie potentielle.	Expression d'une information	Energie potentielle en entrée dans le barrage

S4	T392	IM	/	Moi je mettrai énergie potentielle.	Expression d'une information	La flèche en entrée ne devait-elle pas avoir lieu ?
S4	TP393a	EE	/	Voilà.	Accord	/
S4	TP393b	EE	/	Ici c'est toujours de l'énergie potentielle.	Expression d'une information	La flèche en entrée est toujours une énergie potentielle pour EE.
S4	TP394	IM	/	Potentielle ou fluïdique ouais.	Expression d'une information	Energie fluïdique
S4	TP395a	EE	/	Heu... Oui. Donc là on arrive à la turbine. D'accord, turbine.	Expression d'une information	/
S4	TP395b	EE	/	Turbine donc transport, heu... Transmettre.	Expression d'une information	La fonction Transmettre peut donc être intervertie dans la chaîne ?
S4	TP395c	EE	/	Mais il manque, dans le truc de d'habitude qu'est-ce qu'on a ?	Demande d'information	/
S4	TP395d	EE	/	On a ...	Début d'expression d'une information	/
S4	TP396	IM	/	On a alimenter...	Expression d'une information	/
S4	TP397	EE	/	... Distribuer.	Expression d'une information	/

S4	TP398	IM	/	Oui on a distribuer aussi.	Accord	/
S4	TP399	EE	/	Mais, nous on en a pas.	Expression d'une information	Il n'y a pas de fonction Distribuer pour EE
S4	TP400	IM	/	Distribuer ça pourrait être la canalisation.	Expression d'une information	Distribuer = canalisation
S4	TP401a	EE	/	Pour moi ce n'est pas distribuer c'est transporter.	Expression d'une information	La canalisation ne distribue pas elle transporte
S4	TP401b	EE	/	Distribuer, tu vois le variateur il distribue l'énergie, le contacteur il distribue l'énergie.	Expression d'une information	Liste des composants pouvant effectuer la distribution de l'énergie
S4	TP402a	IM	/	Ah ouais d'accord. Oui, oui, oui, oui.	Accord	/
S4	TP402b	IM	/	Oui, c'est comme un pré-actionneur quoi.	Expression d'une information	/
S4	TP403a	EE	/	Ici si je devrais avoir distribuer l'énergie ça serait une vanne.	Expression d'une information	Une vanne peut distribuer l'énergie
S4	TP403b	EE	/	Que je ferme pour laisse passer l'eau...	Expression d'une information	Idée de régulation, TOR, variation ? La conduite est le support du travail ?
S4	TP404	IM	/	D'accord...	Accord	/

S4	TP405	EE	/	Ou que j'ouvre.	Expression d'une information	/
S4	TP406	IM	/	... Oui, oui, oui, d'accord.	Accord	/
S4	TP407a	EE	/	Transmettre la turbine, convertir... D'accord ?	Demande de validation	/
S4	TP407b	EE	/	Convertir et je mettrai la convertir c'est l'alternateur ou la génératrice hein ?	Demande de validation	/
S4	TP407c	EE	/	Et ici je mettrai en pointillés ...	Demande d'action	/
S4	TP408	IM	/	Tu as le point de vue de l'électrotech là.	Expressif	IM dit à EE qu'il a une autre façon de voir les choses, un autre point de vue.
S4	TP409	EE	/	Ici je mettrai transporter.	Expression d'une information	La fonction transporter
S4	TP410	IM	/	Et là c'est le réseau.	Expression d'une information	Le réseau EDF transporte l'énergie
S4	TP411a	EE	/	Voilà, transporter et ici...	Début d'expression d'une information	/
S4	TP411b	EE	/	Alors il manque le ... le transformateur.	Expression d'une information	/
S4	TP412	IM	/	Hum, hum.	Accord	/
S4	TP413	EE	/	Donc ici je marquerai adapter.	Expression d'une information	La fonction Adapter

S4	TP414	IM	/	Ah, oui, oui, oui.	Accord	/
S4	TP415	EE	/	Et ici je mets le, je dirais, le transfo.	Expression d'une information	Le transformateur adapte la tension donc c'est une fonction Adapter
S4	TP416a	IM	/	Le transfo, ah oui d'accord.	Accord	/
S4	TP416b	IM	/	Et transporter là par contre là ça serait...	Début d'expression d'une information	/
S4	TP417	EE	/	Pylône plus câble.	Expression d'une information	/
S4	TP418	IM	/	Oui, d'accord, OK, Hum, hum.	Accord	/
S4	TP419	EE	/	Energie méca... Energie méca... Heu... Transmettre, énergie méca, énergie élec...	Début d'expression d'une information	/
S4	TP420	IM	/	Hum, hum, hum, hum.	/	/
S4	TP421	EE	/	... Energie élec,	Début d'expression d'une information	/
S4	TP422	IM	/	Hum, hum, hum, hum.	/	/
S4	TP423	EE	/	Energie élec.	Expression d'une information	/
S4	TP424a	IM	/	D'accord.	Accord	/
S4	TP424b	IM	/	Hum, hum, mais tu vois, moi je n'aurais pas forcément fait comme ça.	Désaccord	IM n'est pas « d'accord » avec la modélisation

S4	TP425	EE	/	Vas-y on en discute.	Demande d'action	/
S4	TP426	IM	/	Non, non, toi tu le vois comme ça,	Point de vue	/
S4	TP427a	EE	/	Et toi tu le vois autrement	Expression d'une information	/
S4	TP427b	IM	/	Mais ce n'est pas comme ça que je l'aurais fait effectivement.	Point de vue	/
S4	TP428	IM	/	A la limite ça au départ c'est pareil.	Expression d'une information	/
S4	TP429a	EE	/	Ca au départ à la première analyse, qu'est-ce qu'il y avait ? Réservoir et ils avaient mis quoi ? Stocker.	Demande d'information sur le contenu de la simulation	/
S4	TP429b	EE	/	Ce n'était pas faux non plus, enfin, ce n'était pas faux non plus.	Expression d'une information	/
S4	TP430	IM	/	Ouais Alimenter.	Expression d'une information	Alimenter au lieu de Stocker
S4	TP431	EE	/	Mais si on veut rester traditionnel, conforme...	Expression d'une information	Rester traditionnel ? Par rapport aux anciens référentiels de STI ? Le nouveau programme ?
S4	TP432	IM	/	Moi, j'aurais fait comme ça tu vois. Donc là on avait dit l'énergie potentielle, l'énergie... d'accord ?	Expression d'une information	/

S4	TP433	EE	/	Ouais.	Accord	/
S4	TP434a	IM	/	Ensuite, c'est là qu'on n'est pas d'accord mais ce n'est pas grave. Mais si parce que c'est une différence si tu veux, tu vois ce que je veux dire ?	Point de vue	/
S4	TP434b	IM	/		Demande d'expression d'une information	/
S4	TP435	EE	/	Mais il ne devrait quand même pas y en avoir théoriquement.	Réponse, Expression d'une information	Tout le monde doit arriver à la même modélisation ?
S4	TP436	IM	/	Oui mais je sais, mais parce qu'on n'a pas la même...	Expression d'une information incomplète	/
S4	TP437	EE	/	Approche.	Expression d'une information	Remarque que l'approche est différente entre EE et IM
S4	TP438	IM	/	... Culture technologique... Et approche.	Expression d'une information	Pas la même culture technologique
S4	TP439	EE	/	Qu'est-ce que tu mettrais toi là ?	Demande d'expression d'une information Demande d'action	/

S4	TP440	IM	/	Donc alimenter ça serait le réservoir, par contre convertir ça par transmettre, voilà moi je le vois plus comme une conversion, hein, la turbine. Une énergie fluidique en une énergie mécanique. Tu vois ce que je veux dire ? Moi je l'aurais mis là.	/	La turbine convertit pour IM et ne transmet pas
S4	TP441	EE	/	Ouais, ouais, ouais.	Accord	/
S4	TP442	IM	/	Et après tout ça, parce que moi, parce que nous on le shunte après, tu vois...	Expression d'une information	Rassembler des composants en une seule fonction technique au lieu de décomposer ?
S4	TP443	EE	/	C'est pour ça que je l'ai mis en pointillés. Parce que ça ce n'est pas... Traditionnellement ce n'est pas dans l'analyse qu'on utilise, dans la chaîne qu'on utilise.	Expression d'une information	Dans la chaîne d'énergie de EE, les pointillés sont « non traditionnels »
S4	TP444	IM	/	Et bien on va laisser comme ça, ce n'est pas un problème, tu vois après le truc... ça dépend de ce que tu prends en considération	Expression d'une information	Mais les chaînes seront considérées comme justes ou fausses en fonction des correcteurs

				pour faire ta chaîne d'énergie. Les différents composants...		
S4	TP445	EE	/	Attends, attends, je suis en train de réfléchir sur un truc.	Avis personnel	/
S4	TP446	IM	/	Parce que à la limite là, si tu ne prends pas en compte la régulation. Ben après tu t'arrêtes là. Parce que là tu as la régulation, enfin là tu as le transformateur...	Expression d'une information, avis personnel	IM a une vision de la « frontière » de l'étude différente de EE
S4	TP447	EE	/	C'est transporter, c'est pour ça que je disais que c'est une autre fonction. C'est un autre raisonnement.	Expression d'une information	2 systèmes qui se chevauchent ?
S4	TP448	IM	/	On va laisser comme ça parce que je suis un peu embêté là... Parce qu'effectivement j'aurais presque mis ça, tu vois, convertir ici ...	Avis personnel, expressif	N'est pas d'accord avec certains éléments de modélisation
S4	TP449	EE	/	Mais...	Début d'expression d'une information	/
S4	TP450	IM	/	Non, non, mais tu vois ce que je veux dire, ce n'est pas grave, là c'est de l'énergie fluide.	Expression d'une information	/
S4	TP451a	EE	/	Oui on va laisser comme ça, on va laisser comme ça. Mais oui, oui,	Expression d'une information	Ce n'est pas grave, mais quelle

S4	TP451b	EE	/	ben c'est pas grave de toute façon...	/	modélisation proposer en correction ?
S4	TP451c	EE	/	Hum... Mais ce n'est pas évident, ça dépend de comment tu vois le truc quoi...	Expression d'une information	Différents points de vue en fonction des personnes
S4	TP451d LC34	EE	Vous proposez votre modélisation de la chaîne d'énergie du barrage...	/	/	/
S4	TP451e	EE		Oui, donc ça...	Début d'expression d'une information	/
S4	TP452a	IM		Oui donc ça c'est fait, on valide, c'est tout, on fait comme ça on valide. Et ce n'est pas grave et on met suivant.	Demande d'action	/
S4	TP452b	IM		Ah, oui d'accord, c'est fini.	Information	/
S4	TP453	EE		C'est bon.	Accord	/A

Rep06

/

FIN DE LA SIMULATION -----

Rep06
schéma

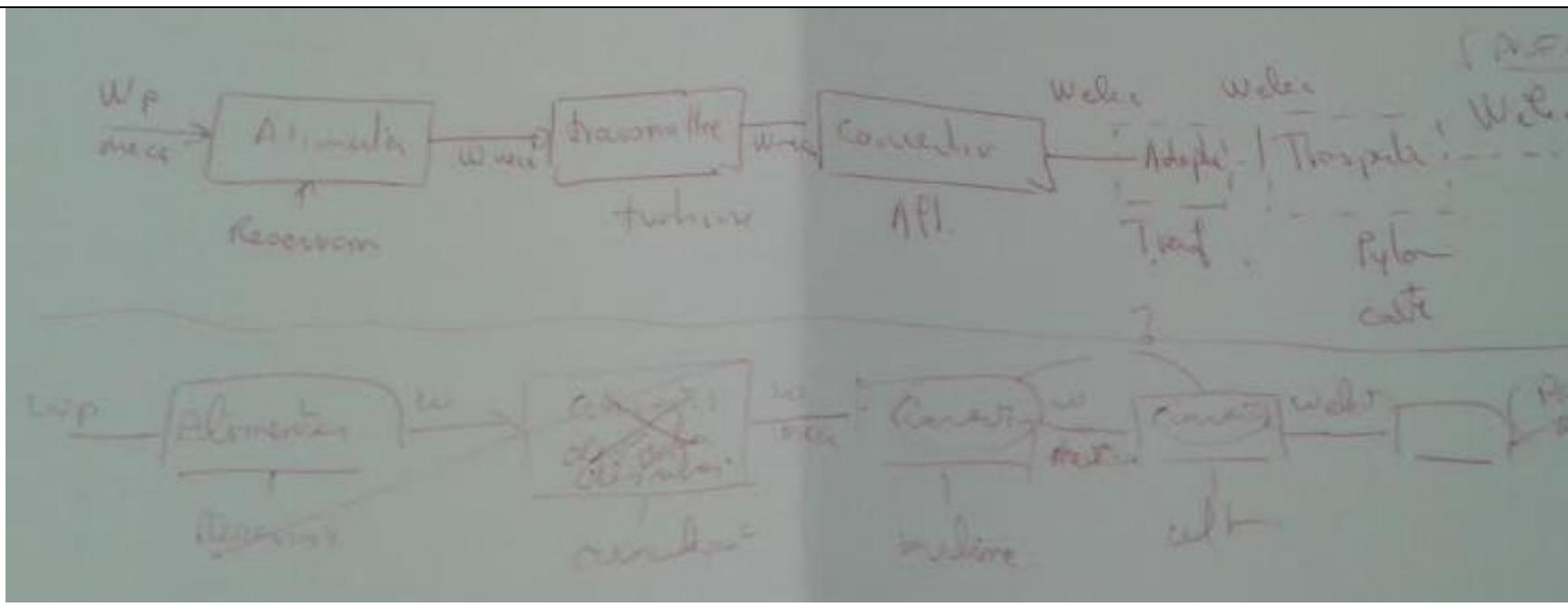


Tableau 84 : simulation croisée n°4

M) Tableaux d'analyse des simulations (Données linéaires par spécialités)

S1	IN	Demande	S1	IN	Demande	S1	IN	Expressif	S1	IN	EDI
S1	IN	Demande	S1	IN	Demande	S1	IN	EDI	S1	IN	EDI
S1	IN	Demande	S1	IN	Demande	S1	IN	EDI	S1	IN	EDI
S1	IN	Demande	S1	IN	Demande	S1	IN	EDI	S1	IN	EDI
S1	IN	Demande	S1	IN	Demande	S1	IN	EDI	S1	IN	EDI
S1	IN	Demande	S1	IN	Demande	S1	IN	EDI	S1	IN	EDI
S1	IN	Demande	S1	IN	Demande	S1	IN	EDI	S1	IN	EDI
S1	IN	Demande	S1	IN	Demande	S1	IN	EDI	S1	IN	EDI
S1	IN	Demande	S1	IN	Demande	S1	IN	EDI	S1	IN	EDI
S1	IN	Demande	S1	IN	Demande	S1	IN	EDI	S1	IN	EDI
S1	IN	Demande	S1	IN	Demande	S1	IN	EDI	S1	IN	EDI
S1	IN	Demande	S1	IN	Demande	S1	IN	EDI	S1	IN	EDI
S1	IN	Demande	S1	IN	Expressif	S1	IN	EDI	S1	IN	EDI
S1	IN	Demande	S1	IN	Expressif	S1	IN	EDI	S1	IN	EDI
S1	IN	Demande	S1	IN	Expressif	S1	IN	EDI	S1	IN	EDI
S1	IN	Demande	S1	IN	Expressif	S1	IN	EDI	S1	IN	EDI
S1	IN	Demande	S1	IN	Expressif	S1	IN	EDI	S1	IN	EDI
S1	IN	Demande	S1	IN	Expressif	S1	IN	EDI	S1	IN	EDI
S1	IN	Demande	S1	IN	Expressif	S1	IN	EDI	S1	IN	Reformulation
S1	IN	Demande	S1	IN	Expressif	S1	IN	EDI	S1	IN	Reformulation
S1	IN	Demande	S1	IN	Expressif	S1	IN	EDI	S1	IN	Reformulation

S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	EDI
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	EDI
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	EDI
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S2	IN	Reformulation	S3	IM s	EDI
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S2	IN	Reformulation	S3	IM s	EDI
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	Demande	S3	IM s	EDI
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	Demande	S3	IM s	EDI
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	Demande	S3	IM s	EDI
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	Demande	S3	IM s	EDI
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	Demande	S3	IM s	EDI
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	Demande	S3	IM s	EDI
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	Demande	S3	IM s	EDI
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	Demande	S3	IM s	EDI
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	Demande	S3	IM	Demande
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	Demande	S3	IM	Demande
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	Expressif	S3	IM	Demande
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	Expressif	S3	IM	Demande
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	Expressif	S3	IM	Demande
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	EDI	S3	IM	Demande
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	EDI	S3	IM	Demande
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	EDI	S3	IM	Demande
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	EDI	S3	IM	Demande
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	EDI	S3	IM	Demande
S2	IN	EDI	S2	IN	EDI	S3	IM s	EDI	S3	IM	Expressif

S4	EE	EDI	S4	IM	Demande	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI
S4	EE	EDI	S4	IM	Demande	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI
S4	EE	EDI	S4	IM	Demande	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI
S4	EE	EDI	S4	IM	Demande	S4	IM	Expressif	S4	IM	EDI
S4	EE	EDI	S4	IM	Demande	S4	IM	Expressif	S4	IM	EDI
S4	EE	EDI	S4	IM	Demande	S4	IM	Expressif	S4	IM	EDI
S4	EE	EDI	S4	IM	Demande	S4	IM	Expressif	S4	IM	EDI
S4	EE	EDI	S4	IM	Demande	S4	IM	Expressif	S4	IM	EDI
S4	EE	EDI	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI	S4	IM	EDI
S4	EE	EDI	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI	S4	IM	EDI
S4	EE	EDI	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI	S4	IM	EDI
S4	EE	EDI	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI	S4	IM	EDI
S4	EE	Reformulation	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI	S4	IM	EDI
S4	EE	Reformulation	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI	S4	IM	EDI
S4	EE	Reformulation	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI	S4	IM	EDI
S4	EE	Reformulation	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI	S4	IM	EDI
S4	EE	Reformulation	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI	S4	IM	EDI
S4	EE	Reformulation	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI	S4	IM	EDI
S4	IM	Demande	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI	S4	IM	EDI
S4	IM	Demande	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI	S4	IM	EDI
S4	IM	Demande	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI	S4	IM	EDI
S4	IM	Demande	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI	S4	IM	EDI
S4	IM	Demande	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI	S4	IM	EDI
S4	IM	Demande	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI	S4	IM	EDI
S4	IM	Demande	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI	S4	IM	EDI
S4	IM	Demande	S4	IM	Demande	S4	IM	EDI	S4	IM	EDI

N) Tableau de référencement des débuts et des fins de séquences de simulation

Référence de la séquence	Tours de paroles		Initiative		Commentaire
	Début	Fin	Ouverture	Fermeture	
S1_Rep01a	TP2	TP19d	S1_IM	S1_IN	La séquence commence par la lecture de la consigne par S1_IN (TP1).
S1_Rep01b	TP20	TP30b	S1_IM	S1_IM	/
S1_Rep02a	TP31b	TP35	S1_IN	S1_IN	La séquence commence par la lecture de la consigne par S1_IN (TP31a).
S1_Rep02b	TP36	TP40	S1_IN	S1_IM	/
S1_Rep03	TP41b	TP49	S1_IN	S1_IN	La séquence commence par la lecture de la consigne par S1_IN (TP41a).
S1_Rep04a1	TP50c	TP60	S1_IN	S1_IN	La séquence commence par la lecture de la consigne par S1_IN (TP50a).
S1_Rep04a2	TP61a	TP63	S1_IM	S1_IM	/
S1_Rep04b1	TP64	TP67b	S1_IM	S1_IN	/
S1_Rep04b2	TP68b	TP68b	S1_IN	S1_IN	La séquence commence par la lecture de la consigne par S1_IN (TP68a).
S1_Rep04c1	TP69	TP70b	S1_IM	S1_IN	/
S1_Rep04c2	TP71	TP71	S1_IN	S1_IN	/
S1_Rep04d1	TP72c	TP73d	S1_IN	S1_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S1_IN (TP72a et TP72b).
S1_Rep04d2	/	/	/	/	La validation de la séquence se passe sans parole.
S1_Rep04e1	TP74	TP84	S1_IN	S1_IN	/
S1_Rep04e2	TP85b	TP87	S1_IN	S1_IN	La séquence commence par la lecture de la consigne par S1_IN (TP85a).

S1_Rep04f1	TP88c	TP90	S1_IN	S1_IN	La séquence commence par la lecture de la consigne par S1_IN (TP88a et TP88b).
S1_Rep04f2	TP91	TP92	S1_IM	S1_IN	/
S1_Rep05	TP93b	TP112f	S1_IN	S1_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S1_IN (TP93a).
S1_Rep06	TP113	TP146	S1_IN	S1_IM	/

Tableau 86 : référencement des initiatives d'ouverture et de fermeture des séquences lors de la simulation n°1

Référence de la séquence	Tours de paroles		Initiative		Commentaire
	Début	Fin	Ouverture	Fermeture	
S2_Rep01a	TP2	TP7	S2_IN	S2_IN	La séquence commence par la lecture de la consigne par S2_IN (TP1a et TP1b).
S2_Rep01b	TP8	TP20b	S2_IN	S2_IN	/
S2_Rep02a	TP21	TP33b	S2_EE	S2_EE	/
S2_Rep02b	TP34a	TP35b	S2_IN	S2_EE	/
S2_Rep03	TP36b	TP57b	S2_IN	S2_EE	La séquence commence par la lecture de la consigne par S2_IN (TP36a).
S2_Rep04a1	TP58	TP71	S2_IN	S2_EE	/
S2_Rep04a2	/	/	/	/	La validation de la séquence se passe sans parole.
S2_Rep04b1	TP72	TP77	S2_IN	S2_EE	/
S2_Rep04b2	TP78a	TP83	S2_IN	S2_EE	/
S2_Rep04c1	TP84	TP98	S2_EE	S2_EE	/
S2_Rep04c2	TP99	TP99	S2_IN	S2_IN	/
S2_Rep04d1	TP100c	TP110b	S2_EE	S2_EE	La séquence commence par la lecture de la consigne par S2_EE (TP100a et TP100b).
S2_Rep04d2	TP111	TP112	S2_IN	S2_EE	/
S2_Rep04e1	TP117a	TP117b	S2_IN	S2_IN	/
S2_Rep04e2	TP118a	TP121b	S2_EE	S2_IN	/
S2_Rep04f1	TP122	TP134	S2_EE	S2_EE	/
S2_Rep04f2	TP135	TP135	S2_EE	S2_EE	/
S2_Rep05	TP136	TP139	S2_EE	S2_IN	/
S2_Rep06	TP140a	TP167	S2_EE	S2_IN	/

Tableau 87 : référencement des initiatives d'ouverture et de fermeture des séquences lors de la simulation n°2

Référence de la séquence	Tours de paroles		Initiative		Commentaire
	Début	Fin	Ouverture	Fermeture	
S3_Rep01a	TP1b	TP3c	S3_IM	S3_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S3_IM (TP1a).
S3_Rep01b	TP5	TP11b	S3_IM	S3_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S3_IMs (TP4).
S3_Rep02a	TP13	TP24	S3_IMs	S3_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S3_IMs (TP12, TP12a, TP12b).
S3_Rep02b	TP25	TP34	S3_IM	S3_IMs	/
S3_Rep03	TP35b	TP40	S3_IM	S3_IMs	La séquence commence par la lecture de la consigne par S3_IM (TP35a).
S3_Rep04a1	TP41a	TP54	S3_IM	S3_IMs	/
S3_Rep04a2	TP55c	TP58	S3_IM	S3_IMs	La séquence commence par la lecture de la consigne par S3_IM (TP55a, TP55b).
S3_Rep04b1	TP59b	TP64	S3_IM	S3_IMs	La séquence commence par la lecture de la consigne par S3_IM (TP39a).
S3_Rep04b2	TP65a	TP69	S3_IM	S3_IM	/
S3_Rep04c1	TP70	TP79d	S3_IMs	S3_IM	/
S3_Rep04c2	TP80b	TP82e	S3_IM	S3_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S3_IM (TP80a).
S3_Rep04d1	TP83b	TP95b	S3_IM	S3_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S3_IM (TP83a).
S3_Rep04d2	TP97	TP104b	S3_IMs	S3_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S3_IM (TP96).

S3_Rep04e1	TP106	TP113d	S3_IMs	S3_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S3_IM (TP105a, TP105b).
S3_Rep04e2	TP114b	TP118b	S3_IM	S3_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S3_IM (TP114a).
S3_Rep04f1	TP119c	TP125b	S3_IM	S3_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S3_IM (TP119a, TP119b).
S3_Rep04f2	TP129	TP130	S3_IM	S3_IM	/
S3_Rep05	TP132	TP141	S3_IMs	S3_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S3_IM (TP131).
S3_Rep06	TP144c	TP144g	S3_IM	S3_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S3_IM (TP144a, TP144b).

Tableau 88 : référencement des initiatives d'ouverture et de fermeture des séquences lors de la simulation n°3

Référence de la séquence	Tours de paroles		Initiative		Commentaire
	Début	Fin	Ouverture	Fermeture	
S4_Rep01a	TP1b	TP9c	S4_IM	S4_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S4_IM (TP1a).
S4_Rep01b	TP10	TP36c	S4_IM	S4_IM	/
S4_Rep02a	TP38	TP45b	S4_IM	S4_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S4_EE (TP37).
S4_Rep02b	TP46b	TP63b	S4_EE	S4_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S4_EE (TP46a).
S4_Rep03	TP65a	TP84	S4_EE	S4_EE	La séquence commence par la lecture de la consigne par S4_IM (TP64).
S4_Rep04a1	TP86	TP125b	S4_EE	S4_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S4_IM (TP85a, TP85b, TP85c).
S4_Rep04a2	TP126b	TP181	S4_EE	S4_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S4_EE (TP126a).
S4_Rep04b1	TP184	TP193b	S4_EE	S4_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S4_EE (TP182).
S4_Rep04b2	TP194	TP230	S4_EE	S4_EE	/
S4_Rep04c1	TP231	TP276	S4_EE	S4_IM	/
S4_Rep04c2	TP277b	TP289	S4_EE	S4_EE	La séquence commence par la lecture de la consigne par S4_EE (TP277a).
S4_Rep04d1	TP290b	TP300	S4_IM	S4_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S4_IM (TP290a).
S4_Rep04d2	TP301	TP331b	S4_EE	S4_EE	/

S4_Rep04e1	TP332c	TP340	S4_IM	S4_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S4_IM (TP332a et 332b).
S4_Rep04e2	TP341	TP316b	S4_EE	S4_IM	/
S4_Rep04f1	TP347b	TP361	S4_IM	S4_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S4_IM (TP347a).
S4_Rep04f2	TP363	TP363	S4_EE	S4_EE	La séquence commence par la lecture de la consigne par S4_IM (TP362a, TP362b).
S4_Rep05	TP365b	TP377	S4_IM	S4_IM	La séquence commence par la lecture de la consigne par S4_EE (TP364).
S4_Rep06	TP379	TP453	S4_EE	S4_EE	La séquence commence par la lecture de la consigne par S4_IM (TP378).

Tableau 89 : référencement des initiatives d'ouverture et de fermeture des séquences lors de la simulation n°4

Titre : L'enseignement technologique transversal chez les enseignants de Sciences de l'Ingénieur issus de différentes spécialités : Etude de cas à propos du concept d'énergie

Résumé : Cette recherche se base sur l'établissement de différents critères de flexibilité professionnelle lors du changement de prescription en 2011 par les enseignants de Sciences Industrielles de l'Ingénieur et sur la comparaison des méthodes de modélisation de l'énergie entre la Technologie et les Sciences Physiques. La méthodologie utilisée dans la thèse est basée sur l'analyse de cinq types de données d'analyse : le recueil des difficultés à enseigner des savoirs spécifiques, le recueil des difficultés spécifiques à l'enseignement de l'ETT et les raisons de ces difficultés, des enregistrements des interactions entre les enseignants et les modélisations des enseignants lors d'une simulation de séance, le recueil des difficultés de compréhension des savoirs relatifs à l'énergie des élèves et le recueil des difficultés potentielles en ETT des élèves. Les résultats montrent que les enseignants ne déclarent pas les mêmes niveaux de difficultés pour enseigner l'énergie en fonction de leur spécialité. Les élèves de STI2D déclarent des niveaux de difficultés variables vis-à-vis de l'apprentissage de l'énergie en ETT.

Mots-clés :

- Enseignement technologique;
- Analyse fonctionnelle ;
- Modèle énergétique ;
- Simulation par ordinateur.

Title : Technological education with different specialties of engineering science teachers: case study on the concept of energy

Abstract : This research focuses on the setting of different flexibility's criteria established by engineering science teachers (task's acceptance, motivation, utility perceived ...) and on the comparison of methods of modeling energy between Technology and Physics. The methodology used is based on the analysis of five types of data: the collection of difficulties to teach some knowledge, the collection of difficulties specific to energy teaching, some records of interactions between teachers during a classroom simulation, the collection of students' difficulties in terms of energy concepts and the collection of potential difficulties in technological education. The results show that the teachers don't report the same levels of difficulty for teaching energy according to their specialty as the students who report varying levels of difficulty to understand energy.

Keywords :

- Technological education ;
- Functional analysis ;
- Energy models ;
- Computer simulation.

UNIVERSITE CLERMONT AUVERGNE
UFR LETTRES, CULTURES ET SCIENCES HUMAINES
49 bd François Mitterrand,
63001 Clermont-Ferrand

Laboratoire ACTé
ESPE Clermont-Auvergne
36 avenue Jean-Jaurès CS 20001
63407 Chamalières Cedex