

Initiation à l'approche systémique dans un cours de « Développement durable et territoires » d'une majeure Energie & Environnement dans une école d'ingénieur·e·s généraliste

Agathe PEYRE, Kohereco, formatrice indépendante au développement durable, agathe.peyre@gmail.com

Anthony DELALOY, Papillon conseil et Formation, formateur indépendant au développement durable, adelaloy@ntymail.com

1. Contexte

L'EPF est une école d'ingénierie généraliste, historiquement féminine, mixte depuis 1994, mais présentant encore une part de jeunes femmes plus importante que dans les formations d'ingénieurs classiques. C'est une école privée, dont le diplôme est reconnu par la Commission des Titres de l'Ingénieur, avec un recrutement majoritairement post bac.

Pour le lancement de sa Majeure Energie Environnement, l'EPF, école d'ingénieur·e·s généraliste a souhaité mettre en place un module de cours intitulé « Géopolitique, développement durable et territoires ». Pour cela, l'équipe pédagogique a missionné trois intervenants extérieurs à l'école, tous trois issus de l'EPF, afin de concevoir ce module : Agathe Peyre (Promotion 2015), consultante indépendante en formation au développement durable, Clarisse Dulac (Promotion 2016), chargée de projets et coordonnatrice formation à Enercoop LR, Anthony Delaloy (Promotion 2001), formateur consultant indépendant en management de projet et développement durable. En outre de leurs activités professionnelles, les trois enseignants présentent une sensibilité commune tant à l'action collective qu'à l'approche systémique de par leurs nombreuses activités bénévoles et militantes sur les thèmes de la transition écologique et sociétale.

La liberté donnée aux enseignants dans la conception du module les a incité à proposer un dispositif pédagogique relevant d'une approche environmentaliste et systémique du développement durable qui s'entend comme développement humain écologiquement durable (Boutaud, 2005). Pour ce faire, le dispositif a été construit avec une volonté forte d'interactivité avec les étudiants en alliant différents outils de pédagogie active et issus de l'éducation populaire : cartes heuristiques, jeu de la ficelle - outil de sensibilisation porté par deux associations belges d'éducation à la citoyenneté et à la solidarité internationale Quinoa et Rencontre des Continents (Peyre & Durrieu, 2019), ainsi qu'une alternance entre des apports théoriques et méthodologiques pour une mise en pratique immédiate sur une étude de cas choisie par les étudiants.

L'intention de ce dispositif était d'initier les étudiants à la notion de systémique afin de leur permettre de se représenter les liens et interactions existant au sein d'un système afin qu'ils soient plus à même à prendre des décisions dans un écosystème complexe (Rosnay, 1975 ; Rossignol, 2018). Du fait de l'effort actuel de l'enseignement supérieur à mettre en place une approche compétences au sein des formations, ainsi que le titre du module « Géopolitique, développement durable et territoires » choisi par l'équipe pédagogique de l'EPF, les objectifs pédagogiques fixés par les enseignants ont portés sur le développement de compétences relatives à l'analyse « des interdépendances spatiales, sociales et écologiques » (Etienne, 2010, p.106) et de l'appréhension de la complexité de contextes socio-économiques (Etienne, 2010) et de conflits d'intérêts entre acteurs.

La notion de compétence est ici entendue au sens de Le Boterf comme l'ensemble des savoirs, savoirs-faire, savoirs-être permettant à l'individu d'agir dans une situation donnée (Leboterf, 1994). Afin de rendre capable les étudiants, ou au moins entamer un processus de développement de compétences relatives à l'approche systémique, il a été choisi de s'inspirer de la méthode de modélisation d'accompagnement ARDI (Acteurs Ressources Dynamiques Interactions). C'est une méthode développée par Michel Etienne de l'INRA-SAD Avignon dans le cadre de l'association Comnod – Companion Modelling, qui vise à co-construire un modèle conceptuel pour accompagner les acteurs d'un même territoire à prendre des décisions sur les ressources naturelles renouvelables du territoire. Grâce à la représentation systémique du fonctionnement d'un territoire que cette méthode permet, la préparation à l'action dans un environnement perçu comme complexe est rendue possible.

Le dispositif a été déployé pour la première fois entre septembre et décembre 2018 auprès de trois groupes totalisant 70 étudiants de dernière année d'école d'ingénieurs (niveau Master 2). Un des groupes (26 étudiants) a suivi les cours en langue anglaise. Le tableau 1 montre comment les cours ont été organisés sur les 30 heures prévues : 3 parties jalonnées de 4 livrables.

Tableau 1 : Organisation du module “Géopolitique, développement durable et territoires” pour la promotion EPF 2019

Introduction au module : présentation et clarification des attentes et objectifs
<p>1. Représentations du développement durable sur 6.5h décomposées en :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Apport méthodologique : application des cartes mentale et conceptuelle pour la définition de la conception du développement durable (DD) de chaque étudiant et la constitution des groupes de travail pour les études de cas <p><i>→ Livrable : une carte conceptuelle par groupe sur le développement durable</i></p> <ul style="list-style-type: none"> b. Apport théorique : Connaître les notions principales du DD : les 4 piliers, les ODD, chronologie de la prise de conscience, courants (soutenabilité faible et forte), les grands mécanismes (paradoxe de Jevons/effet rebond, obsolescence programmée, concept de déchet, anthropocène, risques , résilience, irréversibilité.....) c. Etude de cas : définition du contexte et de la problématique devant délimiter l'étude de cas
<p>2. Parties prenantes et enjeux à différentes échelles sur 12h décomposées en :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Apport méthodologique : présentation de la méthodologie cARDI b. Apport théorique : Connaître les leviers d'actions des différentes parties prenantes : du macro au micro: ONU, UE, État Français, Collectivités territoriales, entreprises privées (RSE), société civile et citoyens c. Etude de cas : définition des acteurs et des ressources impliqués dans la problématique <p><i>→ Livrable : des fiches définissant les caractéristiques des acteurs et ressources</i></p>
<p>3. Jeux d'acteurs et enjeux de gouvernance sur 7.5h décomposées en :</p>

<ul style="list-style-type: none"> a. Apport méthodologique : participer et animer un jeu de la ficelle sur l'étude de cas b. Apport théorique : Comprendre les jeux d'acteurs et les enjeux de gouvernance : de la concertation réglementaire à la participation citoyenne c. Etude de cas : définition des dynamiques et des interactions
<p>Soutenance, bilan et clôture sur 3h</p> <p>→ <u>Livrables</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>un diagramme final cARDI montrant les interactions,</u> - <u>une soutenance orale pour présenter le résultat des travaux et le processus d'élaboration (dans un objectif de développement de la réflexivité).</u>

La méthode ARDI du Commod a été adaptée afin de l'appliquer à n'importe quelle étude de cas réel ayant lieu en France ou à l'international traitant de projets multi-acteurs autour de la gestion de ressources renouvelables ou non et relevant de controverses (Tableau 2). Il était important pour les enseignants de proposer une diversité de sujets possibles en intégrant les différents piliers et enjeux du développement durable. Ainsi des sujets pouvaient porter à la fois sur l'utilisation de ressources naturelles dans l'intérêt d'acteurs économiques mais aussi sur d'autres types de ressources telles que les données personnelles qui peuvent être utilisées pour leur valeur financière et politique. Par ailleurs, la compréhension du développement durable par les étudiants a pu être élargie par des études de cas portant sur la notion de travail (pilier social), de réglementation (pilier gouvernance), de monnaie locale (pilier économie et culture), et de relations diplomatiques entre pays (pilier gouvernance).

Tableau 2 : Exemples des études de cas choisies par les étudiants

<ul style="list-style-type: none"> ● Les études de cas étaient très diverses comme le montre les exemples suivants :
<ul style="list-style-type: none"> ○ La Mine d'or en Guyane
<ul style="list-style-type: none"> ○ Les projets d'éolien offshore en Occitanie
<ul style="list-style-type: none"> ○ La monnaie locale basque 'Eusko'
<ul style="list-style-type: none"> ○ L'utilisation d'eau par Coca-Cola en Inde
<ul style="list-style-type: none"> ○ L'impact de la répartition des réserves de gaz naturel sur les relations diplomatiques internationales
<ul style="list-style-type: none"> ○ L'éolien Offshore en Europe
<ul style="list-style-type: none"> ○ L'achat de terres agricoles par la Chine en Afrique
<ul style="list-style-type: none"> ○ L'industrie textile au Bangladesh et la réglementation du travail

Dans le module et dans le présent article est appelé « système » tout « ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisé en fonction d'un but » comme le définit De Rosnay en

1975. Au-delà des caractéristiques intrinsèques des acteurs et ressources, les interactions entre les protagonistes et éléments de l'étude de cas, ou du système à étudier, prennent forme dans un certain contexte (Rossignol, 2018). C'est pour mieux accompagner les étudiants dans la délimitation du contexte et de la problématique de leur étude que la méthode proposée aux étudiants a été renommée cARDI. La figure 1 montre les différentes étapes de réalisation du diagramme conceptuel dit diagramme cARDI qui était attendu pour la fin du module.

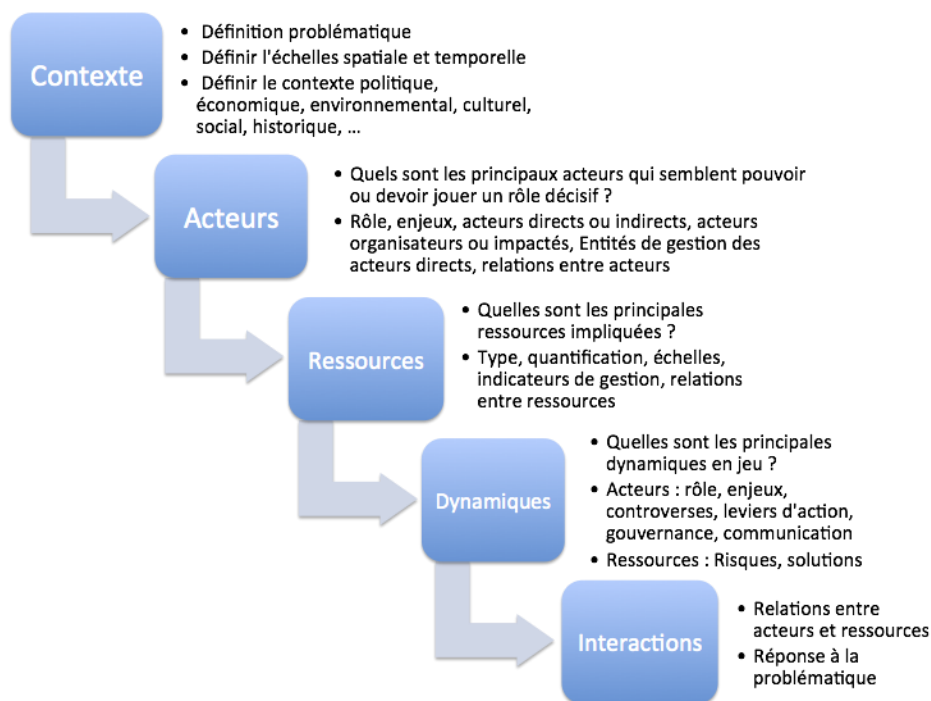


Figure 1 : Détails des étapes d'un diagramme cARDI conçu pour le module

2. Problématique et méthodologie

Les travaux attendus étant des tâches complexes recoupant des capacités à contextualiser, reformuler un problème, identifier les acteurs et ressources impliqués et analyser les interactions existantes, il était primordial d'encadrer l'évaluation des livrables, et donc du module, afin de réduire la difficulté de l'évaluation. L'évaluation étant partagée par trois enseignants, il s'agissait également de limiter les écarts et les incohérences. Ainsi un soin particulier a été porté aux modalités d'évaluation des livrables des étudiants par l'élaboration de grilles critériées dites à « échelle descriptive analytique » (Côté & Tardif, 2011).

Après le lancement de ce module mixte et dynamique « Géopolitique, développement durable et territoires » en 2018 à l'EPF, nous cherchons à évaluer la pertinence du déroulé pédagogique et des attentes fixées. Ce module permet-il le développement de compétences relatives à la définition et l'analyse d'une problématique par une approche systémique ?

Le livrable le plus conséquent et le plus riche en termes d'éléments observables pour l'évaluation de telles compétences était le diagramme cARDI rendu par les étudiants en fin de module. La grille d'évaluation prévue pour l'évaluation de ce livrable a été mise en lien avec les briques de la compétence Systémique du guide « Compétences Développement durable et Responsabilité Sociétale (DDRS) » de la CPU, de la CGE et du REUNIFEDD.

Le présent article vise à exposer les résultats de l'évaluation des diagrammes cARDI réalisés par les étudiants afin de faire apparaître des tendances sur l'atteinte des différentes briques relatives à la compétence Systémique et ainsi conclure sur les pistes d'amélioration du dispositif pour les promotions suivantes.

« La systémique est à la fois une méthode et un état d'esprit, un savoir et une pratique ce qui permet l'étude de la complexité: celle des organismes vivants, des sociétés humaines, celle des artefacts conçus par les hommes (qu'ils soient d'ordre techniques, organisationnels, économiques ou sociaux). La systémique convoque tous les champs disciplinaires sans exception. » (CPU & CGE & RéUniFEDD, 2017, p.7)

L'analyse se fera à partir des résultats des évaluations des deux groupes ayant suivi le module en français, soit 54 étudiants, afin de limiter les différences de résultats dues au facteur linguistique.

3. Résultats

3.1. Une grille limitant la subjectivité

La grille permettant l'évaluation des diagrammes cARDI est à échelle descriptive analytique sur 2 ou 3 échelons. Une telle grille garantit une facilité pour l'évaluateur et une meilleure lisibilité des attentes pour l'étudiant car elle décrit précisément le niveau de qualité vers lequel tendre pour chaque élément observable attendu (Durand & Chouinard, 2006). La grille a été distribuée aux étudiants au cours du module afin de les informer au mieux sur les attentes pour le livrable du diagramme final. Un premier résultat sur l'utilisation des grilles à échelles descriptives pour ce module est le faible écart-type obtenu pour les différents livrables (tableau 3). Ceci montre que malgré la présence de trois évaluateurs, qui se sont répartis les neuf groupes à évaluer, la grille a permis, en donnant lieu à une plus grande fidélité comme il est dit de ce genre de grille (Côté & Tardif, 2011), de limiter la subjectivité de l'évaluation. Par ailleurs, le fait que les groupes d'étudiants aient obtenu des résultats relativement homogènes illustre la capacité des enseignants à guider l'ensemble des différents groupes vers les mêmes niveaux de développement de compétences.

Tableau 3 : Ecart-types des notes sur les différents livrables

Total	Cartes conceptuelles de groupe	Fiches sur les acteurs et les ressources	Diagramme cARDI final	Soutenance orale
1,64	2,95	1,55	2,76	1,40

3.2. Analyse des données de l'évaluation par la grille

Afin d'analyser les données de l'évaluation, cinq briques de la compétence Systémique ont été identifiées en lien avec les différentes étapes de construction et d'analyse d'un diagramme cARDI. Elles appartiennent à 3 des 5 dimensions du guide des compétences DDRS :

- Dimension « Identifier les ressources personnelles et contextuelles à mobiliser »
- Dimension « Analyser pour comprendre »
- Dimension « Se positionner, proposer et arbitrer »

Le tableau 4 reprend les briques sélectionnées et les éléments de la grille d'évaluation permettant de répondre à chaque brique. Dans la troisième colonne, les éléments observables sont spécifiés avec la description du niveau le plus haut de l'échelle descriptive et la dernière colonne donne le score obtenu en moyenne par les groupes étudiants lors de l'évaluation.

Tableau 4 : Eléments observables du diagramme cARDI d'après les briques de la compétence DDRS systémique

	Brique de la compétence DDRS Systémique	Critères d'évaluation	Niveau le plus élevé de l'échelle descriptive	Score moyen des groupes
1	« Identifier les aspects structurels du système étudié (les éléments, les limites ou frontières possibles du système, des sous-systèmes, les interactions entre ces derniers, ses interactions avec d'autres systèmes, avec son environnement et les stocks ou réservoirs qui le composent) »	<i>Contexte</i>	L'élément de contexte est détaillé et est mis en lien avec le reste du diagramme	83%
		<i>Ressources : Identification</i>	Les ressources sont nommées et différenciées 'la ressource en bois', 'les employé·e·s', 'les investissements',...	89%
		<i>Interactions : Identification</i>	Les interactions sont définies entre acteurs et ressources, entre les acteurs et entre les ressources	89%
2	« Identifier les aspects fonctionnels du système étudié (les flux, les centres de décision, les processus de décision, les acteurs) »	<i>Acteurs : Identification</i>	Tous les acteurs sont nommés et différenciés 'les gens pensant ceci', 'les gens avec tel opinion', 'le politicien X', 'la politicienne Y', l'ONU, le GIEC, ...	81%
		<i>Dynamique : Identification des processus acteurs</i>	Les processus dans lesquels sont impliquées chaque acteur sont nommés	94%
		<i>Dynamique : Identification des processus ressources</i>	Les processus dans lesquels sont impliquées chaque ressource sont nommés	89%
3	« Reformuler les problèmes dans une vision globale »	<i>Problématisation</i>	La question de départ est reformulée et de nouvelles questions apparaissent	56%
		<i>Dynamiques : Lien avec la problématique</i>	Le lien est clarifié et quantifié	85%

4	« Développer une approche multicritère pour appréhender le caractère systémique »	<i>Acteurs : Rôle</i>	Le rôle concret et opérationnel des acteurs est clairement détaillé	67%
		<i>Acteurs : Echelle</i>	Le rôle ou enjeu des acteurs est défini sur plusieurs échelles	52%
		<i>Acteurs : Entités de gestion</i>	Les entités gérées sont précisées pour tous les acteurs et sont détaillées (indicateurs, informations, ...)	22%
		<i>Ressources : Caractéristiques</i>	Plus de caractéristiques que ce qui a été demandé apparaissent	74%
		<i>Ressources : Indicateurs de gestion</i>	Les indicateurs sont non seulement précisés mais quantifiés	59%
		<i>Ressources : Echelle</i>	L'échelle à laquelle chaque ressource est présente est précisée	56%
		<i>Dynamiques : Catégorisation</i>	Les dynamiques dans lesquels sont impliquées chaque ressource et acteur sont catégorisés (écologique, sociale, économique, politique, culturelle,...)	100%
		<i>Dynamiques acteurs : Rôle des acteurs dans la dynamique</i>	Le rôle des acteurs dans la dynamique sont détaillés	70%
		<i>Dynamiques acteurs : Enjeux des acteurs dans la dynamique</i>	Les enjeux de chaque acteur sont détaillés	67%
		<i>Dynamiques acteurs : Controverses</i>	Des divergences apparaissent entre les acteurs et au sein d'un même type d'acteurs	56%
		<i>Dynamiques acteurs : Leviers d'action</i>	Les leviers d'actions de quelques acteurs en jeu dans la dynamique sont détaillés et discutés	63%
		<i>Dynamiques acteurs : Gouvernance</i>	Le type de gouvernance au sein de la dynamique est clairement détaillé et discuté	41%
<i>Dynamiques acteurs : Communication</i>	Le type de communication au sein de la dynamique est clairement détaillé et discuté	52%		

		<i>Dynamiques ressources : Risques ressources</i>	Les risques inhérents à chaque ressource sont nommés et détaillés (criticité du risque, explication de l'origine du risque, stratégies de diminution du risque, ...)	74%
		<i>Dynamiques ressources : Solutions et alternatives</i>	Plusieurs solutions existantes en lien avec la dynamique sont évoquées et discutées	59%
5	« Analyser l'ensemble des interactions et en dégager une vision globale »	<i>Acteurs : Caractérisation Directs/Indirects</i>		61%
		<i>Acteurs : Caractérisation Organismes/Impactés</i>		78%
		<i>Acteurs : Relations entre acteurs</i>		81%
		<i>Interactions : Catégorisation</i>	Toutes les interactions sont catégorisées (écologique, sociale, économique, politique, culturelle, ...)	83%
		<i>Interactions : Impacts entre acteurs et ressources</i>	Quantifiés et temporalisés	56%

La première tâche des étudiants pour la réalisation de leur étude selon la méthodologie cARDI était de préciser le contexte et de formuler une question de départ la plus précise possible afin de délimiter le champ de leur étude. Le score sur l'élément « problématisation » est de 56%. Nous avons observé un manque de précision dans les termes et des problématiques portant sur un champ d'analyse souvent trop large comme montré dans les exemples du tableau 5.

Tableau 5 : Exemples de problématiques mal cernées

Etude de cas initiale	Problématique formulée par les étudiants	Commentaires
Les grandes marées noires et la sécurité et la réglementation des transports maritimes d'hydrocarbures	Comment le naufrage de l'Amoco Cadiz a impacté la sécurité, la gestion et les réglementations du transport maritime d'hydrocarbures ?	→ Trop de directions d'analyse à traiter résultant en une analyse confuse et décrivant simplement des conséquences

		→ Manque de distinction entre ce qui relève de la correction (gestion de crise), de la prévention (anticipation et évitement), et de la réglementation (eaux internationales ou françaises)
L'utilisation d'eau par Coca-Cola en Inde	Comment juger les impacts de l'exploitation et l'utilisation de l'eau par Coca en Inde au regard du développement durable ?	→ Manque de précision des termes 'exploitation' 'utilisation' et 'développement durable'

Pour construire le tableau 6, les notes données à chaque critère ont été moyennées pour l'ensemble des groupes étudiants étudiés (voir tableau 4). Les moyennes des éléments ont été à nouveau moyennées par brique.

Tableau 6 : Résultats de l'évaluation des 9 groupes étudiants par brique

	Brique 1 « Identifier les aspects structurels du système étudié »	Brique 2 « Identifier les aspects fonctionnels du système étudié »	Brique 3 « Reformuler les problèmes dans une vision globale »	Brique 4 « Développer une approche multicritère pour appréhender le caractère systémique »	Brique 5 « Analyser l'ensemble des interactions et en dégager une vision globale »
Moyenne des scores	88%	87%	70%	53%	71%
Nombre d'éléments observés par la grille	4	3	2	16	5

Les briques 1 et 2 représentent des capacités à identifier des éléments structurels (contexte, ressources et interactions) et fonctionnels (acteurs et dynamiques) (voir tableau 4). Nous observons de meilleurs scores sur ces deux briques que sur les briques 3, 4 et 5 qui relèvent des dimensions « Analyser pour comprendre » et « Se positionner, proposer, arbitrer » de la compétence Systémique du guide des compétences DDRS. Nous comprenons qu'au cours de cette expérimentation, les étudiants ont montré plus d'aisance à identifier et décrire les caractéristiques qu'à proposer une analyse de leur étude de cas.

Les difficultés à problématiser et donc à « reformuler les problèmes dans une vision globale » (brique 3) ressortent inévitablement sur le développement de l'approche multicritère (brique

4) et sur l'analyse des interactions (brique 5). En effet, comme l'explique Etienne dans l'ouvrage décrivant la notion de modélisation d'accompagnement en appui au développement durable, « une définition imprécise du périmètre de la problématique et de l'étude » (Etienne, 2010, p.106) explique parfois la difficulté à représenter et analyser des actions et décisions selon différentes échelles spatiales et suivant différents acteurs. Nous avons pu observer qu'une problématique cernée de façon floue menait systématiquement à une analyse souvent restée au stade de la description du problème. Par ailleurs, bien que les scores sont élevés concernant la contextualisation (83%), il a fallu fortement insister auprès des étudiants pour que le contexte soit détaillé et en lien avec la problématique formulée. Des efforts ont donc été faits et récompensés, mais la contextualisation restait très souvent partielle. Ceci rejoint également les difficultés relevées par Etienne, quant à la difficulté à se référer aux « contextes socio-économiques des systèmes sociaux et écologiques » (Etienne, 2010, p.106) qui sont éminemment complexes de par l'imprécision de leurs limites spatio-temporelles. Bien que tous les groupes ont bien délimité une échelle temporelle et spatiale pour leur analyse comme il leur a été demandé, les problématiques formulées se réfèrent bien souvent à une thématique et donc un contexte trop large ou à de simples mots-clés. Cette confusion de départ explique en grande partie pourquoi les étudiants ont très peu construit une analyse en vue de la formulation d'une réponse à la problématique ou d'un positionnement.

Les manquements à la problématisation initiale peuvent s'expliquer par un manque de compréhension de ce que problématiser veut dire et de l'intérêt de restreindre le champ de l'analyse. L'exercice de l'approche multicritère, et donc de la mise en lien pour développer une compréhension globale d'un phénomène ou d'un cas, est relativement nouveau pour ces étudiants. Bercés dans un cursus académique qui a pu être plus porté par une approche analytique qui tend vers une analyse distincte d'éléments d'un même système sans considérer leurs interdépendances (Rossignol, 2018), les étudiants ont eu des difficultés à analyser leur étude de cas au travers de la question formulée. Il a fallu rappeler de nombreuses fois que les éléments décrits dans leurs livrables doivent avoir un lien justifié avec la problématique. A cela s'ajoute des niveaux hétérogènes quant à la description des processus dynamiques qui animent les acteurs ou la formulation des enjeux des acteurs, qui bien souvent ont été confondus avec le rôle des acteurs.

La grande différence de score entre les briques 3 et 5 et la brique 4 peut s'expliquer par le nombre d'éléments à observer qui diffèrent grandement : 2 et 5 éléments à observer respectivement pour les briques 3 et 5 et 16 pour la brique 4. Nous pouvons nous focaliser sur la brique 4 « Développer une approche multicritère pour appréhender le caractère systémique » qui par son nombre de critères est plus représentative du niveau des étudiants que les autres briques. Dans cette brique, les critères ayant eu les moins bons scores sont Entités de gestion (22%), Gouvernance (41%) et Solutions et alternatives (22%).

Les entités de gestion étaient à identifier pour les acteurs impliqués dans la problématique étudiée. Il s'agit d'une entité spatiale (ou non) sur laquelle un acteur raisonne ses décisions de gestion du territoire : une partie de ressource, la forme qu'une ressource peut prendre ou une partie d'un acteur qui est géré par un autre acteur. Dans le diagramme ARDI de Michel Etienne, ces entités sont utiles à la construction d'une simulation numérique de la réalité afin de construire les interactions entre les éléments liés au fonctionnement du système analysé. Les étudiants devaient se servir de ces caractéristiques afin de pouvoir analyser le type d'interaction reliant des acteurs entre eux ou entre des acteurs et des ressources. Cette notion

a été très peu comprise probablement par l'absence de suivi étant donné que le diagramme ne devait pas être modélisé numériquement faute de temps dans l'emploi du temps.

La notion de gouvernance, notion complexe à définir même pour les professionnels, a été abordée sans doute trop rapidement dans les apports théoriques et les étudiants n'ont soit pas pris le temps de s'interroger sur comment et par qui les décisions sont prises lors de l'analyse des dynamiques soit ils ont répondu à côté : « Il y a comme un bras de fer entre le gouvernement et les ONG » (phrase tirée d'un diagramme cARDI final d'un groupe étudiant) en confondant gouvernance et jeux de pouvoir.

Concernant le critère sur les solutions et les alternatives, la faiblesse du score (22%) peut découler à la fois du manque d'insistance de la part des enseignants à l'attente de détails sur ce point, ou bien le manque d'appétence des étudiants pour imaginer des solutions viables ou des alternatives aux situations étudiées.

4. Discussion des résultats et retour réflexif

Pour expliquer ces difficultés d'analyse, nous pouvons supposer que l'accompagnement à l'analyse a été insuffisant étant donné les capacités initiales des étudiants à analyser une problématique. La nouveauté de la méthode employée a pu rendre difficile pour l'étudiant d'estimer son besoin d'accompagnement pour le développement des compétences visées par le module. Outre certains groupes qui ont saisi les occasions pour poser toutes leurs questions, les étudiants ont eu tendance à ne pas solliciter les enseignants en dehors des cours alors qu'un dispositif de discussion instantanée à distance avait été mis à leur disposition. Seul un groupe sur les neuf a sollicité les enseignants pour avoir un retour sur les diagrammes intermédiaires réalisés en dehors des cours.

Nous pouvons donc discuter d'un manque d'appropriation de la méthode. Beaucoup d'informations ont été données aux étudiants pour les guider au travers de la méthodologie. Les questions à se poser à chaque étape ont été présentées de façon exhaustive sur un document d'aide méthodologique. Ce document a cependant été oublié ou très peu utilisé par les étudiants, certainement du fait d'une quantité importante de support d'informations et un manque d'accompagnement à la lecture du document..

Par ailleurs, les étudiants ont été en totale autonomie quant à la documentation sur leur étude de cas. Pour la plupart, ils ont choisi des sujets pour les découvrir donc ils ont débuté leurs travaux sans aucune connaissance des acteurs, ressources, enjeux, ou interactions impliqués. Le temps nécessaire à se documenter sur une étude de cas afin de permettre une analyse globale et systémique est peut-être trop important comparé au temps alloué pour le module.

Les résultats précédents nous indiquent des pistes d'amélioration possibles et des manquements à tenter de combler tant au niveau de l'étudiant qu'au niveau de l'accompagnement par les enseignants.

En observant avec du recul la grille d'évaluation du diagramme cARDI, nous pouvons constater que les niveaux les plus hauts contiennent souvent des mots relevant plus de la description que de l'analyse : "nommer", "identifier", "caractériser" ou encore "détailler". Ainsi, en informant les étudiants des attentes avec cette grille, il paraît logique que le degré d'analyse attendu n'ait pas été compris. La grille d'évaluation reflétait plus une volonté de respect de la méthodologie par la présence des différents éléments attendus que d'une analyse poussée de la problématique. Il semblerait qu'entre l'élaboration de la grille, réalisée en amont de l'expérimentation, et le moment de l'évaluation les attentes des enseignants aient évolué.

5. Réponse à la problématique

5.1. Le dispositif est-il adéquat pour permettre le développement de la compétence Systémique ?

Au vu de l'évaluation avec la grille, nous avons vu que le développement de la compétence Systémique est certainement partiel. L'expérimentation de ce dispositif pédagogique est une première initiative afin de proposer à l'avenir un accompagnement adéquat à une analyse appropriée et pertinente pour le traitement d'une problématique liée à l'analyse de systèmes sociaux et écologiques. Nous devons garder à l'esprit que la complexité des contextes sociaux et économiques rend difficile l'identification d'un tel niveau d'analyse (Etienne, 2010).

Les étudiants sont pour la plupart restés dans une description de la problématique, souvent biaisée par leurs a priori et leur regard de non-experts, mais nous pouvons discuter de la pertinence du dispositif pédagogique sur d'autres points.

En premier lieu, l'ensemble des groupes d'étudiants (sauf un groupe ayant montré très peu d'implication au cours du module) a obtenu la moyenne à leur diagramme final cARDI. Grâce au travail fourni sur les différents livrables, tous les étudiants ont validé le module suivi.

Rappelons que l'ambition du module était de permettre une initiation à l'approche systémique et non pas de rendre les étudiants experts des études de cas avec la réalisation de diagrammes conceptuels parfaits. Avant de l'avoir abordé dans le module, la notion d'approche systémique était étrangère pour la plupart des étudiants. Rien que le fait d'avoir agrandi leur vocabulaire et donc les avoir éveillés à l'existence d'autres façons de lire la réalité est une réussite en soi.

Les retours des étudiants indiquent un certain enthousiasme à avoir travaillé sur leur étude de cas d'une façon originale et de façon approfondie (tableau 7). Les témoignages des étudiants nous encouragent à poursuivre nos efforts et à améliorer le processus pédagogique proposé afin de limiter une certaine lourdeur de la méthode qui a aussi été relevée.

Tableau 7 : Retours des étudiants sur la méthode cARDI et les sujets

Retours sur la méthode	<ul style="list-style-type: none">- « Apprentissage d'une nouvelle méthode d'analyse qui peut toujours être utile »- « On sort de nos habitudes »- « Apprentissage d'une nouvelle façon de travailler »- « La méthode était très agréable. »- « On en apprend sur le sujet, c'est intéressant. Le rendre sur un diagramme est cependant très long, est-il vraiment pertinent ? »- « Le travail en groupe et la méthode alourdissait l'engouement pour travailler dessus (sur le sujet) par contre. »
Retour sur l'approfondissement des études de cas	<ul style="list-style-type: none">- « Je n'avais jamais été si loin dans cette thématique avant. »- « Le fait de s'attarder réellement et plus longtemps sur la question en faisant nos propres recherches est toujours plus impactant. »

	<ul style="list-style-type: none"> - « Sujet qui était bien plus complexe qu'à première vue. » - « Le fait d'aborder différents sujet liés au développement durable forge la perception et les connaissances en la matière. »
--	---

5.2. Pistes d'amélioration mises en place et envisagées

Le module a à nouveau été expérimenté entre mars et juin 2019 auprès de la promotion suivante et 6 mois en avance sur le cursus que pour la première expérimentation. Pour cette nouvelle édition, les enseignants ont choisi de recentrer les outils pédagogiques au service de l'étude de cas.

- Un nouvel exercice a été mis en place afin de faire discuter les groupes entre eux sur les différentes problématiques. Il s'agit d'un « world café » (outil d'intelligence collective), technique qui permet de confronter les regards autour d'une question. Les étudiants ont pu s'interroger et offrir leur regard novice sur les problématiques des autres groupes. Les premiers retours ont été très positifs : la nouvelle promotion d'étudiants s'est plainte que l'exercice ait été trop court et non réitéré car c'était un vrai gain dans l'analyse que de se confronter au regard des autres.
- Afin de mieux guider la contextualisation, la partie de la grille correspondante a été reformulé comme dans le tableau 8.

Tableau 8 : Début de la grille améliorée pour la deuxième expérimentation du dispositif

Contextualisation	Non traité	Le contexte est peu clair	Le contexte est clair	Le contexte est clair et illustré (graphiques, chronologie, ...)
Contexte/problématique	Non traité	Le lien entre le contexte et la problématique n'est pas clair	Le lien entre le contexte et la problématique est relativement clair	L'élaboration de la problématique est construite en fonction du contexte
Problématisation	Pas de lien entre le diagramme et la question de départ	La question de départ est gardée telle quelle	La question de départ est reformulée par rapport à la compréhension et l'angle d'attaque du sujet	La question de départ est reformulée et de nouvelles questions apparaissent

Les difficultés d'analyse sont restées les mêmes car d'autres améliorations sont à mettre en place :

- Passage d'une grille de 2-3 échelons à 3-4 échelons. Nous envisageons d'ajouter un échelon décrivant le niveau d'analyse attendu.
- Laisser un temps de maturation après la réalisation du diagramme afin d'en tirer une analyse et donc une réponse à la problématique
- Mieux fixer les attentes sur à la fois construire la représentation systémique d'une problématique et son analyse à travers une approche multicritère.

Du point de vue de l'accompagnement, il est envisagé de poursuivre les efforts avec les pistes suivantes :

- Mieux accompagner à la problématisation en donnant des exemples de problématiques bien formulées (titres de thèse) et préciser qu'il doit s'agir d'une question tournée vers l'action ou une prise de décision (comment faire...). Ainsi l'objectif initial d'un diagramme ARDI sera rétabli : permettre la prise de décision par des acteurs impliqués sur un même territoire mais avec des enjeux qui peuvent différer. Ceci indiquera avec plus de clarté qu'une réponse argumentée à la problématique est attendue.
- Améliorer la forme et l'articulation de la théorie avec les études de cas afin que les étudiants puissent construire plus facilement les liens entre leur problématique et les apports théoriques.
- Insister sur les différences de cadres de référence au sein d'un groupe pour forcer la clarification des termes employés.
- Faire établir par les étudiants la liste de questions à se poser afin de permettre une analyse globale et multicritère. Pour l'instant, les questions à se poser leur ont été données de façon exhaustive sur un document d'aide méthodologique. Le manque d'appropriation de la méthode a pu faire que ce document a souvent été oublié ou très peu été utilisé.
- Limiter le nombre d'informations et centraliser de façon claire les supports.

6. Conclusion et ouverture (point de vue des enseignants)

De notre expérience professionnelle et personnelle nous avons eu à faire appel à cette capacité à analyser une problématique dans la perception de sa complexité. De par notre ressenti face à l'état du monde, nous avons pu chacun de notre côté nous interroger sur les raisons des crises planétaires. Nos parcours, lectures et rencontres nous ont fait nous munir d'outils nous permettant de comprendre les origines systémiques des enjeux et donc la nécessité de leur analyse multicritère, multidisciplinaire et contextualisée afin d'apporter un changement de regard voire des solutions. Cette prise de recul et la déconstruction d'un conditionnement, qui pour nous sont devenues nécessaires, nous motivent pour apporter des premières clés aux étudiants.

Cette motivation pose la question que si pour nous c'est devenu un besoin, sommes-nous en capacité à transmettre cette manière de voir les choses aux étudiants qui n'auraient pas manifesté cette nécessité ? Ont-ils assez de maturité afin d'appréhender des contextes et des systèmes perçus comme complexes ?

Nous considérons le module expérimenté à l'EPF et reconduit pour les années suivantes comme une réelle opportunité afin de "planter des graines" qui seront potentiellement approfondies lors de l'expérience professionnelle ou personnelle des étudiants. Certains étudiants nous ont d'ailleurs indiqué en fin d'année que, suite au module, ils avaient ou prévoyaient de rejoindre des associations pour explorer les enjeux du développement durable et de l'interdépendance des enjeux au travers un engagement personnel.

Nous estimons que l'impact du module auprès des étudiants est double : une ouverture à des sujets relatifs aux enjeux du développement durable et ses différentes approches ainsi qu'une sensibilisation à l'approche systémique au travers d'une méthode d'analyse (cARDI) qu'ils peuvent appliquer à nouveau dans d'autres contextes. C'est d'ailleurs pour que les étudiants

puissent mobiliser cette compréhension à d'autres projets académiques que le dispositif a été déplacé en avant-dernière année du cycle ingénieur (niveau master 1) en 2019.

Du point de vue de la méthode, nous pouvons nous interroger sur la pertinence d'avoir adapté le diagramme ARDI qui focalise sur la gestion de ressources par les acteurs d'un territoire. Cette méthode s'intègre dans une approche technico-économiste du développement durable de par la notion de ressources qui seraient présentes uniquement pour répondre à des besoins humains (Boutaud, 2005). Loin de la notion de soutenabilité forte défendue par les enseignants lors des apports théoriques, la valeur intrinsèque de la nature et les contraintes environnementales sont bien souvent résumées dans le diagramme conceptuel cARDI par les enjeux d'associations de défense de l'environnement. Outre la pertinence avec une formation ingénieure qui se voudrait développer des compétences permettant de répondre à des enjeux de production et de consommation, nous pouvons nous questionner sur les possibilités d'adapter le module à une vision de la soutenabilité qui soit "forte" en termes de contraintes environnementales sur les activités humaines. Finalement, entretenir le sentiment d'interdépendance entre humains et nature n'est-il pas un prérequis pour la capacité à penser en systèmes ?

Bibliographie

Boutaud, A. 2005. Le développement durable : penser le changement ou changer le pansement ? Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, Université Jean Monnet, Saint-Etienne. p.73 https://tel.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/781187/filename/2005_these_A_Boutaud.pdf

CPU, CGE, RéUniFEDD, 2017. Guide Compétences Développement Durable & Responsabilité Sociétale, 5 Compétences pour un développement durable et une responsabilité sociétale.

De Rosnay, J. 1975. Le Macroscopie, Vers une vision globale, Editions du Seuil, 1975, p.1.

DURAND, M. J., Chouinard, R. 2006. L'évaluation des apprentissages. De la planification de la démarche à la communication des résultats. Montréal : HMH.

Côté, R., Tardif, J. 2011. Elaboration d'une grille d'évaluation, Atelier pédagogique à l'intention des enseignants universitaires, ECEM.

Etienne, M., 2010. La modélisation d'accompagnement : Une démarche participative en appui au développement durable, Editions Quæ.

LE BOTERF, G., 1994, De la compétence : essai sur un attracteur étrange, Editions d'Organisation.

Peyre, A., Durrieu, V. 2019. Nous ensemble les (en)jeux du développement durable, Actes du colloque QPES 2019.

Rosignol, J. Y. 2018. Complexité, Fondamentaux à l'usage des étudiants et des professionnels, Editions EDP Sciences.