

Représentations étudiantes relatives à la transition énergétique

CAROLE VOISIN, DAMIEN GRENIER, ROZENN TEXIER-PICARD

CREAD
Université de Rennes
France

carole.voisin@ens-rennes.fr
damien.grenier@ens-rennes.fr
rozenn.texier@ens-rennes.fr

ABSTRACT

The question of energy transition is one of the key issues in education for Sustainable Development. It is a socioscientific acute issue that is the subject of debate in the scientific, political and social spheres. The aim of this research is to evaluate, via a questionnaire submitted before and after the activity, how a teaching device centered around the energy transition is likely to modify students' representations of this issue. While there was little change in core representations, there was some enrichment in terms of the diversification of renewable energy production methods, with references to economic and environmental impacts.

KEYWORDS

Representation, socioscientific acute issue, energy transition

RÉSUMÉ

La question de la transition énergétique fait partie des sujets incontournables d'une éducation au Développement Durable. C'est une question scientifique socialement vive qui fait l'objet de débats au sein des sphères scientifique, politique et sociale. L'objectif de cette recherche est d'évaluer, via un questionnaire soumis avant et après l'activité, en quoi un dispositif pédagogique centré autour de la transition énergétique est susceptible de modifier les représentations qu'ont les étudiants de cette question. Si le cœur des représentations évolue peu, on note quelques enrichissements sur la diversification des moyens de production d'énergies renouvelables, avec les mentions des impacts économiques et environnementaux.

MOTS-CLÉS

Représentation, question scientifique socialement vive, transition énergétique

CONTEXTE

Depuis la fin 2020, l'Éducation au Développement Durable (EDD) fait explicitement partie des missions des établissements français d'enseignement supérieur définies par la loi (article L123-2 du Code de l'Éducation). Le rapport du groupe de travail « Enseigner la transition écologique dans le supérieur », présidé par Jean Jouzel (2022), est venu expliciter cette mission en indiquant les compétences à développer chez les étudiants. Il plaide notamment pour « l'adoption d'une approche systémique de la transition écologique pour appréhender sa complexité » et « la co-construction des diagnostics et des solutions entre parties prenantes »

(enseignants et étudiants). La transition énergétique est un des principaux thèmes susceptibles d'être travaillés dans le cadre d'une EDD. Les systèmes énergétiques sont en effet responsables de 80% des émissions de gaz à effet de serre. Réduire la consommation d'énergie, substituer aux énergies fossiles des énergies décarbonées apparaît dès lors comme un préalable à toute transition écologique. Traiter de la question de l'énergie se heurte pourtant à quelques difficultés à commencer par la polysémie du terme « énergie » tant dans sa dimension scientifique, sociale que didactique.

CADRE CONCEPTUEL ET THÉORIQUE

La notion de transition énergétique

La notion d'énergie est un concept introduit tardivement (milieu du XIX^{ème} siècle), dans plusieurs branches de la physique et exprimée parfois dans des unités différentes (joules, calories, kilowattheures, tonnes équivalent pétrole). Il s'agit d'une notion complexe, discutée, entretenant de plus, de multiples relations et dépendances avec les secteurs économique, environnemental, politique et de la santé pour ne citer qu'eux (Abdul et al., 2019).

Quatre dimensions principales peuvent être prises en compte :

- Deux dimensions essentiellement techniques portant sur la **production** et la **consommation** d'énergie¹,
- Celle relative aux **impacts** de ces modes de production et des consommations, qu'ils soient environnementaux, sociaux ou économiques,
- Et enfin la dimension liée aux **enjeux politiques**, reflets de choix de société.

Nous allons ci-après détailler chacune de ces dimensions en vue de construire une carte de référence multiréférentielle a priori (Figure 1).

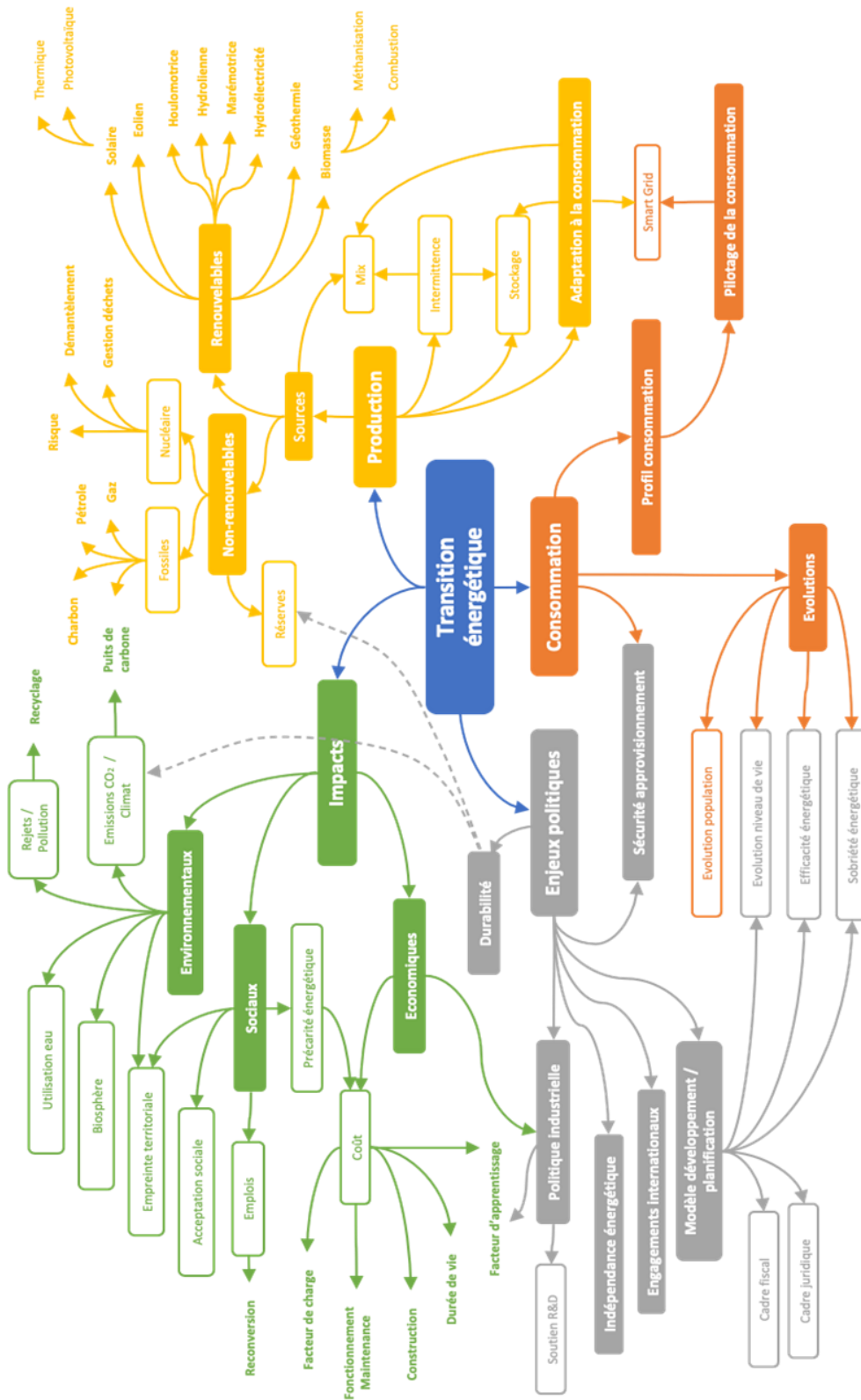
Dimension « production » : Selon Duruisseau (2014), la nécessité d'une transition énergétique est d'abord due aux limites du système énergétique actuel, notamment liées à la « raréfaction des énergies fossiles et fissiles conventionnelles » qui répondent aujourd'hui à plus de 80% des besoins. Selon l'entreprise BP (2022), les réserves prouvées des principales ressources énergétiques correspondent à environ 80 ans de consommation, au rythme actuel de consommation, voire moins si la consommation continue de croître. Un premier objectif d'une transition énergétique peut donc être de substituer à ces sources non renouvelables des sources renouvelables (solaire, éolien, énergies marines, hydroélectricité, géothermie, biomasse). Il est alors nécessaire d'évaluer le potentiel de production correspondant à chacune de ces technologies, en prenant en compte les éventuelles intermittences des sources utilisées, les possibilités de stockage existantes en vue de définir un mix énergétique adapté aux besoins de consommation.

Dimensions « impacts » : Le système énergétique mondial a différents impacts que nous avons classés en trois catégories : environnementaux, sociaux et économiques. Les impacts environnementaux incluent notamment les émissions de gaz à effet de serre du système énergétique actuel et leurs conséquences sur le climat (Duruisseau, 2014). Pour réduire cet impact, une analyse des émissions sur le cycle de vie des différentes filières est nécessaire (par exemple, Sovacool, 2008). D'autres impacts sont à prendre en compte notamment les rejets de différents polluants pour extraire les matériaux nécessaires à la construction de moyens de production d'énergie, leur exploitation ou leur démantèlement, la consommation d'eau pour

¹ Nous assumons de parler ici de « production » et de « consommation » d'énergie même si, du point de vue de la physique, il ne peut y avoir ni production ni consommation puisque l'énergie est une quantité qui se conserve. Par « production » nous entendons la conversion d'une énergie primaire en une forme d'énergie utilisable par l'homme, et par « consommation », son utilisation pour un service donné.

refroidir les centrales thermiques, les impacts sur la biosphère, les empreintes territoriales (et leur éventuelle mise en concurrence avec d'autres activités anthropiques).

FIGURE 1



Carte multiréférentielle de la transition énergétique

Dimensions « impacts » : Le système énergétique mondial a différents impacts que nous avons classés en trois catégories : environnementaux, sociaux et économiques. Les impacts environnementaux incluent notamment les émissions de gaz à effet de serre du système énergétique actuel et leurs conséquences sur le climat (Duruissseau, 2014). Pour réduire cet impact, une analyse des émissions sur le cycle de vie des différentes filières est nécessaire (par exemple, Sovacool, 2008). D'autres impacts sont à prendre en compte notamment les rejets de différents polluants pour extraire les matériaux nécessaires à la construction de moyens de production d'énergie, leur exploitation ou leur démantèlement, la consommation d'eau pour refroidir les centrales thermiques, les impacts sur la biosphère, les empreintes territoriales (et leur éventuelle mise en concurrence avec d'autres activités anthropiques).

Dimension « enjeux politiques » : Duruissseau (2014) souligne qu'une transition énergétique peut répondre à des préoccupations politiques. Ainsi la Stratégie Nationale Bas Carbone adoptée par la France, fixe comme axes stratégiques, outre la réduction de l'empreinte carbone, « *une meilleure résilience de notre économie et un système énergétique quasi-décarboné permettant de restaurer l'indépendance énergétique du pays* » (MTES, 2020, p. 18). Autrement dit, cette stratégie exclut l'importation d'hydrogène produit à partir de ressources renouvelables alors d'autres pays européens considèrent cette solution acceptable pour décarboner leur approvisionnement en énergie. La SNBC vise également à investir massivement dans la recherche et développement (R&D) pour « *mieux positionner la France dans les nouvelles filières vertes et les marchés d'avenir* » (Ibid.) ou encore obtenir une meilleure répartition des emplois dans les territoires. Cette stratégie répond donc également à des enjeux de politique industrielle.

Dimension « consommation » : Comme le souligne Duruissseau, la consommation mondiale d'énergie ne cesse de croître dû « *à l'effet combiné de la croissance démographique et au développement des pays émergents du Sud* » et au « *maintien à un haut niveau de la demande des pays du Nord* » (2014, p. 1). Différents scénarios sont envisagés pour prédire la consommation future. Par exemple, l'étude « *Futurs énergétiques 2050* » (RTE, 2021), envisage dans son scénario de référence, une baisse globale de la consommation d'énergie en France de l'ordre de 40%, obtenue essentiellement grâce à des gains en efficacité énergétique (meilleure isolation des bâtiments, passage aux véhicules électriques). La mise en œuvre de ces techniques est la résultante de choix politiques et doit être soutenue par des mesures législatives (normes de construction) ou fiscales.

Une question controversée

La transition énergétique est donc un processus multidimensionnel, qui nécessite un certain nombre de ruptures dans le système socio-technique actuel. L'acceptation de telles ruptures passe par des concertations impliquant le plus grand nombre et la plus grande diversité d'acteurs possibles (Raymond, 2017), ce qui suppose de façon paradoxale un temps long dans une situation d'urgence climatique.

D'un point de vue didactique, la transition énergétique est une question scientifique socialement vive (QSsV), c'est-à-dire qu'elle est, selon Legardez (2006) triplement vive :

- sur le plan social / sociétal : par exemple la nécessité d'une transition est discutée et envisagée selon différents gradients allant d'une transition faible à forte ce qui selon Duruissseau (2014) serait lié au degré de confiance accordé à la technique pour résoudre l'équation énergétique. Cette question soulève donc également des controverses allant de discours technosolutionnistes à des récits « bisounours » par exemple (Wallenhorst, 2022) ;
- Sur le plan scientifique : par exemple la façon de gérer l'intermittence des sources renouvelables fait débat entre scientifiques ;

- Sur le plan didactique : tout curriculum est un construit à caractère politique qui comporte éventuellement une part idéologique au service d'un projet lui-même politique, parfois non explicité, faisant référence au curriculum caché (Barthes & Alpe, 2013 ; Koliopoulos & Ravanis, 2000, 2001).

La recherche EDD-SUP menée actuellement par l'ENS Rennes s'inscrit dans le cadre de la didactique des QsV et vise à se questionner sur les dispositifs à mettre en place dans l'enseignement supérieur permettant d'impliquer les étudiants et de transformer leurs représentations (tant au niveau des connaissances, des savoirs, des pratiques et des valeurs).

La notion de représentation en didactique

Astolfi et al., (2008), retracent l'appropriation de la notion de représentation dans le champ de la didactique en citant les travaux de Bachelard. Pour eux, « *l'origine des représentations doit être recherchée du côté de la pensée commune, (...) avec laquelle il est nécessaire d'introduire une rupture épistémologique pour accéder aux concepts scientifiques. (...) Moscovici insiste sur l'importance d'une seconde rupture, celle qui réinsère les savoirs savants dans le cadre social. Les représentations des élèves ont évidemment aussi à voir avec ces traductions sociales de la science* » (Op. cit., p. 151-152). Les travaux de Moscovici (1961) seront ensuite repris par de nombreux chercheurs utilisant cette notion de représentation sociale dans leurs recherches en didactique comme moyen d'évaluer les savoirs construits par des élèves ou étudiants (Barthes & Alpe, 2016; Sauvé & Machab e, 2000).

Ainsi, Urgelli (2012, p. 221) reprend la définition de la notion de représentation sociale qu'il conçoit comme « *un mode de connaissance du monde socialement partag e* ». Jeziorski et Legardez (2014) s'y r ef erent également pour expliquer que ces représentations se construisent sur la base de deux processus : l'objectivation (rendre concret ce qui est abstrait) et l'ancrage (incorporer cet objet devenu concret dans un réseau de référence préexistant ce qui en fait un objet social). Une représentation est un ensemble structur e, compos e d'éléments (Abric, 1994; Rateau & Rouquette, 1998). Elle est formée du noyau central : « *élément le plus stable de la représentation, car il résiste le plus au changement et il reste p erennne dans des contextes mouvants et évolutifs* » (Jeziorski et al., 2021, p.181) et d'éléments périphériques (facette individuelle de la représentation) qui, « *dans une partie plus accessible, rendent la représentation plus concrète et plus mouvante* » (Ibid.).

Question de recherche

L'appui sur la notion de représentation sociale nous semble un outil fécond pour notre recherche afin d'identifier au sein des représentations, les connaissances, pratiques et valeurs des étudiants sur le thème de la transition énergétique. D'autre part, selon une des méthodologies proposées par Barthes et Alpe (2016), il semble intéressant de confronter les représentations ainsi analysées au référentiel construit a priori. Ainsi, la question de recherche que nous proposons de traiter est la suivante : Quelles sont les représentations étudiantes sur le thème de la transition énergétique et comment évoluent-elles suite au dispositif de formation ? Le projet de recherche EDD-SUP prévoyait l'analyse de différents dispositifs, mais nous nous limiterons à l'un d'entre eux (activité jeu des énergies) dans le cadre de cet article.

CADRE MÉTHODOLOGIQUE

Présentation du jeu des énergies

Dans un premier temps, nous avons souhait e analyser l'efficacité de dispositifs existants à l'image du jeu des énergies (Barrué 2018; Barrué & Grenier 2020). Ce jeu a été propos e, en

début de formation, comme un dispositif d'introduction à des cours sur le thème de la transition énergétique. Il a été expérimenté par des étudiants de niveau master de trois établissements universitaires rennais (UniLaSalle-EME; ENS Rennes; CentraleSupélec) soit quelque 70 étudiants.

Dans ce jeu, les étudiants se voient confier la responsabilité d'une des quatre communautés vivant sur une île fictive. Leur mission est de rendre leur communauté autonome en énergie en utilisant des ressources locales exclusivement renouvelables. On impose donc un enjeu politique (indépendance énergétique) mais la prise en compte des critères de type environnemental (minimisation des émissions de CO₂ par exemple) ou économique (prix de l'énergie le plus bas possible) est laissée à l'appréciation des étudiants.

Pour remplir cette mission, les étudiants disposent d'une carte de l'île et de fiches. Un premier jeu de fiches décrit la communauté dont ils ont la charge, les principales activités économiques de celle-ci. Elles mettent en évidence des potentiels conflits par exemple au niveau des empreintes territoriales entre les activités de production d'énergie, les autres activités anthropiques et les écosystèmes. Un autre jeu de fiches présente les énergies renouvelables mobilisables (principe, productible, avantages et inconvénients).

Une feuille de calcul est mise à disposition au bout d'une heure de jeu pour permettre aux étudiants de calculer et vérifier si le mix choisi par leur groupe permet de répondre au profil de consommation, à quel coût et avec quelles émissions de CO₂.

Le jeu offre ainsi aux étudiants la possibilité de se saisir des quatre dimensions de transition énergétique telles qu'identifiées dans la carte multiréférentielle construite a priori.

Methodologie

La méthodologie retenue pour l'ensemble de la recherche est scindée en deux temps. Le premier temps, qui fait l'objet de cet article, consiste en une analyse macroscopique (Figure 2). Celle-ci exploite les réponses aux questionnaires de façon à obtenir des éléments de compréhension sur les représentations étudiantes et leurs potentiels évolutifs. Pour ce faire, nous avons mis à jour différentes catégories² telles que les objets de savoirs cités, la forme de ces objets (actions, connaissances, principes, valeurs, modèles...), la controverse (présente, absente et de quelle nature), les interactions et la complexité (échelles de temps, d'espace, interactions linéaires, en réseau ou pensée systémique) ainsi que les enjeux et valeurs évoqués. Nous rappelons que le dispositif était proposé dans les trois établissements en introduction d'une série de cours sur la transition énergétique de façon à pouvoir identifier les représentations initiales des étudiants. De même le questionnaire post-activité a été soumis juste après le dispositif et avant le début des cours suivants. Cela n'invalide pas le risque de connaissances construites en amont mais tente de cerner plus précisément les effets du jeu.

Les étudiants ont été invités à répondre à un questionnaire en ligne, composé majoritairement de questions ouvertes via un lien électronique personnalisé. Les deux premières questions ciblaient la définition de la notion de transition énergétique afin de nous permettre de recueillir des éléments sur leur compréhension de cette notion. La première était une question d'évocation spontanée : « *Quels mots ou images vous viennent à l'esprit lorsque je vous parle de transition énergétique ?* » et la seconde visait une définition plus complète : « *Comment définiriez-vous plus précisément la notion de transition énergétique ?* ».

² Pour ce faire, nous nous sommes appuyés sur différentes lectures afin de construire une grille de référence en articulant lectures généralistes sur le développement durable et travaux sur les représentations des étudiants sur ce thème (comme Hatem, 2000; ONU, 2015, 2020; Theys, 2014) et des lectures plus spécifiquement liées au thème de la transition énergétique (dont nous avons présenté quelques références dans le corps de texte). Nous nous sommes également appuyés sur les travaux de chercheurs en didactique des QSSV tels que ceux de Lange (2017), Jeziorski A. & Legardez (2014), Simonneaux (2013), Simonneaux & Simonneaux (2011).

FIGURE 2

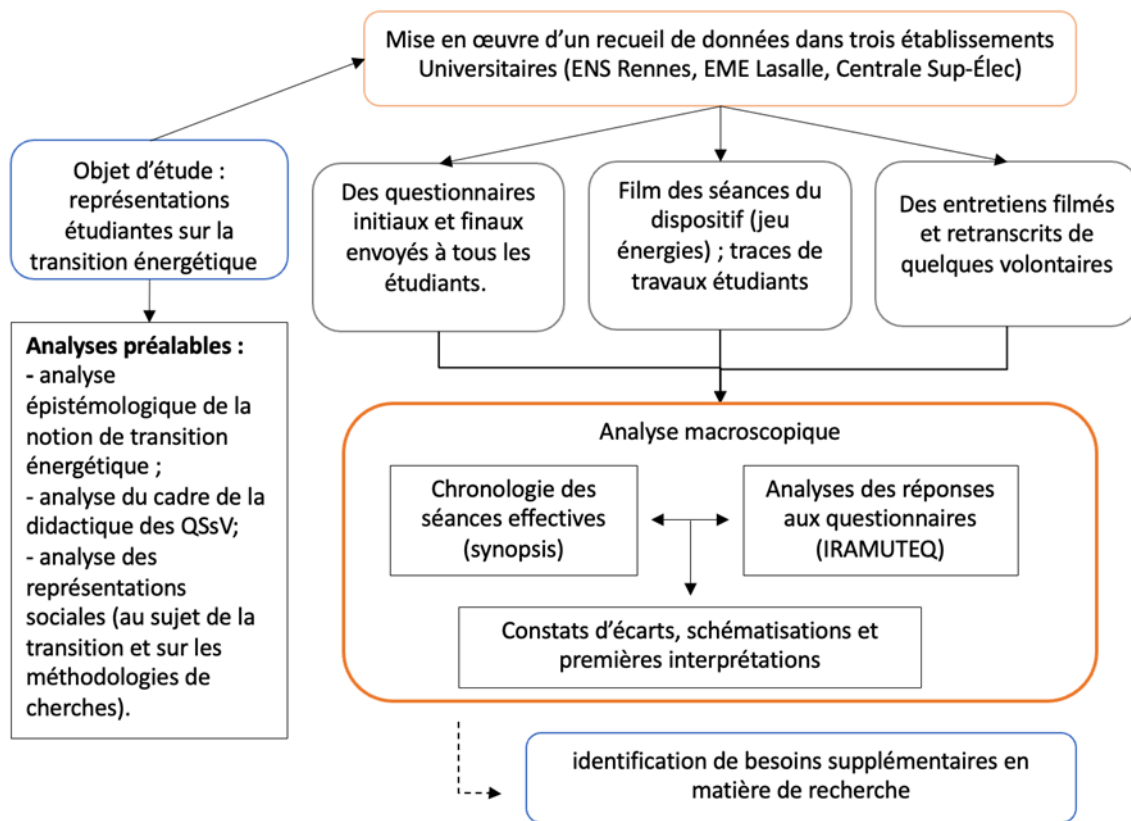


Schéma synthétique de la méthodologie retenue

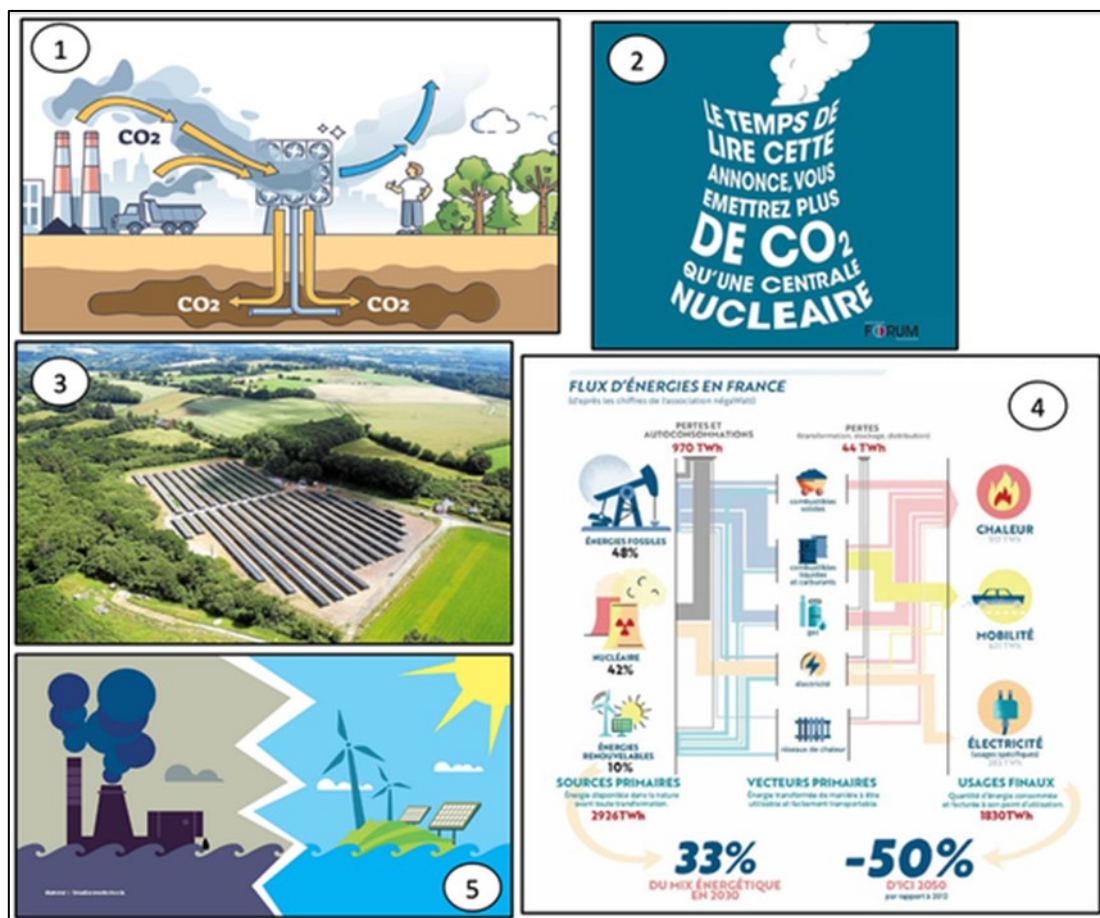
Les étudiants ont été invités à répondre à un questionnaire en ligne, composé majoritairement de questions ouvertes via un lien électronique personnalisé. Les deux premières questions ciblaient la définition de la notion de transition énergétique afin de nous permettre de recueillir des éléments sur leur compréhension de cette notion. La première était une question d'évocation spontanée : « *Quels mots ou images vous viennent à l'esprit lorsque je vous parle de transition énergétique ?* » et la seconde visait une définition plus complète : « *Comment définiriez-vous plus précisément la notion de transition énergétique ?* ».

Les questions suivantes étaient composées d'une sélection de cinq images (Figure 3). Il était d'abord demandé de choisir celle qui leur semblait illustrer le mieux la transition énergétique et d'expliquer pourquoi, puis de choisir et de justifier celle qui leur semblait illustrer le moins. Ces images volontairement piégeantes ont été choisies afin d'identifier la prévalence de certaines dimensions sur les autres mais également de potentiels obstacles que les analyses préliminaires avaient permis d'anticiper.

Nous nous sommes appuyés ici sur l'idée de caricature (Doussot et al., 2022) que nous avons transposée dans le cadre de l'analyse des représentations. Nous avons choisi différentes images susceptibles de mettre en évidence la prévalence d'une dimension dans les représentations étudiantes, ou d'éventuels obstacles. Par exemple, nous avons sélectionné la première image pour permettre l'expression d'approches « technosolutionnistes », selon lesquelles des techniques innovantes (stockage du CO₂ dans le sol) constitueraient une solution technique « facile » qui dispense de remettre en cause le modèle énergétique actuel. La seconde image ciblait davantage l'idée d'une transition vers une énergie décarbonée sans questionner les autres impacts du nucléaire (finitude des ressources, déchets, risque d'accident, dépendance) et le contexte promotionnel du message. Cette image nous a semblé également propice à

l'apparition d'éléments de controverse. La troisième image visait à mettre en balance la production d'énergie d'origine renouvelable avec les potentiels impacts sur le patrimoine naturel et les écosystèmes, comme dans l'exemple de l'installation de tels champs de panneaux photovoltaïques. Pour la quatrième image, nous souhaitions sonder l'idée de transition faible ou forte, mais aussi élargir la question de la transition en incluant les consommations et les pertes, les incertitudes des évolutions technologiques et leurs impacts sociétaux, au-delà de la production. La dernière image était quant à elle, potentiellement porteuse d'une vision manichéenne et plutôt simpliste d'une transition des « mauvaises » énergies vers les « bonnes ». Nous précisons que les raisons et explications de leurs choix nous intéressaient davantage que les choix eux-mêmes, les images pouvant être interprétées de diverses façons. Le questionnaire comportait quelques autres questions (analyse d'images imposées, rapport au développement durable, accord pour un entretien, avis sur l'activité).

FIGURE 3



Images proposées dans les questionnaires pour illustrer la transition énergétique.

Les ateliers ont été filmés et nous avons réalisé des synopsis afin de repérer et transcrire quelques moments potentiellement intéressants au regard de notre recherche (les moments de controverse au sein des groupes en particulier). Nous nous sommes appuyés sur ces observations de séances afin de mener des entretiens semi-directifs auprès de quelques étudiants volontaires. L'enjeu de ces entretiens était de revenir sur ces épisodes mais aussi sur l'explicitation de leurs choix de stratégies, de façon à comprendre plus finement leurs représentations en nous appuyant sur les observations de séances.

Nous avons utilisé le logiciel IRaMuTeQ³ afin d'analyser les réponses aux deux premières questions (après avoir mis en forme les textes). Nous avons analysé le corpus en nuages de mots (pour avoir une idée du champ des représentations étudiantes) et en analyse de similitudes (afin de visualiser les liens privilégiés et plus fréquents opérés entre les termes). Cela nous a permis de cartographier les représentations avant et après, d'interroger les omissions ou articulations et d'identifier d'éventuels écarts ou « bougés » dans leurs représentations par confrontation à la carte multiréférentielle (Figure 1) construite a priori. Ensuite, nous avons également relevé les choix d'images favorites et les raisons invoquées avant et après l'atelier afin de voir s'il y avait là aussi des écarts significatifs.

RÉSULTATS

Les taux de réponse aux questionnaires sont variables selon les établissements (voir Tableau 1). Afin de pouvoir observer des changements de représentations, nous nous concentrons sur le groupe de 22 étudiants qui ont répondu aux deux questionnaires.

TABLEAU 1

	ENS Rennes	Centrale-Supélec	UniLaSalle EME	Total
Questionnaires envoyés	19	31	20	70
Réponses pré-test	18	10	17	45
Réponses post-test (Codage étudiants)	13 (ENSEx)	1 (CSEEx)	8 (EMEEEx)	22
Groupes observés	3	4	3	10
Entretiens	7	1	4	12

Données collectées

Nuages de mots

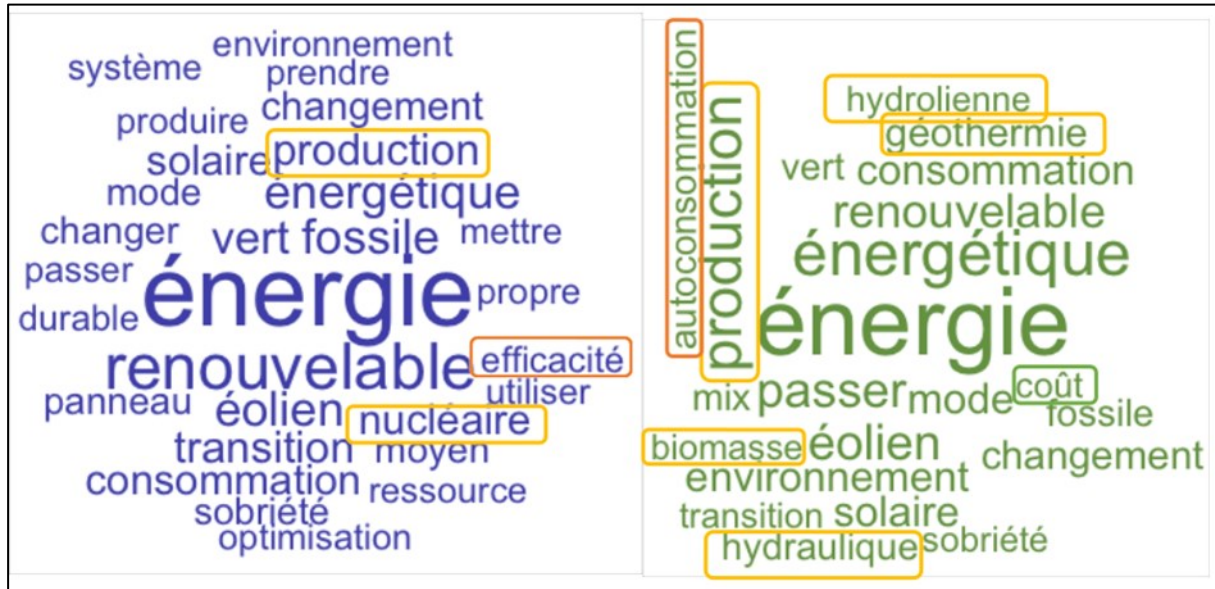
Les nuages de mots (voir Figure 4) ont été construits à partir du traitement des réponses aux deux premières questions qui ciblaient la définition de la notion de transition énergétique. Les mots y apparaissent d'autant plus gros que leur occurrence est élevée. On se limite ici aux mots qui ont été cités par au moins trois étudiants.

À première vue, on n'observe pas de changement majeur dans les mots-clés mentionnés par les étudiants avant ou après l'activité. On peut noter toutefois que le nuage de mots post-test se focalise davantage sur la production d'électricité. De plus, le mot « nucléaire » a disparu, et les sources renouvelables d'énergie, initialement limitées au solaire et à l'éolien, se sont diversifiées (hydraulique, hydrolienne, biomasse, géothermie). On voit également apparaître le mot « mix ». L'activité semble donc avoir contribué à développer et modifier la partie « production » (jaune) de la carte multiréférentielle, et en particulier la notion de mix énergétique. L'énergie d'origine nucléaire était présentée avant l'activité comme un mal nécessaire par quelques étudiants, comme en témoignent certains verbatim du questionnaire

³ IRaMuTeQ est un logiciel libre permettant des analyses statistiques de données textuelles.
<http://www.iramuteq.org/>

pré-test : « *Le nucléaire, actuellement mal vu, fait de fait partie du mix énergétique [...]. S'il n'est pas en soi une solution à long terme, aucune énergie n'est 100 % propre* » (ENSE10). À l'issue de l'activité, il n'apparaît plus aussi essentiel dans le cadre d'une transition énergétique.

FIGURE 4



Nuages de mots en lien avec la transition énergétique. À gauche : questionnaire pré-test. À droite : questionnaire post-test. Les mots encadrés visent à montrer des « bougés ».

À première vue, on n'observe pas de changement majeur dans les mots-clés mentionnés par les étudiants avant ou après l'activité. On peut noter toutefois que le nuage de mots post-test se focalise davantage sur la production d'électricité. De plus, le mot « nucléaire » a disparu, et les sources renouvelables d'énergie, initialement limitées au solaire et à l'éolien, se sont diversifiées (hydraulique, hydrolienne, biomasse, géothermie). On voit également apparaître le mot « mix ». L'activité semble donc avoir contribué à développer et modifier la partie « production » (jaune) de la carte multiréférentielle, et en particulier la notion de mix énergétique. L'énergie d'origine nucléaire était présentée avant l'activité comme un mal nécessaire par quelques étudiants, comme en témoignent certains verbatim du questionnaire pré-test : « *Le nucléaire, actuellement mal vu, fait de fait partie du mix énergétique [...]. S'il n'est pas en soi une solution à long terme, aucune énergie n'est 100 % propre* » (ENSE10). À l'issue de l'activité, il n'apparaît plus aussi essentiel dans le cadre d'une transition énergétique.

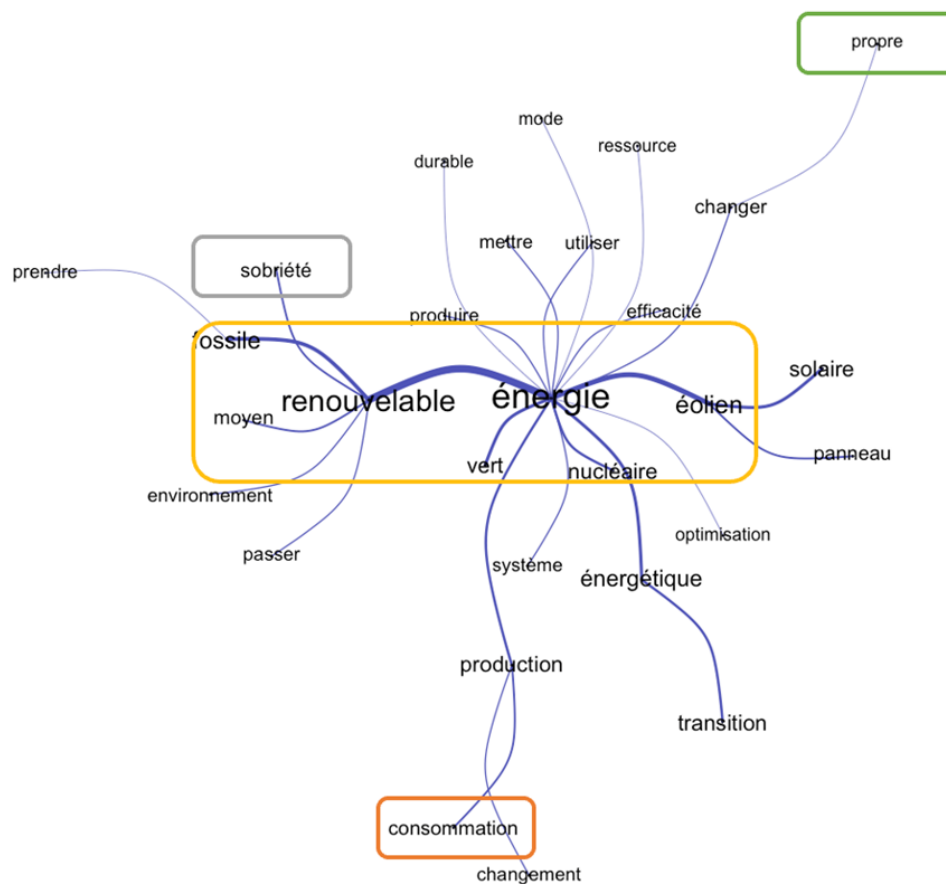
On voit également apparaître dans le nuage de mots post-test la notion de coût qui n'était pas présente dans le nuage pré-test, et qui relève de la partie « impacts » de la carte multiréférentielle. Enfin, le mot « efficacité » présent dans le nuage pré-test n'est plus présent dans le post-test, tandis que le mot « autoconsommation » est apparu. On peut faire l'hypothèse que l'activité a permis aux étudiants de prendre conscience que, grâce à un mix énergétique adapté, les ressources en énergie pouvaient largement répondre aux besoins.

Analyse de similitudes

Le logiciel IRaMuTeQ a également été utilisé pour effectuer une analyse de similitudes sur les réponses des 22 étudiants aux deux premières questions. Cela a permis de construire deux cartographies avant et après l'atelier énergie que nous avons confrontées à la carte multiréférentielle. La grosseur des termes et l'épaisseur des traits sont proportionnelles aux nombres d'occurrences des mots et de leurs mises en lien.

Ainsi la Figure 5 laisse entrevoir une plus grande occurrence de liens entre les termes « énergie », « renouvelable » et « fossile ». Cela nous conduit à penser que le noyau des représentations des étudiants cible plutôt les liens entre ces trois termes et donc la dimension production (en jaune dans la carte référente). Afin de mieux comprendre comment ces termes sont articulés, il est nécessaire de retourner dans le corpus. Les étudiants définissent majoritairement la transition énergétique comme le fait de passer d'un mode de production (non-renouvelable et majoritairement utilisant les énergies fossiles) à un autre (renouvelable et en référence à l'éolien en particulier). Un étudiant écrit par exemple qu'il faut « *abandonner les énergies fossiles pour les énergies renouvelables* » (ENSE15). Un autre (CSEE6) parle de la « *nécessité d'une transition des énergies fossiles vers des énergies renouvelables* » sans toutefois que la nécessité de cette transition soit explicitée. D'autres dimensions apparaissent moins fréquemment, en ce sens nous les considérons comme des éléments périphériques : certains étudiants (ENSE5, ENSE10, ENSE11, ENSE15, EMEE10, EMEE16) précisent que cette nouvelle production doit être plus « *propre* », « *verte* », « *performante* », « *économique* », « *décarbonée* » (dimension des impacts) voire s'accompagner d'une « *sobriété énergétique* » (EMEE14, ENSE3) ce qui relève des enjeux politiques et sociaux de la transition énergétique. Enfin si deux étudiants associent à l'idée de transition, celle « *d'augmentation des besoins* » (CSEE6) donc la dimension de la consommation, un dernier la mentionne de façon plus critique puisqu'il ajoute que « *dans les faits, on ne "remplace" pas vraiment les énergies fossiles, mais il s'agit plutôt de répondre à une demande croissante* » (ENSE10).

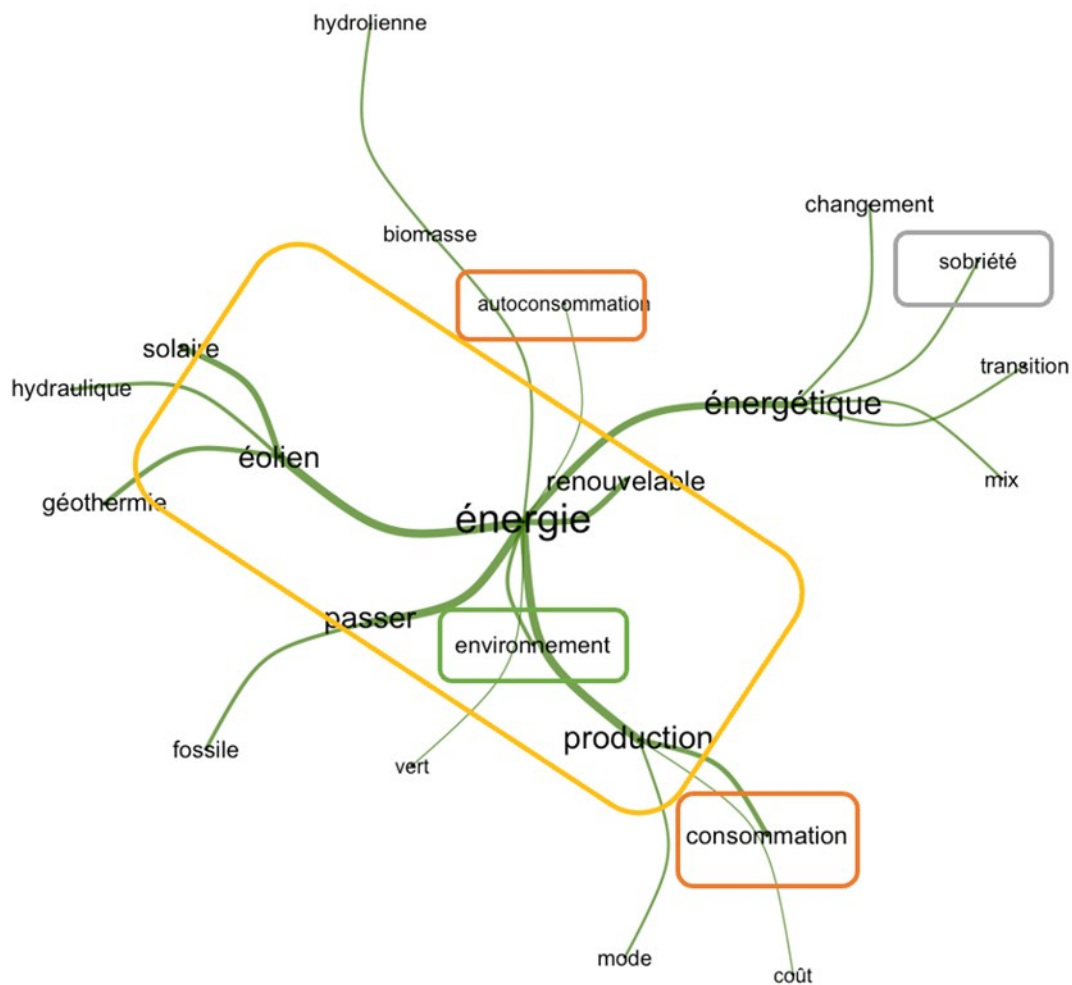
FIGURE 5



Analyse de similitudes en lien avec la transition énergétique avant le jeu des énergies

On peut donc noter que la dimension production est donc sur-déterminée et que des références aux autres dimensions (des impacts, des enjeux politiques et de la consommation) sont plus rares et plutôt périphériques. La transition semble plutôt perçue de façon manichéenne puisqu'il s'agit de « *se débarrasser* » (EMEE14), « *d'abandonner* » (ENSE15), un ancien système au profit d'un nouveau jugé préférable pensé parfois de façon catégorielle (les deux systèmes sont incompatibles entre eux et forment deux cadres étanches) ou sous la forme d'un « *transfert progressif* » (ENSE10, CSEE6). Enfin, nous pouvons constater que les réponses n'apportent pas d'explications détaillées sur comment mener cette transition ou sur les impacts cités.

FIGURE 6



Analyse de similitudes en lien avec la transition énergétique après le jeu des énergies.

Dans la Figure 6, on retrouve une grande occurrence de liens entre les termes « *passer* », « *énergie* » et « *renouvelable* », qui laisse penser que l'importance d'une transition d'un mode de production basé sur des énergies fossiles vers un mode de production « soutenable » basé sur des énergies renouvelables (de nouveau dimension de la production) est encore très prégnante et semble donc constituer le noyau des représentations étudiantes. Lorsqu'on retourne dans le corpus pour mieux comprendre la relation entre ces termes, on retrouve plusieurs conceptions du « *passage* » d'une énergie « *non soutenable* » (ENSE3) vers une énergie plus « *propre* » (ENSE7), « *faiblement carbonée* » (ENSE4), « *verte* » (EMEE8, EMEE16) et « *autonome* » (EMEE8, ENSE7) qui touche également aux modes de consommation et aux transports (ENSE14, ENSE16). Si ce terme d'autonomie revient dans les

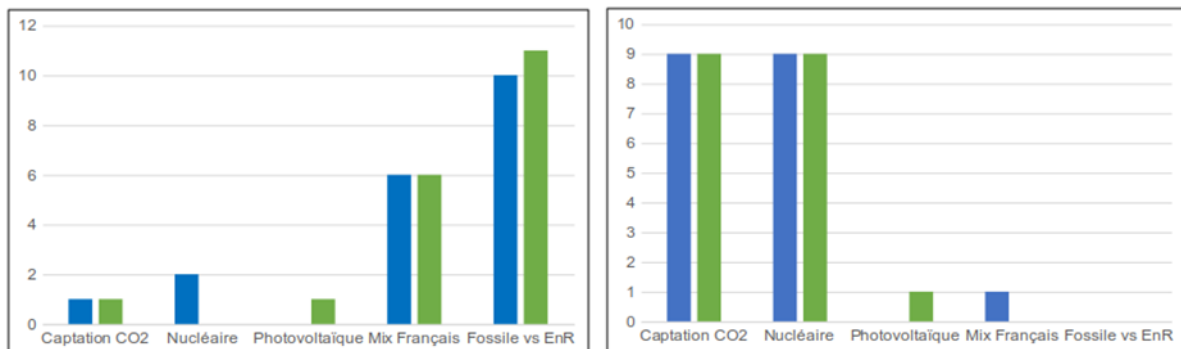
explications du corpus, c'est pourtant celui « *d'autoconsommation* » qui apparaît comme un « *but à atteindre* » (EMEE16) et pour certains « *sans nuire à l'environnement* » (EMEE16) ou dans le cadre d'une « *sobriété* » (cité chez 3 étudiants). Ce passage semble désormais davantage se concevoir comme une transition sur plus ou moins long terme (ENSE3). Néanmoins, de nouveaux termes y sont associés. L'énergie éolienne apparaît fréquemment (dans les formulations de 9 étudiants sur 22) mais d'autres y sont associées certes moins souvent (ENSE2, ENSE8, ENSE9, ENSE10, CSEE6 ou encore EMEE8 et EMEE14 par exemple) tels que « *le solaire* », « *l'hydraulique* » et « *la géothermie* ». Cela montre que les représentations si elles semblent toujours focalisées sur l'éolien comme source d'énergie privilégiée se sont cependant enrichies dans leurs périphéries autour d'autres sources d'énergies. Enfin, la production d'énergie, toujours fortement présente est associée à un terme nouveau, celui de « *coût* » qui n'était pas présent auparavant et renvoie à la dimension des impacts économiques. Ce terme est intégré en tant que critère dans la conception de la transition comme pour cet étudiant qui conçoit la transition énergétique comme le fait de passer « *d'une énergie relativement coûteuse et dégradante pour l'environnement jusqu'à un mix énergétique qui optimise les coûts et l'empreinte sur l'environnement* » (ENSE5). Les impacts sur l'environnement sont pris en compte de la même façon ici et présents également chez d'autres (EMEE8, EMEE17).

Pour conclure sur cette sous-partie, nous pouvons donc dire que les représentations étudiantes restent focalisées sur la dimension de la production de la transition énergétique mais que ces représentations se sont à la fois nuancées (la transition est moins définie comme un passage manichéen) et enrichies (mais en périphérie du noyau central) sur la diversité des moyens de production, des impacts économiques et environnementaux.

Choix des images illustrant le mieux ou le moins la transition énergétique

La comparaison des images choisies avant et après l'activité est présentée en Figure 7.

FIGURE 7

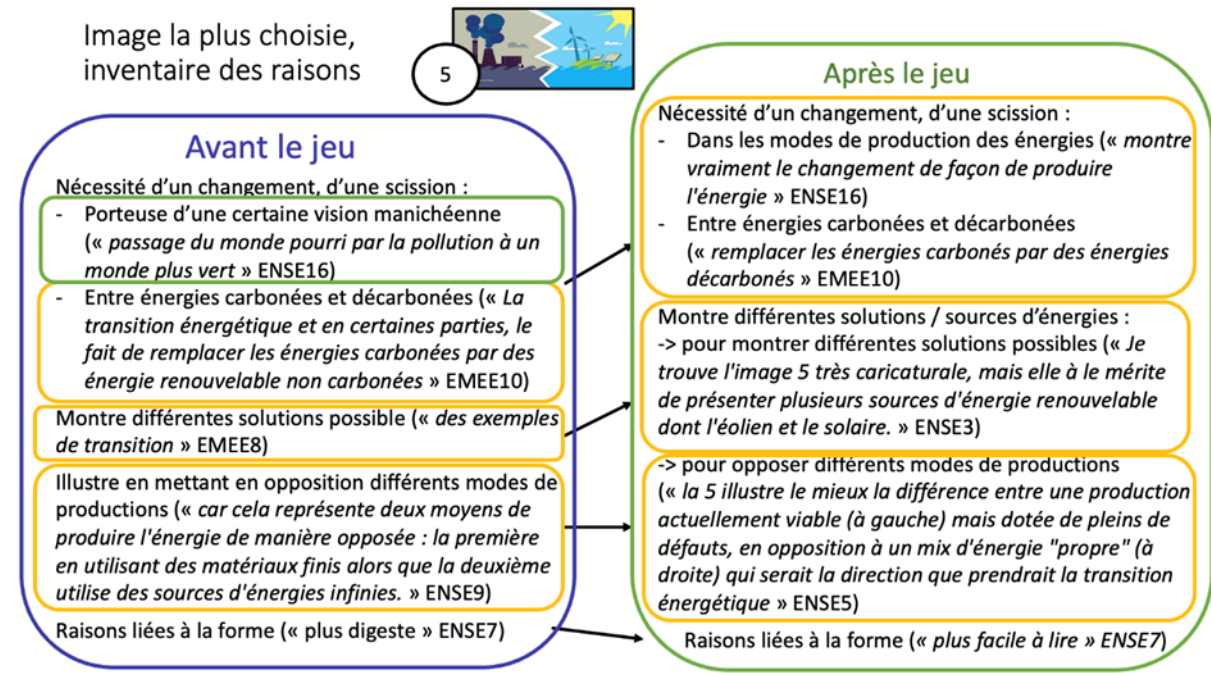


À gauche : images qui selon les étudiants illustrent le mieux la transition énergétique. À droite : images qui selon les étudiants illustrent le moins bien la transition énergétique. En bleu : questionnaire pré-test, en vert : questionnaire post-test.

L'image qui a retenu le plus de votes, avant et après l'activité, est l'image n°5 qui met en regard les énergies d'origine fossile et les énergies d'origine renouvelable. Les catégories de raisons avancées pour le choix de cette image sont synthétisées en Figure 7, elles font intervenir principalement la partie « production » (jaune) de la carte multiréférentielle ainsi que des arguments liés aux impacts environnementaux (partie verte). Ces raisons évoluent peu entre le questionnaire pré-test et post-test, mais on peut noter quelques « bougés ». Ainsi, un étudiant écrit dans le questionnaire pré-test : « *Je n'aime pas la 5 car elle est trop manichéenne (fossile=mauvais, sombre et renouvelable=idéal, coloré). J'aime bien la 4 car elle semble plus*

nuancée et détaillée » (ENSE3). Ce même étudiant choisit pourtant après l'activité l'image 5 comme meilleure représentation de la transition énergétique : « *Je trouve l'image 5 très caricaturale, mais elle a le mérite de présenter plusieurs sources d'énergie renouvelable dont l'éolien et le solaire* ». L'idée de mix énergétique, déjà apparue dans les analyses précédentes, apparaît donc comme un élément prépondérant dans la modification des représentations étudiantes. Ce résultat est conforté par les raisons entourées en jaune sur la Figure 8 qui montrent l'importance accordée à la présentation d'une diversité de solutions ou de sources d'énergie.

FIGURE 8

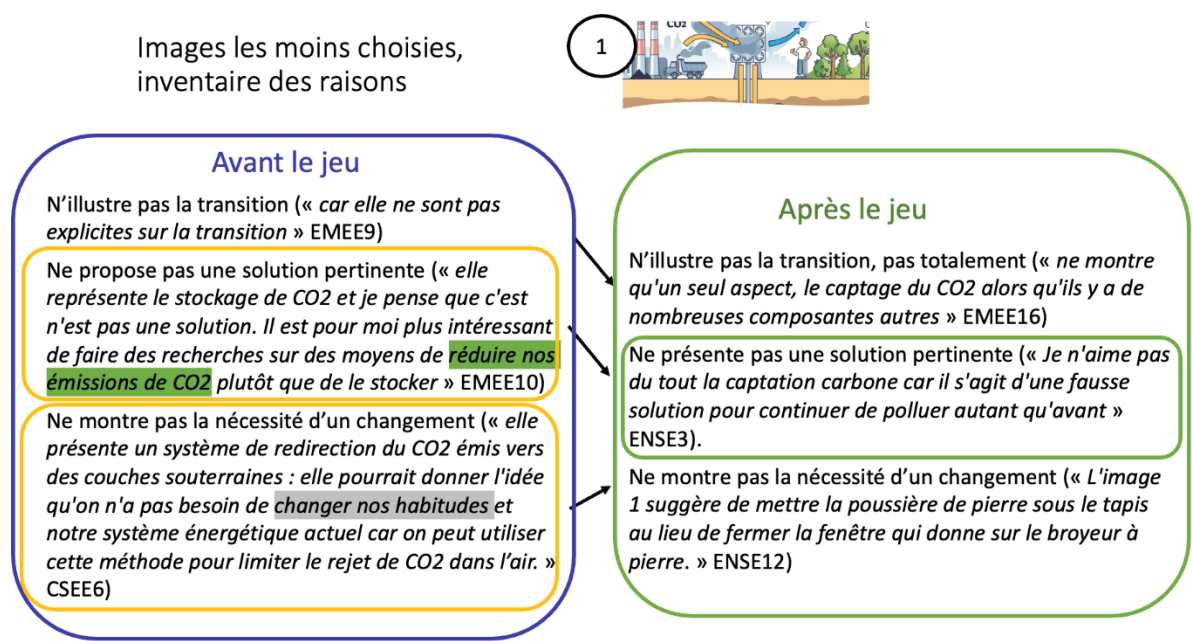


Raisons invoquées par les étudiants pour le choix de l'image 5

On note aussi, parmi les images les plus choisies après l'activité, la disparition de l'image n°2 vantant l'énergie nucléaire, au profit d'images représentant des sources d'énergie renouvelables, photovoltaïque ou éolienne. Ce résultat est cohérent avec la disparition du mot « nucléaire » dans les nuages de mots.

On note en revanche très peu d'évolutions s'agissant des images qui illustrent le moins la transition énergétique. Presque tous les votes se répartissent à égalité entre les images 1 et 2. Les catégories d'explications du rejet de l'image 1 sont présentées dans la Figure 9. On peut noter que pour plusieurs étudiants, cette image va à l'encontre de l'idée de transition, d'une part parce qu'elle peut contribuer à maintenir un statu quo sur les modes de production et de consommation : « *elle pourrait donner l'idée qu'on n'a pas besoin de changer nos habitudes et notre système énergétique actuel car on peut utiliser cette méthode pour limiter le rejet de CO₂ dans l'air.* » (CSEE6) et d'autre part parce que la solution proposée est naïve et gourmande en énergie : « *l'image 1 me paraît particulièrement peu pertinente en le sens que les "solutions miracles" proposant de stocker du carbone sont généralement énergivores* » (ENSE10). Une étudiante (EMEE16) a un regard critique mais moins négatif sur cette image, mentionnant seulement qu'elle ne montre pas tous les enjeux : « *ne montre qu'un seul aspect, le captage du CO₂ alors qu'il y a de nombreuses composantes autres* ».

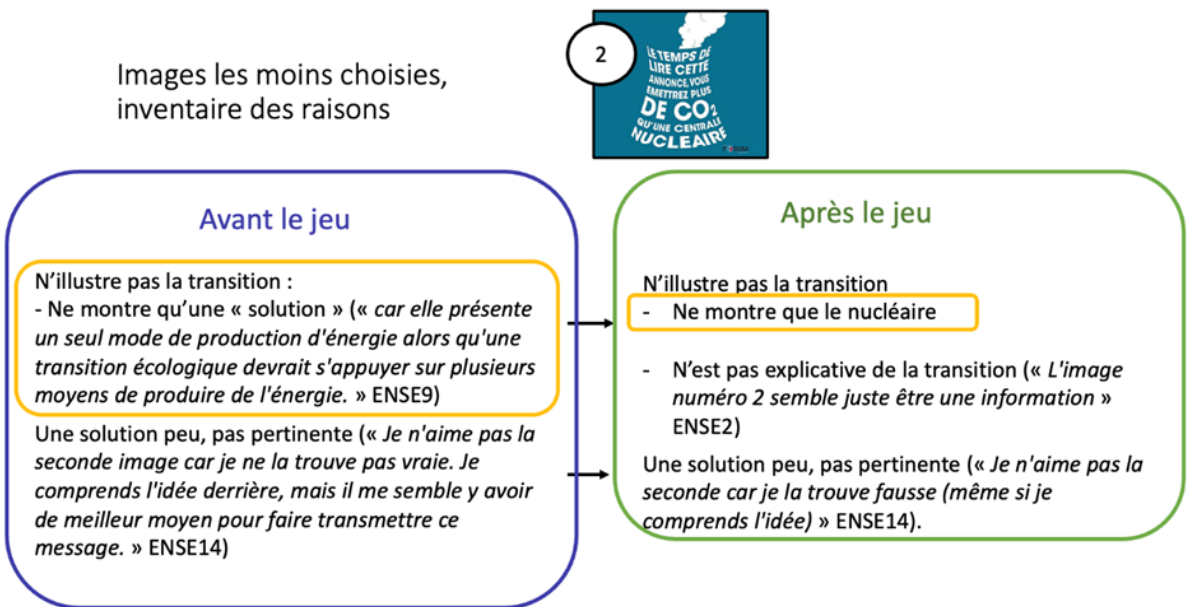
FIGURE 9



Raisons invoquées par les étudiants pour le rejet de l'image 1

De même la Figure 10 synthétise l'ensemble des raisons évoquées par les étudiants dans le rejet de l'image 2. Les critiques adressées à cette image concernent principalement le fait qu'elle se centre sur une seule source d'énergie, et qu'elle ne donne pas à voir l'idée de transition. Le message véhiculé par l'image, qui vante l'énergie d'origine nucléaire comme énergie « propre » en se focalisant sur les seuls rejets de CO₂ semble susciter le malaise chez un étudiant (ENSE14), qui conteste le message « je ne la trouve pas vraie » sans le remettre totalement en cause : « il me semble y avoir de meilleurs moyens pour transmettre ce message ».

FIGURE 10



Raisons invoquées par les étudiants pour le rejet de l'image 2

En conclusion, les analyses de nuages de mots, de similitudes comme de choix d'images permettent de faire les remarques suivantes. Tout d'abord, si on les compare à la carte multiréférentielle, on note que les représentations étudiantes se centrent principalement sur la production d'énergie et, dans une moindre mesure, sur les impacts environnementaux (ressources limitées, émissions de CO₂) et la consommation. Plusieurs pans de la carte sont ainsi largement laissés de côté, notamment les impacts sociaux et économiques, ainsi que les enjeux politiques. L'activité n'a pas modifié le noyau central des représentations étudiantes, mais elle semble avoir agi sur certains éléments périphériques de ces représentations : focalisation sur la production, vigilance plus forte sur la notion de mix énergétique, plus grande diversité de sources renouvelables, intégration de la dimension des impacts économiques, de la perspective d'autoconsommation et prise de distance par rapport au nucléaire.

On trouve dans les représentations des éléments relevant de connaissances mais surtout de valeurs. La controverse apparaît principalement au sujet de la filière nucléaire, qui suscite des désaccords entre étudiants, mais aussi une contradiction chez certains étudiants, qui pourrait relever d'une difficulté à concilier les valeurs (rejet de la propagande pro-nucléaire) et les connaissances (sur le faible impact carbone de la filière) au sein d'une même représentation.

L'analyse présentée ici n'a pas permis de mettre en évidence le degré de complexité des représentations et la multiplicité des échelles de temps et d'espace, on peut penser que ces aspects apparaîtront plus nettement dans l'analyse fine des entretiens.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les analyses présentées (nuages de mots, analyse de similitudes et analyse du choix des images) paraissent plutôt concordantes et montrent la surdétermination persistante de la dimension de la production dans les représentations étudiantes. Cela nous laisse envisager l'hypothèse que le noyau central des représentations tourne principalement autour de cette dimension. Elle semble d'ailleurs renforcée après l'activité. Cependant, au niveau des éléments périphériques, on note quelques enrichissements des représentations sur la diversification des moyens de production d'énergies renouvelables, avec les mentions des impacts économiques et environnementaux en particulier. Par confrontation avec la carte multiréférentielle, on peut relever certaines ellipses comme les aspects sociaux et politiques. Ces analyses ont cependant quelques limites et biais possibles.

Le faible nombre de réponses au questionnaire post-test, nous a contraints à nous pencher sur un corpus de 22 étudiants afin d'avoir des données en amont et en aval de l'activité. De fait, les analyses proposées ne sont peut-être pas représentatives de l'ensemble des représentations étudiantes. À titre d'exemple, parmi les étudiants n'ayant pas répondu au questionnaire post-test, un étudiant avait indiqué dans le questionnaire pré-test qu'il était favorable au nucléaire et méfiant vis-à-vis des énergies renouvelables, Un autre avait déclaré être très critique vis-à-vis des politiques de développement durable universitaires et des formations sur ce thème. Leurs participations n'ont pas été incluses ici. Le faible taux de réponse peut s'expliquer en partie par le fait que ces questionnaires étaient accessibles au seul format numérique et peut-être aussi parce qu'il semble plus difficile de maintenir l'intérêt des étudiants une fois l'activité terminée (rappelons que la participation à cette recherche était basée sur le volontariat).

Concernant les analyses, nous pouvons identifier un possible biais de « désirabilité sociale » conduisant des étudiants à ne plus mentionner le nucléaire dans le questionnaire post-test, en imaginant que l'enseignant était contre (le nucléaire étant absent du jeu). D'autre part, le choix des images proposées peut lui-même être questionné puisqu'il était guidé par la volonté de s'appuyer sur l'idée de caricature et le potentiel d'analyse critique que nous y avons discerné.

L'usage des caricatures dans les travaux en didactique de l'apprentissage par problématisation est un dispositif « susceptible de permettre aux élèves de développer une argumentation critique » (Doussot et al., 2022, p. 42). À la différence de ces travaux, nous souhaitons transposer cette idée dans le cadre de l'analyse des représentations et avons donc choisi différentes images susceptibles de mettre en évidence une dimension plutôt qu'une autre ou d'éventuels obstacles. Pourtant, nous n'avons recueilli que peu d'argumentations sur les images choisies. Le format numérique des questionnaires peut à nouveau expliquer en partie ce souci. Nous pensons que la passation de ces questionnaires en entretien permettrait un recueil plus riche qualitativement mais au risque de nouvelles limites (échantillon plus réduit et potentiellement composé d'étudiants plus motivés).

Afin de comprendre plus finement les représentations des étudiants sur la transition énergétique, nous envisageons une seconde phase à ce travail. Des synopsis ont été construits à partir des séances observées et filmées. Nous avons déjà pu repérer quelques épisodes intéressants autour de moments de controverses et avons mené des entretiens permettant de revenir (entre autres) sur ces moments en particulier. La fin de notre travail consistera donc à analyser ces entretiens. Nous espérons ainsi, pouvoir en tirer des implications didactiques sur :

- L'efficacité des dispositifs mis en œuvre en l'état ;
- La proposition d'enjeux de formation prioritaires au regard de l'évaluation des dispositifs ;
- Des propositions éventuelles de scénarios alternatifs ou d'aménagement de dispositifs.

RÉFÉRENCES

- Abric, J.-C. (1994). *Pratiques sociales et représentations*. Paris: PUF.
- Astolfi, J., Darot, É., Ginsburger-Vogel, Y., & Toussaint, J. (2008). Représentation (ou conception). Dans J. Astolfi, É. Darot, Y. Ginsburger-Vogel & J. Toussaint (Dir.), *Mots-clés de la didactique des sciences : Repère, définitions, bibliographies* (pp. 147-157). Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur.
- Abdul-Aziz J., Lange, J.-M., & Barthes, A. (2019). Importance du référent dans une démarche d'analyse curriculaire : L'exemple de l'éducation à l'énergie et à la transition énergétique. *Éducatives*, 3(1). https://www.openscience.fr/IMG/pdf/iste_edu19v3n1_c.pdf.
- Barrué, C. (2018). Un jeu de rôle pour la scolarisation d'une question socioscientifique : Un dispositif adapté pour l'acquisition de connaissances ? *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 5(2), 89-101.
- Barrué, C., & Grenier, D. (2020), Un jeu de rôle pour la scolarisation d'une question socioscientifique. La question des énergies renouvelables (pp.735-743). In *Actes des 11èmes rencontres de l'ARDIST*. Bruxelles.
- Barthes, A., & Alpe, Y., (2013). Le curriculum caché du développement durable. *Penser l'Éducation, Hors Série*, 101-121.
- Barthes, A., & Alpe, Y. (2016). *Utiliser les représentations sociales en éducation. Exemple de l'éducation au développement durable*. Paris: l'Harmattan.
- BP (2022). *71st edition of the Statistical Review of World Energy*. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>.
- Doussot, S., Gomes, L., Hersant, M., Lebouvier, B., & Orange, C. (2022). Le cadre de l'apprentissage par problématisation et les questions de l'évaluation. *Recherches en Didactique*, 33, 37-58.

- Duruiseau K. (2014). L'émergence du concept de transition énergétique. Quels apports de la géographie. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, 63, 21-34.
- Hatem, F. (2000). Le concept de « développement soutenable ». *Économie Prospective Internationale*, 44, 101-117.
- Jeziorski A., & Legardez A. (2014). Spécificités disciplinaires de l'éducation au développement durable dans les représentations des futurs enseignants français des sciences de la nature et des sciences humaines et sociales. *Éducation Relative à l'Environnement*, 11. <https://doi.org/10.4000/ere.828>.
- Jeziorski, A., Therriault, G., & Morin, É. (2021). Représentations sociales, rapports aux savoirs et pratiques enseignantes autour de questions socialement vives environnementales : Quels croisements, quelles tensions ? *Phronesis*, 10, 176-193.
- Jouzel, J. (2022). *Sensibiliser et former aux enjeux de la transition écologique et du développement durable dans l'enseignement supérieur*. MESRI. <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/sensibiliser-et-former-aux-enjeux-de-la-transition-ecologique-dans-l-enseignement-superieur-83888>.
- Koliopoulos, D., & Ravanis, K. (2000). Réflexions méthodologiques sur la formation d'une culture concernant le concept d'énergie à travers l'éducation formelle. *Spirale: Revue de Recherches en Éducation*, 26, 73-86.
- Koliopoulos, D., & Ravanis, K. (2001). Didactic implications resulting from students' ideas about energy: an approach to mechanical, thermal and electrical phenomena. *Themes in Education*, 2(2/3), 161-173.
- Lange, J.-M., (2017). Educations a-disciplinaires, entre récits et pratiques : Un paradoxe didactique ? Le cas de l'éducation au développement durable. *Éducatons*, 17(1). https://www.openscience.fr/IMG/pdf/iste_eduv1n1_1.pdf
- Legardez, A. (2006). Enseigner des questions socialement vives. Quelques points de repères. *L'école à l'épreuve de l'actualité. Enseigner les questions vives* (pp. 19-31). Issy-les-Moulineaux: ESF Éditeur.
- Moscovici, S. (1961). *La Psychanalyse, son image et son public*. PUF: Paris.
- MTES (2020). *Stratégie Nationale Bas Carbone. La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone*. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/2020-03-25_MTES_SNBC2.pdf.
- ONU (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. Nations Unies: New York. <https://sdgs.un.org/2030agenda>.
- ONU (2020). *Le Futur c'est maintenant : La science au service du développement durable. Rapport mondial sur le développement durable 2019*. Nations Unies: New York. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/26935French_DESA2019_Global_Sustainable_Development_Report_WEB.pdf.
- Rateau, P., & Rouquette, M.-L. (1998). *Introduction à l'étude des représentations sociales*. Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble.
- Raymond R. (2017). Transition énergétique et transdisciplinarité. *Natures Sciences Sociétés*, 25, S42-S44. <https://doi.org/10.1051/nss/2017030>.
- RTE (2021) *Futurs énergétiques 2050. Principaux résultats. Résumé exécutif*. <https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-12/Futurs-Energetiques-2050-principaux-resultats.pdf>.
- Sauvé, L., & Machabée, L. (2000). La représentation : Point focal de l'apprentissage. *Éducation relative à l'environnement*, 2. <https://doi.org/10.4000/ere.6859>.

Simonneaux, L. (2013). Approche de l'Éducation au Développement Durable à partir des Questions Socialement Vives Environnementales dans l'enseignement agricole. *Penser l'éducation, Hors-Série*, 49-62.

Simonneaux, L., & Simonneaux, J., (2011). Argumentations d'étudiants sur des Questions Socialement Vives Environnementales. *Formation et pratiques d'enseignement en question*, 13, 157-178.

Sovacool, B. K. (2008). Valuing the greenhouse gas emissions from nuclear power: A critical survey. *Energy Policy*, 36(8), 2950-2963.

Theys, J. (2014). Le développement durable face à sa crise : Un concept menacé, sous-exploité ou dépassé ? *Développement Durable et Territoires*, 5(1). <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.10196>.

Urgelli, B. (2012). Logiques de communication et d'éducation dans l'enseignement des questions socioscientifiques. In *Actes du colloque Sociologie et didactiques, « vers une transgression des frontières »* (pp. 218-231). Lausanne: Haute École Pédagogique de Vaud.

Wallenhorst, N. (2022). *Qui sauvera la planète ?* Actes Sud.