

Importance du référent dans une démarche d'analyse curriculaire : L'exemple de l'éducation à l'énergie et à la transition énergétique

Importance of the referent in a curriculum analysis process:
The example of education on the issue of energy and energy transition

Jamil Abdul Aziz¹, Jean-Marc Lange², Angela Barthes³

¹ CORIA, Université de Rouen, jamil.abdulaziz@univ-rouen.fr

² LIRDEF, Université de Montpellier et Université Paul Valéry Montpellier, jean-marc.lange@umontpellier.fr

³ ADEF, Aix-Marseille Université, angela.barthes@univ-amu.fr

RÉSUMÉ. Cet article présente une méthode d'analyse curriculaire des prescriptions concernant la transition énergétique, avec une réflexion sur le référentiel et ses effets éducatifs. La transition énergétique intègre des dimensions complexes scientifique et/ou technique, politique et sociétal, et nous partons du principe que tout curriculum est un construit à caractère politique. La première étape de l'étude a été de produire un référentiel curriculaire de la transition énergétique, lequel permet d'élaborer d'une grille d'analyse du curriculum prescrit. Les programmes examinés sont ceux de l'enseignement général et obligatoire. Enfin, un corpus issu d'un questionnaire administré à 959 élèves en fin de troisième, qui constitue la fin légale de la scolarité obligatoire, a été analysé en vue d'approcher le curriculum réel.

ABSTRACT. This article presents a method of curriculum analysis of prescriptions and their educational effects, on the issue of energy transition, and based on the interest of having a robust referent available. The first step of the study was to develop a reference map of the energy transition. The reference map then made it possible to draw up an analysis grid for the prescribed curriculum. The programs examined are those of general and compulsory education. Finally, a corpus from a questionnaire administered to 959 students in their last year of middle school was analyzed in order to report on the efficiency of the study program, using the method of social representations.

MOTS-CLÉS. Éducation scolaire, enseignement général et obligatoire, curriculum, développement durable, transition énergétique.

KEYWORDS. Scholar education, compulsory education, curriculum, sustainable development, energy transition.

1. Introduction

La question énergétique et le processus de transition dans lequel s'engagent de nombreux pays constituent des questions clés pour la durabilité du développement des sociétés dans le contexte de l'anthropocène et de ses défis. Questions clés, car c'est bien la mise à disposition d'une énergie abondante, disponible, transportable et à haute valeur de conversion en travail qui a permis la considérable capacité des sociétés industrielles à transformer leur environnement (Rifkin, 2011 ; Jancovici, 2015). Pour autant, c'est à cette limite que nous sommes collectivement confrontés actuellement : limite en disponibilité de ressource au-delà des fluctuations géopolitiques, limite sociale en termes d'inégalités d'accès et limite environnementale majeure, car planétaire, notamment les conséquences en termes de changements climatiques, d'érosion de la biodiversité, ou de perturbation des grands flux biogéochimiques tel celui de l'azote (Rockström et al, 2009). C'est dans ce contexte et pour certaines de ces raisons que les Etats s'engagent actuellement dans la voie d'une transition énergétique. Mais les choix énergétiques orientent eux-mêmes le type d'organisation sociale qui en résulte (Rifkin, 2014 ; 2019). La question qui se pose alors est celle de la capacité des publics à juger de l'action publique et à peser sur les orientations prises, ce qui constitue le principe démocratique dont l'éducation est l'une des clés majeures (Dewey, 1916 ; 1927). C'est pourquoi nous nous proposons ici d'examiner dans cette perspective le parcours éducatif relatif à l'énergie et à la transition énergétique mis en place dans le cadre de la scolarité générale et obligatoire en France afin de déterminer quelles appropriations effectives de ces enjeux sont rendues possibles pour l'ensemble d'une génération.

Cet examen, conduit d'un point de vue curriculaire (Martinand, 2003 ; Lange, 2011)., part du principe que tout curriculum est un construit à caractère politique (Ross, 2000) et qu'il comporte éventuellement une part idéologique au service d'un projet lui-même politique, parfois non explicité, faisant référence au curriculum caché (Barthes et Alpe, 2013 ; Barthes, 2018), nous nous proposons d'examiner le curriculum prescrit de cette éducation au travers l'analyse des programmes de l'enseignement général et obligatoire, et d'en comprendre la morphologie (Lebeaume, 2019). Pour autant, être en mesure de faire ces analyses implique d'avoir à disposition des critères. Ainsi, la première étape du travail a-t-elle été de constituer un référent suffisamment robuste alors même que celui-ci n'est disponible en tant que tel ni scientifiquement ni politiquement, comme c'est généralement le cas dans les « éducations à » (Barthes, Lange et Tutiaux, 2017 ; Barthes, Alpe, 2018). Les analyses ainsi conduites permettront de mettre à jour la morphologie curriculaire d'une éducation à la transition énergétique et son éventuel pendant caché lié au projet idéologique implicite à cette éducation. Elles visent ensuite à identifier les principales balises curriculaires au service d'un curriculum possible d'une éducation participant de manière efficiente à la prise en charge de ce défi sociétal. L'étude complète ainsi celle menée par Manuel Bächtold et al (2014) d'un point de vue épistémologique et historique, et celle effectuée par Mandarine Hugon et al (2019) qui portait quant à elle sur les pratiques des enseignants et des élèves.

L'objet de cet article est de proposer une démarche d'analyse curriculaire reproductible fondée sur l'usage d'un référent. Nous nous proposons ensuite d'examiner l'effet du curriculum prescrit sur les élèves, le curriculum produit, sur 959 élèves en fin de troisième, qui constitue la fin légale de la scolarité obligatoire, répartis sur 4 départements du sud-est de la France, à partir de la base de données et des méthodologies de l'observatoire école et territoires (OET). Nous préciserons au cours de la démarche les outils et méthodes utilisés au fil du cheminement.

2. Approche multidimensionnelle de la question de l'énergie et de la transition énergétique

Pour les scientifiques, les concepts prennent leurs sources dans la vie courante ce qui en détermine une certaine matérialité. Or l'énergie est l'un des rares concepts, en tant que concept théorique, qui n'a pas un sens physique univoque comme les atomes et molécules. L'énergie est ainsi pour un physicien une « fonction d'état », et sa valeur absolue n'est pas connue. Néanmoins, il possède une curieuse matérialisation sociétale puisqu'on parle de « manque d'énergie », d'« économie d'énergie », « achat d'énergie », « gaspillage d'énergie », d'« énergie renouvelable » ... Il est aussi courant de lire des grands titres dans les médias tels que « énergie et qualité de vie », « limitation et disponibilité de ressources énergétiques », « augmentation des prix de l'énergie » (Kirwan, 1987).

Afin de construire un référent robuste et légitime, il est impératif de revenir aux définitions scientifiques de l'énergie, puis aux usages sociaux qui en sont fait.

Les premières définitions disponibles sont ainsi reliées au concept de travail :

- l'énergie est la capacité de provoquer un changement (Rankine, 1848) ;
- l'énergie est la capacité d'effectuer un travail (Maxwell, 1891).

Or, si ces définitions trouvent un écho chez les enseignants en sciences physiques, ce mot de travail est rarement utilisé dans d'autres transformations énergétiques comme les réactions chimiques ou en biologie pour les organismes vivants, en dehors du travail musculaire.

La complexité du concept réside aussi dans le fait qu'il a des facettes et dimensions multiples et qu'il nécessite de nombreuses contributions disciplinaires :

- Définitions/qualifications (énergie mécanique, énergie potentielle, énergie cinétique, énergie élastique, énergie de rotation, énergie de translation...),
- Modes de transfert (conduction, convection, rayonnement),

- Formulations mathématiques et unités employées,
- Principes (principe de conservation totale de l'énergie, flux de chaleur de source chaude vers de source froide),
- Applications techno-industrielles (sources énergétiques primaires de conversion (énergies fossiles (énergie stock), énergies renouvelables (énergie flux), énergie dé-carbonée, ...).

Une éducation à l'énergie, comme question sociétale, ne peut donc se contenter d'une approche monodimensionnelle, à caractère purement scientifique et/ou technique. Elle doit aussi intégrer le fait qu'elle entretient de multiples et complexes relations et interdépendances avec l'économie, l'environnement, la politique, la santé, les impacts sociaux, et est liée aux ruptures technologiques, scientifiques et aux innovations (Hugon et al, 2019 ; Kirwan, 1987). L'énergie est donc par nature un concept hybride et complexe, à la fois scientifique, technique et social, mêlant ainsi des savoirs scientifiques, de l'ingénieur, et politiques et sociaux.

La transition énergétique, quant à elle, est un choix politique qui nous interroge sur nos ressources et gisements propres, nos différents moyens de production avec des contraintes divers (technique, socio-économique, politique et géopolitique, environnemental...), notre consommation et notre mode de vie, notre comportement actuel et dans un avenir proche. Un débat, un choix, une transition énergétique ne peut être efficace collectivement que si le citoyen dispose des indicateurs, des critères pour assumer ses choix et son avenir énergétique. Des critères, des indicateurs multiples des enjeux économiques, politiques, sociaux, environnementaux, scientifiques et techniques sont nécessaires pour débattre d'un choix énergétique durable et responsable pour une transition énergétique démocratique et respectueuse des générations actuelles et futures et des « équilibres planétaires ».

La transition énergétique est donc l'un des enjeux et défis clés de la transition écologique en vue d'un développement durable (ODD 7 , UN 2015). En contexte démocratique, celle-ci ne peut s'envisager sans la participation active des publics à cette démarche. L'éducation pensée dans toute sa plénitude, et non sous sa forme édulcorée et dégradée de communication ou d'assimilation/restitution de savoirs discursifs, en constitue alors un enjeu central. Pour ce faire, il y a besoin de disposer d'un référent fiable, *multiréférentiel* (Ardoino, 1988), incluant les savoirs à maîtriser, les données, les influences politico-idéologiques, les scénarios, les indicateurs, les débats, les tensions et les controverses dont la transition fait l'objet.

3. Elaboration d'un référent curriculaire

La première étape pour une analyse curriculaire est de disposer d'un référent suffisamment robuste (Lange, 2014). Ce travail d'élaboration, réalisé à partir de l'étude de 44 sites institutionnels relatifs à la question énergétique sociétale (cf. Annexe I) se formalise sous la forme d'une carte multiréférentielle (Abdul Aziz, 2015) qui synthétise les indicateurs et enjeux d'une transition énergétique. Définie en termes de dimension du développement durable, d'enjeux, et de scénarios, elle vise à constituer un référent robuste pour l'éducation à la transition énergétique (Abdul Aziz et al, 2015) et un îlot multiréférentiel d'intelligibilité de la question sociétale étudiée (Lange et Martinand, 2010 ; Lange, 2014). Par îlot multiréférentiel d'intelligibilité, nous entendons, dans la lignée des élaborations du philosophe de l'éducation Jacques Ardoino (1988), un éclairage des questions complexes effectué selon une diversité de point de vue : une pluralité de rationalités, académiques et non académiques, mais aussi la reconnaissance de l'incomplétude intrinsèque de celles-ci, et donc la part irréductible d'idéologies, d'affects et d'ignorances qu'elles comportent. Il s'agit donc d'étayer par les références disponibles, ici organisées selon les dimensions de la durabilité, un ensemble d'îlots référents pour le curriculum étudié. La figure 1 synthétise ces îlots référents.

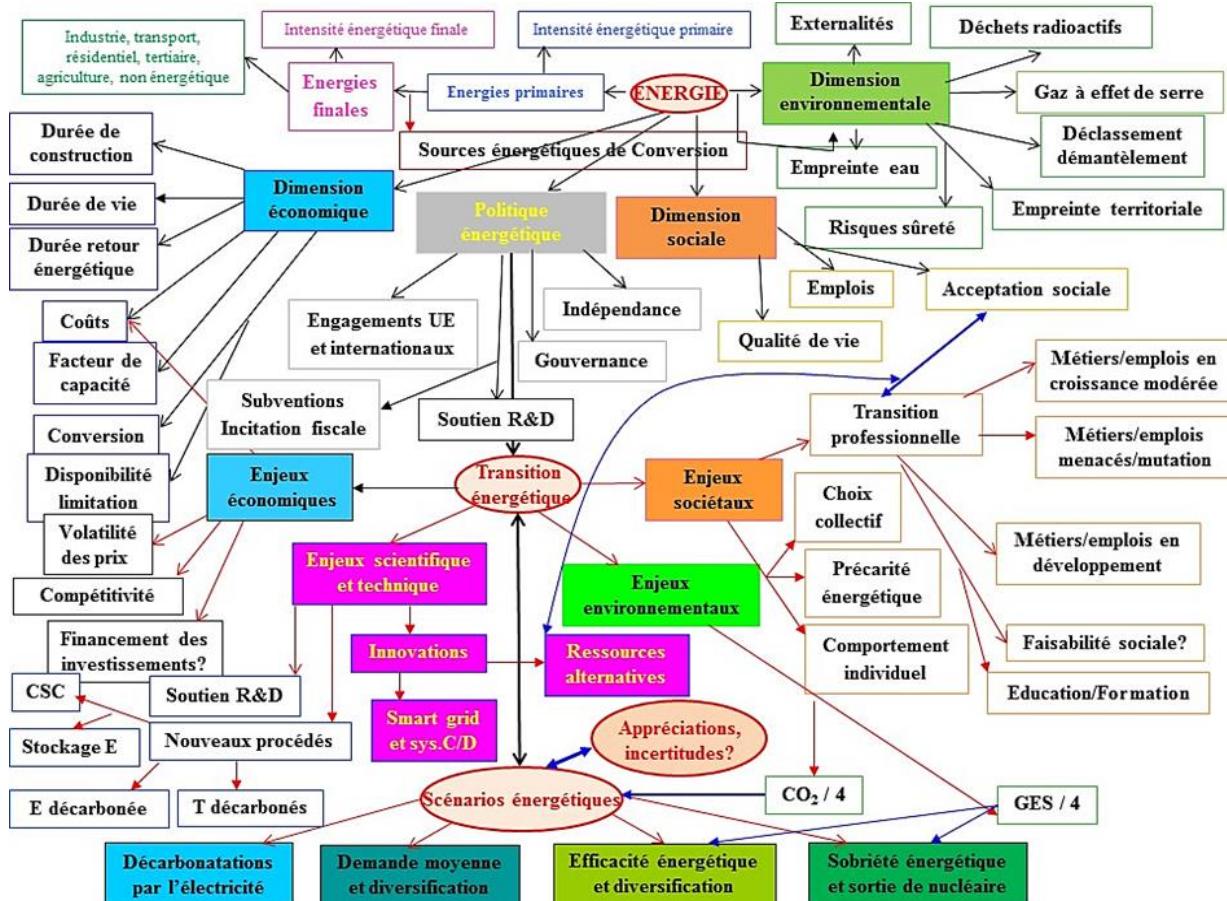


Fig. 1. Carte multiréférentielle des indicateurs et enjeux d'une transition énergétique (Abdul Aziz, 2015)

Il faut souligner ici la complexité *stricto sensu* du référent, et donc la nécessaire approche systémique de la question. De plus, précisons d'emblée à quel point les données disponibles rendent difficile l'idée même d'un référent unique, objectif et robuste, du fait de leurs variations, contradictions et fluctuations selon les sources et références examinées, ce qui est l'une des caractéristiques actuelles des « éducations à ». Ainsi, par exemple, l'indépendance nationale énergétique pour la France peut conduire à une lecture très différenciée selon les sites de références consultés et surtout la manière de l'envisager : les valeurs sont alors de 50, 28 ou ... 8,9 % selon la source et la méthode utilisée. Beaucoup de données sont en effet entachées de suspicion du fait de leur caractère géostratégique de premier plan : ainsi en est-il des données relatives aux stocks de pétrole, ou d'autres ressources, détenus par les différentes nations. Le prix du marché ne peut même pas en révéler l'état, tant sa détermination est là aussi géopolitique (Jancovici, 2015). L'objectivation ne peut alors être conduite que sous la forme d'intervalle de valeurs.

Lorsqu'on sort des approches purement technico-économiques ou scientifiques, on voit bien que la question de l'énergie s'intègre dans des systèmes sociotechniques complexes qui combinent des acteurs humains (citoyens-usagers-consommateurs), en interaction avec d'autres acteurs humains (gestionnaires, fournisseurs d'énergie, services sociaux...), mais aussi avec des acteurs non humains (logement, équipements, appareils...), auxquels s'ajoutent des normes (étiquettes, réglementations, informations, consignes, modes d'emploi...), mais aussi des dynamiques sociales (jeux de réseaux, processus d'apprentissage, effets d'influence...), des contextes ou des environnements (revenus, état du bâti, climat, marché, politiques publiques...) et enfin, des configurations sociales (familiales, organisationnelles, institutionnelles...).

Elargir le débat à tous les échelons de la société et des territoires offre l'opportunité de redonner aux citoyens leurs compétences quant aux grandes options qui vont être prises. Celles-ci définiront le paysage énergétique, mais aussi l'environnement et les conditions de vie de demain. Il ne s'agit alors

plus de raisonner en termes d'acceptabilité sociale ou de mise en conformité des comportements avec les objectifs de sobriété si souvent brandis comme « La » condition qui validerait les choix énergétiques. Il importe de convier les citoyens à participer aux décisions et aux grands choix qui dessinent à la fois leur paysage énergétique, mais aussi leur société de demain. Réduire le fossé entre élus et citoyens représente alors la seule garantie pour que le débat ne soit pas confisqué.

La seconde étape pour une analyse curriculaire est de disposer d'indicateurs pertinents au regard du référentiel élaboré. Pour autant, précisons que les indicateurs énergétiques s'entendent comme évolutifs relativement aux contextes. Les indicateurs donnent cependant une image claire de l'ensemble du système, y compris des relations et des arbitrages entre diverses dimensions du développement durable, ainsi que des implications à plus long terme des décisions et comportements actuels. Les changements de valeur des indicateurs au cours du temps marquent le progrès ou l'absence de progrès sur la voie de la soutenabilité.

L'ensemble de base des Indicateurs Energétiques du Développement Durable institutionnellement existant, tels ceux établis par l'Agence Internationale de l'Énergie atomique (IAIEA), est constitué de 30 indicateurs, répartis en trois dimensions (sociale, économique et environnementale), subdivisées en 7 thèmes et 19 sous-thèmes (Cf Annexe II). Si cet ensemble constitue une base intéressante, le référentiel construit nous montre la nécessaire prise en compte de la dimension politique et du futur par une approche prospective (Barthes, Blanc-Maximin, 2019), en vue de constituer un référentiel pertinent pour le monde éducatif.

4. Analyse du curriculum prescrit

La carte présentée ci-dessus (fig. 1) a permis de sérier les indicateurs pertinents et devient ainsi référentiel pour conduire l'analyse du curriculum prescrit. Celle-ci est lexicale et consiste à repérer les mots clés par niveau et domaine disciplinaire. Elle a été menée pour le premier et le second degré intermédiaire, soit les cycles 1, 2, 3, 4 et le lycée. Nous avons utilisé les programmes en cours au moment du recueil des représentations des élèves. (Tableau 1).

Thématisques	Niveau et disciplines scolaires
Sources d'énergies renouvelables et non renouvelables	Premier degré/Primaire (CE2, CM1, CM2, Sciences et Technologie)
Activités agricoles	Premier degré/Primaire (CE2, CM1, CM2, Géographie)
Transformation de l'énergie	Second degré inférieur/Collège (6 ^e , Technologie)
Ressources énergétiques, enjeux du DD	Second degré inférieur/Collège (5 ^e , Histoire-Géographie)
Chaine d'énergie	Second degré inférieur/Collège (5 ^e , Technologie)
Energies fossiles et énergies fossiles, comparaison	Second degré inférieur/Collège (3 ^e , Sciences de la Vie et de la Terre)
Sources d'énergie renouvelables et non renouvelables	Second degré inférieur/Collège (3 ^e , Physique-Chimie)
Critères de choix énergétiques	Second degré inférieur/Collège (3 ^e , Technologie)
Du développement au DD	Second degré supérieur/Lycée (2 ^{de} , Histoire-Géographie)
Energies fossiles et renouvelables, biomasse, carburants	Second degré supérieur/Lycée (2 ^{de} , Sciences de la Vie et de la Terre)
Réaction nucléaire, ressources énergies renouvelables	Second degré supérieur/Lycée(1 ^{re} Scientifique, Physique-Chimie)
Ressources en énergies renouvelables et non renouvelables	Second degré supérieur (1 ^{re} Littéraire, Sciences de la Vie et de la Terre)
Ressources et environnement, agro-ressources	Second degré supérieur/Lycée (Term Scientifique, Physique-Chimie)

Tableau 1. Thématisques abordées dans les programmes

Les cartes ci-dessous (figures 2, 3, 4 et 5) indiquent la présence des mots clés du référent élaboré dans les textes de prescriptions selon les niveaux scolaires, et ce pour l'ensemble du cursus éducatif. La comparaison au référent permet, par contraste, de mettre à jour les évocations, les points abordés, les focalisations, ou les manques du prescrit, démarche de base de l'analyse d'un curriculum caché (Barthes, 2018). Ce qui est présent dans les programmes est figuré sur les cartes ci-dessous entourées par un ovale qui précise le niveau scolaire considéré.

Cette étude démontre la forte présence de la question énergétique dans l'ensemble des programmes français. Mais elle démontre également la primauté donnée à la dimension environnementale et économique et un déficit important relatif aux dimensions scientifiques, sociales et politiques. Il s'en dégage probablement une culture incomplète donnant une lecture techno-économique du monde à laquelle l'absence de référence à des scénarios de transition donne peu de prise pour une éducation au choix telle que pourtant indiquée dans les orientations générales des prescriptions. De plus, l'éclatement en disciplines et en niveau laisse à l'apprenant la tâche de se construire lui-même une opinion raisonnée (Lange et Victor, 2006) sur cette question au fil de son parcours scolaire. Ces analyses rejoignent celles effectuées sur d'autres thématiques en lien avec le développement durable (Lange, 2014 ; Barocca-Paccard et al, 2013). Les controverses, débats, dissensus et choix entre scénarios concurrents en sont institutionnellement absents. Ces résultats se confirment-ils au niveau des élèves ?

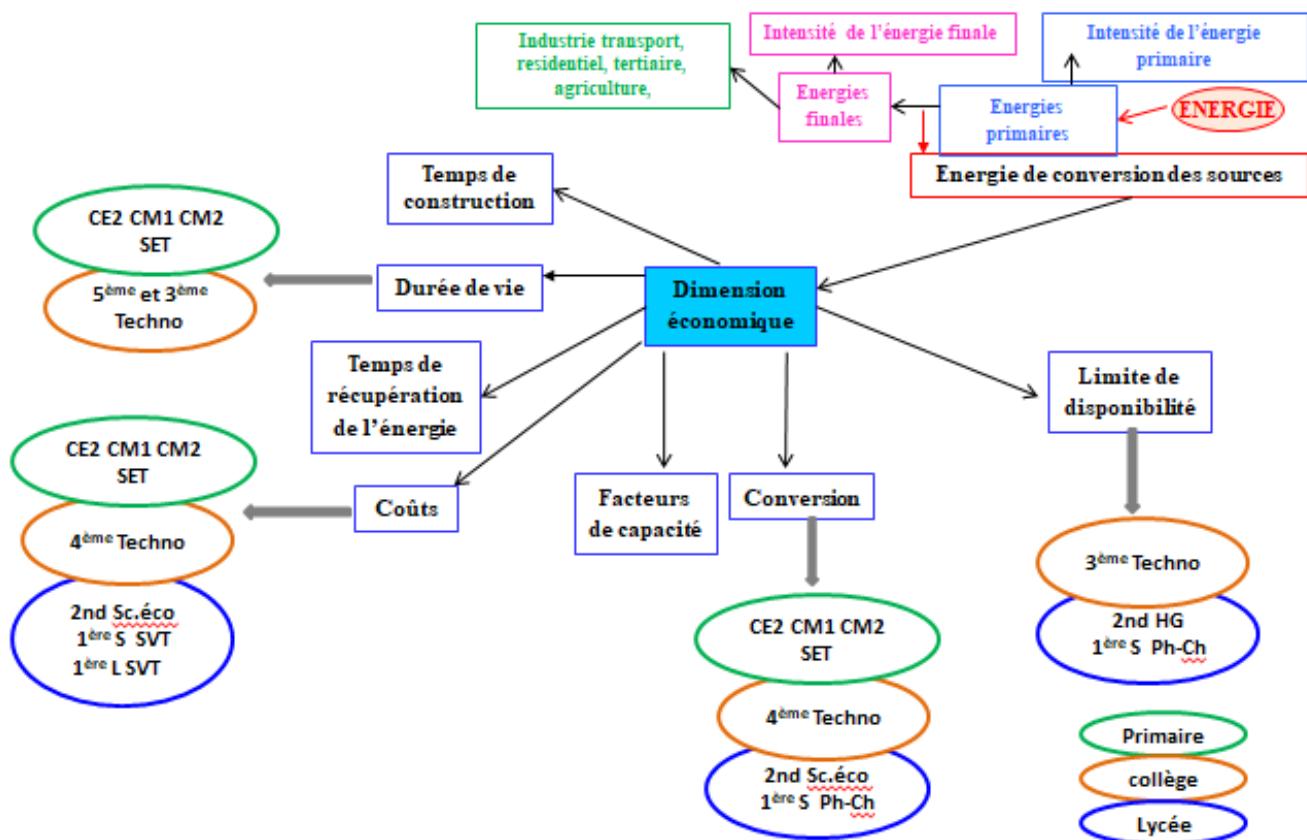


Fig. 2. Ilot d'intelligibilité de la dimension économique et programmes scolaires

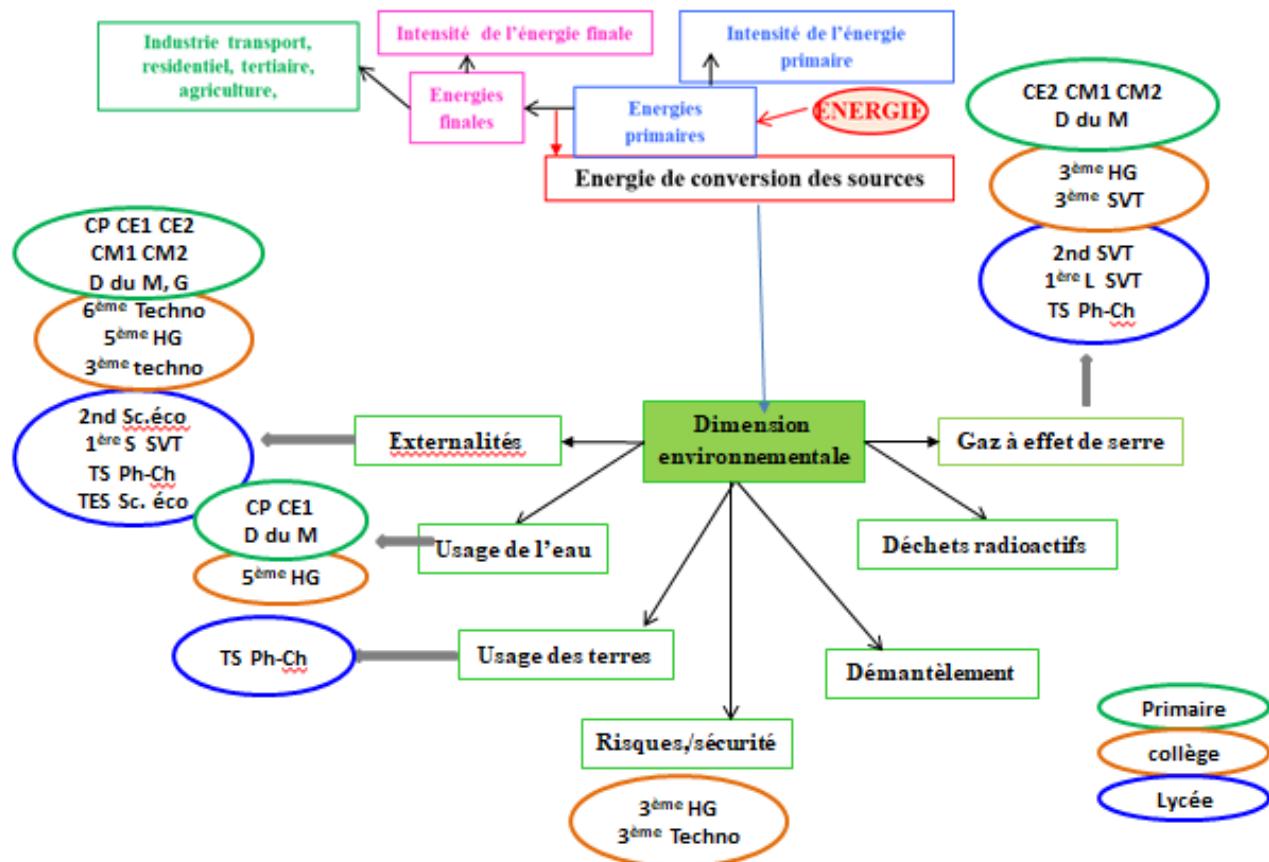


Fig. 3. Ilot d'intelligibilité de la dimension environnementale et programmes scolaires

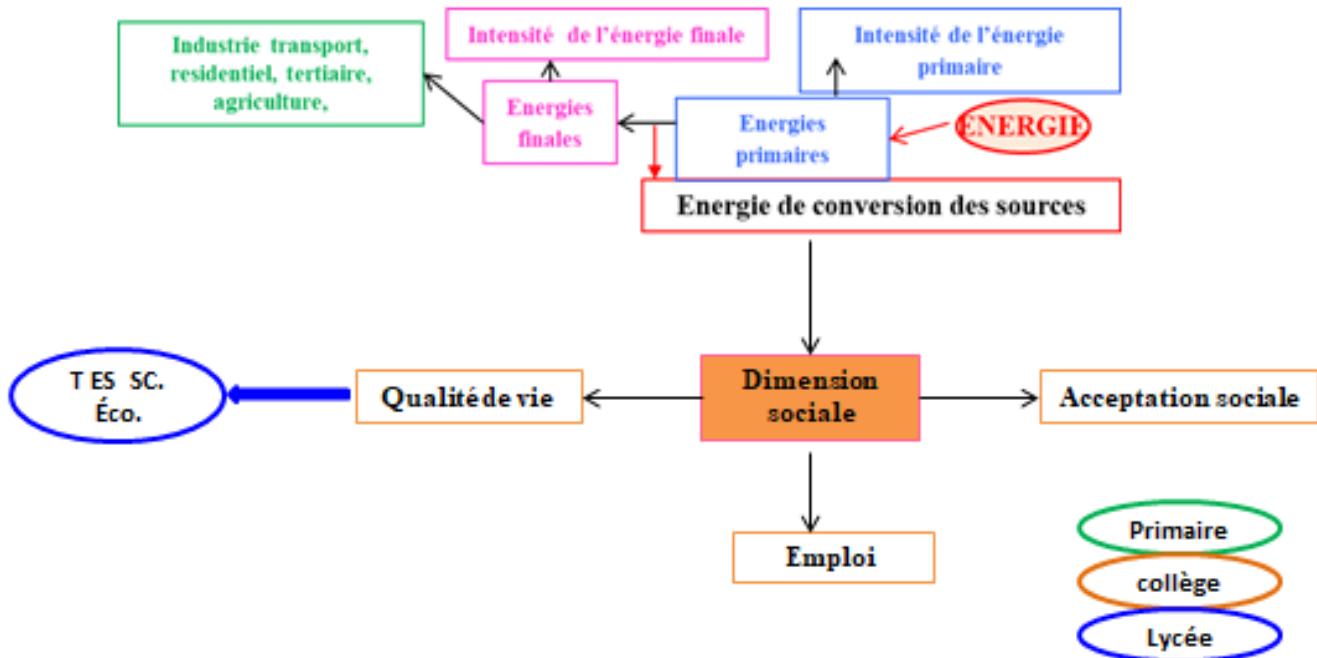


Fig. 4. Ilot d'intelligibilité de la dimension sociale et programmes scolaires

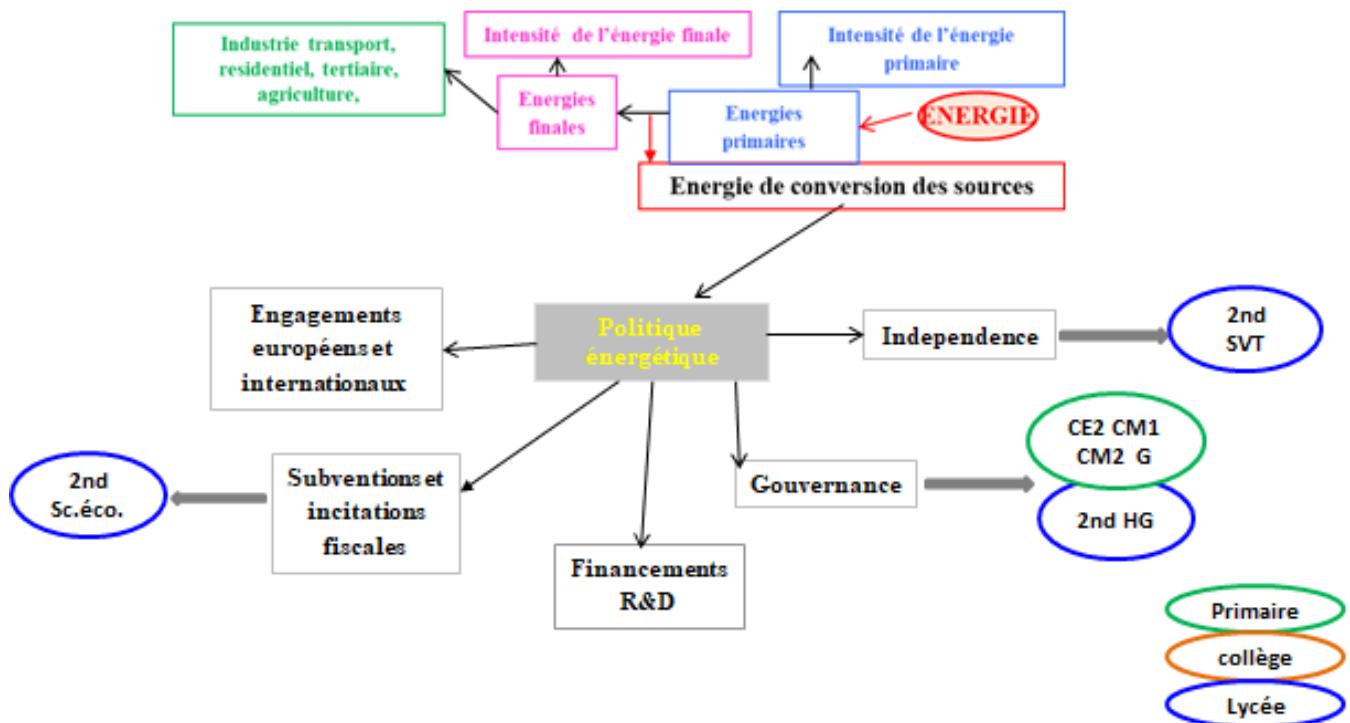


Fig. 5. Ilot d'intelligibilité de la dimension politique énergétique et programmes scolaires

5. Les effets sur les appropriations des élèves

Afin de compléter l'étude, et vérifier si nos hypothèses étaient au moins en partie vérifiées, nous avons ensuite examiné les appropriations des élèves, le curriculum produit. Il s'est agi pour ce faire d'utiliser un corpus de 959 élèves répartis sur 4 départements du sud-est de la France en fin de troisième, qui constitue la fin légale de la scolarité obligatoire, à partir de la base de données et des méthodologies de l' « observatoire école et territoires » (OET).

La base de données, issue d'un suivi longitudinal d'élèves du CM2 à la troisième depuis 1999, comprend des questionnaires visant à identifier les élèves et leurs parents, leurs caractéristiques géographiques, sociales et scolaires, et leurs parcours. A la suite de la mise en place de la décennie de l'EDD (2004-2014), l'observatoire a effectué également une veille sur les acquis des élèves concernant le développement durable, sous forme d'ajout de questions d'évocations spontanées en fin de 5^e (programme d'histoire-géographie) et en fin de 3^e (programme de sciences de la vie et de la Terre (SVT)). Les 959 élèves sont issus des départements des Alpes-de-Haute-Provence, de l'Ardèche, de la Drôme et de la Haute-Loire. La méthode choisie est celle du "suivi de panel" classique, avec traitement de données en tris à plat et tris croisés pour les données quantitatives, puis celles des graphes de cooccurrences simplifiés pour les données textuelles récoltées selon la méthodologie des représentations sociales appliquée à l'éducation (Barthes et Alpe, 2016). Les questionnaires déployés sont des questions libres d'évocations spontanées à propos de la notion enseignée. Ce type de question et leur caractère non contraint minimisent les biais.

Le traitement des questions consiste en la construction de réseaux notionnels, sur la base d'un calcul de fréquences de mots évoqués et de valeur de cooccurrences¹, c'est-à-dire, le nombre de liens entre les mots cités par un même élève.

Dans un premier temps, il s'est agi d'évaluer la place prise par les thèmes portés par la transition énergétique lors des évocations effectuées par les élèves (tableau 2). Ces réponses constituent un indicateur des apprentissages, en précisant le contexte scolaire dans lequel il se situait, à savoir les

¹ Comptages effectués à partir du logiciel Modalisa

enseignements sur le développement durable et la transition énergétique qu'ils ont suivis dans leur scolarité. Il s'avère que la question de l'énergie apparaît au final chez 269 élèves, soit 35,8% du corpus. L'item « énergie » est le troisième plus fréquent (tableau 2), mais 64 % des élèves ne le perçoivent pas spontanément comme lié au développement durable en fin de troisième.

Items	Effectifs	Répondants en %
Écologie	544	72,4%
Poubelles, déchets, tri, recyclage, compostage	376	50,1%
Energies, politique énergétique	269	35,8%
La nature, Faune, flore, végétation, arbres, forêts	254	33,8%
Pollution	213	28,4%
Préserver et protéger l'environnement	208	27,7%
Alimentation, produits et agriculture biologique	169	22,5%
Durable, Futur, long terme	141	18,8%
Planète, terre, vie	123	16,4%
Economie	112	14,9%
Développement	89	11,9%
Réchauffement climatique, effet de serre	58	7,7%
Les « verts » (référence au parti politique français)	53	7,1%
Biodiversité	47	6,3%
Eau potable	35	4,7%

Interrogés : 959 / Répondants : 751 / Réponses : 2691 (Pourcentages calculés sur la base des répondants)

Tableau 2. Evocations spontanées du développement durable par les élèves en fin de troisième

Il s'est ensuite agi de comprendre quels îlots d'intelligibilité ont été construits par les élèves à la fin de leur scolarité (figures 6, 7 et 8) concernant le développement durable et la transition énergétique, puis de les comparer au référent. Du point de vue de l'analyse comparative des corpus entre prescrit et produit, remarquons tout d'abord que la dimension économique, n'est envisagée que par 14 % des élèves (tableau 2) et les graphes notionnels nous montrent qu'elle est liée aux énergies renouvelables uniquement. Les politiques de reconversion sont quant à elles perçues sous l'angle de l'éco-efficience. Les dimensions environnementales se focalisent essentiellement sur les questions des déchets et de la nature, mais intègrent peu la transition énergétique. Enfin, la question des politiques énergétiques se mue en une réponse concernant les énergies renouvelables et alternatives, qui ne représentent en réalité qu'un aspect spécifique de la transition énergétique. Force est de constater que toutes les réponses sont très fortement focalisées sur l'éco-efficience ou la nature par exemple. Or, il a été démontré dans le cadre de la théorie des représentations sociales que les focalisations par la pression à l'inférence qu'elles induisent empêchent d'envisager la complexité d'une question et donc de mettre en œuvre une pensée systémique, base d'une construction des îlots d'intelligibilité (Moliner, 2008 ; Barthes et Legardez, 2011).

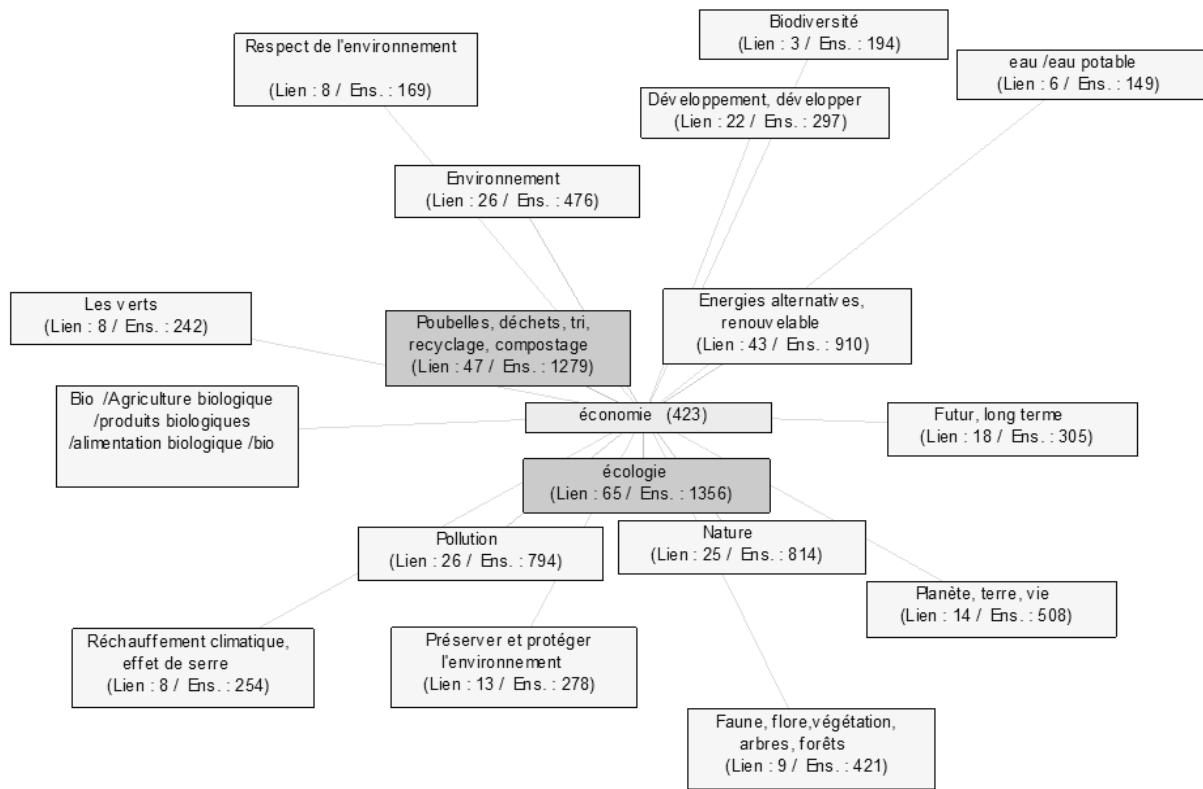


Fig. 6. Graphes de cooccurrences des élèves de fin de troisième concernant la dimension économique du développement durable et de la transition énergétique (les valeurs indiquent le nombre de liaisons entre items relativement à la fréquence de ceux-ci)

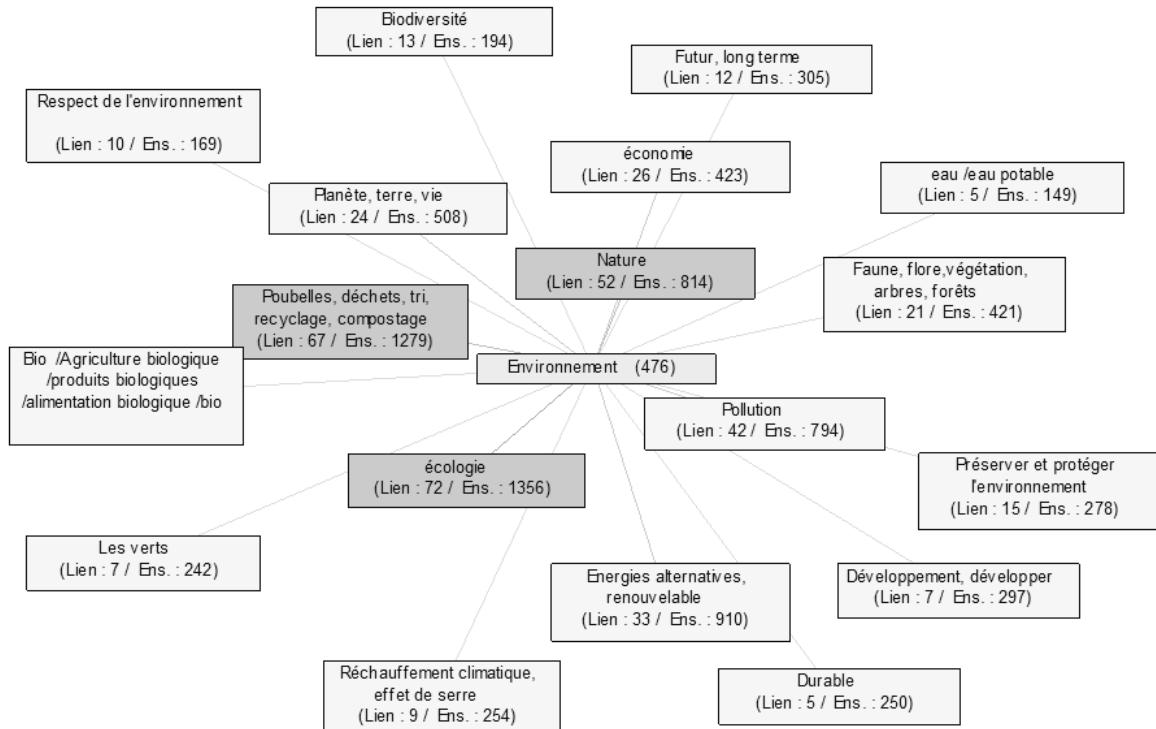


Fig. 7. Graphes de cooccurrences des élèves de fin de troisième concernant la dimension environnementale du développement durable et de la transition énergétique (les valeurs indiquent le nombre de liaisons entre items relativement à la fréquence de ceux-ci)

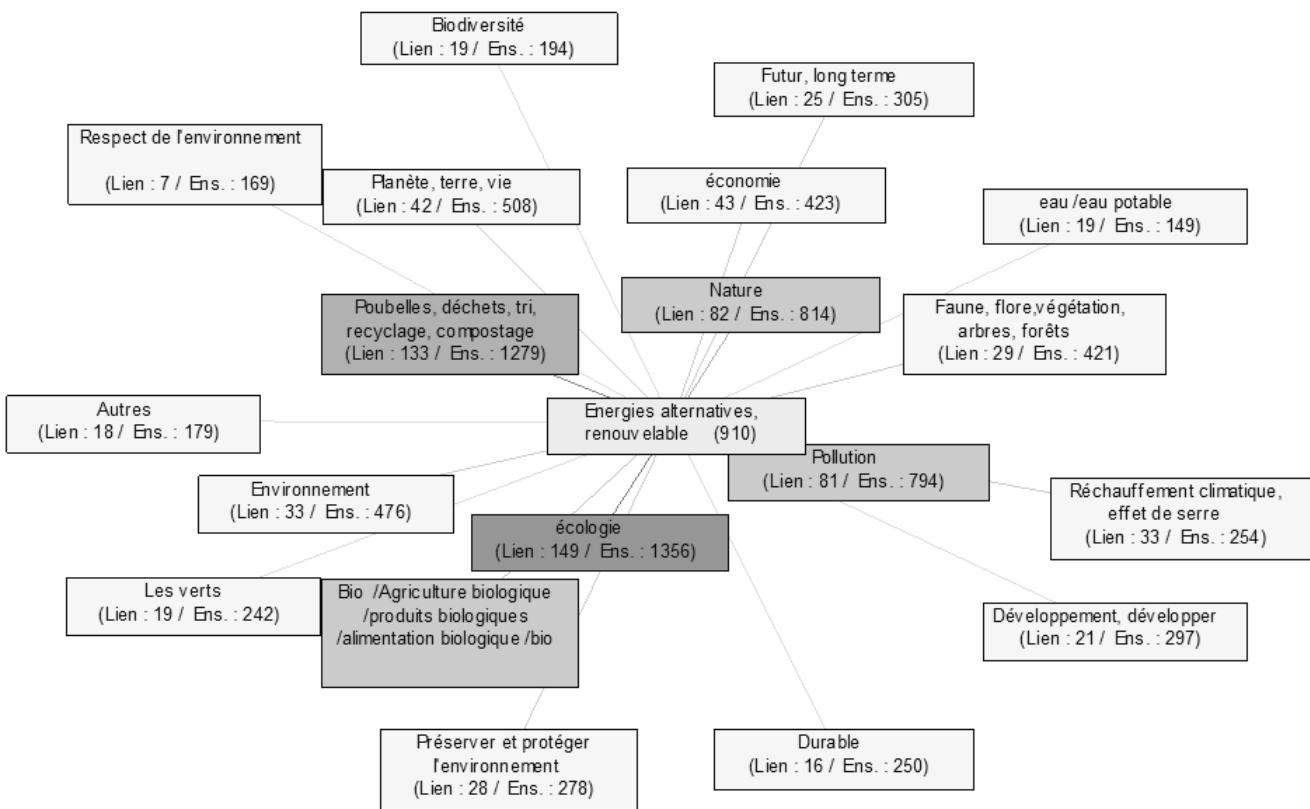


Fig. 8. Graphes de cooccurrences des élèves de fin de troisième concernant la dimension politique énergétique du développement durable et de la transition énergétique (les valeurs indiquent le nombre de liaisons entre items relativement à la fréquence de ceux-ci)

Nous avons alors cherché à savoir quels élèves avaient construit des îlots d'intelligibilités relatifs au prescrit en fin de troisième. Pour ce faire nous avons donc croisé les occurrences comprises dans les trois îlots d'intelligibilités du DD, lesquelles sont ensuite recherchées sur les 959 individus. En cohérence avec la méthode des évocations issue de la théorie des représentations sociales, nous avons considéré que si la moitié des termes se retrouvaient chez un individu, l'îlot d'intelligibilité s'avérait construit *a minima* pour cet élève. Ainsi, dans cette configuration, on peut considérer que l'îlot d'intelligibilité concernant la dimension sociale ne l'est jamais, ceux concernant les dimensions économiques (et les politiques énergétiques) sont construits pour 3% des individus, et concernant la dimension environnementale pour 5% des individus.

Ilots d'intelligibilité : dimension sociale	0%
Ilots d'intelligibilité : dimension économique	3%
Ilots d'intelligibilité : dimension environnementale	5%
Ilots d'intelligibilité : dimension de la politique énergétique	3%

Tableau 3. Pourcentages d'élèves ayant acquis les questions de la transition énergétique en fin de troisième relativement aux îlots d'intelligibilité élaborés

5. Discussion générale et préconisations

La chaîne curriculaire analysée ici – à savoir ce qui va du prescrit par l'institution au curriculum produit (ce qui est acquis par les élèves) - montre une déperdition des savoirs très importante d'amont en aval. Nous attribuons cela pour notre part à la forte prégnance d'un curriculum caché (ce qui est implicite dans l'enseignement) : il s'agirait ainsi d'entrer dans le cadre du développement durable et de la transition énergétique en intégrant les valeurs de responsabilisation individuelle prises en tant que devoir du citoyen. Nous attribuons cela également à la non-prise en compte du caractère hybride et non seulement scientifique, mais pluridimensionnel du concept d'énergie et celui d'efficacité énergétique qui peinent à trouver leur place dans un enseignement disciplinaire essentiellement académique et cloisonné, ou au sein de projets conçus trop souvent dans une visée comportementaliste non étayée en raison. Il en résulte des focalisations simplificatrices qui empêchent le développement d'une pensée complexe et systémique.

L'absence de positionnement de la question sur le plan politique, nécessairement controversé, empêche alors d'en comprendre les dimensions politiques et implications sociales, et donc de mettre en œuvre une éducation à la responsabilité individuelle et collective efficace. L'analyse de la chaîne curriculaire concernant la transition énergétique en fin de scolarité obligatoire montre l'importance de replacer les enseignements dans une approche politique, et donc critique, des questions abordées. Les stratégies pédagogiques et didactiques impliquées par les curriculums actuels apparaissent alors comme peu efficientes vis-à-vis de la perception des enjeux sociaux, car simplificatrices par dualisme (énergies fossiles *versus* énergies renouvelables), ce qui constitue *a minima* une contradiction flagrante avec l'affichage institutionnel d'une éducation au choix.

Pour dépasser les insuffisances du curriculum étudié, relatif à l'éducation à l'énergie et à la transition énergétique, mises en évidence dans cette étude, nous préconisons le scénario pédagogique et didactique suivant :

- Centration sur le lieu de vie, par exemple l'établissement scolaire, comme lieu encapacitant (Danvers, 2017 ; Janner-Raimondi, 2017 ; Normand, 2017) d'expériences à vivre (Dewey, 1906, 1927) favorisant l'incorporation de dispositions favorables au questionnement énergétique ;
- Pratiques réflexives au moyen d'enquêtes multiréférentielles d'enjeux effectués à l'occasion de projets transdisciplinaires (Lange, 2014) ;
- Etayages par des contributions disciplinaires plurielles (Lange et Martinand, 2010).

Ce scénario curriculaire nous semble correspondre à la finalité d'une éducation à visée citoyenne de transformation du monde au moyen de la compréhension des enjeux et de choix tenant compte des capacités des personnes. A tout le moins, traiter à l'Ecole la question énergétique sans présenter les différents scénarios politiques disponibles est une manipulation, consciente ou inconsciente, et un caché, incompatibles avec une conception émancipatrice de l'éducation.

Bibliographie

- Abdul Aziz, J. (2015). *Enjeux scientifiques, politiques et éducatifs de la transition énergétique*. Séminaire du RéUniFEDD.
- Abdul Aziz, J., Lange, JM et Delamotte E. (2015). Energie/transition énergétique : multicritères, autonomie de jugement, enjeux. Ecole d'été du CNRS, Clermont-Ferrand, Aout 2015.
- Ardoino, J. (1988). Vers la multiréférentialité, Perspectives de l'analyse institutionnelle. Paris: Méridiens-Klinksieck.
- Bächtold, M., Munier V., Guedj M. Lerouge A. et Ranquet A. (2014). « Quelle progression dans l'enseignement de l'énergie de l'école au lycée ? Une analyse des programmes et des manuels ». RDST [En ligne], 10 | 2014, mis en ligne le 31 décembre 2016, consulté le 03 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/rdst/932> ; DOI : 10.4000/rdst.932

Barroca-Paccard M., Orange-Ravachol, D. et Gouyon, P-H. (2013). Education au développement durable et diversité du vivant : la notion de biodiversité dans les programmes des sciences de la vie et de la Terre. In JM Lange (dir) Actes du Colloque international « Education au développement durable : appuis et obstacles à sa généralisation hors et dans l'Ecole », Rouen, 26, 27 & 28 novembre 2012, *Penser l'éducation*, Hors série, 467-484.

Barthes, A. et Alpe, Y. (2013). Le curriculum caché du développement durable. In JM Lange (dir) Actes du Colloque international « Education au développement durable : appuis et obstacles à sa généralisation hors et dans l'Ecole », Rouen, 26, 27 & 28 novembre 2012, *Penser l'éducation*, Hors série, 485-502.

Barthes, A. et Alpe, Y. (2016). Utiliser les représentations sociales en éducation. Paris : Collection «Logiques Sociales », L'Harmattan, 220 p.

Barthes, A. (2017). Education au développement durable. In Barthes, Lange et Tutiaux-Guillon (dir.) Dictionnaire critique des concepts et enjeux des éducations à (p. 47-50). Paris : L'Harmattan

Barthes, A. (2017). Curriculum caché. In Barthes, Lange et Tutiaux-Guillon (dir.) Dictionnaire critique des concepts et enjeux des éducations à (p. 155-158). Paris : L'Harmattan

Barthes A., Lange J-M., Tutiaux-Guillon N. (2017). Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « éducations à ». Paris : L'Harmattan.

Barthes A., Blanc-Maximin S., Dorier-April E. (2019). Quelles balises curriculaires en éducation à la prospective territoriale durable ? Valeurs d'émancipation et finalités d'implications politiques des jeunes dans les études de cas en géographie. Cahier du CERFEE, Education et socialisation n° 51. Environnements culturels et naturels : apprendre pour agir ensemble. Montpellier

Danvers, F. (2017). Education au choix. In Barthes, Lange et Tutiaux-Guillon (dir.) Dictionnaire critique des concepts et enjeux des éducations à (p. 21-24). Paris : L'Harmattan

Dewey, J. (1916, 1990 trad. française). Démocratie et éducation. Paris : A. Colin.

Dewey, J. (1927, 2003 trad. française). Le public et ses problèmes. Publications de l'université de Pau : Farrago/Editions Léo Scheer.

Hugon M., Maguin F., Bois E. et Glomeron F. (2019). Education à l'énergie : pratiques enseignantes et représentations des élèves. ISTE : EducationS, Vol. 3, 1 Publié le 19 juillet 2019 DOI : 10.21494/ISTE.OP.2019.0402

Jancovici, J.-M. (2015). Dormez tranquille jusqu'en 2100, et autres malentendus sur le climat et l'énergie. Paris : Odile Jacob.

Janner-Raimondi, M. (2017). Education au choix. In Barthes, Lange et Tutiaux-Guillon (dir.) Dictionnaire critique des concepts et enjeux des éducations à (p. 24-28). Paris : L'Harmattan

Kirwan, D.F. (1987). Energy Resources in Science Education. Science and Technology and Future Human needs. Oxford: Pergamon Press.

Lange J-M. et Martinand J-L. (2010). Education au développement durable et éducation scientifique : Repères pour un curriculum. In A. Hasni & J. Lebeaume (dir), Enjeux contemporains de l'éducation scientifique et technique, Les Presses de l'Université d'Ottawa, Canada.

Lange, J.-M. (2014). Éducation au développement durable : intérêts et limites d'un usage scolaire des investigations multiréférentielles d'enjeux. In Michel Fabre, Hélène Hagège et Christian Reynaud "Les éducations à ... et le développement de la pensée critique", Education et socialisation, les cahiers du CERFEE, 36, consultable à <http://edso.revues.org/872>.

Lange, J.-M. (2017). Education au développement durable. In Barthes, Lange et Tutiaux-Guillon (dir.) Dictionnaire critique des concepts et enjeux des éducations à (p. 43-47). Paris : L'Harmattan.

Lange, J.-M. (2017). Curriculum. In Barthes, Lange et Tutiaux-Guillon (dir.) Dictionnaire critique des concepts et enjeux des éducations à (p. 152-155). Paris : L'Harmattan.

Lebeaume, J. (2019). « Précisions sur la « forme curriculaire » et distinction entre pratiques constitutives et savoirs contributifs. Contribution à l'étude morphologique des curriculums prescrits ». Éducation & didactique, 2019/1 (Vol. 13), p. 43-59. URL : <https://www.cairn.info/revue-education-et-didactique-2019-1-page-43.htm>

Martinand, J.-L. (2003). L'éducation technologique à l'école moyenne en France : problèmes de didactique curriculaire. Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies, 3, 1, 101-116.

Normand, R. (2017). Empowerment/capacitation. In Barthes, Lange et Tutiaux-Guillon (dir.) Dictionnaire critique des concepts et enjeux des éducations à (p. 175-178). Paris : L'Harmattan.

Rifkin, J. (2011). Une nouvelle conscience pour un monde en crise, vers une civilisation de l'empathie. Paris : LLL, les liens qui libèrent.

Rifkin, J. (2014). La nouvelle société du coût marginal zéro. Paris : LLL, les liens qui libèrent.

OCDE (2018). « L'objectif de développement durable relatif à l'éducation », dans Education at a Glance 2018 : OECD Indicators, Éditions OCDE, Paris. DOI: <https://doi.org/10.1787/eag-2018-6-fr>

Simonneaux, L. et Simonneaux, J. (2012). Educational configurations for teaching environmental socio-scientific issues within the perspective of sustainability. Research In Science Education 42, 1, 75-94.

Simonneaux, L. et Legardez, A. (2011). Développement durable et autres questions d'actualité. Les Questions Socialement Vives dans l'enseignement et la formation. Dijon : Educagri Editions

ANNEXE I : corpus des références relatives à la transition énergétique

[1] Indicateurs énergétiques du développement durable : lignes directrices et méthodologies ; IAEA, DAES (ONU), IEA, Eurostat, Agence européenne pour l'environnement ; ISBN 978-92-0-209408-6 ; Sep. 2008

[2] Chiffres de l'énergie édition 2011, service de l'observation et des statistiques du ministère de l'environnement, du développement durable, décembre 2011

[3] Bilan énergétique de la France, service de l'observation et des statistiques du ministère de l'environnement, du développement durable, Juillet 2012

[4] Global Chance Alternatives économique

[5] La situation énergétique en France : état des lieux, les cahiers de Global chance No 33, mars 2013, p9

[6] L'énergie en Allemagne et en France : une comparaison instructive, les cahiers de Global Chance No 30, septembre 2011, ISSN 1270-377X

[7] International Energy Agency, Key World Energy Statistics 2011, OECD/IEA, 2011

[8] CONSEIL EUROPEEN DE BRUXELLES 8-9 MARS 2007

[9] Autour de notions : efficacité et intensité énergétiques, exemple de l'Union européenne, Sylviane Tabarly, Dgesco ENS Lyon, <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/doc/transv/DevDur/DevdurFaire.htm>

[10] L'efficacité énergétique dans l'Union Européen, ADEME, ISBN : 978-235838-014-0, Nov. 2008

[11] Débat National transition énergétique, groupe 2 (Quelle trajectoire pour atteindre le mix énergétique en 2050 ? Quels types de scénarios possibles à horizons 2030 et 2050, dans le respect des engagements climatiques de la France ?), Juin 2013

[12] Energy Information Administration, Annual Energy outlook, April 2011, DOE/EIA-0383, 2011

[13] Levelized Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2011, January 23, 2012, Report of the US Energy Information Administration (EIA).

[14] Efficiency in Electricity Generation, EURELECTRIC “Preservation of Resources” Working Group’s “Upstream” Sub-Group in collaboration with VGB, July 2003

[15] An EU Energy security and Solidarity action plan, p16, 2008

[16] Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group III, First published 2012, Printed in the USA

[17] The ExternEproject (Externalities of Energy); http://www.externe.info/externe_2006/

[18] Revue de l'Energie, No.525, mars-avril 2001, p.151-163

[19] The implication for climate change and peak fossil fuel of the continuation of the current trend in wind and solar energy production, L. MarkW. Leggett, David A. Ball, Energy Policy 41 (2012) 610–617

[20] Uranium 2009 Resources, Production and Demand, OECD, International Atomic Energy Agency (IAEA). Published by : OECD Publishing, 010,

http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/NEFW/Technical_Areas/NFC/uranium-production-cycle-redbook.html#RedBook

- [21] IAEA (2006). IAEA Safety Standards. Decommissioning of Facilities Using Radioactive Material. Safety Requirements WS-R-5. http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1274_web.pdf
- [22] OECD/NEA (2010c). Cost Estimation in Decommissioning: An International Overview of Cost Elements, Estimation Practices and Reporting Requirements. NEA No. 6831. <http://www.oecd-nea.org/rwm/reports/2010/nea6831-cost-estimation-decommissioning.pdf>
- [23] UNEP YEAR BOOK 2012, CLOSING AND DECOMMISSIONING NUCLEAR POWER REACTORS, p42
- [24] Les coûts de la filière électronucléaire, Cour des Comptes, rapport public thématique, janvier 2012, p87, p101
- [25] OCDE/AEN n° 6868-2010 : Synthèse du rapport Cost estimation for decommissioning: an international overview of cost elements, estimation practices and reporting requirements : Etude réalisée dans douze pays: France, Allemagne, Belgique, Canada, Espagne, USA, Italie, Japon, Suède, Pays-Bas, Royaume-Uni, Slovaquie.
- [26] Le démantèlement des installations nucléaires et la gestion des déchets radioactifs, Cour des Comptes, Synthèse du Rapport public particulier, janvier 2005
- [27] rapport énergies 2050, Centre d'analyse stratégique, Annexe 9, 2012
- [28] Le poids socio-économique de l'électronucléaire en France, PricewaterhouseCooper Advisory, mai 2011, www.pwc.com
- [29] Débat National transition énergétique, groupe 6, La transition énergétique face à des scénarios probables, quelle conduite du changement pour les métiers, les emplois, les compétences et les qualifications, les dispositifs de formation?, Juin 2013
- [30] Etude des énergies renouvelables en Europe, EurobservER, édition 2011, commissioned by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Marlene O'Sullivan and al, 2012
- [31] Gross employment from renewable energy in Germany in 2011- a first estimate-, research project
- [32] Land use and electricity generation: A life-cycle analysis, Vasilis Fthenakis, HyungChul Kim, Renewable and Sustainable Energy Reviews 13 (2009) 1465–1474
- [33] Life-cycle uses of water in U.S. electricity generation, Vasilis Fthenakis,, HyungChul Kim, Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (2010) 2039–2048
- [34] United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO) Institute for Statistics. Catalog Sources World Development Indicators, [file:///D:/Energy%20indicators/12.%20R&D%20supports/1W.htm](http://D:/Energy%20indicators/12.%20R&D%20supports/1W.htm)
- [35] R&D Magazine, International Monetary Fund, World Bank, CIA World Factbook, OECD, December 2011 www.rdmag.com
- [36] GLOBAL GAPS IN CLEAN ENERGY RD&D Update and Recommendations for International Collaboration, IEA Report for the Clean Energy Ministerial, 2010
- [37] http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_policy
- [38] Vincent MARTIN, Introduction de critères développement durable dans les marchés publics
- [39] Marie-Christine Zelem, La Transition Energétique Vers une gouvernance multiscalaire et décentralisée, Débat National sur la Transition Energétique, Note 5, janvier 2013
- [40] IEA, 2010. World Energy Outlook 2010: Access to Electricity. International Energy Agency, Paris, France.
- [41] <http://www.institut-numerique.org/>
- [42] Least-cost network evaluation of centralized and decentralized contributions to global electrification, Todd Levin, Valerie M. Thomas, Energy Policy 41 (2012) 286 – 302
- [43] Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept, Rolf Wu stenhagen, Maarten Wolsink, Mary Jean Burer, Energy Policy 35 (2007) 2683–2691
- [44] Christophe Beslay & Marie-Christine Zelem, Clerinfo n°92, janvier-février 2013
- [45] Extrait du bulletin 39 du Bureau de l'information du public «memo bpi» sur l'éducation en vue d'un développement durable de l'UNESCO)

[46] L'ÉDUCATION À L'ÉNERGIE : Préparer les consommateurs d'énergie de demain, COMMISSION EUROPÉENNE, Direction générale de l'énergie et des transports, ISBN 92-79-00773-4, 2006

[47] Martin Eibl, Changer le comportement des enfants en s'amusant grâce à des activités ludiques, Energie Intelligent Europe, mag. No 1, novembre 2010, pp4-7

[48] Liv Randi LINDSETH de l'agence nationale pour l'énergie de Norvège, Conférence européenne : éducation à l'énergie, Paris, septembre 2006

[49] GÜNTHER OETTINGER Commissaire européen à l'énergie, Energie Intelligent Europe, mag. No 1, novembre 2010, p. 9.

Annexe II : Indicateurs disponibles

Thème	Sous-thème	Indicateur énergétique
Dimension sociale		
Équité	Accessibilité	Part des ménages (ou de la population) sans électricité ou énergie commerciale, ou fortement tributaire d'énergies non commerciales
	Accessibilité économique	Part du revenu des ménages consacrée aux combustibles et à l'électricité
	Disparités	Utilisation d'énergie des ménages pour chaque groupe de revenus et proportion correspondante des différents combustibles
Santé	Sécurité	Accidents mortels par énergie produite par cycle du combustible
Dimension économique		
Modes d'utilisation et de production	Utilisation globale	Utilisation d'énergie par habitant
	Productivité globale	Utilisation d'énergie par unité de PIB
	Efficacité des approvisionnements	Efficacité de la transformation et de la distribution d'énergie
	Production	Rapport réserves/production ; Rapport ressources/production
	Utilisation Finale	Intensité énergétique de l'industrie ; Intensité énergétique de l'agriculture ; Intensité énergétique des services/commerciale ; Intensité énergétique des ménages ; Intensité énergétique des transports
	Diversification (Panier de combustibles)	Part des combustibles dans l'énergie et l'électricité ; Part des énergies non carbonées dans l'énergie et l'électricité ; Part des énergies renouvelables dans l'énergie et dans l'électricité
	Prix	Prix de l'énergie finale par combustible et par secteur
Sécurité	Importations	Dépendance nette à l'égard des importations d'énergie
	Stocks stratégiques de combustibles	Stocks de combustibles critiques par consommation de combustible correspondante
Dimension environnementale		
Atmosphère	Changement climatique	Émissions de gaz à effet de serre dues à la production et à l'utilisation d'énergie par habitant et par unité de PIB
	Qualité de l'air	Concentrations ambiantes de polluants atmosphérique dans les zones urbaines ; Émissions de

		Polluants atmosphériques dues aux systèmes énergétiques
Eau	Qualité de l'eau	Rejets de contaminants dans les effluents liquides des systèmes énergétiques, y compris rejets d'hydrocarbures
Sol	Qualité des sols	Superficie des sols dont l'acidification dépasse la charge critique
	Forêts	Taux de déforestation attribué à l'utilisation d'énergie
	Production et gestion de déchets solides	Rapport déchets solides produits / unités d'énergie produite ; Rapport déchets solides convenablement évacués/total des déchets solides produits ; Rapport déchets solides radioactifs /unités d'énergie produite ; Rapport déchets solides radioactif en attente d'un stockage définitif/total des déchets solides radioactifs produits