



HAL
open science

Méthodes pédagogiques et représentation de la compréhension du développement durable : application à la formation des élèves ingénieurs

Nathalie Lourdel

► **To cite this version:**

Nathalie Lourdel. Méthodes pédagogiques et représentation de la compréhension du développement durable : application à la formation des élèves ingénieurs. Sciences de l'environnement. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne; Université Jean Monnet - Saint-Etienne, 2005. Français. NNT : 2005EMSE0009 . tel-00781854v1

HAL Id: tel-00781854

<https://theses.hal.science/tel-00781854v1>

Submitted on 28 Jan 2013 (v1), last revised 22 Feb 2013 (v2)

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

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

THÈSE

présentée pour obtenir le grade de

DOCTEUR

**DE L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES MINES DE SAINT-ETIENNE
ET DE L'UNIVERSITÉ JEAN MONNET DE SAINT-ETIENNE**

FORMATION DOCTORALE : SCIENCES ET GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT

Soutenue le 31 mars 2005 à Saint-Étienne

par

NATHALIE LOURDEL

**Méthodes pédagogiques et représentation de la
compréhension du développement durable :
Application à la formation des élèves ingénieurs**

Composition du jury :

Professeur Andrée Tiberghien (rapporteur)
Professeur Dominique Bourg (rapporteur)
Professeur Michel Ricard (président du jury)
Monsieur Christian Brodhag (directeur de thèse)
Mademoiselle Natacha Gondran (co-directrice)
Mademoiselle Valérie Laforest (co-directrice)
Monsieur Bruno Debray (invité)

THÈSE

présentée pour obtenir le grade de

DOCTEUR

**DE L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES MINES DE SAINT-ETIENNE
ET DE L'UNIVERSITÉ JEAN MONNET DE SAINT-ETIENNE**

FORMATION DOCTORALE : SCIENCES ET GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT

Soutenue le 31 mars 2005 à Saint-Étienne

par

NATHALIE LOURDEL

**Méthodes pédagogiques et représentation de la
compréhension du développement durable :
Application à la formation des élèves ingénieurs**

Composition du jury :

Professeur Andrée Tiberghien (rapporteur)
Professeur Dominique Bourg (rapporteur)
Professeur Michel Ricard (président du jury)
Monsieur Christian Brodhag (directeur de thèse)
Mademoiselle Natacha Gondran (co-directrice)
Mademoiselle Valérie Laforest (co-directrice)
Monsieur Bruno Debray (invité)

Chacun a raison de son propre point de vue, mais il n'est pas impossible que tout le monde ait tort.

Gandhi

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mon directeur de thèse Christian Brodhag, directeur de recherche au centre SITE de l'ENSM-SE pour son soutien, ses conseils tout au long de ce travail de recherche et sa disponibilité malgré un emploi du temps plus que chargé.

Toute ma gratitude va également à Didier Graillot, directeur du centre SITE pour m'avoir accueilli dans son équipe ainsi qu'à Robert Hausler, directeur de la STEPPE pour m'avoir reçu dans son laboratoire durant 7 mois à l'UQAM.

Toute ma reconnaissance à Valérie Laforest pour son aide précieuse tout au long du déroulement de cette thèse, pour ses encouragements et pour son travail de relecture méthodique.

Toute ma gratitude également à Natacha Gondran pour avoir suivi mes travaux de recherches, pour ses remarques nombreuses et pertinentes ainsi que pour tout le temps et l'énergie mis dans la relecture de ce rapport.

Je remercie très sincèrement Madame Andrée Tiberghien, professeur à l'ENS de Lyon ainsi que Dominique Bourg, professeur à l'Université de Technologie de Troyes, d'avoir accepté d'être rapporteurs de ce travail. Mes remerciements vont également à Michel Ricard, professeur de l'université de Bordeaux 3, pour avoir accepté d'être président du jury de cette thèse. J'adresse également un remerciement particulier à Bruno Debray qui a été l'un des initiateurs de cette thèse, pour ses conseils et compétences ainsi que pour avoir accepté d'être membre du jury.

Je souhaiterais remercier toutes les personnes qui ont participé à mes études. Notamment toutes les personnes qui ont gentiment accepté de répondre à mes questions et ceux qui ont planché sur les cartes cognitives...

Merci à Frédéric Portet et à Sylvie Bassuel de l'ENTE pour le soutien et la confiance qu'ils m'ont accordé. Donner des cours avec vous a été un vrai plaisir, et j'espère que notre collaboration va se poursuivre.

Un grand merci à Cyrille Harpet avec qui les échanges ont été particulièrement riches et stimulants. Merci pour ton aide, tes encouragements et ta contribution à cette thèse.

Ce fut pour moi un grand plaisir de travailler dans ce laboratoire, où la bonne ambiance et la convivialité ont toujours été présentes. Merci à tous : Adeline, Aurélien, Christiane, Djamel, Eric, Frédéric, Hervé, Igor, Julie, Manu, Mireille, Zahia...

Une pensée particulière pour les amis thésards Cécile et Manu, pour tous ces moments partagés, vous avez toujours été là, un grand merci.

Merci également aux amis de l'école : Anne pour avoir relu avec assiduité ce rapport, Christopher Yukna pour son aide lors des traductions, Maria Conchi Blanc pour l'espagnol, Julie et Sana pour votre soutien ainsi que Dominique pour ton infinie patience et ton aide chaleureuse.

Un clin d'œil photographique à Marcel, Jo, Patrick et les autres photographes. Travailler avec vous durant ces deux années a été très enrichissant, je garde d'excellents souvenirs des reportages photos et des soirées passées ensemble.

Même si vous êtes loin, ou si on ne se voit que lorsque les hasards nous aident à croiser nos routes, je n'oublie pas mes amis lointains, du Canada, d'Angleterre, de Grèce et d'ailleurs : Stéphane, Loïc, Manu, Marie-Jo, Chantale, Michèle, Anastasia, Patrick, Pierre, Anne, Ilizabette, Eléa, Boris, Laurent, John. Merci pour votre présence à des étapes clé de ma vie, merci pour tous ces moments passés avec vous à discuter, à refaire le monde, à voyager...

Enfin, merci à ceux qui comptent plus que tout et sans qui la vie ne serait pas grand-chose.
Mes amis de toujours : Didier, Céline, Delphine et Olivier.
Mes parents et ma famille.

RÉSUMÉ

L'évolution des réflexions et la prise en compte du développement durable à tous les niveaux rendent indispensable l'intégration de ce concept dans les formations des élèves ingénieurs. L'intérêt grandissant pour cette thématique ne doit cependant pas faire oublier ses particularités : la dimension évolutive, la complexité, les incertitudes, les divergences de points de vue, la difficulté à le transformer en approche pragmatique... L'ensemble de ces éléments nous a conduit à émettre deux hypothèses. La première est que le concept de développement durable ne peut être assimilé à une connaissance supplémentaire à acquérir, il correspond à une prise de conscience et à un changement de paradigme. La seconde est que la modification des enseignements visant à une intégration du développement durable ne peut se faire par simple implémentation, elle nécessite une réflexion pédagogique, une innovation ciblée. La validation de ces hypothèses nous a amené à définir des objectifs pédagogiques et à proposer l'utilisation d'approches basées sur les pédagogies innovantes. L'étude menée s'est focalisée plus particulièrement sur l'utilisation des jeux de rôles. Ce type d'approche s'est avérée être une des possibilités pour aider l'étudiant à aborder de manière systémique et concrète les principes liés au développement durable. Pour répondre à une problématique d'évaluation et d'identification des contenus cognitifs associés au concept de développement durable, une méthode d'analyse basée sur l'utilisation des cartes cognitives a été développée. L'utilisation des cartes cognitives est apparue pertinente, en effet, cette forme de représentation schématique demandée aux élèves leur a permis d'avoir une vision holistique et de réfléchir aux interactions entre les différents éléments constitutifs du développement durable. Cette méthode présente plusieurs potentialités d'évolution : outil d'amélioration des formations, aide aux réflexions métacognitives ou encore support de réflexion collective sur le développement durable.

Mots clés : développement durable, jeux de rôles, cartes cognitives, évaluation de la compréhension, élèves ingénieur, formation, représentation schématique, pédagogie.

ABSTRACT

The increase of sustainable development in thought and consideration at all levels of our society makes it indispensable to integrate this into the cursus of engineers. The growing interest in this theme does not however conceal its distinctive features: evolutionary dimension, complexity, uncertainties, differences of points of view, difficulty of transforming it into pragmatic approach... All these elements lead us to express two hypotheses. First, the Sustainable Development concept cannot be added as a supplementary acquisition to knowledge. It corresponds both to an awareness and a change of paradigm. Second, Sustainable Development integration in education cannot be made by simple implementation; it requires pedagogical reflection, as well as targeted innovation. Validation of these hypotheses brought to us to define pedagogical objectives and to propose approaches based on innovative pedagogies. This research is particularly focused on simulation games. This approach is simply one of the possibilities to help students to approach in a systematic and concrete way the Sustainable Development principles. One puzzling question in this field has been how to evaluate the acquisition of material and concepts. A method of analysis based on cognitive mapping has been developed in an attempt to respond to this query. The use of cognitive maps has proved to be relevant. Indeed, schematic representation invites the student to have a holistic view of the problems and to seriously consider the interactions between the various sustainable development elements. This method, supple and mutable could be utilized in different ways to ameliorate education, in métacognitive reflection, or facilitate collective thought on the subject of Sustainable Development.

Keywords : sustainable development, simulation game, cognitive map, comprehension evaluation, engineer student, education, schematic representation, pedagogy.

RESUMEN

La evolución del pensamiento y la consideración del desarrollo sostenible en todos los niveles hace indispensable la integración de este concepto en la formación de los ingenieros. El interés creciente por esta temática no debe sin embargo ocultar sus rasgos distintivos: dimensión evolutiva, complejidad, incertidumbres, diferencias de puntos de vista, dificultad que lo transforma en enfoque pragmático... Todos estos elementos nos han permitido expresar dos hipótesis. La primera es que el concepto de desarrollo sostenible no puede ser asimilada a la adquisición de un conocimiento suplementario. Esto corresponde a una toma de conciencia y a un cambio de paradigmas. La segunda es que la integración del desarrollo sostenible en la educación no puede hacerse por medio de una simple implementación; esto requiere una reflexión pedagógica, una innovación estudiada. La validación de estas hipótesis nos ha conducido a definir objetivos pedagógicos y proponer la utilización de acercamientos basados en pedagogías innovadoras. Esta investigación de tesis se enfoca particularmente en los juegos de simulación. Estos enfoques son una de las posibilidades para ayudar a los estudiantes a acercarse a un modo de pensamiento sistemático y concreto de los principios de desarrollo sostenible. Para responder al problema de la evaluación y de la identificación del contenido cognitivo asociado al concepto de desarrollo sostenible, se ha desarrollado un método de análisis basado en mapas cognitivos. El empleo de los mapas cognitivos pareció relevante, ya que esta representación esquemática permitió al estudiante tener una visión holística y pensar en las interacciones entre varios elementos del desarrollo sostenible. Este método presenta varias potencialidades de evolución : un instrumento para mejorar las formaciones, una ayuda a las reflexiones metacognitivas o incluso un apoyo para obtener un pensamiento colectivo sobre el desarrollo sostenible.

Palabras clave: desarrollo sostenible, juegos de simulación, mapas cognitivos, evaluación de la comprensión, estudiante ingenieros, formación, representación esquemática, pedagogía.

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|----|
| INTRODUCTION | 1 |
| Partie I Evolution sociétale et industrielle vers le développement durable | 9 |
| 1 Le développement durable un enjeu pour la société | 9 |
| 1.1 Prise de conscience et changements de perception des échelles | 9 |
| 1.2 Prise de conscience écologique | 10 |
| 1.3 Naissance du développement durable et définition | 11 |
| 1.4 Textes de référence | 15 |
| 1.4.1 Notre avenir à tous, 1987 | 15 |
| 1.4.2 La conférence de Rio, 1992 | 16 |
| 1.4.3 Plan d'application du Sommet mondial pour le développement durable Johannesburg (Afrique du Sud), 2002 | 17 |
| 2 Le développement durable un enjeu pour l'industrie | 18 |
| 2.1 Contexte général et chronologie | 18 |
| 2.2 Motivations des entreprises par rapport au développement durable | 21 |
| 2.2.1 Approches réglementaires françaises et européennes pour les industries | 22 |
| 2.2.2 Approches managériales | 25 |
| 2.2.3 Marketing et communication | 30 |
| 2.2.4 Anticipation des risques | 31 |
| 2.2.5 Anticipation des opportunités et approches techniques | 32 |
| 2.2.6 Ethique partagée | 36 |
| 2.3 Conclusion sur ces nouveaux enjeux | 37 |
| 3 Evolution du métier d'ingénieurs et des besoins de formation | 38 |
| 3.1 Le métier d'ingénieur | 38 |
| 3.2 L'évolution du rôle social de l'ingénieur | 40 |
| 3.3 Evolution des formations | 41 |
| 3.3.1 Evolution des cours au sein de l'Ecole des Mines de St-Etienne de 1816 à 1921 | 41 |
| 3.3.2 Evolution récente des formations au sein de l'ENSM-SE | 43 |
| 3.3.3 Le point de vue de La Commission des Titres d'ingénieur | 52 |
| 3.4 Besoin d'un nouveau type d'ingénieurs ? | 54 |
| 4 Conclusion sur l'intégration du développement durable dans les formations des ingénieurs | 56 |
| Partie II La problématique de l'enseignement du développement durable | 59 |
| 1 Hypothèses | 59 |
| 2 Particularité du développement durable | 60 |
| 2.1 Concept évolutif | 60 |
| 2.2 Divergence et incompréhension | 60 |
| 2.2.1 Les approches divergentes | 60 |
| 2.2.2 Incompréhensions culturelle et linguistique | 69 |

| | | |
|--|--|-----|
| 2.3 | Complexité, incertitudes, paradoxes et changement de paradigmes _____ | 70 |
| 2.3.1 | La complexité _____ | 70 |
| 2.3.2 | Les incertitudes _____ | 72 |
| 2.3.3 | Paradoxes _____ | 73 |
| 2.3.4 | Le changement de paradigmes _____ | 76 |
| 2.4 | Concept peu abordé d'un point de vue pragmatique _____ | 78 |
| 2.4.1 | Approches politiques et gouvernementales françaises _____ | 78 |
| 2.4.2 | Approches médiatiques _____ | 79 |
| 2.4.3 | Le grand public face au développement durable _____ | 80 |
| 2.5 | Conclusion _____ | 84 |
| 3 | Analyse des formations existantes : Disparité et problématique de contenu _____ | 85 |
| 3.1 | Evolution des formations vers un développement durable ? _____ | 85 |
| 3.2 | Les recommandations internationales et françaises en matière de formation _____ | 87 |
| 3.2.1 | Le contexte international _____ | 87 |
| 3.2.2 | La position de la France _____ | 89 |
| 3.3 | Situation initiale et problématique de la formation _____ | 89 |
| 3.4 | L'enseignement face au défi du développement durable _____ | 91 |
| 3.5 | Les formations existantes : types de formations, objectifs pédagogiques _____ | 92 |
| 4 | Nécessité d'une réflexion pédagogique _____ | 93 |
| 4.1 | Les difficultés pédagogiques liées au concept _____ | 93 |
| 4.2 | Les approches suggérées _____ | 94 |
| 5 | Conclusion et validation de l'hypothèse _____ | 95 |
| Partie III Comment répondre à cette nécessité d'introduire le développement durable dans les formations des élèves ingénieurs _____ 99 | | |
| 1 | Typologie des nouvelles méthodes pédagogiques _____ | 99 |
| 1.1 | Les nouvelles méthodes pédagogiques _____ | 99 |
| 1.1.1 | L'apprentissage par l'action _____ | 99 |
| 1.1.2 | Le travail en équipe _____ | 100 |
| 1.1.3 | La mise en situation _____ | 100 |
| 1.1.4 | La nature de la relation enseignant-élève _____ | 101 |
| 1.2 | Objectifs pédagogiques pour l'élaboration d'une formation au développement durable _____ | 101 |
| 1.2.1 | Prendre conscience de la dimension évolutive du concept _____ | 102 |
| 1.2.2 | Prendre en compte la notion d'incertitude _____ | 102 |
| 1.2.3 | Prendre en compte les divergences d'acceptation _____ | 102 |
| 1.2.4 | Acquérir un mode de pensée systémique _____ | 103 |
| 1.2.5 | Introduire une réflexion éthique _____ | 103 |
| 1.2.6 | Aborder la notion de responsabilité _____ | 103 |
| 1.2.7 | Envisager le changement de paradigme _____ | 103 |
| 1.2.8 | Transformer de façon pragmatique une notion théorique _____ | 104 |
| 1.3 | Choix de l'utilisation des jeux de rôle _____ | 104 |
| 1.3.1 | Aborder la notion de concept évolutif grâce au jeu de rôles _____ | 104 |
| 1.3.2 | Le jeu de rôle comme outil permettant d'aborder la notion d'incertitudes _____ | 105 |
| 1.3.3 | Le jeu de rôle pour la prise en compte des divergences d'acceptation _____ | 105 |
| 1.3.4 | L'utilisation du jeu de rôle pour acquérir un mode de pensée systémique _____ | 106 |

| | | |
|---|---|-----|
| 1.3.5 | L'intérêt du jeu de rôle pour aborder les notions d'éthique | 106 |
| 1.3.6 | L'utilisation du jeu de rôle pour aborder la notion de responsabilité | 106 |
| 1.3.7 | Les changements de paradigme possibles grâce au jeu de rôle | 106 |
| 1.3.8 | La concrétisation des notions théoriques grâce au jeu de rôle | 107 |
| 1.3.9 | Autres aspects liés à l'utilisation des jeux de rôle | 107 |
| 1.3.10 | Limite de cette méthode | 107 |
| 2 | Etude de cas | 108 |
| 2.1 | Simulation pédagogique et conduite de projet à l'ENSM-SE | 108 |
| 2.2 | Jeu de rôle développé pour les élèves ingénieur des Mines | 109 |
| 2.2.1 | Description générale du jeu de rôle | 110 |
| 2.2.2 | Présentation des groupes d'acteurs | 110 |
| 2.2.3 | Règles du jeu | 112 |
| 2.2.4 | Déroulement du jeu | 112 |
| 2.2.5 | Observation des comportements des joueurs | 113 |
| 2.2.6 | Evaluation des élèves | 116 |
| 2.2.7 | Evaluation de la formation par les élèves | 116 |
| 2.2.8 | Bilan pédagogique du jeu de rôle | 118 |
| 2.2.9 | Perspectives | 119 |
| 2.3 | Jeu de rôle adapté pour les techniciens de l'équipement | 119 |
| 2.3.1 | Description générale | 119 |
| 2.3.2 | Différence avec le jeu de l'ENSM-SE | 120 |
| 2.3.3 | Déroulement du jeu | 121 |
| 2.3.4 | Evaluation de la formation par les élèves et amélioration du jeu | 123 |
| 2.3.5 | Bilan pédagogique | 131 |
| 2.3.6 | Perspectives | 132 |
| 2.4 | Jeu de rôle sur le cas d'étude MetalEurope pour les élèves de l'UTT | 133 |
| 2.4.1 | Description générale du jeu de rôle et objectifs de la formation | 133 |
| 2.4.2 | Déroulement du jeu | 134 |
| 2.4.3 | Bilan du jeu | 138 |
| 2.4.4 | Evaluation de la formation par les élèves | 138 |
| 2.4.5 | Bilan pédagogique du jeu de rôle | 140 |
| 2.4.6 | Perspectives | 141 |
| 3 | Conclusion | 142 |
| Partie IV Proposition d'un outil d'aide à l'évaluation et à l'amélioration de formation au concept de développement durable | | 147 |
| 1 | Intérêt des cartes cognitives comme outil d'évaluation de la compréhension des principes du développement durable | 148 |
| 1.1 | Présentation des cartes cognitives | 148 |
| 1.1.1 | Intérêts des cartes cognitives | 148 |
| 1.1.2 | Caractéristiques de notre étude | 150 |
| 1.1.3 | Analyse des cartes cognitives, adaptation de la méthode | 151 |
| 1.2 | Les catégories sémantiques liées au développement durable | 152 |
| 1.2.1 | Analyse sémantique des textes de référence | 152 |
| 1.2.2 | Synthèse sur les catégories sémantiques liées au développement durable | 155 |
| 1.3 | Limites de la méthode | 156 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 2 | Utilisation des cartes cognitives comme méthode d'analyse de la compréhension du développement durable _____ | 159 |
| 2.1 | Etude des cartes cognitives réalisées par les élèves et les chercheurs du centre SITE de l'ENSM-SE _____ | 159 |
| 2.1.1 | Analyse de la fréquence _____ | 159 |
| 2.1.2 | Nombre de mots par catégorie _____ | 162 |
| 2.1.3 | Intensité de la richesse sémantique _____ | 162 |
| 2.1.4 | Représentation schématique des cartes cognitives _____ | 164 |
| 2.1.5 | Analyse des relations : richesse systémique _____ | 168 |
| 2.1.6 | Analyse des configurations _____ | 169 |
| 2.1.7 | Analyse du type de liaison entre les catégories _____ | 170 |
| 2.2 | Etude comparative des cartes réalisées par les chercheurs et les élèves _____ | 173 |
| 2.3 | Analyse du programme de formation des élèves ingénieurs de l'ENSM-SE _____ | 174 |
| 2.4 | Etude comparative des cartes réalisées en début et en fin de formation _____ | 175 |
| 2.5 | Etude comparative entre la définition donnée et la carte cognitive réalisée simultanément _____ | 179 |
| 3 | Les cartes cognitives comme outil de réflexion pour les élèves et pour les enseignants _____ | 183 |
| | CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES _____ | 189 |

Liste des abréviations

AA1000 : norme AccountAbility 1000 sur le reporting, la responsabilité, et la prise en compte des parties prenantes
ACV : Analyse du Cycle de Vie
AFNOR : Association Française de Normalisation
AIE : Agence Internationale de l'Énergie
AOC : Appellation d'origine contrôlée
APEC : Agence Pour l'Emploi des Cadres
BIT : Bureau International du Travail
BSI : British Standard Institute
BSR : Business for Social Responsibility
Cat : Catégorie
CERES : Coalition for Environmentally Responsible Economies
CETE : Centres d'Études Techniques de l'Équipement
CGT : Confédération Générale du Travail
CMED : La commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement
CMI : Commission des Titres d'Ingénieur
CNDD : Conseil National du Développement Durable
CNISF : Conseil National des Ingénieurs et Scientifiques de France
CNISF : Le Conseil National des Ingénieurs et Scientifiques de France
CNUED : Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement
DD : Développement Durable
DDASS : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales
DDE : Direction Départementale de l'Équipement
DEA : Diplôme d'études approfondies
DEDD Décennie des Nations Unies pour l'Éducation en vue du Développement Durable
DESS : Diplôme d'études supérieures spécialisées
DJSGI : Dow Jones Sustainability Group Index
DRIRE : Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement
EDD : Éducation pour le Développement Durable
EEDD : Éducation à l'Environnement vers un Développement durable
EMAS : Système Européen de Management Environnemental
EME : axe Ecologie Industrielle et Management Environnemental
ENSM-SE : Ecole Nationale Supérieure des Mines de St-Etienne
ENTE : Ecole Nationale des Techniciens de l'Équipement
EPT : concept d'Éducation Pour Tous
ERE : Education Relative à l'Environnement
ESB : Encéphalopathie Spongiforme Bovine
G2I : Centre Génie Industriel et Informatique
GENERIC : Géochimie, Environnement, Ecoulements, Réacteurs et Cristallisation
GIEC : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat
GRI : Global Reporting Initiative
IASC : Comité International des normes Comptables
IDEE : Information, Décision et Evaluation Environnementale
IDH : Indicateur de Développement Humain
INRP : Institut National de Recherche Pédagogique

INSERM : Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
IPPC : Prévention et Contrôle Intégré de la Pollution
ISEA : Institute for Social and Ethical Accountability
ISEA : Institute for Social and Ethical Accountability
ISO : Organisation Internationale de Normalisation
ISR : Investissement Socialement Responsable
IUFM : Les Instituts Universitaires de Formation des Maîtres
LOADDT : Loi sur l'Aménagement et le Développement Durable du Territoire
MEDD : Ministère de l'écologie et du développement durable
MIRI : Maîtrise des Impacts Environnementaux et des Risques Industriels
MISE : Modèle Intégré de Stratégie de l'Eau
MIT : Massachusetts Institute of Technology
Moy : Moyenne
MTD : Meilleures Technologies Disponibles
Nb : Nombre
NRE : loi relative aux Nouvelles Régulations Economiques
OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economique
OIT : Organisation Internationale du Travail
ONG : Organisation Non Gouvernementale
ONU : Organisation des Nations Unies
ONU : Organisation des Nations Unies
ORSE : (Observatoire sur la Responsabilité sociétale des Entreprises (ORSE), 2004)
PDCA : Plan/Do/Check/Act , qui peut se traduire par «Planifier, Déployer, Contrôler, Améliorer »
PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement
RARE Réseau des Agences Régionales de l'énergie et de l'environnement
RMI : Rocky Mountain Institute
RSE : Responsabilité Sociétale des Entreprises
SIG : science de l'information géographique
SITE : Centre Sciences, Information et Technologie pour l'Environnement
SMDD : Sommet mondial sur le développement durable
SMS : Centre Sciences des matériaux et des structures
SNDD : Stratégie Nationale de Développement Durable
SPIN : Centre Sciences des processus industriels et naturels
STRAD : Stratégie du développement
UNDP : Programme des Nations Unies pour le développement
UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture
UNICEF : Organisation des Nations unies à vocation humanitaire (The United Nations Children's Fund)
UTT : Université Technologique de Troyes
VIH : Syndrome d'Immuno Déficience Acquis
WBCSD : World Business Council for Sustainable Development

Glossaire

Analyse transactionnelle : méthode d'analyse des communications interpersonnelles ayant inspiré des pratiques de formation et de thérapie (Edmond, 1996).

Approche systémique : approche d'un phénomène sous l'angle des interactions entre divers éléments d'un système pris dans sa totalité (Edmond, 1996).

Capitalisations boursières : Nombre de titres d'une entreprise multiplié par le dernier cours connu¹.

Cartes cognitives : une manière de représenter les points de vue d'une personne dans un domaine ciblé, ainsi que les relations d'influence entre différentes notions abordées.

Cognition : « *La cognition recouvre à la fois l'ensemble des activités qui concourent à la connaissance, quelles fonctionnent de façon correcte ou plus ou moins correcte, et l'ensemble des produits de ces activités, qu'il s'agisse de connaissances proprement dites, d'erreurs franches, de représentations de croyance approximatives ou partiellement inexactes* » (Le Ny, 1992).

Compétence : La capacité qu'a un individu d'accomplir une tâche ou plus spécifiquement, une compétence est un ensemble de connaissances déclaratives, de connaissances procédurales et d'attitudes qui sont activées lors de la planification et de l'exécution d'une tâche donnée (Brien, 2002).

Didactique : L'ensemble des procédures d'apprentissage et/ou d'enseignement propres à un champ disciplinaire particulier (Champy et al., 1994).

Diversité biologique : Variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes (CNUED, 1992).

Ecologie industrielle : est un principe selon lequel au lieu de considérer le système industriel comme séparé de la biosphère, il est possible de le considérer comme un cas particulier d'écosystème. L'écologie industrielle s'intéresse à l'évolution à long terme du système industriel dans son ensemble et pas seulement aux problèmes environnementaux (Erkman, 1998).

Encéphalopathie Spongiforme Bovine (ESB) (appelée communément « *maladie de la vache folle* »), est une maladie dégénératives du système nerveux central dues à des agents infectieux appelés « *prions pathogènes* ». L'ESB se caractérise par l'apparition de symptômes nerveux qui conduisent progressivement et inéluctablement vers la mort.

Jeu de rôle : Improvisation à partir d'un scénario succinct, le jeu de rôle peut être utilisé dans un but thérapeutique ou dans un but pédagogique. En pédagogie les jeu de rôle sont utilisé pour les apprentissages sociaux (apprentissage de techniques de vente, d'animation pédagogique, d'accueil, etc.). Cette technique de pédagogie active est fréquemment utilisée en formation des adultes (Raynal et al., 1997).

Les changements climatiques : La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), dans son article premier, définit les changements climatiques comme « *des changements qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables* ».

Métacognition : « *méta* : préfixe indiquant un niveau supérieur de référence ». La métacognition est l'analyse de son propre fonctionnement intellectuel. Analyse (auto-analyse) des systèmes de traitement de l'information que tout individu met en œuvre pour apprendre, se souvenir, résoudre des problèmes ou conduire une activité (Raynal et al., 1997).

¹ <http://www.edubourse.com/guide/lexique.php>

Méthode des cas : méthode de formation fondée sur la réflexion à partir de cas concrets, soit réel, soit reconstruit (Edmond, 1996).

NF Environnement : est une marque volontaire de certification délivrée par l'AFNOR. Créée en 1991, c'est la certification écologique officielle française qui distingue les produits dont l'impact sur l'environnement est réduit.

Parties prenantes : (ou parties intéressées) : stakeholders

Pédagogie active : A l'origine, il s'agit des méthodes utilisées par « les pionniers » de l'éducation nouvelle ou Ecole active. Ces méthodes se placent en opposition par rapport à l'enseignement traditionnel. Actuellement, ce terme recouvre toutes les méthodes qui impliquent l'apprenant et qui tente de lui permettre de construire un savoir à partir d'étude de cas, de jeux de rôle, de mise en situation.

Pédagogie de groupe : « *Pédagogie qui utilise la médiation du groupe comme « levier » principal des apprentissages. Ce type de pédagogie marque le passage d'une éducation individuelle orientée vers la connaissance, à une éducation solidariste tournée vers l'entraide et la coopération* » (Raynal et al., 1997).

Pédagogie par objectif (PPO) : Cette méthode repose sur la définition par les enseignants d'objectifs pédagogiques en terme de comportement observable de l'élève, de façon à se donner les moyens d'évaluer l'efficacité de l'action et d'améliorer celle-ci (Raynal et al., 1997).

Pédagogie traditionnelle : Expression qui ne renvoie pas à un modèle d'enseignement en particulier mais regroupe un ensemble de pratiques très hétérogènes. Le terme pédagogie traditionnelle est utilisé en opposition à des méthodes de pédagogie active, de pédagogie non directive. Les caractéristiques essentielles de la pédagogie traditionnelle sont (Raynal et al., 1997) : Acceptation de la relation d'autorité formateur-formé ; Acceptation des résultats scolaire se répartissant selon une courbe de Gauss ; « *Le rôle du maître consiste à dispenser le savoir, l'élève devant s'organiser au mieux pour apprendre* ».

Pédagogie : Qualificatif désignant les pratiques pédagogiques et la relation entre formateur et formé (Champy et al., 1994).

Principe de participation : chacun a accès aux informations relatives à l'environnement, y compris celles relatives aux substances et activités dangereuses, et le public est associé au processus d'élaboration des projets ayant une incidence importante sur l'environnement ou l'aménagement du territoire².

Principe de précaution : l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable³.

Rapportage (reporting) : Les rapports annuels thématiques (bilan social, rapports environnement, hygiène, sécurité, rapport développement durable...). Réalisés afin de mieux pouvoir évaluer la responsabilité sociétale de l'entreprise.

Sciences de l'éducation : L'ensemble des références et des démarches scientifiques censées éclairer l'éducation (Champy et al., 1994).

Sémiologie : Science qui étudie la vie des signes au sein de la vie sociale.

Social : (dans le cadre du développement durable): relatif à l'amélioration du bien être de l'homme au travail (Malaval et al., 2003).

Sociétal : (dans le cadre du développement durable): résorption des inégalité entre les pays du Nord et du Sud, lutte contre la pauvreté et l'exclusion, qualité de vie, insertion territoriale... (Malaval et al., 2003).

² http://aida.ineris.fr/sommaires_textes/sommaire_chronologique/cadre_chronologique.htm

³ http://aida.ineris.fr/sommaires_textes/sommaire_chronologique/cadre_chronologique.htm

Liste des figures

| | |
|---|-----|
| figure n° 1 : Plan du rapport de thèse _____ | 4 |
| figure n° 2 : Plan du rapport de thèse (suite) _____ | 5 |
| figure n° 3: Modèle de développement durable de Sadler et Jacobs (Villeneuve, 1998) _____ | 14 |
| figure n° 4 : Le développement durable selon, le Ministère français de l'Aménagement du territoire et de l'environnement (Voynet, 1998). _____ | 15 |
| figure n° 5 : Evolution des concepts et de l'implication des acteurs dans le développement durable (Delchet, 2004). _____ | 19 |
| figure n° 6 : Motivations des entreprises pour l'engagement vers le développement durable D'après Brodhag _____ | 22 |
| figure n° 7 : Evolution des approches environnementales (Laforest, 2004) _____ | 34 |
| figure n° 8 : Lien temporel entre MTD & Technologie Propre (Laforest, 2004) _____ | 35 |
| figure n° 9 : Schématisation de l'intégration progressive des cours d'économie dans le cursus de l'ENSM-SE d'après l'étude menée en 2004 _____ | 44 |
| figure n° 10 : Schématisation de l'intégration progressive des aspects sociaux dans le cursus de l'ENSM-SE, d'après l'étude menée en 2004 _____ | 45 |
| figure n° 11 : Schématisation de l'intégration des problématiques managériales dans le cursus de l'ENSM-SE, d'après l'étude menée en 2004. _____ | 46 |
| figure n° 12 : Schématisation de l'intégration des problématiques environnementales dans le cursus de l'ENSM-SE d'après l'étude menée en 2004 _____ | 48 |
| figure n° 13 : Schématisation de l'intégration du développement durable dans le cursus de l'ENSM-SE d'après l'étude menée en 2004 _____ | 50 |
| figure n° 14 : L'approche de durabilité faible (Boutaud, 2002a) _____ | 61 |
| figure n° 15 : L'approche de durabilité forte (Boutaud, 2002a) _____ | 62 |
| figure n° 16 : L'approche socio-centrée du développement durable (d'après Sébastien et al, 2004) _____ | 64 |
| figure n° 17 : L'approche socio-centrée économiste _____ | 64 |
| figure n° 18 : Représentation schématique de la diversité des positionnements possibles dans la manière d'appréhender les aspects économiques, environnementaux et sociaux de façon conjointe (Lourdel et al., 2004a) _____ | 66 |
| figure n° 19 : Représentation schématique de la diversité des positionnements possibles dans la manière d'appréhender les aspects économiques, environnementaux et sociaux de façon conjointe (Lourdel et al., 2004a) _____ | 67 |
| figure n° 20 : Performances des nations en matière de développement durable (Boutaud, 2002b) _____ | 74 |
| figure n° 21 : Les clivages de fond du développement durable (Brodhag, 2002) _____ | 75 |
| figure n° 22 : Répartition de la compréhension du développement durable pour les 29 personnes interrogées _____ | 81 |
| figure n° 23: Représentation des notions citées par les personnes ayant entendu parlé du développement durable _____ | 82 |
| figure n° 24 : Représentation en % des acteurs cités comme devant s'impliquer pour la mise en place du développement durable par les personnes ayant répondu à la question (17/29) _____ | 83 |
| figure n° 25 : La complexité du développement durable d'après Pellaud (2000) _____ | 84 |
| figure n° 26 : Représentation schématique des interactions entre les différents groupes d'acteurs durant le jeu de rôle _____ | 111 |

| | |
|---|-----|
| figure n° 27 : Grille d'analyse multicritères réalisée par l'ensemble des élèves | 115 |
| figure n° 28 : Récapitulatif des notions mieux comprises par les élèves à l'issue du jeu de rôle (pour chaque notion, le nombre d'élèves ayant compris fortement, moyennement, faiblement ou pas du tout est indiqué) | 125 |
| figure n° 29 : Récapitulatifs des capacités que les élèves pensent avoir utilisé pendant le jeu de rôle | 126 |
| figure n° 30 : Récapitulatifs des améliorations que les élèves pensent avoir acquis pendant le jeu de rôle | 127 |
| figure n° 31 : Schéma de déroulement de la première table ronde Epoque I : 1980 (Lourdel et al., 2004c) | 138 |
| figure n° 32 : Carte mentale de référence donnée aux personnes interrogées avec comme mot stimulus « <i>éducation</i> » | 151 |
| figure n° 33 : Représentation des catégories de mots utilisés dans le chapitre n° 2 du rapport Brundtland (CMED, 1988) | 153 |
| figure n° 34 : Représentation des catégories thématiques de mots utilisées dans l'Agenda 21 (introduction et sommaire détaillé) | 154 |
| figure n° 35 : Carte cognitive réalisé par Aurélien Boutaud | 158 |
| figure n° 36 : Exemple de carte cognitive d'un des élèves (cas N° 7 du tableau n° 3) | 162 |
| figure n° 37 : Exemple de carte cognitive d'un des chercheurs (cas N° 14 du tableau n° 4) | 163 |
| figure n° 38 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un élève (cas n°1 dans le tableau n° 3) | 164 |
| figure n° 39 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un élève (cas n°4 dans le tableau n° 3) | 164 |
| figure n° 40 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un élève (cas n°8 dans le tableau n° 3) | 165 |
| figure n° 41 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un élève (cas n°3 dans le tableau n° 3) | 165 |
| figure n° 42 : Représentation schématique du nombre moyen de mots cités par le groupe d'élèves en fonction des catégories sémantiques | 165 |
| figure n° 43 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un chercheur (cas n°2 dans le tableau n° 4) | 166 |
| figure n° 44 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un chercheur (cas n°9 dans le tableau n° 4) | 166 |
| figure n° 45 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un chercheur (cas n°17 dans le tableau n° 4) | 167 |
| figure n° 46 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un chercheur (cas n°8 dans le tableau n° 4) | 167 |
| figure n° 47 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un chercheur (cas n°16 dans le tableau n° 4) | 167 |
| figure n° 48 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un chercheur (cas n°17 dans le tableau n° 4) | 167 |
| figure n° 49 : Représentation schématique du nombre moyen de mots cités par les chercheurs en fonction des catégories sémantiques | 168 |
| figure n° 50 : Exemple d'embranchement typologique extrait de la carte mentale réalisée par un chercheur (cas n° 7 du tableau n° 4) | 169 |
| figure n° 51 : Exemple de relations circulaires extrait de la carte mentale réalisée par un élève (cas n° 7 du tableau n° 3) | 169 |
| figure n° 52 : Représentation schématique des catégories sémantiques liées au développement durable citées dans le programme des élèves de l'option environnement | 174 |

| | |
|---|-----|
| figure n° 53 : Représentation de la variation du pourcentage d'étudiants citant au moins un mot dans chaque catégorie avant et après la formation de l'ENTE _____ | 176 |
| figure n° 54 : Représentation de la variation de la moyenne du nombre de mots cités dans chaque catégorie avant et après la formation à l'ENTE _____ | 177 |
| figure n° 55 : Représentation schématique du nombre moyen de mots cités par le groupe d'élèves avant la formation sur le développement durable _____ | 177 |
| figure n° 56 : Représentation schématique du nombre moyen de mots cités par le groupe d'élèves après la formation sur le développement durable _____ | 177 |
| figure n° 57 : Variation du pourcentage du nombre de personnes réalisant au moins un lien inter-catégorie avant et après la formation _____ | 178 |
| figure n° 58 : Variation de la moyenne du nombre de liens inter-catégorie avant et après la formation _____ | 178 |
| figure n° 59 : Représentation du nombre moyen de mots utilisés dans chaque catégorie pour le pré-test et le post-test _____ | 181 |
| figure n° 60 : Représentation du nombre moyen de mots cités par le groupe d'élèves avant leur formation sous forme de définition et de carte cognitive _____ | 182 |
| figure n° 61 : Représentation du nombre moyen de mots cités par le groupe d'élèves après leur formation sous forme de définition et de carte cognitive _____ | 182 |

Liste des tableaux

| | |
|--|-----|
| tableau n° 1 : Récapitulatif de quelques référentiels de management pour les industriels | 29 |
| tableau n° 2 : Les enseignements à l'Ecole Nationale de Mines de St-Etienne en 1831, en 1898 et 1921 | 42 |
| tableau n° 3 : Analyse des cartes des élèves | 160 |
| tableau n° 4 : Analyse des cartes des chercheurs | 161 |
| tableau n° 5 : Analyse du type de liaison entre les catégories fait par les élèves | 171 |
| tableau n° 6 : Analyse du type de liaison entre les catégories pour les chercheurs | 172 |
| tableau n° 7 : Nombre de mots différents cités par catégories | 173 |
| tableau n° 8 : Récapitulatif des moyennes obtenues pour les définitions et les cartes réalisées par les 51 élèves de l'ENTE interrogés avant et après leur formation sur le DD | 180 |

Liste des annexes

| | |
|--|-----|
| Annexe n° 1 : Les 27 principes de la Déclaration de Rio | 211 |
| Annexe n° 2 : Décret n° 2002-221 du 20 février 2002 | 212 |
| Annexe n° 3 : Liste des principales normes de la série 14000 | 214 |
| Annexe n° 4 : Coursus d'un élève ingénieur au sein de l'Ecole nationale supérieurs des Mines de St-Etienne | 216 |
| Annexe n° 5 : Questionnaire semi-dirigé sur l'évolution du rôle et des formations d'ingénieur | 218 |
| Annexe n° 6 : Liste des personnes interrogées pour le questionnaire sur l'évolution du rôle et des formations d'ingénieur | 219 |
| Annexe n° 7 : Questionnaire sur la compréhension du développement durable par le grand public | 221 |
| Annexe n° 8 : Instructions pédagogiques pour la généralisation d'une éducation à l'environnement pour un développement durable (EEDD) – rentrée 2004 | 222 |
| Annexe n° 9 : Questionnaire d'évaluation de la formation par élèves de l'ENSM-SE | 226 |
| Annexe n° 10 : Fiches guides distribuées aux différents groupes d'acteurs au début du jeu de rôle de l'ENTE | 228 |
| Annexe n° 11 : Poster réalisé par les élèves de l'ENTE suite au jeu de rôle : groupe des acteurs public | 232 |
| Annexe n° 12: Poster réalisé par les élèves de l'ENTE suite au jeu de rôle : groupe des consultants | 235 |
| Annexe n° 13 : Poster réalisé par les élèves de l'ENTE suite au jeu de rôle : groupe des industriels | 238 |
| Annexe n° 14 : Poster réalisé par les élèves de l'ENTE suite au jeu de rôle : groupe de la société civile | 239 |
| Annexe n° 15 : Présentation des posters par les élèves de l'ENTE lors de la séance de débat final | 241 |
| Annexe n° 16 : Questionnaire d'évaluation du jeu de rôle distribué aux élèves de l'ENTE | 243 |
| Annexe n° 17 : Feuilles d'objectifs pour les élèves de l'UTT, 1ere phase de jeu. Epoque 1 : année 1980 | 245 |
| Annexe n° 18 : Feuilles d'objectifs pour les élèves de l'UTT, 2ème phase de jeu. Epoque 2 : année 1990 | 248 |
| Annexe n° 19 : Feuilles d'objectifs pour les élèves de l'UTT, 3ème phase de jeu. Epoque 3 : année 2003 | 251 |
| Annexe n° 20 : Fiche d'observation distribuée aux participants du jeu de rôle MetalEurope qui occupent une position d'observateur | 254 |
| Annexe n° 21 : Questionnaire d'évaluation du jeu de rôle MetalEurope distribué aux élèves le l'UTT | 255 |
| Annexe n° 22 : Récapitulatif des principes du développement durable qui devraient être à la base des la formation sur le développement durable dispensée aux ingénieurs d'après (Carew et al., 2002) | 257 |
| Annexe n° 23 : Répartition en catégorie des mots utilisés dans le chapitre n°2 du rapport Brundtland (CMED, 1988) | 258 |
| Annexe n° 24 : Répartition en catégorie des mots utilisés dans l'agenda 21 (introduction et sommaire détaillé) | 262 |

| | |
|---|-----|
| Annexe n° 25 : Classement sémantique des mots utilisés par les élèves | 268 |
| Annexe n° 26 : Classement sémantique des mots utilisés par les chercheurs | 269 |
| Annexe n° 27 : Représentation schématique des cartes cognitives des élèves | 271 |
| Annexe n° 28 : Représentation schématique des cartes cognitives des chercheurs | 275 |
| Annexe n° 29 : Récapitulatif de l'analyse des cartes cognitives réalisées par les élèves de l'ENTE avant leur formation sur le développement durable | 284 |
| Annexe n° 30 : Récapitulatif de l'analyse des cartes cognitives réalisées par les élèves de l'ENTE après leur formation sur le développement durable | 286 |
| Annexe n° 31 : Récapitulatif de l'analyse systémique des cartes cognitives réalisées par les élèves de l'ENTE avant leur formation sur le développement durable | 288 |
| Annexe n° 32 : Récapitulatif de l'analyse systémique des cartes cognitives réalisées par les élèves de l'ENTE après leur formation sur le développement durable | 290 |
| Annexe n° 33 : Récapitulatif du nombre moyen de mots utilisés par les élèves avant la formation pour chaque catégorie | 292 |
| Annexe n° 34 : Récapitulatif du nombre moyen de mots utilisés dans les définitions et les cartes cognitives par les élèves après la formation pour chaque catégorie | 296 |

Liste des sites Internet

<http://www.environnement.gouv.fr/international/johannesburg2002/fich20.htm>
<http://www.agora21.org/dd.html>
http://europa.eu.int/index_fr.htm
http://admi.net/eur/loi/leg_euro/fr_301H0453.html
<http://www.afnor.fr>
<http://www.iso.ch/iso/fr/ISOOnline.frontpage>
<http://www.cepaa.org/>
<http://www.bsi-global.com>
<http://www.efqm.org/>
<http://www.granddictionnaire.com>
<http://www.globalreporting.org/>
<http://www.corpwatch.org/>
<http://www.accountability.org.uk/>
<http://www.sdportal.org/templates/Template8/layout.asp?MenuID=36>
<http://www.ifen.fr/>
<http://www.pwcglobal.com/>
<http://www.sustainability.com/>
<http://www.unep.org/>
<http://www.terra-nova.fr/>
<http://www.brgm.fr/divers/TerreDurable.htm>
<http://www.total.com/ho/fr/csr/index.htm>
http://www.creditlyonnais.com/servlet/Gcex?DEST=ART_VIEW&in_article=14903
http://www.edf.fr/index.php4?coe_i_id=21800
<http://www.lafarge.com/>
<http://www.edf.fr/>
<http://www.auchan.com>
<http://www.e-leclerc.com/home.asp>
<http://www.carrefour.com>
<http://www.peugeot.fr>
<http://www.peugeot.com>
<http://www.citroen.com>
<http://www.psa-peugeot-citroen.com/fr>
<http://www.renault.com/fr>
<http://www.developpement-durable.renault.com/>
<http://www.granddictionnaire.com>
<http://www.cnisf.org>
<http://www.commission-cti.fr>
<http://www.apec.fr>
<http://www.commission-cti.fr>

INTRODUCTION

La multiplication des catastrophes écologiques, les inquiétudes vis à vis des problèmes globaux et surtout la médiatisation, voire la surmédiatisation de celles-ci, ont contribué à la modification de l'opinion publique : l'insouciance ou l'ignorance ont été remplacées par une prise de conscience générale. La dégradation de la planète est devenue une évidence, en effet, les pollutions engendrées par l'homme, quelles qu'elles soient, sont nombreuses et ubiquistes. De ce fait, les questions sur la nécessité de prendre en compte les conséquences des pollutions sur le milieu naturel, sur la santé et le bien être humain deviennent incontournables. Le mythe de la croissance illimitée est tombé ; la raréfaction de certaines ressources, l'augmentation des catastrophes technologiques majeures, la diminution de la biodiversité, l'augmentation de la population mondiale, l'augmentation des inégalités sont autant d'éléments qui laissent à penser que le mode sur lequel reposent nos sociétés actuelles périclité. Une évolution doit être envisagée. Cependant, l'hégémonie du système capitaliste sur notre mode de vie actuel rend les principes visant à privilégier le milieu naturel ou l'Homme difficilement applicables. Comment prendre en compte les aspects environnementaux ou sociaux dans un monde où seule la valeur financière semble avoir un impact décisionnel?

La Conférence des Nations Unies sur l'environnement, tenue à Stockholm en 1972, a marqué un tournant, en attirant l'attention sur les problèmes environnementaux et en suscitant la création de ministères de l'environnement et d'organisations non gouvernementales (ONG) engagées dans la préservation des ressources planétaires. Puis, pour aller au delà de ces premières constatations, l'Assemblée Générale des Nations-Unies a créé, en 1986, la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement. Cette commission, présidée par Madame Brundtland, a rédigé en 1987 un rapport qui propose le développement durable comme nouvel élément de réflexion holistique. Le développement durable a été défini comme tel : « *Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Deux concepts sont inhérents à cette notion : le concept de « besoin », et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale imposent sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir* » (CMED, 1989).

Plus précisément, le développement durable associe trois objectifs : efficacité économique, équité sociale et préservation de l'environnement. Ce concept a ensuite été repris et développé dans de nombreuses conférences internationales, son intégration apparaît maintenant comme un enjeu stratégique pour les sociétés dans leur ensemble.

Cependant, bien qu'il semble impératif de mettre en pratique les principes de développement durable, l'application concrète de ce concept apparaît délicate.

« *Le plus grand défi, au cours de ce nouveau siècle, est de prendre une idée qui semble abstraite – le développement durable – et d'en faire une réalité quotidienne pour tous les peuples du monde.* » Kofi Annan, Secrétaire général des Nations Unies, 14 mars 2001.

Parmi les pistes de réflexion, l'information, la sensibilisation et la formation à ce concept apparaissent comme une étape clé dans l'évolution sociétale. Dans cette optique, l'Assemblée générale des Nations Unies (ONU) a adopté le 20 décembre 2002, une résolution qui proclame une Décennie des Nations Unies pour l'éducation en vue du développement durable (DEDD), de 2005 à 2014. L'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture (UNESCO), est responsable de la promotion de cette décennie dont l'objectif est de favoriser l'intégration du développement durable à tous les niveaux du système éducatif. La Décennie vise à promouvoir l'éducation en tant que fondement d'une société humaine durable, et à renforcer la coopération internationale en vue de l'élaboration de politiques, de programmes et de pratiques innovants en matière d'éducation pour le développement durable (EDD).

Le travail de thèse présenté dans ce mémoire s'inscrit dans cette perspective. Plusieurs questions se posent : Comment promouvoir l'éducation pour le développement durable ? Quelles pistes pour développer et intégrer cette thématique complexe, multidisciplinaire et non fractale au sein de programme scolaire scindé en approche mono-disciplinaire ? Comment évaluer la compréhension de ce concept transverse ? Plus précisément, notre recherche s'est focalisée sur l'intégration du développement durable dans les formations des élèves ingénieurs.

Deux hypothèses ont guidé notre étude :

- Le concept de développement durable ne peut être assimilé à une connaissance supplémentaire à acquérir, il correspond à une prise de conscience et à un changement de paradigme.
- La modification des enseignements visant à une intégration du développement durable ne peut se faire par simple implémentation de connaissances nouvelles, elle nécessite une réflexion pédagogique innovante ciblée.

Ce travail de thèse est structuré en quatre parties schématisées dans les figures n°1 et n°2.

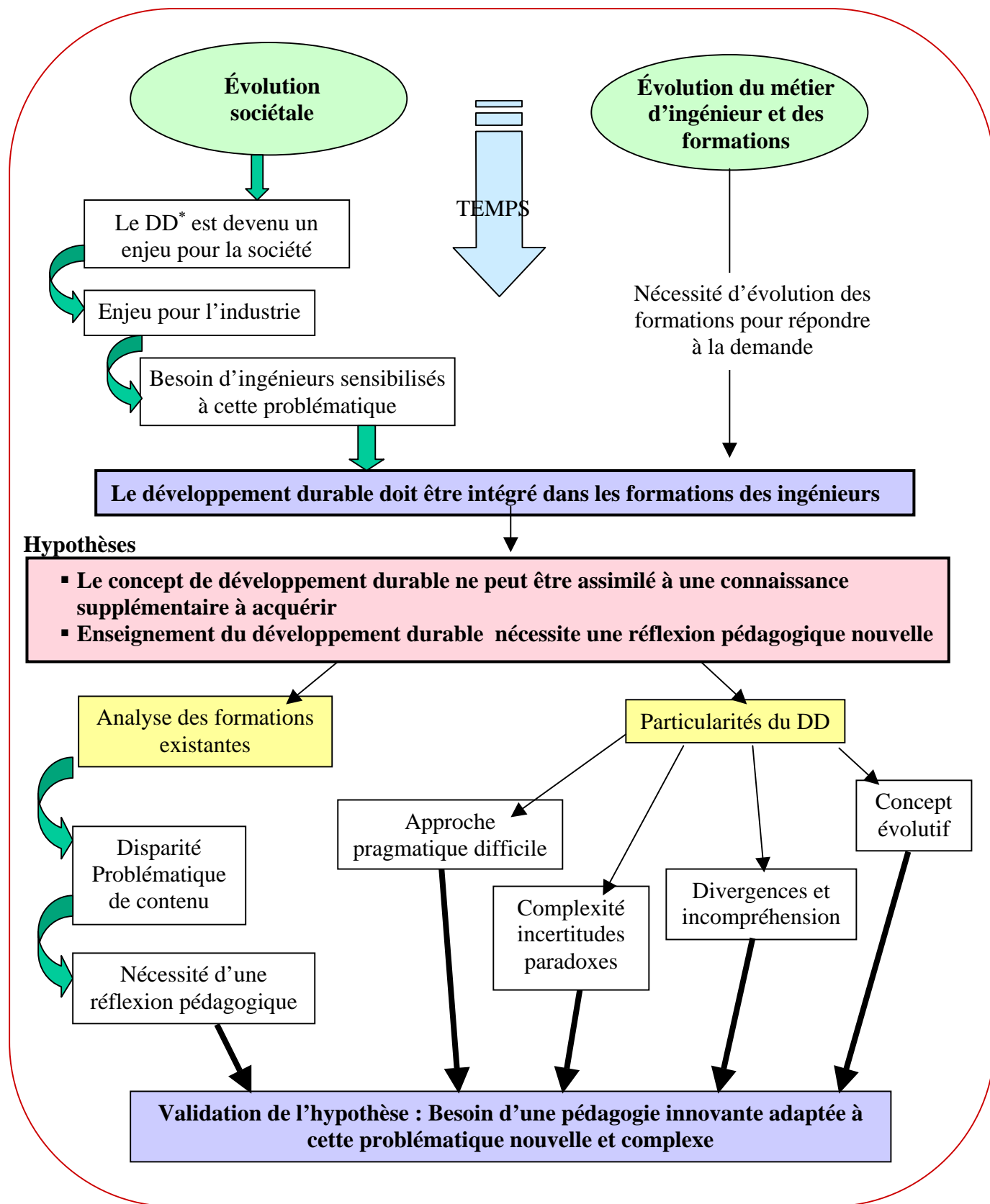
La 1^{ère} partie présente l'évolution parallèle de la société et du métier d'ingénieur. Nous établirons une corrélation entre ces deux éléments afin de montrer que le métier d'ingénieur se transforme pour répondre aux besoins de la société. L'évolution des réflexions et la prise en compte du développement durable à tous les niveaux, nous amènerons à conclure sur la nécessité d'intégrer ce concept dans les formations des élèves ingénieurs.

Les hypothèses de travail énoncées ci-dessus, permettront de conduire la démarche de recherche présentée dans la 2^{ème} partie. Dans un premier temps, nous analyserons les particularités liées à ce concept : le caractère évolutif, les divergences d'appréhension, ainsi que la complexité et les difficultés à transformer cette théorie systémique en principe d'action. Nous aborderons ensuite une réflexion pédagogique afin de valider la seconde hypothèse. Notre hypothèse conclusive est que ce concept, en perpétuelle évolution nécessite un autre type de pédagogie qui se doit d'être, lui aussi, évolutif.

Afin de concrétiser l'approche théorique, la 3^{ème} partie se focalisera plus précisément sur l'étude d'une formation innovante dans le domaine du développement durable développée à l'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne. En s'appuyant sur cette expérience, nous proposerons et analyserons d'autres formations aux vues des objectifs pédagogiques qui auront été dégagés.

Dans la 4^{ème} partie, pour répondre à une problématique d'évaluation et d'identification des contenus cognitifs associés au concept de développement durable, nous proposerons une méthode d'analyse basée sur l'utilisation des cartes cognitives. L'objectif final étant d'essayer, à travers ces diverses recherches, d'identifier des pistes d'amélioration possibles pour les formations.

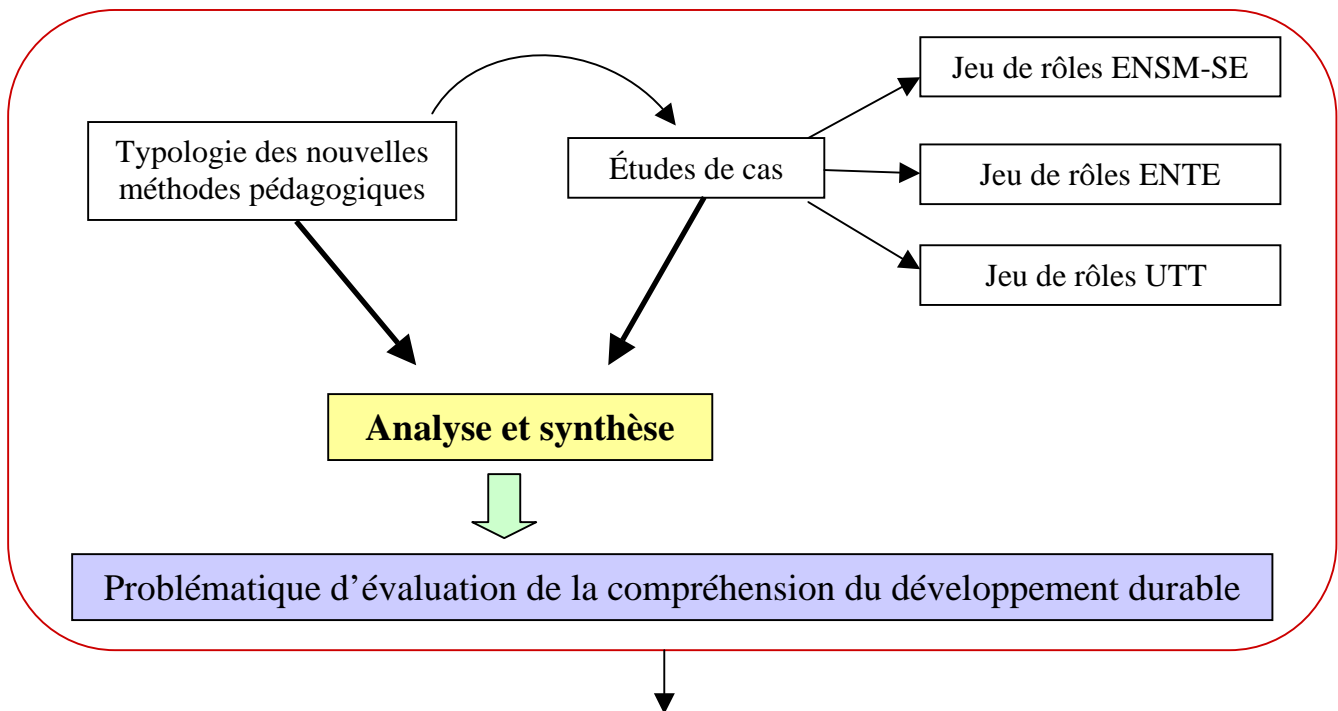
Problématique du développement durable et hypothèse de recherche



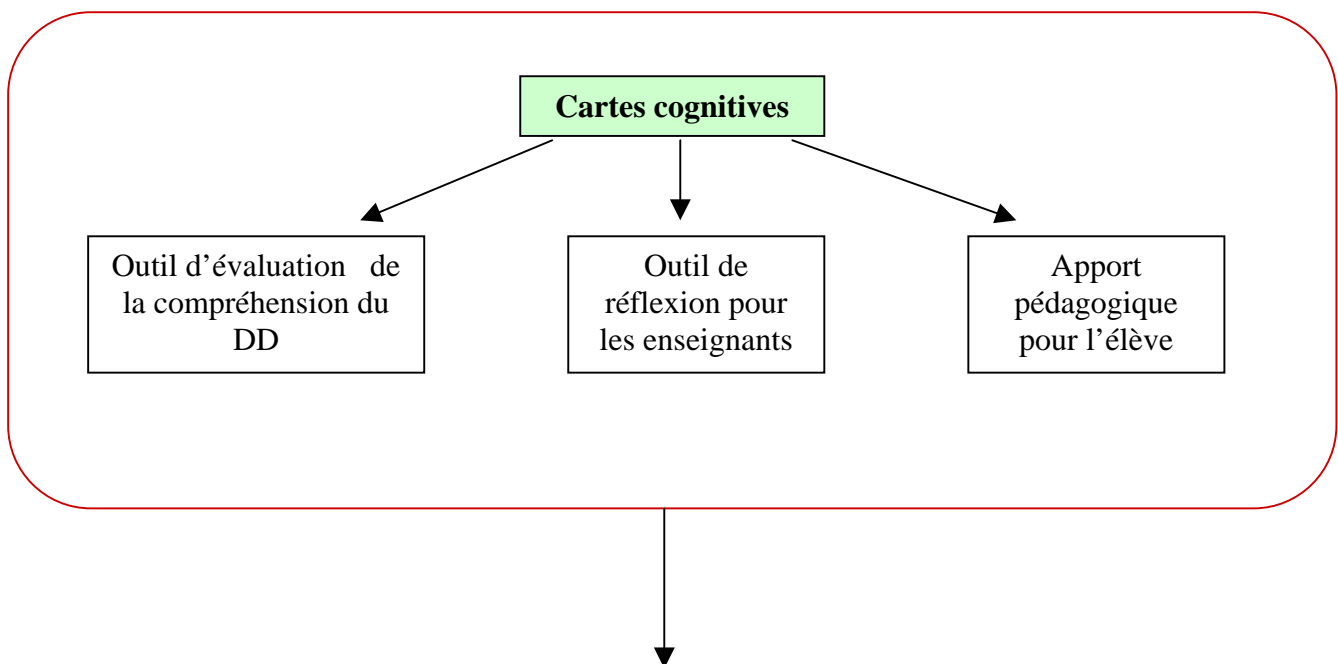
* DD : développement durable

figure n° 1 : Plan du rapport de thèse

Comment répondre à cette nécessité d'introduire le DD dans le cursus des élèves ingénieurs



Proposition d'un outil d'aide à l'évaluation et à l'amélioration de formations sur le DD



CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

figure n° 2 : Plan du rapport de thèse (suite)

**Partie I : Evolution sociale et industrielle vers le
développement durable**

Partie I Evolution sociétale et industrielle vers le développement durable

1 Le développement durable un enjeu pour la société

1.1 Prise de conscience et changements de perception des échelles

La Terre était officiellement considérée comme plate jusqu'au début du XVII^{ème} siècle. Après avoir été vérifiée par les travaux de Galilée (1564-1642), l'hypothèse héliocentrique a été acceptée au cours du XVII^{ème} siècle. L'homme perd alors sa position centrale, il vit sur la Terre qui n'est qu'un grain de sable à l'échelle de cet Univers. On passe, selon les mots d'Alexandre Koyré (1962), « *du monde clos à l'Univers infini* ». Les perspectives de l'homme évoluent donc mais c'est avec le développement des modes de communication et de transport que les changements d'échelles et de pensées humaines sont concrètement modifiés.

La multiplication des moyens de transport et l'incroyable augmentation du nombre de déplacements est incontestable. La part du secteur des transports dans la consommation mondiale d'énergie ne cesse d'augmenter. Actuellement, 25 %⁴ de la consommation mondiale d'énergie est utilisée pour les transports. L'Agence Internationale de l'Energie (AIE) estime⁵ que la demande mondiale d'énergie augmenterait de 65 % de 2000 à 2020. Cette augmentation serait principalement causée par la demande mondiale d'électricité et d'énergie pour les transports qui ne cesse de croître : à lui seul, le secteur des transports, pourrait voir, selon certains scénarios, sa demande énergétique croître, d'ici 2020, de 1,5 % par an dans les pays industrialisés et de 3,6 % par an dans les pays en développement. Cette croissance est fortement liée à la mondialisation économique qui favorise l'augmentation des échanges de biens, de services, et de personnes, mais est également favorisée par la croissance économique des pays en développement, et l'augmentation moyenne des revenus.

Ce qui transparait par le biais de cette mobilité facilitée, c'est le constat de disparités énormes à travers l'ensemble de notre planète : disparités en termes de richesse économique, de conditions de vie humaine, de considération et d'utilisation de l'environnement ainsi que d'accès aux éléments essentiels (eau, énergie, nourriture, médicaments...). Les réflexions jusqu'alors centrées sur l'individu ou sur un groupe d'individus s'orientent vers une autre dimension beaucoup plus globale, évoquant maintenant des menaces à l'échelle du globe (GIEC, 2001), certains auteurs allant même jusqu'à parler de menace pour l'espèce humaine (Villeneuve, 1998). Morin (1999) affirme que le développement technico-industriel dégrade notre biosphère et menace d'empoisonner irrémédiablement le milieu dont nous faisons partie ce qui conduit l'humanité au suicide. La pérennité de l'homme et la mise en perspective dans le temps font maintenant partie des préoccupations de notre société.

⁴ <http://www.environnement.gouv.fr/international/johannesburg2002/fich20.htm>

⁵ L'énergie dans le monde d'ici à 2020 : défis et perspectives (AIE)

Cette constatation d'une évolution préjudiciable pour l'homme au fil du temps s'accompagne d'une meilleure compréhension de la dimension spatiale de la planète. Parmi les éléments qui ont permis de mieux appréhender la planète dans son ensemble et de mieux comprendre son évolution, les images satellites ont joué un grand rôle. Les premières vues de la Terre depuis l'espace obtenues grâce à un satellite météorologique en avril 1960, ont permis la visualisation de la planète dans sa globalité. Vue de l'espace, la Terre apparaît comme « *une petite boule fragile. Une orange bleue, un petit vaisseau spatial aux dimensions finies* » (Brodhag, 1990). Il est intéressant de constater qu'effectivement la diffusion des images de la Terre vue du ciel coïncide avec les premières prises de consciences de la fragilité de l'équilibre du système écologique planétaire. Les scientifiques commencent alors à étudier les phénomènes de changement climatique, l'augmentation de la surface de désert, la disparition des forêts tropicales. Cela aboutit finalement à une constatation inquiétante : l'activité humaine modifie à grande vitesse les conditions qui assurent la vie sur Terre.

Ces changements d'appréhension d'échelles spatiales et temporelles, ont fortement contribué aux profondes mutations sociétales, une des premières évolutions ayant été la prise de conscience de la nécessité de préserver de l'environnement.

1.2 Prise de conscience écologique

Bien que les problèmes environnementaux aient de tout temps préoccupé les philosophes, les poètes et les scientifiques, c'est autour des années 1940-1950 que les écologistes se sont alarmés au sujet des dégradations que l'expansion industrielle faisait subir aux écosystèmes. Le mouvement écologiste est né au début des années 1960 avec le livre de Rachel Carson : *Silent Spring* (1962). A l'époque, la dégradation de l'environnement demeurait pour tous une conséquence inévitable du développement économique (Villeneuve, 1998).

Pour la première fois dans les années 1960, la croissance démographique et économique exponentielle est remise en cause. Dix ans plus tard, la nécessité de protéger l'environnement et d'économiser les ressources naturelles est soulignée. Le développement économique et l'environnement sont alors en complète opposition (Sierra, 2002). Un courant contestataire commence à dénoncer les dangers et les dérives que la consommation galopante fait peser sur l'avenir de l'humanité. En 1972, le mythe de la croissance infinie est contesté par le rapport du club de Rome (Meadows et al., 1992).

En 1972, la Conférence des Nations Unies de Stockholm portant sur l'environnement est le point de départ de réflexions sur cette thématique. Suite aux recommandations de cette première conférence, un « *Programme international de l'éducation à l'environnement* » est établi. A cette époque, seules les pollutions industrielles dues à la concentration de grandes installations industrielles dans les pays les plus riches étaient prises en considération. Vingt ans après, la problématique environnementale a profondément changé de nature (Brodhag, 2003). « *Le maître mot de nos relations à la nature n'est plus la maîtrise possessive mais la responsabilité* » (Bourg, 1997). Les pollutions chroniques, diffuses et globales sont maintenant également au cœur des préoccupations, la nécessité de sauvegarder l'environnement apparaissant même pour certains, incontournable. D'après Villeneuve (1998) « *Nous sommes à la fois responsables et victimes de la dégradation de l'environnement et nous commençons à découvrir avec stupéfaction que nous vivons dans un monde de plus en plus complexe et fragile* ».

En France, c'est en 1989, qu'une réelle prise de conscience de la crise écologique mondiale apparaît. « *Cette irruption de l'écologie, amplifiée par les médias, est en fait l'aboutissement d'une longue marche, d'une prise de conscience très lente* » (Brodhag, 1990). Réservée à l'époque à quelques scientifiques et quelques contestataires, on demande aujourd'hui au système éducation d'intégrer ces préoccupations qui gagnent une place importante dans les médias (Ricard, 2004). En effet, des termes tels que « *trou de la couche d'ozone* », « *effet de serre* », « *principe pollueur-payeur* », sont maintenant banalisés et font partie de notre vocabulaire quotidien (Simon, 2002), même si leur signification exacte n'est pas forcément bien assimilée.

1.3 Naissance du développement durable et définition

En 1968, la création du Club de Rome amorce un tournant en ce qui concerne les approches holistique des problèmes planétaires. Cet organisme regroupant cent représentants de cinquante trois pays différents avait comme objectifs de réfléchir sur le problème de l'évolution de la planète pris dans sa globalité pour tenter de cerner les limites de la croissance. Quelques années plus tard, en 1972, un rapport est rédigé par des chercheurs du Massachusetts Institute of Technology (MIT). Ce rapport parfois dénommé comme le "Rapport du Club de Rome" est plus fréquemment cité par le nom du directeur de l'équipe de recherche (Dennis Meadows) : le « Rapport Meadows & al. » (Meadows et al., 1992). Ce texte, qui a pour titre "The limits to growth" (littéralement, les limites à la croissance, mais traduit en français par « *Halte à la croissance* »), souligne le « *caractère insupportable de la croissance indéfinie de la population, de l'utilisation des ressources épuisables, et de l'augmentation de la pollution* », ainsi que la nécessité d'atteindre un point d'équilibre, afin d'éviter le retour des famines dans les pays pauvres et l'asphyxie des pays riches, par l'accroissement des niveaux de pollution (Harribey, 1998). Les chercheurs à l'origine de ce texte ont réalisé un modèle mathématique afin de tenter de cerner l'évolution future du système complexe qu'est notre planète. Les conclusions de ce rapport étaient que la croissance matérielle perpétuelle conduira tôt ou tard à un « *effondrement* » du monde qui nous entoure, et ceci même en étant très optimiste sur les capacités technologiques à venir, l'aptitude à recycler ou à économiser les matières premières que nous consommons, le contrôle de la pollution, où encore le niveau des ressources naturelles. Ce rapport qui remet en cause le dogme de la croissance économique a suscité de nombreuses polémiques.

C'est en 1972 également que s'est déroulé à Stockholm, la Conférence des Nations-Unies sur l'Environnement humain. La relation entre l'environnement et le développement est examinée pour la première fois, à un niveau international. Tout en reconnaissant la gravité des problèmes environnementaux et sociaux auxquels faisait face l'humanité, cette conférence a été l'occasion de chercher des stratégies qui permettraient à la fois de préserver les ressources de notre environnement tout en assurant un développement socio-économique équitable. A l'issue de la conférence de Stockholm une déclaration de vingt-six principes et un plan d'action de 109 recommandations ont été rédigés⁶. Ces deux textes constituent le premier exemple de « *droit international non contraignant* » concernant l'environnement (Brodhag et al., 2004a).

⁶ <http://www.unep.org/Documents/Default.asp?DocumentID=97>

Dès 1973, Ignacy Sachs propose une autre idée du développement, celle d'éco-développement (Sachs, 1997). Ce terme reprend l'idée de la prise en compte de cinq dimensions pour le développement :

- La combinaison de la pertinence sociale et de l'équité des solutions proposées
- La prudence écologique
- L'efficacité économique
- Les aspects culturels
- La territorialité (réflexion sur les activités humaines et l'aménagement du territoire)

Cette approche qui se veut opérationnelle, essaie d'harmoniser ces cinq critères.

Ce sont ensuite en 1987, les travaux de la Commission Mondiale sur l'environnement et le développement (1988), présidée par Mme Gro Harlem Brundtland, Premier ministre de Norvège qui ont proposé un terme nouveau : le développement durable. Le développement durable a été défini comme tel : « *Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Deux concepts sont inhérents à cette notion : le concept de « besoin », et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale imposent sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir* » (CMED, 1989). Publié en anglais, le rapport Brundtland utilise le terme « *sustainable development* ». Le terme a été initialement traduit par « *développement soutenable* » mais également par « *développement viable* », puis par « *développement durable* », terme généralement employé aujourd'hui.

"

Le développement durable doit être compris comme un développement à la fois :

- supportable pour les écosystèmes dans lesquels nous vivons, donc économe en ressources naturelles et aussi « *propre* » que possible ;
- viable, autosuffisant à long terme, c'est à dire fondé sur des ressources renouvelables et autorisant une croissance économique riche en emplois notamment là où les besoins essentiels ne sont pas couverts ;
- vivable pour les individus et les collectivités, donc orienté vers la cohésion sociale et l'accès pour tous à une haute qualité de vie (Brodhag et al., 2004a).

La définition du développement durable définie dans le rapport Brundtland sera celle à laquelle nous nous référerons dans la suite de ce travail. Cependant, il est important de souligner que ce concept se traduit ensuite par des définitions différentes selon les acteurs qui se l'approprient. La Commission des Communautés Européennes a défini le développement durable comme une politique et une stratégie visant à assurer la continuité dans le temps du développement économique et social, dans le respect de l'environnement, et sans compromettre les ressources indispensables à l'activité humaine (La Commission des Communautés Européennes, Vers un développement soutenable, 30 mars 1992, cité par Brodhag, 2004). Cette fois, le développement durable prend une dimension politique et stratégique qui ne relève pas du même niveau que la définition originelle. La politique fait alors référence à l'ensemble des options prises collectivement ou individuellement par le gouvernement d'un Etat ou d'une société dans les domaines relevant de son autorité⁷. La stratégie est définie comme l'art de coordonner des actions, de manœuvrer pour atteindre un but⁷.

⁷ Le Petit Larousse illustré, 1999.

L'Assemblée générale des Nations-Unies avait demandé la convocation d'une réunion mondiale pour élaborer des stratégies visant à encourager le développement durable et écologiquement rationnel dans tous les pays. Cette réunion, la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED) s'est tenue à Rio de Janeiro en 1992.

Parmi les termes abordés dans cette conférence, on peut noter le principe de précaution : *« Pour protéger l'environnement, des mesures de précaution doivent être largement appliquées par les Etats selon leurs capacités. En cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement »* (CNUED, 1992d).

Le principe de participation a été également abordé dans cette conférence qui soulignait que le public doit être impliqué dans les décisions (principe n°10 de la Déclaration de Rio) : *« La meilleure façon de traiter les questions d'environnement est d'assurer la participation de tous les citoyens concernés, au niveau qui convient. Au niveau national, chaque individu doit avoir dûment accès aux informations relatives à l'environnement que détiennent les autorités publiques, y compris aux informations relatives aux substances et activités dangereuses dans leurs collectivités, et avoir la possibilité de participer aux processus de prise de décision. Les Etats doivent faciliter et encourager la sensibilisation et la participation du public en mettant les informations à la disposition de celui-ci. Un accès effectif à des actions judiciaires et administratives, notamment des réparations et des recours, doit être assuré »* (CNUED, 1992d).

Bien qu'il soit présent parmi les principes associés au développement durable, le principe de prévention n'est pas formulé par les textes internationaux. La notion de prévention s'illustre principalement par la mise en oeuvre de seuils. Ainsi, la Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement de 1992 prévoit que *« les États doivent promulguer des mesures législatives efficaces en matière d'environnement »*. En France, le principe de prévention a été défini dans la législation par la loi Barnier de 1995. Il est aujourd'hui affirmé dans l'article L.110-1 du Code de l'Environnement qui le retient parmi les principes généraux du droit de l'environnement : *« le principe d'action préventive et de correction, par priorité à la source, des atteintes à l'environnement, en utilisant les meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable »*.

En 1993, l'association 4D a été créée en France, pour contribuer à la mise en oeuvre des recommandations de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement. Cette association travaille pour approfondir la notion de développement durable d'un point de vue théorique mais aussi pratique. Son objectif est de capitaliser et faire connaître les expériences de développement durable en France et à l'étranger, à travers une mission d'expertise, de conseil et d'orientation auprès de ses différents interlocuteurs, publics et privés. Cette association a proposé la définition suivante : « *Le développement durable est la mise en pratique d'un certain nombre de principes contribuant à l'amélioration du bien-être, à davantage de justice sociale et au respect des écosystèmes. Le développement durable constitue une démarche, un processus d'évolution, une dynamique bien plus qu'un ensemble de normes à atteindre. Il s'agit de penser et d'agir autrement, de faire repenser les modes de production et de consommation sur une nouvelle éthique* ». Cette définition apparaît beaucoup plus pragmatique que celles que nous venons de décrire. Le développement durable devient une démarche, un nouveau mode de pensée, mais également un processus, c'est à dire un enchaînement de fait et de phénomènes répondant à un certain schéma et aboutissant à un résultat déterminé⁸.

Le développement durable est souvent représenté comme la résultante d'une intersection entre des buts économiques, sociaux et environnementaux (figure n° 3). Ce modèle inspiré de la théorie des ensembles essaie d'amener une vision plus large et plus intégrée que la vision classique basée sur l'économie (Villeneuve, 1998).

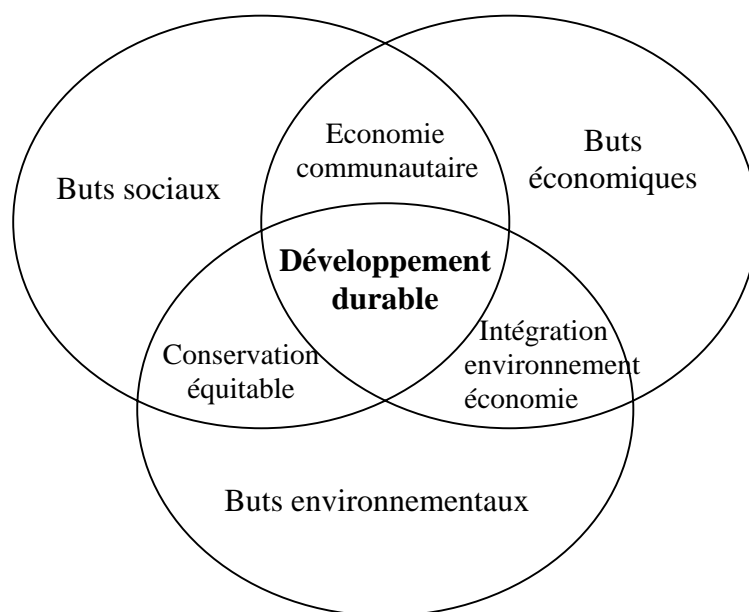
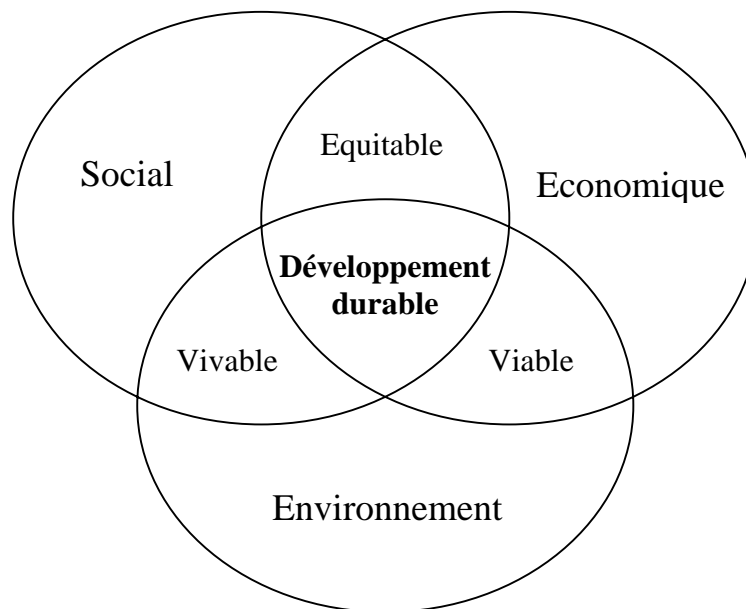


figure n° 3: Modèle de développement durable de Sadler et Jacobs⁹ (Villeneuve, 1998)

⁸ Le Petit Larousse illustré, 1999

⁹ Sadler, B. et Jacobs, P. « Définir les rapports entre l'évaluation environnementale et le développement durable : la clé de l'avenir », développement durable et évaluation environnementale : perspective de planification d'un avenir commun, Conseil canadien de recherche sur l'évaluation environnementale, Ottawa, 1990 cité par Villeneuve (1998).

Ce modèle qui était d'abord un cadre d'analyse des politiques et des investissements dans le développement a été repris de nombreuses fois et modifié. En France, cette approche triptyque a été reprise par le Ministère de l'Environnement (figure n° 4). Le développement durable est présenté comme fixant des « *objectifs d'équité sociale, d'efficacité économique et d'amélioration de l'environnement* » (Voynet, 1998).



Solidarité-précaution-participation

figure n° 4 : Le développement durable selon, le Ministère français de l'Aménagement du territoire et de l'environnement (Voynet, 1998).

La figure n° 4, souligne également trois éléments incontournables du développement durable : la solidarité, le principe de précaution et le principe de participation.

La solidarité est définie par l'Office de la langue française comme étant les « *liens unissant les membres d'un groupe, qui, conscients de la communauté de leurs intérêts, ont entre eux des sentiments d'obligation réciproque* ». Le développement durable repose en effet sur la notion de solidarité entre les générations et entre les populations des pays du Nord et les populations des pays du Sud (CMED, 1989).

1.4 Textes de référence

1.4.1 Notre avenir à tous, 1987

Afin de faire évoluer les réflexions sur la thématique d'environnement et de développement, les Nations Unies créent en 1983 un groupe de travail : La Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement (CMED). Cette commission présidée par Madame Gro Harlem Brundtland, premier ministre Norvégien de l'époque est composée de six représentants occidentaux, trois européens de l'Est et de douze personnes des pays du sud. Cette commission commence à travailler sur « *un programme global de changement* ».

Huit thèmes de travail ont été définis : industrie, énergie, sécurité alimentaire, établissements humains, relations économiques internationales, mécanisme d'aide à la prise de décision et coopération internationale. Cette réflexion initiée en 1984, va durer trois ans durant lesquels plusieurs centaines d'organismes vont apporter des données, alimenter les débats. La CMED a synthétisé en 1987, l'ensemble de ces éléments dans un rapport intitulé « *Notre avenir à tous* » (CMED, 1989). Ce texte, aussi dénommé « *le rapport Brundtland* », aborde la difficulté de réconcilier le développement économique et l'équilibre écologique de la planète. Ce rapport souligne les paradoxes de notre société : produire plus, sans augmenter la pression écologique et sociale, voire en la diminuant. En effet, les besoins de la société, des humains évoluent.

C'est une évolution à la fois quantitative (la croissance démographique entraîne une augmentation des besoins) mais aussi qualitative (assurer les besoins vitaux et diminuer les iniquités). Pour essayer de concilier ces contradictions, ces intérêts divergents sur les questions d'environnement et de développement, le « *rapport Brundtland* » propose une valeur nouvelle¹⁰ : le développement durable. Cette notion telle qu'elle est abordée implique une transformation progressive de l'économie et de la société. Ce rapport souligne également la nécessité d'avoir une vision plus globale, qui prenne en compte la société de façon holistique, mais qui prenne également en compte la dimension temporelle. Au final, au sens le plus large, le développement durable tel qu'il est présenté par la Commission Brundtland vise à favoriser un état d'harmonie entre les êtres humains et entre l'homme et la nature.

1.4.2 La conférence de Rio¹¹, 1992

La Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED) aussi appelée « *Sommet de la Terre sur l'environnement et le développement* » s'est tenue à Rio de Janeiro du 3 au 14 juin 1992. Elle est une des plus importantes conférences internationales : elle a réuni des représentants de 178 pays, dont 110 chefs d'Etats et de gouvernement, 8 000 journalistes et 15 000 représentants d'ONG. A l'issue de cette conférence, plusieurs textes ont été rédigés et signés. Un plan d'action international a été élaboré : l'Agenda 21. Ce document est un guide de mise en oeuvre du développement durable pour le 21ème siècle (CNUED, 1992a) que les nations se sont engagées à mettre en place au niveau national, régional et local. Ce texte a pour objectif d'être fonctionnel ; il comporte 115 propositions d'actions qui doivent guider les prises de décision à tous niveaux afin de faire du développement durable une réalité de terrain. L'Agenda 21 est structuré en 4 sections et 40 chapitres.

Les quatre sections abordent : les dimensions sociales et économiques, la conservation et la gestion des ressources, le renforcement du rôle des grands groupes, les moyens d'exécution.

Cette conférence a également donné lieu à la Déclaration de Rio, un texte qui présente le développement durable à travers 27 principes (annexe n° 1). Deux conventions ont également été élaborées : la Convention cadre sur les changements climatiques (CNUED, 1992b) et la Convention sur la biodiversité (CNUED, 1992c). Une déclaration de principe relative aux forêts a également été rédigée (CNUED, 1992e).

¹⁰ Le concept de valeur nouvelle issu de la théorie de la négociation a été appliqué au développement durable par Boutaud (Boutaud, 2002a)

¹¹ <http://www.un.org/french/events/rio92/aconf15126vol1f.htm>

La Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques a pour objectif « *de stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. Il conviendra d'atteindre ce niveau dans un délai suffisant pour que les écosystèmes puissent s'adapter naturellement aux changements climatiques, que la production alimentaire ne soit pas menacée et que le développement économique puisse se poursuivre d'une manière durable* » (CNUED, 1992b).

Les objectifs de la Convention sur la biodiversité sont « *la conservation de la diversité biologique, l'utilisation durable de ses éléments et le partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation des ressources génétiques, notamment grâce à un accès satisfaisant aux ressources génétiques et à un transfert approprié des techniques pertinentes, compte-tenu de tous les droits sur ces ressources et aux techniques, et grâce à un financement adéquat* » (CNUED, 1992c).

La déclaration de principe relative aux forêts a pour but « *de contribuer à la gestion, à la conservation et à l'exploitation écologiquement viable des forêts, et de prévoir les multiples fonctions et usages complémentaires de celles-ci* » (CNUED, 1992e).

1.4.3 Plan d'application du Sommet mondial pour le développement durable Johannesburg (Afrique du Sud), 2002

Dix ans après le Sommet de la Terre sur l'environnement et le développement de Rio, plus d'une centaine de chefs d'Etats et de gouvernements et plusieurs dizaines de milliers de représentants gouvernementaux et d'organisations non gouvernementales se sont réunis à nouveau du 26 août au 4 septembre 2002 pour le Sommet mondial pour le développement durable de Johannesburg. Ce Sommet a adopté une Déclaration politique et un Plan de mise en œuvre de dispositions qui portent sur un ensemble d'activités et de mesures à prendre afin d'aboutir à un développement qui tienne compte du respect de l'environnement. Le plan d'action du Sommet mondial pour le développement durable se base d'une part, sur les principes fondamentaux et, d'autre part, sur le programme d'action de la Conférence des Nations-Unies de Rio de Janeiro sur l'environnement et le développement. Il comprend les thématiques suivantes :

- l'élimination de la pauvreté,
- la modification des modes de consommation et de production non viables,
- la protection et gestion des ressources naturelles aux fins du développement, économique et social,
- le développement durable à l'ère de la mondialisation,
- la santé et le développement durable,
- le développement durable des petits États insulaires en développement,
- les initiatives en faveur du développement durable,
- les autres initiatives régionales,
- les moyens d'exécution,
- le cadre institutionnel du développement durable,
- le pilier culturel.

Les négociations internationales qui ont eu lieu à un niveau global, vont avoir des répercussions au niveau local. L'appropriation de ce concept par les différents acteurs va susciter de nouveaux enjeux.

2 Le développement durable un enjeu pour l'industrie

2.1 Contexte général et chronologie

Accidents industriels graves, pollutions chroniques ou ponctuelles, scandales environnementaux-sanitaires, sites pollués orphelins, mais aussi, fermetures de sites, fluctuation des cours boursiers, restructurations de grandes entreprises... sont autant d'événements qui ne cessent de provoquer l'indignation de l'opinion publique. La médiatisation croissante de ces événements a modifié l'image de la place de l'entreprise dans la société, mais surtout la perception de ses responsabilités, et le niveau d'information à présent attendu sur ses activités, leur gestion, leurs conséquences sociales et environnementales (Grégoire et al., 2003). Face à ces nouvelles attentes, l'entreprise essaie de réagir et de s'impliquer dans une démarche de développement durable qui prend en compte ces dimensions multiples.

En s'attardant sur l'évolution de l'implication des acteurs, nous constatons effectivement que ce concept voit le nombre des acteurs impliqués dans sa mise en œuvre se multiplier. A l'origine issu de réflexion de scientifiques et d'organisations non gouvernementales, il est maintenant devenu une préoccupation pour les gouvernements ainsi que pour de nombreux acteurs sociaux et économiques (Bourg, 2002). Brodhag souligne que la mise en œuvre du développement durable, « *c'est aussi l'aboutissement d'une diplomatie des réseaux où les associations, les scientifiques, les entreprises, les syndicats et les collectivités locales... sont présents avec les représentants des Etats dans les réflexions et les négociations internationales* » (Brodhag, 2003). Depuis le sommet de Rio, il est incontestable que le développement durable est aussi un enjeu pour les entreprises (figure n° 5). Le sommet de Johannesburg a d'ailleurs été l'occasion de remarquer que les entreprises sont de plus en plus présentes sur cette thématique (Brodhag, 2003).

Pour les industriels, la prise de conscience de la nécessité de prendre en compte le développement durable a émergé progressivement. Plus que par des événements clés, c'est peut être par un dynamisme de réseaux que ce concept s'est propagé parmi les entreprises. Cette dynamique s'est parfois traduite par la création d'associations, d'ouvrages qui ont ensuite influencé les modes de pensées de nombreux professionnels qui ont à leur tour, essayé de traduire ce concept dans leur propre vie professionnelle. Par exemple, Amory et Hunter Lovins, ont créé en 1982, le Rocky Mountain Institute (RMI)¹². L'objectif de cette organisation était de promouvoir auprès des entreprises et des institutions une utilisation efficace des ressources naturelles, compatible avec le développement durable et la sécurité globale des êtres humains. Une section est consacrée au développement durable appliqué aux entreprises. Pour le Rocky Mountain Institute, le fait que l'entreprise soit non seulement le premier moteur de création de richesse et de changement social mais aussi de dommages environnementaux est une opportunité et non un problème. D'après cette organisation, les entreprises sont les seules institutions qui disposent des capacités et des motivations liées aux profits pour orienter le monde dans cette direction. Le RMI tente donc d'aider les entreprises à effectuer une transition culturelle vers le développement durable.

¹² www.rmi.org

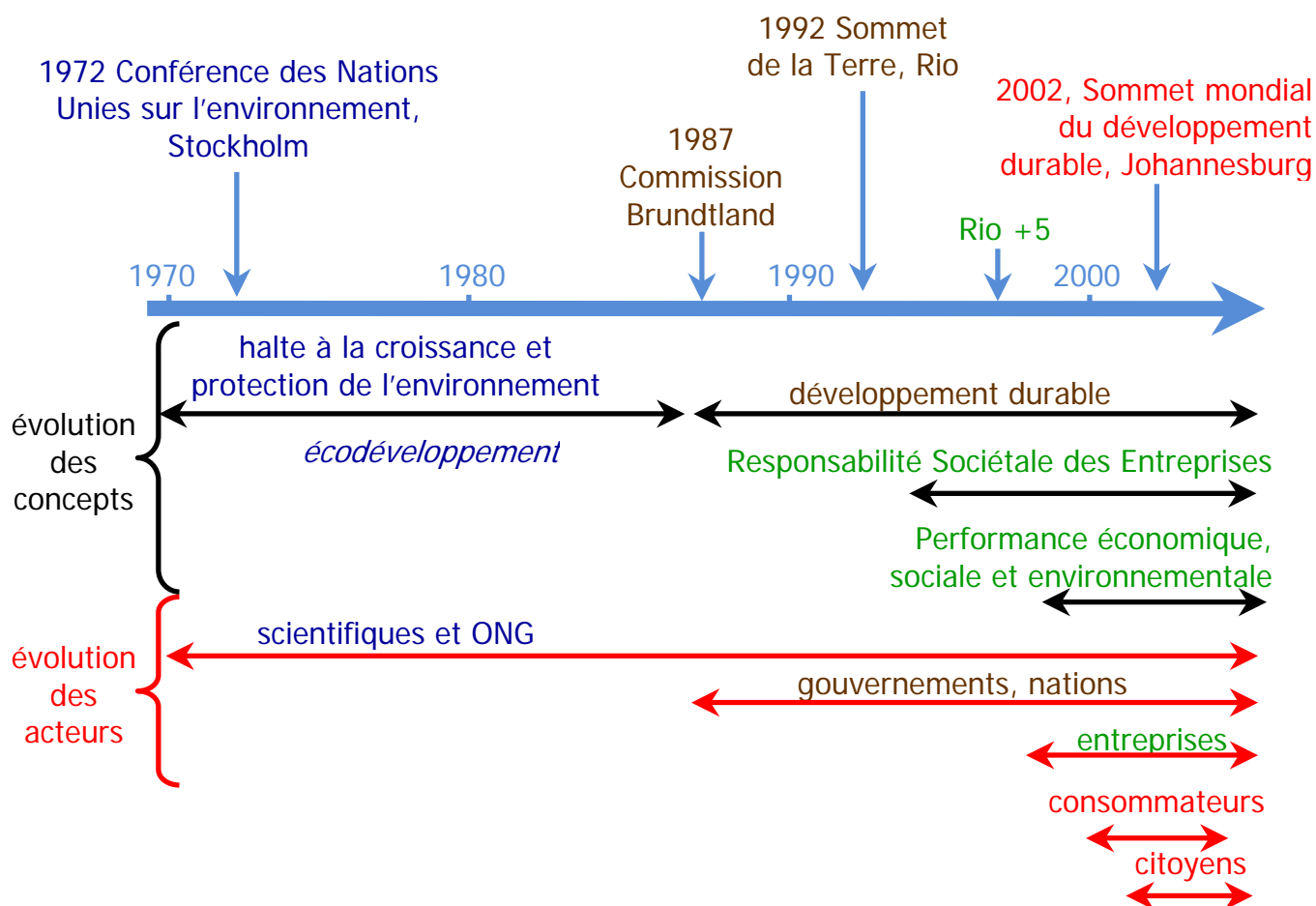


figure n° 5 : Evolution des concepts et de l'implication des acteurs dans le développement durable (Delchet, 2004).

En 1987, le rapport Brundtland soulignait que l'objectif de l'industrie est double. Il doit satisfaire les besoins de consommation mais aussi les souhaits de la société en évolution. Ce rapport soulignait déjà que les aspirations s'élargissaient du fait que l'environnement, la santé, l'équité et l'éthique étaient déjà devenues des priorités (CMED, 1989).

En 1988, le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) a été créé afin d'évaluer les informations disponibles sur la science, les effets, les aspects socio-économiques et les options d'atténuation de l'évolution du climat et d'adaptation à cette évolution. Une des mesures proposées par le GIEC¹³ pour atténuer les changements climatiques et l'impact des effets de serre est l'instauration « *d'un ensemble d'outils d'intervention visant à limiter ou à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Ces outils peuvent comprendre des taxes sur les émissions, des permis d'émission négociables ou non...* ». Le marché des permis d'émissions (ou échange de droits d'émission) évoqué à l'article 17 du Protocole de Kyoto¹⁴ (1997) est une « *démarche axée sur le marché, adoptée pour atteindre des objectifs environnementaux et permettre en particulier à ceux qui réduisent leurs émissions de gaz à effet de serre au-dessous des niveaux prévus d'utiliser ou d'échanger ces réductions excédentaires afin de compenser des émissions en provenance d'une autre source située à l'intérieur même ou en dehors du pays considéré. Cet échange s'effectue en général à l'intérieur d'une entreprise ou à l'échelon national ou international* » (GIEC, 2001).

¹³ http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/vol4/french/204.htm

¹⁴ <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convfr.pdf>

Natural Step, fondée en 1989, se fixe pour objectif d'examiner de façon systémique les causes des problèmes environnementaux. Au début des années 1990, cette association a défini des principes guides de durabilité. Ils sont actuellement utilisés par soixante compagnies. Le Natural Step propose « *une démarche pas à pas avec la nature* »¹⁵, la transformation des entreprises devant se faire graduellement.

Les quatre conditions essentielles définies sont :

- l'utilisation des ressources naturelles ne doit pas être réalisée à un rythme plus élevé que ce qui peut être retourné et réabsorbé dans les cycles naturels,
- les productions de l'homme ne doivent pas être engendrées plus vite que leur décomposition et réintégration dans les cycles naturels,
- l'homme ne doit pas diminuer en quantité ou en qualité la productivité de la biosphère, ni prélever dans la nature plus que ce qu'elle peut reconstituer
- l'accroissement de l'efficacité technique et organisationnelle sur toute la planète est nécessaire.

En 1991, le World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)¹⁶ a été créé. Cet organisme basé en Europe, regroupe plus de 170 compagnies internationales qui souhaitent s'engager dans le domaine du développement durable. Les membres du WBCSD appartiennent à 45 pays différents¹⁷ et représentent les vingt plus grands secteurs industriels. Cet organisme soutient que le développement durable est bénéfique pour les activités économiques et que les activités économiques sont également bénéfiques au développement durable. L'objectif est de promouvoir l'éco-efficacité, l'innovation et la responsabilité sociale des entreprises.

En 1992, d'autres points sont soulevés notamment la nécessité pour les entreprises d'œuvrer en concertation avec les différentes parties prenantes pour le développement durable, notamment pour la prise en charge de l'innovation, la généralisation de la gestion environnementale, la réduction des pollutions, le transfert de technologies...Le Programme des Nations Unies pour l'Environnement incite les industriels d'un même secteur à travailler sur une déclaration d'engagement dans le développement durable¹⁸.

En 1992, le Business for Social Responsibility (BSR) est créé. C'est l'un des principaux réseaux d'entreprises impliqué dans le domaine du développement durable. Cette organisation rassemble des entreprises concernées par la responsabilité sociale. Des rencontres, des réunions d'information et des ateliers de travail sont organisés. Cette organisation défend l'idée que grâce à leur engagement en terme de responsabilité sociale, les entreprises créent de la valeur pour les investisseurs, leurs clients, leurs employés, les communautés locales et toutes les autres parties prenantes (Brodhag et al., 2004a).

La notion d'éco-efficience, a été reprise et appliquée au cycle de vie des produits dans un livre publié en France en 1997 : « *Facteur 4 : Deux fois plus de bien-être en consommant deux fois moins de ressources* » (Rapport au Club de Rome) (von Weizäcker et al., 1997). L'idée développée est de « *donner à tous les hommes un niveau de vie correct sans épuiser les ressources de la planète* » (von Weizäcker et al., 1997).

¹⁵ <http://www.naturalstep.org/>

¹⁶ <http://www.wbcsd.ch>

¹⁷ Les entreprises françaises appartenant à ce groupe sont : AREVA, Aventis, EDF Group, Gaz de France, L'Oréal, Lafarge, Michelin, Renault, Suez, Veolia Environnement.

¹⁸ <http://www.unep.org>

Pour cela le Facteur 4 est présenté comme le moyen d'y arriver: « *produire davantage, à l'échelle mondiale, en consommant beaucoup moins de ressources* ». Ce facteur est le coefficient de multiplication de la productivité des richesses, c'est à dire une utilisation quatre fois plus importante de la même quantité de ressources. A travers des exemples concrets de gaspillage, ce livre met en avant l'existence de solutions efficaces pour préserver l'environnement.

Au niveau des institutions européennes, l'évolution est également perceptible. En 2002, la Commission Européenne a mis en place le forum plurilatéral européen. C'est une réunion regroupant des réseaux d'entreprises, des employeurs, des salariés et la société civile dans le but de leur permettre d'échanger des bonnes pratiques et d'évaluer l'opportunité d'établir des principes directeurs communs pour les outils et pratiques socialement responsables.

Depuis 1987, le développement durable a été de plus en plus diffusé dans le secteur industriel. Cette diffusion s'est manifestée par la création d'associations, d'organisations, de groupes de réflexion, de réseaux d'entreprises... Malgré toutes ces démarches, l'implication des entreprises pour la prise en compte du développement durable ne prend pas toujours la même signification que celle qui pourrait en être attendue en s'appuyant sur la définition de Brundtland. Cependant, pour certaines sociétés, cette orientation nouvelle, cette volonté de changement est devenue perceptible. Parmi les entreprises qui ont décidé de s'engager dans cette démarche de développement durable, il semble qu'il y ait des points clés d'entrée communs et mobilisateurs pour intégrer cette démarche.

2.2 Motivations des entreprises par rapport au développement durable

Selon Brodhag¹⁹, les motivations des entreprises s'engageant dans une démarche de développement durable sont de plusieurs niveaux (figure n° 6). La première étape concerne les aspects pragmatiques, c'est à dire la réglementation, les systèmes de management ainsi que le marketing et la communication :

- la réglementation, de par son aspect obligatoire et sanctionnable, peut être un vecteur incitatif aux changements ;
- les systèmes de management qui se développent de plus en plus permettent des évolutions concrètes de l'entreprise (démarche qualité, management environnemental...);
- le marketing et la communication dans le domaine du développement durable intéressent également les entreprises car ils peuvent permettre d'être en phase avec les exigences et les attentes du marché.

Le deuxième niveau d'entrée vers le développement durable se situe plus sur une réflexion stratégique et un positionnement sur le long terme : l'anticipation des risques et des opportunités.

Le dernier niveau (éthique partagée) pourrait correspondre à une réflexion plus profonde pour les entreprises, une remise en cause ou une réflexion sur la culture d'entreprise. Afin de mieux comprendre ces éléments nous allons voir comment chacune de ces motivations peut toucher l'entreprise.

¹⁹ Conférence : Le développement durable du concept à l'action : le SD 21000, Conférence, Clermont Ferrand, mars 2004. <http://www.brodhag.org>

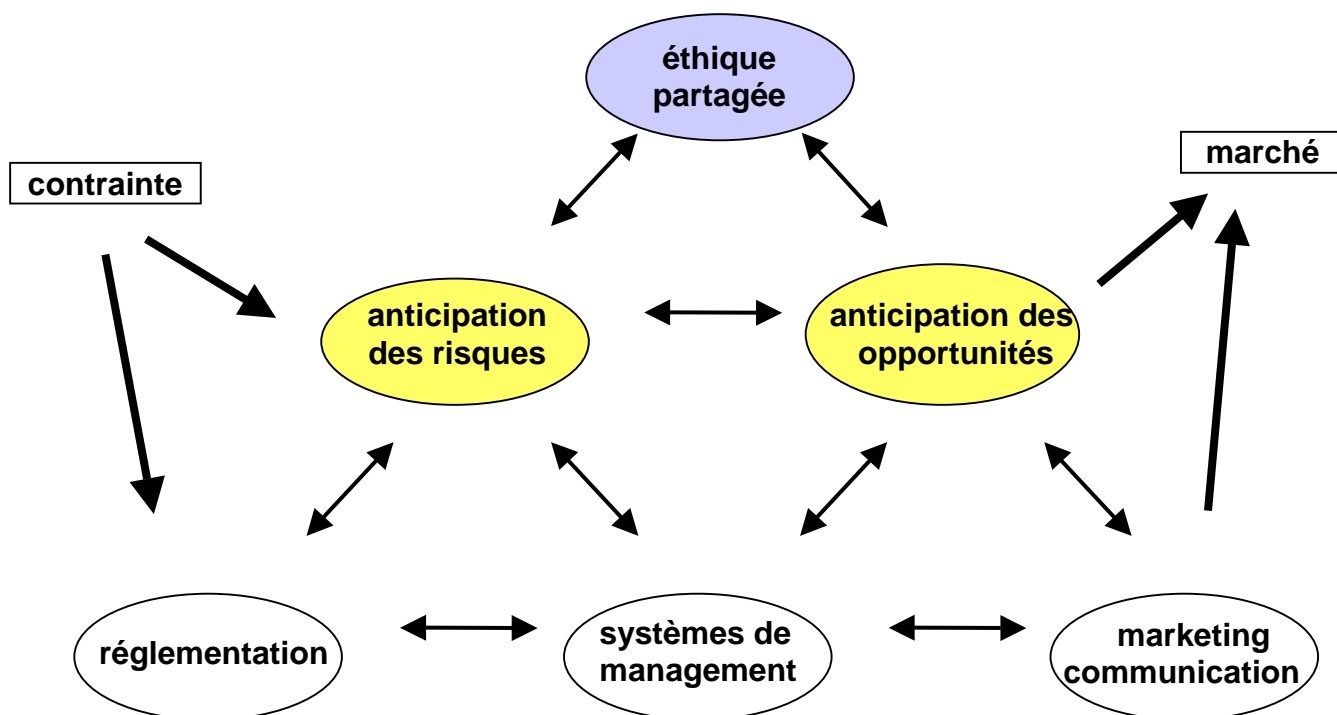


figure n° 6 : Motivations des entreprises pour l'engagement vers le développement durable
D'après Brodhag²⁰

2.2.1 Approches réglementaires françaises et européennes pour les industries

Réglementation française

Plusieurs principes généraux ont été énoncés dans le Code de l'Environnement²¹ publié en 2000 : la prise en compte des ressources et milieux naturels, leur protection et leur gestion. Le livre n° I stipule la nécessité de s'inscrire dans un objectif de développement durable en citant le principe de précaution, le principe de prévention, le principe pollueur payeur et le principe de participation.

La première loi concernant le développement durable et les entreprises est la loi relative aux nouvelles régulations économiques²², promulguée en 2001. Cette loi impose aux sociétés françaises cotées en bourse d'inclure dans leur rapport annuel des informations relatives aux conséquences de leurs activités sur l'environnement et des informations sur les aspects sociaux liés à leur activité. Les entreprises doivent préciser les démarches d'évaluation ou de certification menées, les mesures prises pour améliorer l'efficacité énergétique et le recours aux énergies renouvelables, pour limiter les atteintes aux écosystèmes et aux espèces protégées, pour assurer le respect de la législation et de la réglementation en vigueur.

²⁰ Conférence : Le développement durable du concept à l'action : le SD 21000, Conférence, Clermont Ferrand, mars 2004. <http://www.brodhag.org>

²¹ Ordonnance n° 2000-914 du 18 septembre 2000 (JO du 21 septembre 2000) ; <http://aida.ineris.fr/>

²² LOI NRE n° 2001-420 du 15 mai 2001

En outre, elles doivent mentionner les dépenses engagées pour prévenir les conséquences de leurs activités, l'organisation interne relative à la gestion et la réduction des risques environnementaux, la formation et l'information du personnel, le montant des provisions et des garanties en cas de problème, ainsi que celui des indemnités versées suite à une décision judiciaire. Par ailleurs, les entreprises doivent renseigner, pour la plupart de ces points, les objectifs qu'elles donnent à leurs filiales à l'étranger.

Le décret d'application de la NRE a été pris en février 2002. Il impose aux entreprises de fournir dans le rapport du conseil d'administration des informations sociales et environnementales (décret n°2002-221 du 20 février 2002). Ce décret impose notamment que le rapport comprenne les informations précises sur les employés (leur nombre, l'absentéisme et ses motifs, les conditions d'hygiène et de sécurité, la formation, l'insertion des travailleurs handicapés...). Les licenciements font également l'objet de demandes de renseignements, l'entreprise doit fournir les chiffres liés à l'emploi, au licenciement ainsi que des informations sur les mesures d'accompagnement. La prise en compte du territoire est également imposée, les entreprises doivent rendre des comptes sur l'impact territorial de leurs activités en matière d'emploi et de développement régional. Cette prise en compte du territoire ne se limite pas au territoire français ; en effet, l'importance de la sous-traitance et la manière dont les filiales étrangères tiennent compte de l'impact de leurs activités sur le développement régional et les populations locales, doivent figurer dans ce rapport. Ce rapport se doit également de décrire les relations entre la société et les associations d'insertion, les établissements d'enseignement, les associations de défense de l'environnement, les associations de consommateurs et les populations riveraines.

Concernant les informations environnementales, ce décret n°2002-221 met l'accent sur l'utilisation de matières premières et d'énergie, sur l'utilisation d'énergies renouvelables et sur les mesures prises pour améliorer l'efficacité énergétique. Les entreprises doivent fournir les données concernant les mesures prises pour assurer la conformité réglementaire et les démarches d'évaluation et de certification environnementales. Les aspects économiques liés à l'environnement doivent également être cités ; c'est à dire les dépenses liées à la préservation de l'environnement, mais aussi les indemnités déjà versées en cas de décision judiciaire en matière d'environnement. La sensibilisation des employés doit également figurer dans ce rapport. L'ensemble de ces informations doit figurer de façon identique pour les filiales étrangères.

La loi NRE et son décret d'application demandent des informations et des engagements dans le domaine social et environnemental. Cependant, il apparaît que ces éléments sont encore rarement fournis par les entreprises et quand ils sont indiqués, ils sont rarement comparables d'une entreprise à l'autre. Des réflexions ont justement été menées au niveau européen pour harmoniser la communication et les actions dans le domaine du développement durable (Alpha Etudes et CGT, 2003).

Législation de la Communauté Européenne

Au-delà des législations communautaires visant à rapprocher les législations des différents pays européens sur les thématiques du développement durable qui relève de sa compétence (environnement, concurrence par exemple.), la Commission Européenne est un organe politique aux compétences multiples qui joue un rôle très important dans le processus d'élaboration des politiques de l'Union Européenne en veillant au respect de la législation communautaire. La Commission Européenne a constaté qu'il est encore peu fréquent que les sociétés publient volontairement des données environnementales dans leurs comptes et rapports annuels, même si l'impression générale est que les entreprises sont de plus en plus souvent confrontées à des problèmes de coûts environnementaux, qu'il s'agisse de la prévention de la pollution, d'équipements de dépollution ou de systèmes de contrôle et de traitement des déchets²³. Du fait de l'inexistence de lignes directrices harmonisées en matière d'intégration d'information financière concernant l'environnement, il est difficile de faire des comparaisons entre sociétés.

Les coûts de collecte et de publication des informations environnementales ainsi que le caractère confidentiel ou sensible sont autant de facteurs dissuasifs pour la divulgation de ce type de données. Cependant la Commission Européenne souligne l'importance de fournir aux parties prenantes des informations sur l'incidence des risques environnementaux, sur l'approche des questions d'environnement et de ses performances dans ce domaine, dans la mesure où ces éléments pourraient avoir des conséquences sur la situation financière de la société²³.

La Commission Européenne a donc rédigé une recommandation concernant la prise en considération des aspects environnementaux dans les comptes et rapports annuels des sociétés²⁴. Cette recommandation a été élaborée en vue de faire en sorte que les informations financières comparables et pertinentes sur les questions d'environnement soient disponibles dans les rapports annuels des sociétés afin de renforcer l'efficacité des actions communautaires dans le domaine de la protection de l'environnement (annexe n° 2). Cette recommandation prend comme base de référence plusieurs normes comptables internationales publiées par le Comité international des normes comptables (IASB).

L'Union Européenne a d'abord publié un livre blanc²⁵, en vue de mettre en place un système de responsabilité environnementale à l'échelon communautaire, d'améliorer l'application du droit communautaire de l'environnement et d'assurer une restauration appropriée de l'environnement. La responsabilité environnementale a été définie comme « *l'instrument par lequel celui qui occasionne une atteinte à l'environnement (le pollueur) est amené à payer pour remédier aux dommages qu'il a causés* »²⁶. Ce document publié en février 2000, vise à mettre en oeuvre le principe du « pollueur-payeur ». Il décrit les principaux éléments qui rendront ce système efficace et applicable.

L'Union Européenne a défini comme objectif stratégique de « *devenir l'économie de la connaissance la plus compétitive et la plus dynamique du monde, capable d'une croissance économique durable accompagnée d'une amélioration quantitative et qualitative de l'emploi et d'une plus grande cohésion sociale* ».

²³ http://admi.net/eur/loi/leg_euro/fr_301H0453.html

²⁴ C(2001) 1495 du 30 mai 2001 (JOCE L156 du 13 juin 2001)

²⁵ COM(2000) 66 final du 9 février 2000

²⁶ http://europa.eu.int/index_fr.htm

Pour cela, le Livre vert « *Promouvoir un cadre européen pour la responsabilité sociale des entreprises* »²⁷ a été publié (Commission européenne, 2001). Ce document est principalement axé sur les responsabilités des entreprises dans le domaine sociétal. Les objectifs affichés sont d'exploiter au mieux les expériences existantes, d'encourager le développement de pratiques novatrices, d'améliorer la transparence ainsi que de renforcer la fiabilité de l'évaluation et de la validation des diverses initiatives réalisées en Europe.

2.2.2 Approches managériales

L'usage des normes internationales et la reconnaissance des procédures d'évaluation de la conformité sont de plus en plus prisés à travers le monde. La normalisation a connu ces dernières années une forte évolution afin de s'adapter aux attentes des entreprises, des administrations et de la société pour faire face à un environnement international en pleine mutation. La normalisation a pour mission de fournir des documents de référence (norme, guide, référentiel de bonnes pratiques...) qui favorisent le dialogue, l'évaluation et le progrès, en réponse aux attentes des marchés et de l'ensemble des acteurs socio-économiques (ORSE, 2004).

2.2.2.1 Les systèmes de management environnemental

La mise en place d'un système de management (qualité, voire environnement et sécurité) est devenu un passage obligé dans l'industrie pour conserver certains marchés. Un système de management (SME) est « *l'ensemble des éléments et processus corrélés et interactifs permettant d'organiser et de gérer l'entreprise de manière cohérente et efficiente et d'atteindre ses objectifs* » (Brodhag et al., 2004a).

Le système européen de management environnemental (EMAS) appelé aussi Eco-audit a été créé en 1993. Il repose sur une démarche volontaire des entreprises et peut s'inscrire dans la suite de la certification ISO 14001. Actuellement, 2800 entreprises européennes dont 23 françaises sont enregistrées au titre de l'Eco-audit. Elles s'engagent à faire une déclaration environnementale mise à jour chaque année et certifiée par une tierce partie. Cette déclaration environnementale mise à la disposition du public fournit des informations sur l'évolution d'un certain nombre d'indicateurs environnementaux de l'entreprise.

Actuellement, l'organisation internationale principale en matière d'élaboration de normes dans le domaine de l'environnement est l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO)²⁸. C'est une organisation non gouvernementale constituée d'un réseau d'instituts nationaux de normalisation de 148 pays. L'ISO est le plus grand organisme de normalisation au monde. Son activité principale est l'élaboration de normes techniques, il est important de noter que certaines normes peuvent contenir également des aspects économiques et sociaux.

Les séries ISO 9000 et ISO 14000 comptent parmi les normes de l'ISO qui sont les plus connues et ont rencontré le plus vif succès. Plus d'un demi-million d'organisations dans plus de 60 pays appliquent les normes de la série ISO 9000, qui donnent un cadre pour le management de la qualité dans tout le processus de production et de livraison de produits et les services aux clients.

²⁷ COM(2001) 366 final du 18 juillet 2001 ; http://europa.eu.int/index_fr.htm

²⁸ <http://www.iso.ch/iso/fr/ISOOnline.frontpage>

Le terme management de la qualité recouvre tout ce que l'entreprise peut réaliser pour améliorer la satisfaction des clients en répondant à leurs exigences et aux exigences réglementaires applicables et en améliorant à cet égard continuellement ses performances.

La famille des normes ISO 14000 a été établie pour fournir des outils de management aux entreprises afin de d'identifier les impacts environnement et d'améliorer leurs performances environnementales. Ces outils permettent notamment de diminuer les coûts en réduisant les matières premières utilisées, la consommation d'énergie ainsi que la production de déchets, et en améliorant l'efficacité des procédés. Cette famille comprend plus d'une vingtaine de normes (annexe n° 3). Parmi les références les plus utilisées, il y a la norme ISO 14001 qui fournit aux entreprises un référentiel d'organisation de leur système de gestion de l'environnement, dans un esprit d'amélioration continue. Cette norme publiée en 1996, définit les exigences pour un système de management environnemental qui peut être lui-même défini comme l'ensemble des activités coordonnées permettant d'orienter et de contrôler un organisme en matière d'environnement (Brodhag et al., 2004a). Cette démarche s'appuie sur la logique de l'amélioration continue (Plan/Do/Check/Act, qui peut se traduire par « *Planifier, Déployer, Contrôler, Améliorer* »). Cette norme a été adoptée par 46 000 sites dans le monde dont 2 200 en France (en juillet 2004).

De nombreux auteurs soulignent les avantages de la mise en place d'un système de management environnemental : une compétitivité renforcée a été observée (De Backer, 1998). Grâce à cette démarche qui impose la réalisation de bilans entrants et sortants, une meilleure maîtrise des consommations, des rejets et des risques est possible (Chateauvieux, 2000) ainsi que la mise en place de procédures pour assurer la conformité réglementaire (Gondran, 2001).

Ces systèmes de management environnementaux peuvent donc constituer un apport non négligeable dans la réflexion sur l'intégration du développement durable dans l'industrie. C'est une première étape pour le management global des aspects environnementaux. Cependant ces éléments représentent une approche ciblée sur un des piliers du développement durable. Ils constituent donc un des éléments de construction qui doivent être complétés par les autres dimensions du développement durable (sociale et économique).

2.2.2.2 Les autres référentiels

Trois autres référentiels sont à noter :

- a) En ce qui concerne les standards sociaux, la norme de référence est la norme SA 8000. Cette norme créée en 1997 vise à l'application des conventions de l'Organisation Internationale du Travail (OIT), de la déclaration universelle des Droits de l'Homme et de la Convention des Nations-Unies sur le droit des enfants tout au long de l'ensemble de la chaîne de valeur ajoutée d'une entreprise, de ses fournisseurs et sous-traitants jusqu'au service après-vente. C'est une norme volontaire internationale qui a été éditée par le Social Accountability International²⁹. Ce référentiel spécifie les exigences de responsabilité sociale dans de nombreux domaines : le travail des enfants, le travail forcé, la santé et la sécurité, la liberté d'association et le droit à la négociation collective, la discrimination, les pratiques disciplinaires, les heures de travail, la rémunération, le système de management.

²⁹ <http://www.cepaa.org/>

b) Un système de management de la santé et de la sécurité au travail (OHSAS 18001) a été publié en 1999, par la branche certification de la British Standard Institute (BSI)³⁰. Ce standard est structuré comme l'ISO 9001 et ISO 14001 selon le principe de la roue de Deming et sa boucle d'amélioration continue (PDCA), il permet de répondre aux attentes réglementaires. L'OHSAS 18001 repose sur l'amélioration des performances de maîtrise des risques pour la santé et la sécurité au travail sans pour autant établir des exigences en ce qui concerne les niveaux de performance. Certains pays dont la France, considérant que ces problèmes relèvent de la réglementation, ne prennent pas en compte l'OHSAS 18001, pour la certification du système de management.

c) Le modèle d'excellence EFQM³¹ (excellence du modèle de qualité de la fondation européenne) a été élaboré en 1992 par les présidents de 14 grandes entreprises européennes. L'EFQM a pour objectif d'aider les entreprises européennes à appliquer les principes du "Management par Qualité Totale". L'effort demandé porte sur les pratiques managériales mais aussi sur les relations avec leurs employés, leurs actionnaires, leurs clients, et les collectivités avec lesquelles elles opèrent. Le modèle EFQM est un cadre général non normatif qui reconnaît l'existence de nombreuses approches visant à établir l'excellence dans la durabilité. Ce modèle propose à l'entreprise d'évaluer sa progression vers l'excellence grâce à neuf critères : le leadership³², la politique et la stratégie, le personnel, les ressources, les processus, la satisfaction du personnel, la satisfaction des clients, l'intégration à la vie de la collectivité, les résultats opérationnels.

2.2.2.3 Le reporting

Le reporting est l'établissement de rapports industriels amenant des informations beaucoup plus diversifiées que le rapport d'activité habituellement édité. Ce type d'activité comprend la recherche d'informations et la publication de données environnementales, sociales et sociétales. Plusieurs organismes travaillent sur cette démarche de reporting, notamment la Global Reporting Initiative (GRI)³³. La GRI est une institution indépendante dont la mission est de développer et de répandre des lignes directrices pour la production de rapports de développement durable, notamment en fournissant des critères d'évaluation homogénéisés. La GRI a été lancée en 1997 par la Coalition for Environmentally Responsible Economies (CERES) et soutenue par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE). La GRI tente d'harmoniser les publications afin de valoriser le reporting en renforçant sa qualité, sa rigueur et son utilité. L'utilisation de ces lignes directrices est une démarche volontaire de la part des entreprises qui souhaitent rédiger un rapport sur les aspects économiques, environnementaux, et sociaux sur leurs activités, produits et services.

Les lignes directrices recommandent que le rapport de développement durable comprennent cinq sections :

- vision et stratégie de l'entreprise par rapport au développement durable ;
- vue générale de l'entreprise ;
- système de management et de gouvernance ;

³⁰ <http://www.bsi-global.com>

³¹ <http://www.efqm.org/>

³² Aptitude d'une personne ou d'un groupe à exercer une influence dominante sur d'autres personnes ou groupes en obtenant leur adhésion active à des idées, des orientations, des projets ou d'autres actions sociales (<http://www.granddictionnaire.com>).

³³ <http://www.globalreporting.org/>

- indicateur de contenu du rapport de développement durable par rapport à la totalité des lignes directrice du GRI ;
- mesure des performances dans le domaine économique, social et environnemental en utilisant des indicateurs.

En 1999, à Davos, Kofi Annan, le secrétaire général des Nations Unies, a lancé le Pacte mondial (Global Compact). Il s'agit d'un accord volontaire international qui a pour objectif de faciliter la convergence entre les pratiques du secteur privé et les valeurs universelles, de faciliter la coopération entre les parties prenantes et promouvoir les objectifs de l'ONU.

Le Global Compact créé en 2000 propose dans les domaines des droits de la personne, du travail et de l'environnement, l'adhésion à neuf grands principes inscrits dans la Déclaration universelle des droits de l'homme, dans celle du Bureau International du Travail (BIT), ainsi que dans les résolutions des sommets de Rio sur l'environnement (1992) et de Copenhague sur les questions sociales (1995). Cependant, l'absence de contraintes juridiques et de tout contrôle du respect des engagements souscrits par les multinationales, suscitent de nombreuses critiques. Notamment des organisations non gouvernementales qui soulignent que le Global Compact permet, en fait, à des sociétés connues pour leurs violations des droits humains et de l'environnement de « *bleuir* » leur image en se drapant dans la bannière des Nations-Unies³⁴.

En mars 2003, l'Institute for Social and Ethical Accountability (ISEA)³⁵ a édité une norme sur le reporting : AccountAbility 1000 (AA1000). Cette norme a pour objectif d'assurer la qualité et la crédibilité des reporting, de l'audit et des rapports sur le comportement social et environnemental des entreprises. Elle peut être vue comme une trame qui aide les entreprises à mieux prendre en charge leurs responsabilités sociales, éthiques et environnementales. Elle complète le GRI en élargissant les thématiques abordées, à la planification des relations avec les parties prenantes, mais aussi à la responsabilité et à l'audit.

Cette multiplication des systèmes de référentiel montre bien à quel point ces référentiels sont devenus incontournables pour les entreprises. Non seulement ces référentiels se multiplient, mais il est possible également d'observer une diversification de leurs domaines d'application (tableau n° 1). Au départ focalisés sur le management de la qualité (afin principalement de satisfaire les clients), puis le management de l'environnement (afin de prendre en compte certaines parties prenantes concernées par les performances environnementales), maintenant, des référentiels axés sur la responsabilité sociale de l'entreprise, sur la maîtrise des risques pour la santé et sur le management et la stratégie de développement durable émergent. Nous pouvons constater un élargissement des acteurs que l'entreprise doit prendre en compte dans ses décisions. L'information et la gestion dans le domaine du développement durable sont devenues des enjeux stratégiques pour les entreprises. Afin de répondre à ces attentes, la communication des entreprises dans ce domaine s'amplifie, le reporting, c'est à dire la publication d'un rapport de développement durable, se généralise.

³⁴ <http://www.corpwatch.org/>

³⁵ [Http://www.accountability.org.uk/](http://www.accountability.org.uk/)

| Date | Référentiel | Type | Domaine | Objectifs | Source |
|-------------|--------------------|---------------------------------------|---|--|--|
| 1987 | ISO 9001 | Norme internationale | Management de la qualité | Accroître la satisfaction des clients | Organisation internationale de normalisation (ISO) http://www.iso.ch |
| 1992 | EFQM | Modèle de management des performances | Management par qualité totale | Progresser vers l'excellence | Fondation européenne du modèle de qualité http://www.efqm.org/ |
| 1993 | EMAS (Eco-audit) | Système de management | Management environnemental | Evaluer, améliorer les performances environnementales | Commission Européenne http://europa.eu.int/comm/environment/emas/about/summary_en.htm |
| 1996 | ISO 14001 | Norme internationale | Management environnemental | Définir une politique environnementale et des objectifs environnementaux | Organisation internationale de normalisation (ISO) http://www.iso.ch |
| 1997 | SA 8000 | Norme internationale | Responsabilité sociale | Démontrer la conformité par rapport au droit du travail | Social Accountability International http://www.cepaa.org |
| 1999 | OHSAS 18001 | Référentiel | Maîtrise des risques pour la santé et la sécurité au travail | Amélioration de la maîtrise des risques pour la santé et la sécurité au travail | British Standard Institute http://www.bsi-global.com |
| 2003 | SD 21000 | Guide | Stratégie et management intégrant le développement durable | Initier, structurer et mettre en œuvre une démarche de développement durable | AFNOR Association française de normalisation http://www.afnor.fr |
| 2003 | AA 1000 | Référentiel de procédé | Responsabilité, prise en compte des parties prenantes Reporting | Contribuer au dialogue et à l'engagement vis à vis des parties prenantes Rédiger un rapport avec des indicateurs de performance | Institute for Social and Ethical Accountability (ISEA) http://www.accountability.org.uk |

tableau n° 1 : Récapitulatif de quelques référentiels de management pour les industriels

2.2.2.4 Guide de mise en place du développement durable

L'AFNOR³⁶ a mis en place un groupe de travail constitué par différents acteurs (entreprises, association, etc.), afin de proposer un document guide pour les entreprises concernant le développement durable : le guide SD21000 (AFNOR, 2003). L'objectif de ce guide est de répondre aux attentes des entreprises, des administrations et de la société en général, pour faire face à un environnement international en pleine mutation. Bien que n'impliquant pas la stricte application de normes ou de référentiels, le guide SD21000 a été élaboré dans le cadre du système de normalisation. Ce document a pour objectif d'élaborer des recommandations pour la prise en compte des enjeux de développement durable dans la stratégie et le management des entreprises (de toutes tailles).

Le guide SD21000 ambitionne de donner aux entreprises l'opportunité de faire émerger les enjeux les plus significatifs les concernant, et leur permettre d'analyser les risques propres liés à leur entreprise. L'objectif final étant pour l'entreprise de se positionner d'un point de vue stratégique et politique et d'élaborer un programme d'action pluriannuel pour la prise en compte du développement durable. Les actions prises devront être suivies, évaluées et les impacts sur les enjeux significatifs devront être mesurés et communiqués aux parties intéressées.

Plusieurs éléments ont été mis en avant par ce guide en ce qui concerne l'approche stratégique de l'entreprise :

- la nécessité pour l'entreprise d'avoir une certaine ouverture d'esprit vers les parties intéressées. Ce qui sous-entend l'identification des parties intéressées et de leurs attentes, l'estimation de l'influence de l'entreprise sur chacune des parties intéressées, le développement de relations avec ces parties intéressées (communication, partenariat, enquête de satisfaction...);
- la prise en compte de facteurs plus globaux : les réglementations internationales, les droits de l'homme, la prise en compte des acteurs faibles ou absents (générations futures, l'ensemble des espèces vivantes...), les engagements envers les communautés locales ;
- l'évaluation des risques et l'identification des enjeux significatifs (économiques, environnementaux et sociaux).
- La nécessité pour l'entreprise, de formaliser et d'afficher sa stratégie en matière de développement durable

2.2.3 Marketing et communication

Les entreprises sont de plus en plus soumises à la critique, aux exigences et au contrôle des consommateurs, des citoyens, des défenseurs de l'environnement, des promoteurs de normes sociales. Pour faire face à ces nouvelles attentes, les entreprises développent leurs communications. Beaucoup de multinationales publient des rapports d'activité enrichis d'informations sociales et environnementales. Les entreprises dont les moyens financiers le permettent, font du développement durable un axe majeur de communication (Godard, 2003). En rendant des comptes sur leurs pratiques, les entreprises peuvent ainsi améliorer leur image auprès de leurs différentes parties prenantes : collaborateurs présents ou potentiels, actionnaires, ONG, clients, fournisseurs, riverains, collectivités territoriales (ORSE, 2004).

³⁶ Association française de normalisation (<http://www.afnor.fr>)

En 1987, le rapport Brundland soulignait déjà que les entreprises qui prennent en compte le bien être social et celui des populations locales améliorent leur image de marque et donc pourraient augmenter les ventes de leurs produits (CMED, 1989). La communication et le dialogue sont aussi des moyens pour l'entreprise de se faire connaître comme allant au devant des technologies, comme élément promoteur de changements (Fussler et al., 1996).

Les approches de communication dans le domaine du développement durable ne cessent de croître, les informations fournies se multiplient à tel point qu'il est parfois difficile de juger de la pertinence et de l'efficacité des mesures effectivement présentées. Il est donc particulièrement important de garder un œil critique face à ces communications qui peuvent être utilisées uniquement comme arguments commerciaux pour les entreprises. Le terme développement durable est souvent utilisé par les entreprises avec une certaine focalisation sur les éléments qui leur sont favorables, en omettant souvent d'aborder le concept dans sa globalité. Le développement durable est souvent perçu comme le « *développement économiquement durable* », et est alors assimilé uniquement à la « *pérennité économique* » de l'entreprise. Les rapports de développement durable restent très divers de par leur forme et leur contenu, les résultats publiés sont inégalement exploitables (Boidin, 2003). Les entreprises semblent parfois décliner « *une allégerance de circonstance à un principe dont elles définissent elles-mêmes les contours* » (Piro, 2002).

Au-delà, des aspects de la communication, il semble important également de vérifier les actions menées dans le domaine. Il est toutefois difficile de faire la part des choses entre les actions réellement menées, les actions en cours et les actions qui resteront à l'état de projets. Certains auteurs pensent que les actions concrètes restent timides par rapport à ce que laissent présager leurs annonces (Belot, 2003). D'autres sont encore plus critiques : le terme de développement durable « *recupéré, recyclé, galvaudé... sert aujourd'hui d'alibi au monde économique* » (Piro, 2002).

Pour faire face à ces critiques, et rester crédibles face aux différentes parties prenantes, les entreprises devront probablement passer une étape supplémentaire. C'est à dire passer de la vision stratégique et marketing à une démarche concrète, une restructuration globale pour avancer vers une réelle démarche de développement durable. Cette étape passe obligatoirement par l'implication de l'ensemble du personnel, donc sûrement par une étape de formation ou un recrutement de personnes déjà sensibilisées à cette nouvelle thématique. Ces attentes devraient donc avoir des répercussions sur les formations.

2.2.4 Anticipation des risques

Prendre en compte le développement durable suppose des réflexions sur l'anticipation, notamment, sur l'anticipation des risques. On peut définir le risque comme une exposition à un danger. L'anticipation des risques peut donc être perçue comme une réflexion afin de déterminer quels peuvent être les risques et comment essayer de prévoir ces événements et y remédier.

D'un point de vue industriel, les risques liés aux activités de production sont généralement bien identifiés et pris en compte. Cependant, il est toujours difficile d'identifier la totalité des risques inhérents à une activité industrielle. Actuellement, les analyses sont ciblées sur la gestion des risques humains et environnementaux, les études et les améliorations portant sur l'expérience d'erreurs passées.

Pour compléter cette analyse, il serait nécessaire de penser aux possibilités d'évolution de l'entreprise, d'amélioration dès la conception de l'entreprise en terme de gestion des risques. De plus, de nouvelles formes de risques se profilent, notamment les risques liés au rejet social d'un projet pour lequel l'opinion publique est défavorable. La réduction des risques de conflit légaux est un point non négligeable. La mise en place d'un contrôle strict des pratiques environnementales et sociales dans une entreprise peut lui permettre d'éviter d'être exposée à des plaintes ou conflits (sociaux...), et de diminuer la probabilité de subir des sanctions économiques (diminution du cours des actions, boycott...). Indéniablement, les pratiques d'une société en matière de respect de l'environnement et des droits sociaux ont un impact sur le prestige de l'entreprise et donc sur la perception des différentes parties prenantes.

D'un point de vue environnemental, la prise en compte initiale du milieu naturel a un coût, mais ce type d'anticipation peut permettre d'éviter une réparation à posteriori, qui sera de toute façon beaucoup plus coûteuse. La comptabilité actuelle se limite souvent aux bénéfices immédiats, aux intérêts individuels, le coût environnemental et social n'étant jamais inclus dans ce mode de calcul. Les conséquences à long terme sont le plus souvent négligées (CMED, 1989).

Cette anticipation des risques peut présenter plusieurs clés d'entrées pour les industriels. Quelle que soit l'approche envisagée, l'anticipation des risques semble apporter de nombreuses répercussions positives.

2.2.5 Anticipation des opportunités et approches techniques

L'anticipation de la réglementation selon certaines approches peut fournir un avantage concurrentiel important. Il est souvent avancé que la mise en place d'un programme environnemental et social dans une entreprise implique bien sûr, des coûts, mais également un retour sur investissement excellent et rapide grâce à une meilleure efficacité opérationnelle et une promotion de l'innovation. Cependant, certains auteurs soulignent que pour de nombreuses sociétés, l'intérêt financier ne semble pas être une évidence (Fussler et al., 1996).

Par exemple, l'écoconception est un outil qui peut fournir un avantage non négligeable aux entreprises car elle permet de réduire les impacts négatifs sur l'environnement tout au long du cycle de vie du produit. Cette approche globale, volontaire et préventive s'appuie sur une double vision multicritères et multi-étapes. Elle répond selon Malaval, aux 5P (Principes : Prévention, Précaution, Partenariat, Pollueur-payeur et Protection de l'environnement) (Malaval et al., 2003). Cette démarche s'inscrit dans une perspective d'évolution compétitive. L'écoconception constitue donc une des étapes incontournables du développement durable car elle intègre de façon globale les impacts environnementaux, économiques et sociaux. (Malaval et al., 2003). Cependant, certains auteurs soulignent que l'écoconception ne doit pas s'enliser dans des schémas théoriques avec des applications trop limitées n'incorporant pas toutes les composantes du développement durable. Cette approche devrait s'enrichir de réflexions stratégiques sur la globalisation, sur l'écologie industrielle ainsi que sur l'anticipation et la prévention des risques (Vigneron et al., 2003).

L'écoconception peut s'appuyer sur l'analyse du cycle de vie (ACV). L'ACV peut être utilisée pour identifier les impacts environnementaux liés à un produit, à un procédé ou à une activité, tout au long de son cycle de vie. Cette analyse débute par la définition d'un but, d'objectifs et d'unités fonctionnelles. Elle se poursuit par l'identification et la qualification des entrées et sorties d'énergie et de matière. L'ACV fournit des données qui permettent de juger de l'impact environnemental des produits et des services, et d'identifier les améliorations à toutes les étapes du cycle de vie (Kusko et al., 1998).

Ce type d'outil implique une recherche constante d'innovations qui peut permettre à l'entreprise d'être parmi les plus performantes dans un domaine. Cet élément était déjà souligné dans le rapport Brundtland : « *les entreprises qui, il y a une dizaine d'années, avaient créé des équipes chargées de rechercher et de développer des technologies innovatrices, répondant aux nouvelles normes écologiques sont aujourd'hui les plus compétitives dans leurs domaines respectifs sur le plan national et international* » (CMED, 1989).

Afin de diminuer les répercussions négatives sur l'homme et l'environnement, il est donc nécessaire d'appliquer une politique de gestion intégrée des produits « *du berceau à la tombe* », c'est à dire prendre en compte les étapes de conception, de fabrication, d'usages, de valorisation et de stockage final en tant que déchets ultimes du produit (Desachy, 1996).

Finalement, la production plus propre qui intervient dans la conception et la fabrication d'un produit est devenue un enjeu très important pour les entreprises voulant respecter l'environnement dans son ensemble (les ressources, le milieu naturel et l'homme).

Afin de rétablir l'équilibre production–consommation / santé–environnement, le concept de production plus propre (*cleaner production*) a été introduit par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) en 1989 pour répondre à une logique de production et de consommation durable. Le PNUE définit la Production Plus Propre comme : « *l'application continue d'une stratégie environnementale intégrée et préventive appliquée aux processus, produits et services, afin d'augmenter l'efficacité totale et de réduire le risque pour l'homme et l'environnement* » (UNEP, 1994).

Les approches « *technologie propre* » et « *analyse du cycle de vie* » des produits sont les éléments clés de la production plus propre. « *En effet, la production plus propre se décompose entre approches verticales (approche du cycle de vie des produits) et horizontales (approches centrées sur le site de production avec notamment le système de management environnemental)* » (Laforest, 2004).

A l'opposé des techniques curatives de fin de chaîne (techniques « *end of pipe* »), les technologies propres ont pour objet la prévention à la source (Laforest et al., 2004). « *Les technologies propres englobent toutes les interventions effectuées sur la chaîne de production avant le traitement final en station de détoxification, ce sont des opérations d'intégration anti-pollution au sein d'un processus industriel. Elles sont constituées d'un ensemble d'étapes selon la nature des problèmes identifiés et la complexité des interventions requises* » (Laforest, 1999).

Pour répondre aux problèmes de pollution et de dégradation de l'environnement, différentes solutions ont été employées au cours de ces 30 dernières années. La figure n° 7 présente l'évolution des approches dont la séquence pourrait se résumer en : ignorance-dilution-contrôle-prévention, avec comme perspective finale une réflexion plus large tenant compte des principes de développement durable.

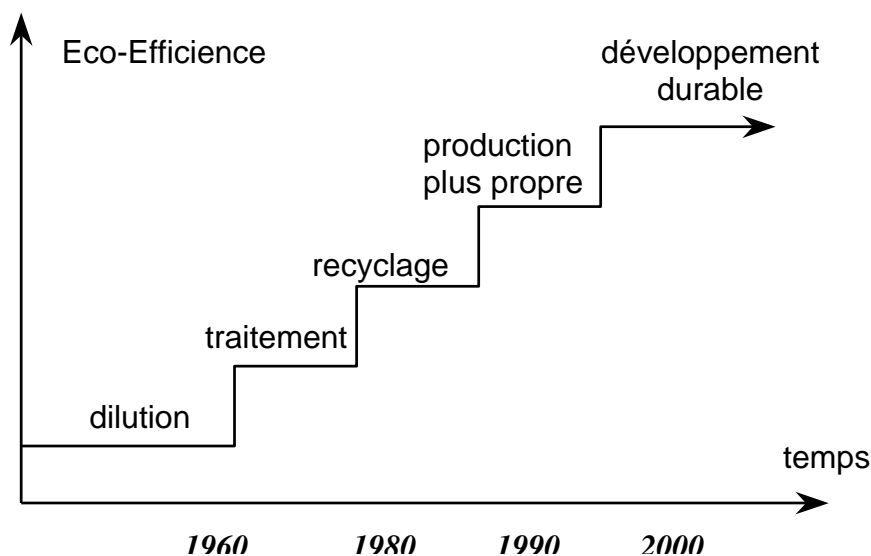


figure n° 7 : Evolution des approches environnementales (Larderel (Aloisi De), 1994)

La production plus propre, qui précède la stratégie de développement durable, provient d'une stratégie de management environnemental mais ne peut cependant pas être observée comme strictement environnementale car elle intègre des objectifs de croissance économique, d'équité sociale, de protection de l'environnement et de conservation des ressources (Van Berkel, 2000). Cette approche technologique contribue donc pleinement au développement durable des entreprises.

Une autre notion ayant des objectifs communs de prévention de la pollution a été définie : les Meilleures Techniques Disponibles (MTD). Le concept de MTD est défini par la directive européenne IPPC³⁷ (prévention et contrôle intégré de la pollution) comme étant « *le stade de développement le plus efficace et avancé des activités et de leurs modes d'exploitation, démontrant l'aptitude pratique de techniques particulières à constituer, en principe, la base des valeurs limites d'émission visant à éviter et, lorsque cela s'avère impossible, à réduire de manière générale les émissions et l'impact sur l'environnement dans son ensemble* ». Le terme « *meilleures* » souligne que ce sont les techniques les plus efficaces pour atteindre un niveau général élevé de protection de l'environnement dans son ensemble. Le terme « *disponibles* » concerne les techniques mises au point sur une échelle permettant de les appliquer dans le contexte du secteur industriel concerné, dans des conditions économiquement et techniquement viables, en prenant en considération les coûts et les avantages.

³⁷ Article 2 de la directive européenne IPPC n°96/61EC

Technologies propres et meilleures techniques disponibles sont des notions très liées. En effet, nous pouvons définir qu'une MTD « est la résultante de l'évolution d'une technologie vers une technologie propre à un instant t . Inversement, les technologies propres éprouvées industriellement à un instant t peuvent être définies comme MTD à ce même instant » (figure n° 8), (Laforest et al., 2004).

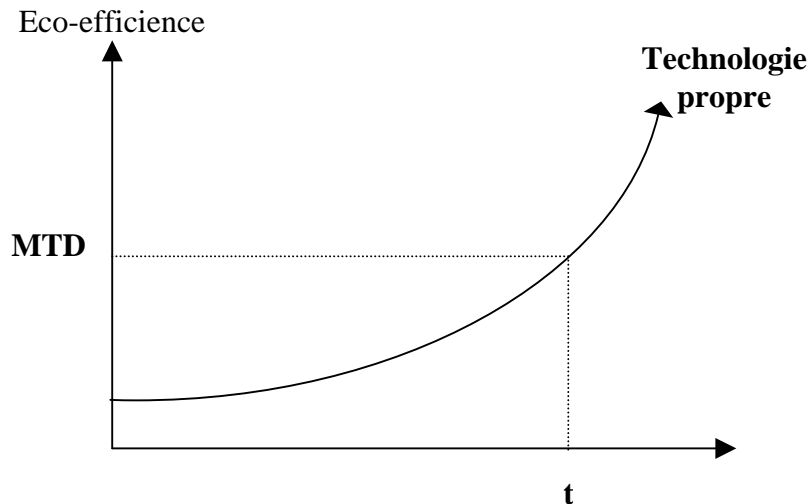


figure n° 8 : Lien temporel entre MTD & Technologie Propre (Laforest, 2004)

Les entreprises peuvent également utiliser le benchmarking pour s'échanger des bonnes pratiques, et comparer de manière qualitative et quantitative leurs performances techniques, sociales et environnementales (ORSE, 2004). L'évaluation concurrentielle ou benchmarking est une démarche d'évaluation de produits, de services ou de pratiques d'une organisation par comparaison avec les modèles qui sont reconnus comme les normes de référence, dans un objectif d'amélioration (Brodhag et al., 2004a).

Bien que ces démarches vers l'innovation semblent pertinentes, certains auteurs soulignent une certaine « léthargie en matière d'innovation » (Fussler et al., 1996). Les technologies existantes et les modes de consommation qui sont liés, restent des modèles de développement non durable. Ces modèles déjà bien implantés maintiennent leur dominance, ce qui peut expliquer le manque de progrès en pratique (Fussler et al., 1996).

Le développement durable et les outils associés comme l'ACV, le management de la qualité, les MTD, le management environnemental, les réflexions stratégiques sur le long terme, le benchmarking, etc. sont autant de questionnements et de défis auxquels les entreprises doivent maintenant faire face sans pour autant être préparées à ce type d'approche. Que les démarches de développement durable soient mises en place ou non l'évolution de notre société et de ses attentes est inéluctable. Fussler souligne à ce propos « la migration des valeurs dans un monde turbulent ». Il affirme que « le monde ne restera pas le même » (Fussler et al., 1996). Les nouvelles générations doivent être prêtes à s'adapter à ces nouvelles perspectives d'évolution de la société et par conséquent de l'entreprise. Il est important que les formations, notamment celles des ingénieurs abordent ces thématiques.

2.2.6 Ethique partagée

La notion d'éthique fait initialement référence au domaine philosophique qui étudie les principes de la morale, c'est à dire « *au caractère, aux attitudes humaines en général et, en particulier, aux règles de conduite et à leur justification* »³⁸. Les évolutions sociétales actuelles ont contribué à la modification de la perception de cette dimension éthique. Cette transformation de l'opinion publique conduit aujourd'hui les entreprises à se positionner par rapport à ces thématiques. Des réflexions sur la culture d'entreprise, sur les engagements, sur la stratégie d'entreprise au sens large et sur la responsabilité sociétale de l'entreprise sont les premiers éléments avancés parmi les approches possibles de cette dimension éthique d'un point de vue industriel. La responsabilité signifie pour l'industriel l'obligation de réparer en cas de faute, mais aussi de remplir un engagement vis à vis de la société. Cependant le discours « *sur la responsabilité sociale des entreprises vis-à-vis du développement durable reste confus* » (Grand et al., 2003). La réalité des relations entre la logique économique et l'éthique est souvent bien plus complexe que les communications sur le sujet ne le laissent percevoir.

De façon concrète, il semble que l'intérêt pour l'éthique se traduise dans le milieu industriel et financier par la notion de responsabilité sociétale³⁹ et la création d'un outil : l'investissement socialement responsable (ISR). C'est un investissement qui tend à mettre en phase les besoins de l'entreprise avec ceux de la communauté. L'ISR associe théoriquement le critère de rendement financier avec des paramètres concernant le comportement des entreprises dans les relations sociales et la politique d'emploi, l'environnement, la relation avec la société civile et l'implication dans la vie locale, leur attitude dans les pays étrangers où elles sont implantées, etc. (Brodhag et al., 2004a). L'investissement socialement responsable s'est développé pour répondre aux attentes croissantes d'un public à la recherche d'un produit doté d'une plus value responsable et/ou éthique. Les fonds socialement responsables peuvent être des fonds éthiques sélectionnant des valeurs à partir de critères d'exclusion (pas d'armes, pas de tabac, pas de travail des enfants...) ou des critères de croissance durable (bénéfique à l'évolution de l'environnement et à la société) (ORSE, 2004). Cependant, le problème de fiabilité des critères d'évaluation utilisés pour sélectionner les sociétés intégrant cette démarche éthique, demeure. Il semble que de nombreux progrès restent à faire car la position des organisations face aux enjeux éthiques est ambiguë.

En effet, face à cette déferlante « *d'éthique* » dans le monde industriel, certains s'interrogent. Une étude a été réalisée sur les informations sociales dans les rapports annuels des sociétés du SBF 120 (Alpha Etudes et CGT, 2003). Cette étude met en avant le fait que les expressions telles que « *responsabilité sociétale* » et « *chartes* » des entreprises semblent parfois être seulement des déclarations d'intention peu concrètes, les verbes utilisés n'étant pratiquement jamais des verbes d'action (« *souhaite encourager* », « *visé à promouvoir* », « *souscrire à la nécessité* »).

³⁸ Encyclopaedia Universalis, 2004.

³⁹ La responsabilité sociétale de l'entreprise est l'intégration volontaire des préoccupations sociales et écologiques des entreprises à leurs activités commerciales et à leurs relations avec les parties intéressées (Commission européenne, 2001).

Certains auteurs soulignent que les codes d'éthique sont souvent utilisés à des fins beaucoup plus pragmatiques. Comme par exemple utilisés comme « *mécanisme de prévention des comportements illégaux sans aller au-delà des exigences légales* », ou encore comme « *des opérations de relations publiques sans réel changement des pratiques commerciales plus ou moins douteuses* », ou simplement comme « *des outils destinés à protéger la firme de pertes de profit* » (Sachet-Milliat, 2003; Zairi et al., 2002). L'efficacité des codes d'éthique est donc très controversée, ces démarches éthiques sont perçues parfois comme des opérations de communication, avec une vision plus pragmatique qu'éthique visant la défense du profit de l'entreprise sans prendre en considération l'intérêt général.

Ce qui conduit certains chercheurs à supposer « *qu'éthique et business sont deux réalités inconciliables* » (Sachet-Milliat, 2003). Pour d'autres, la réconciliation est peut être possible, lorsque l'éthique se fait servante de l'économie, c'est à dire lorsque la prise en compte de la responsabilité sociale paie (Grand et al., 2003). Cependant le respect des clients, de l'environnement de la communauté impliquant des coûts, la rentabilité d'une politique éthique n'est donc pas évidente. De plus la logique économique reste le seul repère idéologique (Grand et al., 2003).

« *Au nom du développement durable ou de la responsabilité sociétale des entreprises, on assiste à différentes stratégies qui permettent d'éviter la question frontale de la réconciliation du développement économique et de considérations sociales et environnementales* » (Brodhag et al., 2004b). Il semble qu'une réflexion intégrant une dimension holistique du développement durable et abordant l'éthique, soit encore confuse. La multiplicité et la complexité des notions soulevées par l'éthique en tant que positionnement philosophique rend la transformation en actes difficile. De nombreuses étapes restent donc à franchir pour que le secteur industriel puisse se prévaloir de positionnement éthique.

2.3 Conclusion sur ces nouveaux enjeux

A travers ces différents éléments, transparaît l'évolution progressive de la société qui a amené les industriels à repenser leurs activités de façon conséquente. En effet, peu à peu des thématiques nouvelles sont apparues dans le monde industriel. Tout d'abord, la nécessité de prendre en compte les nouvelles réglementations, mais aussi la prise en compte des aspects sociaux et sociétaux à travers les réflexions sur la responsabilité sociétale, la nécessité d'engagement et de dialogue avec les parties prenantes. Il ne s'agit plus uniquement pour les entreprises de penser en terme de rendement financier ; des dimensions supplémentaires s'imposent : la réflexion à long terme, l'anticipation des risques, l'engagement éthique...

Si les idées avancées paraissent intéressantes, leur réalisation soulève encore de nombreuses difficultés. La volonté d'amélioration et les déclarations d'intention ne suffisent pas. Le changement d'orientation dans les nouvelles stratégies d'entreprises doit s'accompagner de démarches concrètes, de modifications au sein même de l'entreprise et donc de modifications pour les employés. Ces évolutions impliquent des changements dans le métier d'ingénieur et donc dans le contenu de leurs enseignements (Germinet, 2004).

Il est intéressant d'analyser si cette évolution est suivie dans la formation des futurs employés de ces entreprises, et plus particulièrement dans le cursus des ingénieurs. Comment l'enseignement des ingénieurs a-t-il évolué ? A-t-il intégré les changements sociétaux ? La transformation des cursus des écoles d'ingénieurs prend-elle le chemin du développement durable ?

3 Evolution du métier d'ingénieurs et des besoins de formation

Cette étude détaille dans une première partie l'évolution du métier d'ingénieur de façon générale. La deuxième partie s'est plus particulièrement focalisée sur l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de St-Etienne. Vu la diversité des rôles et des métiers possibles pour l'ingénieur, le fait de centrer cette étude a permis d'éviter une vision dispersée et peu concrète. Il est important de noter que cette focalisation sur l'Ecole des Mines de St-Etienne dans les années 1815 à 1920, a mis en avant une situation particulière qui est l'évolution des ingénieurs travaillant dans les mines de charbon. Cette modification est probablement sensiblement différente dans les autres secteurs industriels. Ce premier travail s'est enrichi grâce à l'expérience des professeurs de cette Ecole qui ont participé à une étude sous forme de questionnaire sur l'évolution des formations des ingénieurs.

3.1 Le métier d'ingénieur

Parmi les organismes au cœur des réflexions sur le métier d'ingénieur, le Conseil National des Ingénieurs et Scientifiques de France (CNISF) a une place importante. C'est une fédération composée de 160 associations d'anciens élèves d'écoles d'ingénieurs, de sociétés d'ingénieurs et de scientifiques, et d'associations régionales. Le CNISF regroupe 160 000 membres et représente les ingénieurs ainsi que des scientifiques. Il a pour objectif de promouvoir les formations scientifiques et techniques et le métier d'ingénieur, mais aussi de contribuer aux réflexions sur les évolutions de la formation et des métiers d'ingénieur.

Le Conseil National des Ingénieurs et des Scientifiques de France définit le métier de l'ingénieur comme étant « à l'origine fondé sur l'utilisation de compétences à dominante scientifique ou technique, pour concevoir et mettre en œuvre la transformation de la matière, en ayant pour objectif la conception, la réalisation, l'exploitation ou la maintenance d'équipements, de produits ou de procédés répondant à un besoin d'utilisation défini, dans un contexte technologique, économique et social donné » (CNISF, 1997). Cependant, le CNISF constate que de par les progrès techniques et scientifiques, le métier de l'ingénieur a dû évoluer. Les ingénieurs doivent maintenant être capables d'intervenir sur un nombre croissant de procédés, de produits mais aussi d'équipements nouveaux. Parmi l'évolution du rôle de l'ingénieur, le CNISF souligne également l'apparition de domaines immatériels, c'est à dire la nécessité pour les ingénieurs de travailler dans des domaines tels que la conception, la réalisation et l'exploitation de services comme le conseil ou l'information technique, la maîtrise de systèmes logiques abstraits, ou les sciences de l'organisation (CNISF, 1997). Les fonctions confiées aux ingénieurs sont donc de plus en plus diversifiées. C'est pourquoi, la définition même proposée par le CNISF a évolué : « l'ingénieur est un agent économique qui utilise des connaissances et des compétences à dominante scientifique ou technique, pour concevoir, réaliser ou exploiter un système d'organisation de personnes, de données abstraites ou de moyens matériels, en vue d'apporter à un besoin exprimé, à partir de critères rationnels convenus, la meilleure réponse possible, en prenant en compte les facteurs humains, sociaux, et économique de la société » (CNISF, 1997).

Cette définition contient des éléments nouveaux qui sont la prise en compte des facteurs sociétaux, humains et sociaux. Ces aspects ne sont pas retrouvés dans les définitions données dans certains dictionnaires. D'après le Larousse⁴⁰, un ingénieur est « *une personne, généralement diplômée de l'enseignement supérieur, apte à occuper des fonctions scientifiques ou techniques actives, en vue de créer, organiser, diriger, etc., des travaux qui en découlent, ainsi qu'à y tenir un rôle de cadre* ».

Cependant, l'approche sociétale est abordée dans d'autres définitions, comme par exemple, le souci de l'intérêt commun utilisé dans la définition de l'Office de la langue française : « *Personne dont la formation et les connaissances scientifiques et techniques la rendent apte à concevoir des travaux visant à résoudre des problèmes concrets de nature technologique dans le souci de l'intérêt commun, ou à intervenir dans l'exécution de ces travaux* »⁴¹.

Cet aspect social du métier de l'ingénieur est d'ailleurs repris dans la Charte d'Ethique de l'Ingénieur (CNISF, 2001). Cette charte a été rédigée afin d'aider les élèves ingénieurs à se préparer à l'exercice de leur métier. Diffusée librement sur Internet⁴², elle est également distribuée dans de nombreuses écoles d'ingénieurs (tous les élèves entrant en 1^{ère} année de l'Ecole Nationale des Mines de St-Etienne la reçoivent). L'ingénieur est présenté comme « *le lien indispensable entre les technologies et la communauté humaine* ». Il doit assurer un double rôle dans la société : « *maîtriser les techniques au service de l'Homme, mais aussi diffuser les informations relatives à ces techniques (les risques, les limites, les avantages)* » (CNISF, 2001). Les aspects environnementaux qui doivent faire partie intégrante du métier d'ingénieur sont également cités dans cette charte qui incite les ingénieurs à réfléchir sur l'impact des réalisations techniques sur l'environnement. Les idées développées dans cette charte vont même au-delà, puisque le développement durable est cité : « *l'ingénieur doit inscrire ses actes dans une démarche de "développement durable"* ». Cependant, ce terme cité entre guillemets n'est pas explicité, ni les actes correspondant à cette démarche. Par contre, sans utiliser le terme développement durable dans le chapitre consacré à ses missions, il est spécifié que l'ingénieur doit intégrer les dimensions humaines, économiques, financières, sociales et environnementales dans son travail.

L'intégration des différentes dimensions est également au centre d'autres définitions du métier d'ingénieur. La Commission des Titres d'Ingénieur⁴³ (organisme qui évalue les formations d'ingénieurs et qui donne les habilitations à délivrer des titres d'ingénieurs en France), définit le métier de base de l'ingénieur comme « *consistant à poser et résoudre des problèmes souvent complexes liés à la conception, à la réalisation et à la mise en œuvre de produits, de systèmes ou de services. A ce titre, l'ingénieur doit posséder un ensemble de connaissances techniques, économiques, sociales et humaines reposant sur une solide culture scientifique. Son activité s'exerce notamment dans l'industrie, le bâtiment, les travaux publics, l'agriculture et dans les services. Elle mobilise des hommes et des moyens techniques et financiers, souvent dans un contexte international. Elle reçoit une sanction économique et sociale, et prend en compte les préoccupations de protection de l'homme, de la vie et de l'environnement, et plus généralement du bien-être collectif* ».

⁴⁰ Le Petit Larousse illustré, 1999

⁴¹ <http://www.granddictionnaire.com>

⁴² <http://www.cnisf.org>

⁴³ <http://www.commission-cti.fr>

Le vocabulaire relatif au métier d'ingénieur s'élargit, l'APEC⁴⁴ recense beaucoup plus de métiers différents : ingénieur procédés, ingénieur en management environnemental, ingénieur étude et travaux, ingénieur d'affaires, ingénieur qualité, ingénieur de recherche, ingénieur de maintenance, ingénieur commercial, ingénieur avant-vente, ingénieur de travaux. « *Diversité des formations, brassage social, multiplicité des carrières, tout concourt à ce que le titre d'ingénieur n'indique qu'un niveau de qualification et non des fonctions* » (Germinet et al., 2003).

3.2 L'évolution du rôle social de l'ingénieur

En étudiant les documents publiés par l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de St-Etienne il apparaît que les questions portant le rôle social de l'ingénieur commence à être abordées en 1921, cependant l'angle d'approche était tout à fait particulier (Gay, 1926). En effet, l'ingénieur est présenté comme « *un conducteur d'homme* » ayant de rares contacts avec les ouvriers de la mine. Les réflexions portaient alors sur l'implication de l'ingénieur dans son rôle social : « *avoir un réel contact avec les ouvriers, les former sur le plan professionnel, mais aussi moral* » (Gay, 1926). Les conseils prodigués alors aux futurs ingénieurs étaient d'étendre leur influence sur les ouvriers en devenant éducateur. Ce genre de remarques, nouvelles pour l'époque soulevait alors la polémique, le rôle de l'ingénieur se limitait à des fonctions techniques, cet aspect était vu alors comme une surcharge de travail. L'ouvrier était perçu à l'époque comme étant « *systématiquement hostile à tout ce qui lui est supérieur, il ne s'incline que parce qu'il y est forcé par le besoin* » (Gay, 1926). Dans ce contexte, l'ingénieur, de par sa position et ses compétences techniques, imposait son autorité.

Cependant, les réflexions sur le sujet ont montré qu'il existe de multiples avantages à prendre en compte cet aspect social du commandement, cet « *intérêt pour l'existence du personnel* » (Gay, 1926). Dans cette optique, l'ingénieur est présenté comme un guide, un conseiller qui ne commande que pour le bien de l'ouvrier. Cette prise en compte de l'ouvrier est présentée comme indispensable pour obtenir une réelle « *collaboration des hommes dont le concours, si modeste soit-il, est tout de même nécessaire* » (Gay, 1926). Cette gestion particulière du personnel est alors dénommée comme étant une science du maniement des hommes. Les discussions portent finalement sur la possibilité des jeunes ingénieurs à dépasser le problème de lutte des classes en s'impliquant socialement auprès des ouvriers.

La précarité des familles ouvrières est également soulevée. En effet, les problèmes de maladie de chômage et d'invalidité se posent à cette époque où l'assurance sociale est seulement à l'état de projet au Parlement. L'ingénieur est encore peu sensible à cette thématique sociale en 1920. Les débats issus de la conférence « *La semaine de l'ingénieur français* » soulève ce point en remarquant tout de même que les réflexions sur les conditions de vie de l'ouvrier font appel à des valeurs morales. La question soulevée est alors de savoir où doit s'arrêter le rôle des écoles techniques. Il apparaît clairement que l'enseignement de ces thématiques sociales n'est pas envisageable dans une « *école de ce statut* » (Gay, 1926). Pourtant, il est intéressant de souligner que l'Institut Catholique d'Arts et Métier de Lille a dans son programme de formation de l'époque, un chapitre de sociologie. Les thèmes abordés dans ces cours sont le problème social, les aspects économiques, les travailleurs et l'organisation scientifique du travail.

Pour faire face à ces modifications sociales, il est intéressant d'observer comparativement quelles ont été les implémentations dans les enseignements.

⁴⁴ Agence Pour l'Emploi des Cadres ; <http://www.apec.fr>

3.3 Evolution des formations

Afin de mieux cerner la dimension évolutive des formations, nous allons focaliser notre étude sur les modifications survenues dans le cursus des Ingénieurs Civils des Mines de St-Etienne.

3.3.1 Evolution des cours au sein de l'Ecole des Mines de St-Etienne de 1816 à 1921

L'Ecole Nationale Supérieure des Mines de St-Etienne a été créée en 1816. Les ouvrages publiés par l'Ecole des Mines de St-Etienne en 1921, retracent le rôle de l'ingénieur à cette époque ainsi que l'évolution des enseignements au sein de l'école (Guillermin et al., 1921). L'objectif de cette école était alors de former des ingénieurs civils aptes à diriger des exploitations de mines et des usines métallurgiques. C'était alors un établissement d'enseignement technique supérieur relevant du ministre des Travaux Publics. L'enseignement dispensé était programmé dans un esprit de suivi d'évolution des progrès industriels afin de répondre à la demande.

En 1831, les cours se répartissent en deux années d'études, les cours sont alors uniquement scientifiques et techniques. En 1836, le début de l'exploitation du chemin de fer entre Lyon et St-Etienne va être à l'origine de la création de cours sur cette thématique. Pour alléger le cursus, les cours d'arithmétique sont supprimés et les cours de géométrie sont réduits. Dans les années 1850, les cours de mathématiques sont de plus en plus réduits au profit des cours plus techniques. Pour maintenir l'enseignement de l'Ecole « *au niveau* » par rapport aux nouveaux procédés industriels qui se multiplient, une réflexion est menée sur l'augmentation de la durée des enseignements. Après plusieurs refus de passer de deux à trois années d'études, en 1879, le projet est adopté. Le nombre d'heures de cours de chimie et de métallurgie est alors augmenté. Les travaux pratiques se multiplient (24 jours en 1^{ère} année ; 50 jours en 2^{ème} et 50 jours en 3^{ème} année).

Il est possible d'observer une certaine évolution dans les cours, notamment pour répondre aux attentes du milieu industriel (développement de nouvelles activités). En 1898, les cours ne sont plus exclusivement scientifiques et techniques. En troisième année, les élèves pouvaient suivre des cours de comptabilité, de législation et d'économie industrielle. Les cours de première et de deuxième année étaient encore uniquement scientifiques et techniques (tableau n° 2)⁴⁵. Le programme des enseignements dispensés actuellement au sein de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de St-Etienne figure dans l'annexe n° 4.

⁴⁵ Les données d'archives n'étaient disponibles que pour ces dates fournies dans le tableau.

| | Cours en 1831 | Cours en 1898 | Cours en 1921 |
|---------------------------|---|--|---|
| 1 ^{ère} Année | Arithmétique Algèbre Géométrie Physique Comptabilité Exploitation des mines Chimie Minéralogie Stéréochimie Levé de plans | Analyse mathématique Perspective Stéréochimie Mécanique Physique Chimie Minéralogie Levé de plan | Analyse mathématique Perspective Mécanique Physique Chimie Minéralogie Levés de plans Résistance des matériaux Conférences (langue vivante, dessin industriel, machines-outils) |
| 2 ^{ème} Année | Mécanique Stéréochimie, construction Minéralogie et géologie Mécanique Chimie Stéréochimie et constructions Métallurgie Exploitation et machines | Exploitation des mines Métallurgie Sidérurgie Construction Machines Analyse minérale Pétrographie et paléontologie | Exploitation des mines Métallurgie Machine Chimie industrielle Electrotechnique Paléontologie et pétrographie Conférences (langues vivantes et paléobotanique) |
| 3 ^{ème} Année | | Métallurgie Paléobotanique et géologie Electricité Chemins de fer Législation et Economie industrielle Comptabilité | Métallurgie Géologie Géologie appliquée Electrotechnique Construction Chemins de fer Législation minière et industrielle Comptabilité Economie sociale et industrielle Conférences (Hygiène et secours aux blessé et langues vivantes) |

tableau n° 2 : Les enseignements à l'Ecole Nationale de Mines de St-Etienne en 1831, en 1898 et 1921

En 1900, de nouveaux cours apparaissent dans le cursus des ingénieurs : chimie industrielle, hygiène et secours aux blessés, ainsi que des cours de langue vivantes. Les conférences sur les langues vivantes, le dessin industriel et les machines-outil occupent une plage horaire de 100 heures en première année sur un total de 510 heures de cours. En deuxième année, sur un total de 492 heures de cours, 72 heures sont consacrées aux conférences (langue vivante et paléobotanique). Les cours de troisième année en 1921 comprennent des conférences (68 heures sur un total de 378 heures de cours).

L'Ecole Nationale Supérieure des Mines de St-Etienne affichait clairement l'importance des travaux pratiques dans l'enseignement. Les travaux pratiques proposés avaient pour objectif de former « *des esprits critiques et observateurs plus que des esprits dogmatiques éduqués par un enseignement livresque* » (Guillermin et al., 1921). Dans l'enseignement prévu à l'époque, des visites hebdomadaires de mines et d'usines sont prévues, l'objectif étant de permettre aux élèves d'avoir « *un contact direct et constant avec les réalités industrielles* ». Cette école veut former des élèves sachant « *allier la science et le bon sens dans leurs pratiques* » (Guillermin et al., 1921).

3.3.2 Evolution récente des formations au sein de l'ENSM-SE

Afin d'identifier l'évolution du rôle et des formations des ingénieurs perceptibles au cours des trente dernières années, une étude a été réalisée en mars 2004 auprès du personnel actuel ou en retraite de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de St-Etienne (enseignant, maître-assistant, chargé de recherche, professeur, directeur...). Ce travail consistait en des entretiens semi-directifs sur la base d'un questionnaire comprenant neuf questions qui nous ont également permis d'identifier de la documentation « *historique* » sur l'ENSM-SE (annexe n°5). Au total vingt-quatre personnes ont participé à cette étude d'une durée du 15 à 30 minutes. Nous pouvons noter que parmi les personnes interrogées onze sur vingt-quatre ont été élèves de cette Ecole. La liste des personnes interrogées ainsi que leur fonction et le service dans lequel elles travaillent est fournie dans l'annexe n° 6.

3.3.2.1 Evolution du rôle de l'ingénieur au cours des trente dernières années

Parmi les 24 personnes interrogées 21 ont souligné qu'une modification notable du rôle de l'ingénieur était perceptible au cours des dernières années. Les ingénieurs étaient perçus, il y a trente ans, comme ayant un rôle technique, ce métier était essentiellement concentré sur l'outil de production de l'entreprise. Il apparaît que le rôle des ingénieurs d'aujourd'hui est nettement plus diversifié, « *le métier de l'ingénieur est devenu multi-sectoriel* ». Il doit être capable de gérer un projet, de manager des hommes, et des compétences... finalement « *le terme même d'ingénieur recouvre aujourd'hui des réalités tout à fait différentes* ». Il y a trente ans, les ingénieurs étaient essentiellement des ingénieurs de recherche ou des ingénieurs de production. Cette perception du rôle de l'ingénieur est concordante avec les enseignements donnés à l'époque. Selon les personnes interrogées, les enseignements étaient techniques, dans des domaines pointus avec un caractère très scientifique. L'ingénieur devait acquérir des savoirs, c'est ce qui lui permettait d'avoir une légitimité pour exercer cette profession. Cependant, les formations semblent actuellement évoluer vers l'acquisition de connaissances managériales et de notions économiques.

Un autre aspect souligné est la différence entre la mobilité aujourd'hui indispensable, et le travail beaucoup plus localisé qu'auparavant (production locale, concurrence locale...). Les impressions données lors de cette étude concordent tout à fait avec les analyses des documents antérieurs stipulant les aspects très techniques du rôle de l'ingénieur (Guillermin et al., 1921).

3.3.2.2 Evolution des formations dans le domaine de l'économie

Selon les personnes interrogées, les cours d'économie ont «*toujours existé*». Cependant, le contenu des cours a fortement évolué. A l'origine, ils étaient uniquement centrés sur les aspects comptabilité. Les cours ont été modifiés, pour aborder progressivement des notions comme la macro-économie, la micro-économie, la théorie du consommateur, l'économie mondiale...

Les personnes ayant suivi les cours d'économie dans les années 60 ont le souvenir de cours abstraits, peu intéressants. Par la suite, les aspects économiques ont été développés peu à peu dans d'autres cours, par exemple le cours sur les procédés, a pris en compte les aspects économiques. Ce type d'enseignement intégré a paru mieux répondre aux besoins réels.

A contrario, trois des personnes interrogées ont souligné qu'actuellement les cours d'économie leur semblaient «*étonnamment peu importants* » et qu'il semblait qu'il y avait davantage de cours d'économie auparavant (certains cours comme la macro-économie ayant été supprimés).

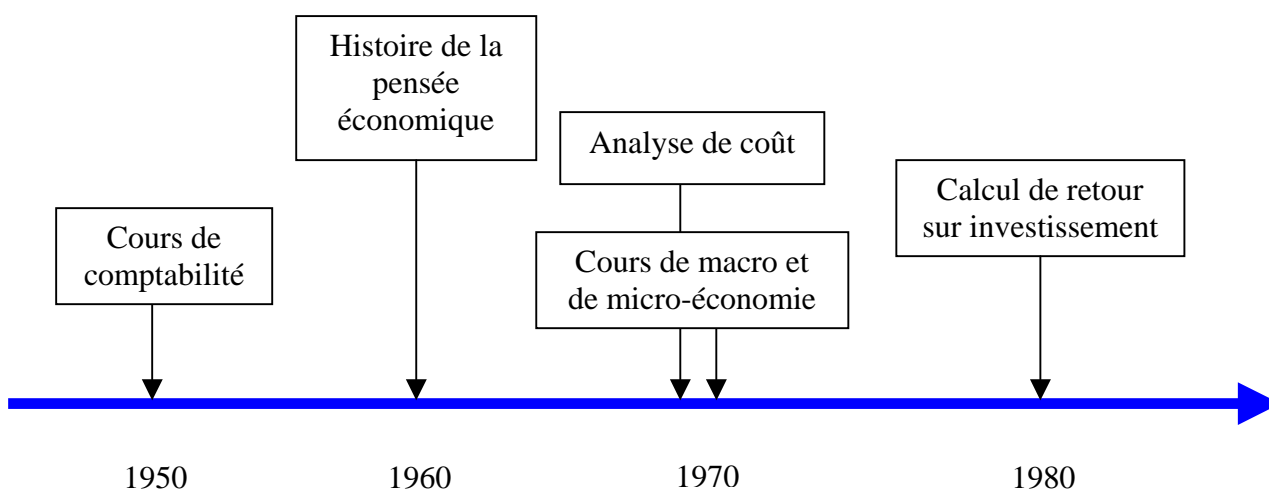


figure n° 9 : Schématisation de l'intégration progressive des cours d'économie dans le cursus de l'ENSM-SE d'après l'étude menée en 2004

D'après les documents disponibles, effectivement les premiers cours d'économie abordés concernaient uniquement la comptabilité (dès 1898). Les personnes interrogées citent comme date 1950, pour les cours (figure n° 9), ceci est dû au fait que cette date correspond pour certains à leur présence effective dans l'école, les cours disponibles avant leur arrivée n'étant pas clairement identifiés.

3.3.2.3 Evolution des problématiques sociale et sociologique dans le cursus des ingénieurs

Pour 16 personnes sur les 24 interrogées, les aspects sociaux de la formation sont directement liés au stage, et notamment au stage ouvrier des élèves de première année. A l'origine, ce stage ouvrier n'était pas exploité, il n'était pas perçu comme une « vraie formation », mais davantage comme une petite initiation, une immersion en milieu ouvrier, une découverte de l'entreprise. L'objectif était initialement de sensibiliser les futurs ingénieurs au problème de relations avec le personnel. Ce stage a beaucoup évolué. Depuis les années 1980, une réelle exploitation du stage ouvrier est effectuée notamment par une analyse du rôle des hommes dans l'entreprise.

Le stage de deuxième année a également été évoqué ; il est quant à lui, davantage perçu comme un stage d'application permettant une approche professionnelle du travail d'un ingénieur. Le prix Fayol⁴⁶ qui existait jusqu'en 2002, a été cité comme une approche sociale intéressante. Les élèves devaient créer un jeu de rôle sur un thème spécifique afin d'illustrer la vie en entreprise (exemple de sujets : « *L'efficacité de l'organisation sur l'axe Flexibilité/Rigidité* », « *La gestion des compétences* », « *La gestion des motivations* », « *Les relations interpersonnelles* », « *La communication informelle* », « *Le management de l'interculturel* »).

Il semble que toutes les personnes consultées soient d'accord pour signaler que les activités pédagogiques dans le domaine social étaient inexistantes dans les années 70 et qu'elles se sont progressivement structurées ensuite (figure n° 10).

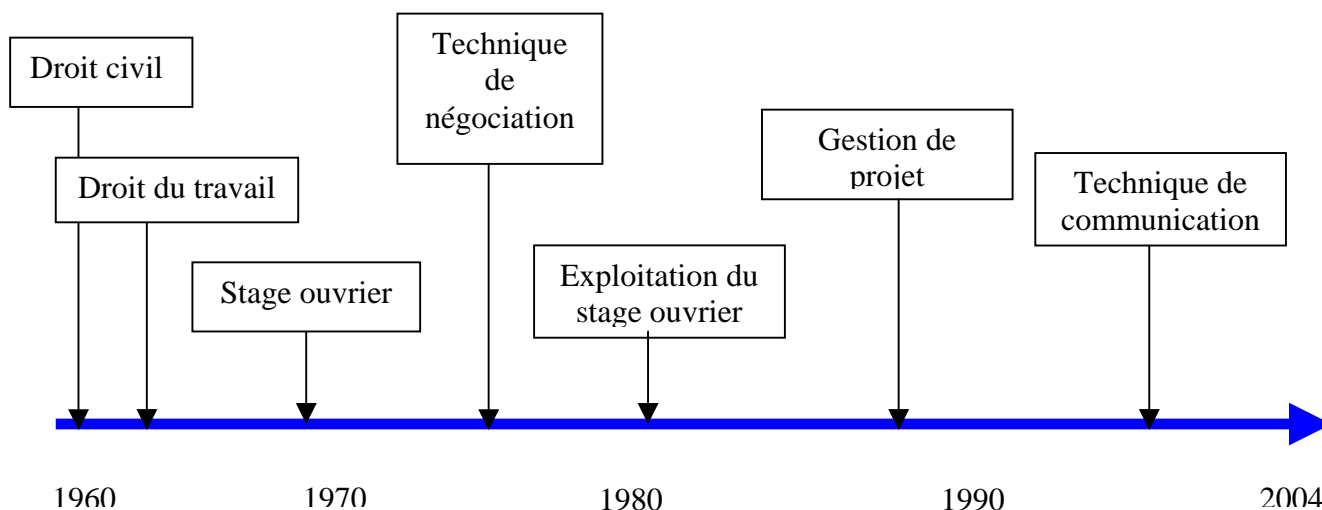


figure n° 10 : Schématisation de l'intégration progressive des aspects sociaux dans le cursus de l'ENSM-SE, d'après l'étude menée en 2004

⁴⁶ Henri Fayol, diplômé de l'école des Mines de Saint-Etienne, a défini quelles étaient les cinq fonctions clefs du management qui sont les piliers du management moderne : prévoir et planifier ; organiser ; commander ; coordonner ; contrôler.

Plusieurs remarques ont été faites concernant ces cours. Notamment, le fait que les élèves semblent peu réceptifs. Certains cours sur ces thématiques sociales ou ayant trait à la sociologie sont actuellement dispensés à tous les élèves, d'autres sont des cours optionnels (conduite de réunion, conduite du changement...). Il semble aussi qu'il y ait certaines limites à l'assimilation de ce type de cours. La nécessité d'un minimum de vécu pour pouvoir aborder les aspects sociaux en cours est souvent citée.

Les personnes interviewées ont émis plusieurs suggestions :

- essayer d'orienter ces cours à thématique sociale dans une optique de professionnalisation ;
- encourager la participation des enseignants-chercheurs de l'école pour les activités liées à l'exploitation du stage ouvrier.

3.3.2.4 Evolution des problématiques managériales et organisationnelles dans le cursus des ingénieurs

Les personnes interrogées ont souligné que le métier d'ingénieur évolue et que les élèves ingénieurs devront « *apprendre à manager dans un système complexe* ». Quelle que soit leur carrière, les ingénieurs devront faire face à un système à composantes multiples avec des données qui interagissent, ils devront être capables de prendre des décisions dans ce contexte. L'enseignement actuel semble pour une personne du centre SITE⁴⁷, beaucoup mieux adapté à cette problématique que les cours donnés préalablement.

D'après les réponses obtenues, les problématiques managériales ont été introduites plus tardivement dans les enseignements (figure n° 11). Ces thématiques ont été placées sous forme de cours optionnels. Pendant longtemps, les sciences dures et les aspects liés au management apparaissaient comme opposés. Le terme management était rejeté, en effet, une réelle opposition entre les options techniques et les options managériales existait. Ce qui, d'après les personnes interrogées, a retardé l'implantation du management au sein de l'école.

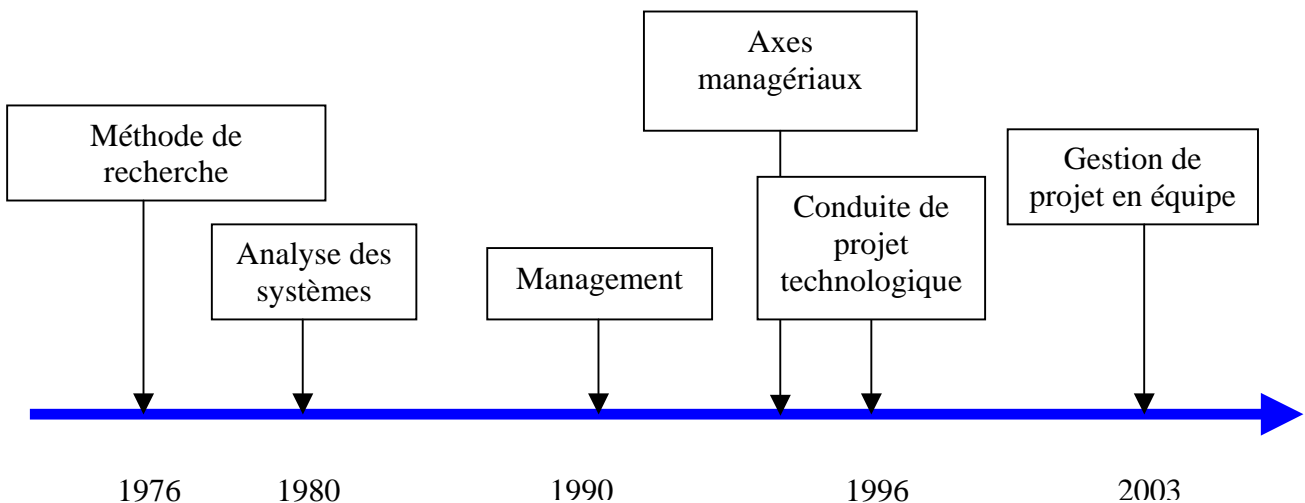


figure n° 11 : Schématisation de l'intégration des problématiques managériales dans le cursus de l'ENSM-SE, d'après l'étude menée en 2004.

⁴⁷ Centre Sciences, Information et technologies pour l'Environnement
<http://www.emse.fr/fr/transfert/site/index.html>

Les premiers cours étaient orientés vers la recherche opérationnelle, l'organisation du travail, les aspects mathématiques de l'organisation, la théorie des graphes et les outils de planification. Le premier axe de management a été créé en 1992, pour les élèves de deuxième année. Depuis 1995, plusieurs axes managériaux ont été créés. Actuellement, tous les élèves doivent obligatoirement suivre un cours en management parmi ceux proposés.

Depuis peu, la gestion de projet en équipe a été introduite pour les premières années. C'est un enseignement de conduite de projet par l'action. Cette formation a un double intérêt : un travail sur la conduite de projet mais également une participation à un projet avec une implication des enseignants.

Il apparaît que les interrogations portent sur l'équilibre à trouver entre les cours approfondis dans un domaine scientifique et les cours en management ; certains cours de management devraient être dispensés à tous les élèves et d'autres plus ciblés placés en option (3^{ème} année de formation).

3.3.2.5 Evolution des cours dans le domaine de l'environnement

D'après l'ensemble des personnes interrogées, dans les années 70, il n'y avait quasiment pas de préoccupation environnementale au sein des formations de l'ENSM-SE. Il est intéressant de noter que les 6 personnes travaillant au centre SITE (Centre Sciences, Information et Technologie pour l'Environnement) situent le début des enseignements dans le domaine, au début des années 90 (les années citées allant de 90 à 96). Ce qui coïncide avec la création du centre de recherche en environnement en 1991. En revanche, les personnes appartenant aux autres centres de l'école le situent généralement beaucoup plus tôt : 3 personnes ont cité 1970 ; 1 personne 1980 ; 2 personnes 1985 et 4 personnes ont cité 1990. Il semble que les personnes ne travaillant pas au centre SITE associent à l'enseignement dans le domaine de l'environnement les cours abordant les ressources naturelles et l'aménagement du territoire. Alors que le personnel SITE pour sa part, cite des cours spécifiques dédiés aux impacts environnementaux et aux aspects techniques et organisationnels visant à diminuer ces impacts.

Les chocs pétroliers ont permis les premières modifications, notamment par l'intégration de cours en économie d'énergie (cours qui ont été supprimés ensuite). Parmi les premiers aspects environnementaux abordés, des cours d'introduction à la notion d'écosystème et des éléments liés à l'eau (gestion, maîtrise de cette ressource, distribution, problèmes techniques...) ont été cités.

L'introduction de l'environnement s'est faite sous l'impulsion de Mr Hirtzman, directeur de l'école de 1991 à 2001. La création du centre de recherche en environnement (SITE) et l'arrivée de Didier Graillot (Directeur du Centre) a été le point de départ et cela coïncide avec le début de la recherche sur cette thématique, puis de l'enseignement (figure n° 12).

Un audit environnement a été élaboré en 1991, afin d'identifier les développements en matière de recherche et d'enseignement dans ce domaine, pour l'ensemble des Ecoles des Mines (Guillemin et al., 1991). Ce document insistait sur la nécessité de sensibiliser tous les élèves ingénieurs aux enjeux liés à l'environnement, dès le début de leur formation, car cette thématique apparaissait déjà alors comme option, suivie par une minorité d'élèves. Une approche environnementale intégrée au sein d'autres disciplines (géoscience, statistique, matériaux...) était suggérée (Guillemin et al., 1991).

Ces éléments soulignés à l'époque n'ont pas été appliqués. A partir de 1994, des profils modulaires ont été mis en place. Les élèves ne suivent pas la totalité des cours, ils ont le choix parmi plusieurs modules (annexe n°4). Le développement des formations a permis en premier lieu la création d'une option pour les troisièmes années. Puis en 1996, un axe transverse de deuxième année a été créé. A l'origine, une option hydrologie et géologie était disponible. Puis une évolution est apparue pour répondre à la demande. En 2000, trois profils ont été créés : aménagement du territoire, études & services aux collectivités et aux entreprises, et environnement industriel. Les cours, très spécifiques à l'origine, ont évolué vers une formation plus complète et plus large.

Une autre évolution est prévue pour l'année prochaine, un enseignement transversal sera réalisé en commun entre le centre SITE, le centre SPIN⁴⁸ et le centre SMS⁴⁹. En effet, dans le cadre des cours disponibles à l'Ecole pour les élèves de 3^{ème} année, un module « *cycle de vie des produits* » de 90 heures devrait s'ouvrir à la rentrée 2005. Des élèves ayant des profils différents (environnement, matériaux et procédés) pourront s'y inscrire, ce qui permettra de faire travailler ensemble des élèves ayant de spécialisations différentes.

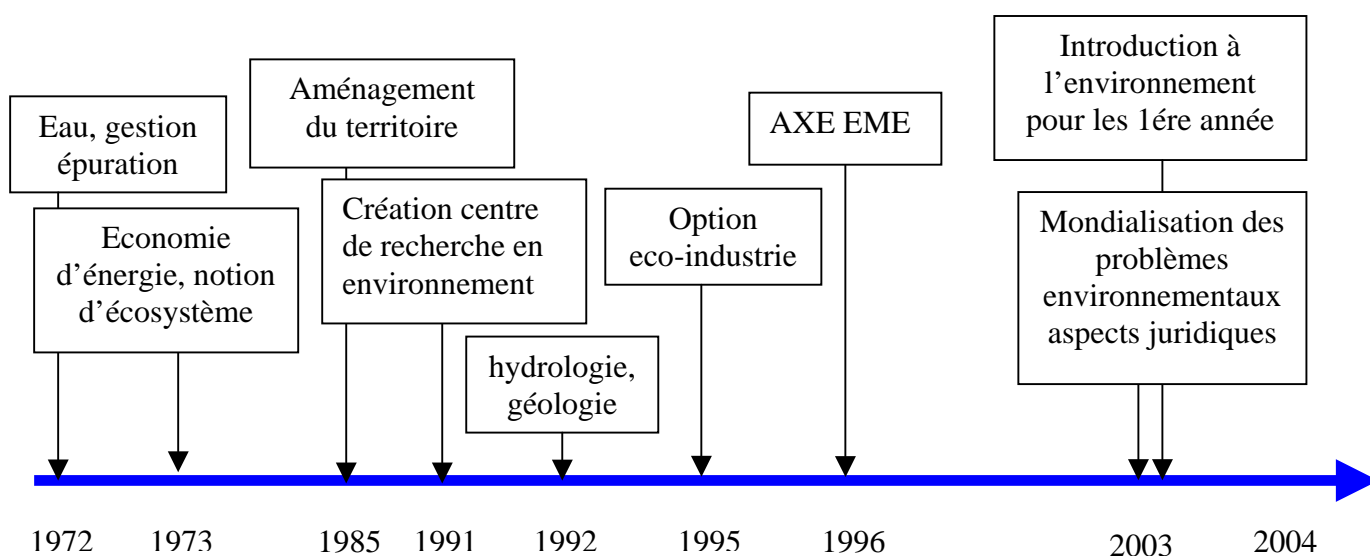


figure n° 12 : Schématisation de l'intégration des problématiques environnementales dans le cursus de l'ENSM-SE d'après l'étude menée en 2004

Bien que des améliorations soient perceptibles, cinq personnes (quatre de SITE et une de la direction de la formation) ont souligné le fait que l'environnement a été longtemps une discipline optionnelle et qu'il n'est pas encore perçu comme faisant partie de la culture de l'ingénieur, il est encore trop souvent assimilé uniquement à une contrainte.

Certains professeurs travaillant dans des domaines techniques reconnaissent que leurs cours sont totalement déconnectés des aspects environnementaux. Par contre, les personnes travaillant dans d'autres domaines comme la chimie, la géologie se sont intéressées à cette thématique. Il est donc possible de trouver quelques notions d'environnement à l'intérieur d'autres cours. Mais il ne s'agit pas encore d'une démarche intégrée. Plusieurs personnes ont souligné l'intérêt de ne pas cantonner les questions environnementales à une discipline particulière.

⁴⁸ Centre Sciences des processus industriels et naturels (SPIN) <http://www.emse.fr/fr/transfert/spin/>

⁴⁹ Centre Sciences des matériaux et des structures (SMS) <http://www.emse.fr/fr/transfert/sms/index.html>

3.3.2.6 Introduction du développement durable dans la formation des ingénieurs civil des Mines

20 sur les 24 interrogées sont d'avis qu'il est important de sensibiliser tous les futurs ingénieurs au développement durable. Une personne souligne d'ailleurs que cette notion aurait du être intégrée depuis longtemps. Malgré l'intérêt visible pour cette problématique, il ne semble pas que cet intérêt se soit traduit en terme de formation, ce n'est pas un concept qui semble encore bien cerné, il reste pour deux personnes « *une notion abstraite* ». Une personne pense qu'il y a un « *manque de considération sociétale dans la formation des ingénieurs* » et que « *les notions d'éthique ne sont pas très bien abordées dans la formation des ingénieurs en général* ».

6 personnes (2 de SITE, 3 de la direction de la formation et une de SPIN) pensent que le développement durable devrait faire partie de la culture générale d'un ingénieur. Certaines personnes pensent même que cela va au-delà, c'est un problème qui devrait « *concerner tout le monde* ». La formation au développement durable semble particulièrement importante pour 2 personnes de SITE et une personne de la direction de la formation qui déclarent que « *les ingénieurs ont un rôle essentiel à jouer pour le développement durable* » et que cette formation peut être perçue comme « *le vecteur du changement* ». Une autre personne du centre SITE pense que c'est par le biais des ingénieurs que seront transmises les compétences dans ce domaine.

Il faudrait donc permettre aux élèves d'identifier les différents enjeux d'un projet (économique, social et environnemental). Pour qu'il y ait une réelle évolution, 4 des personnes interrogées (3 de la direction de la formation et une de G2I) pensent que c'est l'enseignement qui devrait évoluer ; le développement durable devrait être au « *cœur de la finalité des formations* » ce qui devrait « *modifier les formations dans un certain nombre de domaines* ». Cependant, une des personnes du centre SITE participant à l'élaboration des formations pense que « *le message développement durable ne semble pas encore bien passé au sein de l'ENSM-SE* ». Quatre personnes pensent que le développement durable n'est pas encore réellement pris en compte dans les formations, que « *le développement durable reste optionnel* ». Une personne de SPIN pense « *que le développement durable est assez peu évoqué* » et « *qu'on ne sait pas trop comment l'enseigner* ».

L'enseignement du développement durable paraît particulièrement important pour donner une vision globale, pour prendre en compte toutes les conséquences. Il est perçu comme « *une manière d'élargir l'horizon des gens* », « *de voir moins local, plus global* », de donner « *un esprit critique* », une réflexion transversale qui permettrait de sortir de cette « *focalisation sur l'amélioration des performances* » et de « *cette vision court terme* » et locale.

Cependant, une limite à ces considérations est posée, une personne signale que « *le but n'est pas de générer des spécialistes en développement durable* ». Les personnes interrogées prônent la sensibilisation de tous les ingénieurs et la possibilité donnée à certains de choisir une option de spécialisation. L'objectif serait de permettre aux élèves d'avoir « *l'intelligence de la situation* », « *d'aborder les choses dans leur ensemble* », leur « *apprendre la globalité* ». Parmi les limites mises en avant, deux personnes ont souligné que le développement durable leur apparaît politisé et par conséquent, il faut se poser la question : est-ce le rôle d'une école d'ingénieur d'aborder ces points là ? L'idée abordée dans ce cas est que chaque étudiant doit se faire sa propre idée sur la question.

Une des limites souvent abordée est la difficulté d'enseigner ce concept qui reste abstrait et la difficulté de lutter contre les critères économiques qui représentent « *la force absolue* » ; « *le souci de l'entreprise reste de gagner de l'argent, seul le cadre législatif fait évoluer la situation* ». Certaines personnes ne voient pas spécialement l'intérêt du développement durable, une des personnes interrogées pense que c'est juste « *un concept à la mode* ».

Concrètement, l'intégration du développement durable à l'ENSM-SE est récente. Les cours d'économie d'énergie et de maîtrise de l'énergie avec une approche systémique donnés par Christian Brodhag ont été cités comme étant les premiers éléments en rapport avec le développement durable. Cependant, il semble toujours difficile de mettre en place une approche transversale dans les formations. Le premier module intitulé « *développement durable* », a eu lieu en 2000, dans l'option environnement de troisième année (figure n° 13). En 2001, la recherche sur cette thématique s'est développée avec l'arrivée des premiers doctorants dans ce domaine. En 2003, la prise en compte des questions environnementales a été introduite dans le cursus des élèves de première année (15h au total). Cette problématique de développement durable apparaît régulièrement, mais les personnes interviewées n'ont pas l'impression que les sujets des cours soient traités par ce biais là. Pourtant depuis une dizaine d'années, un axe environnement existe pour les élèves de deuxième année. Ces cours abordent les notions de politique de l'environnement et de développement durable, même si cette thématique n'était pas affichée comme telle.

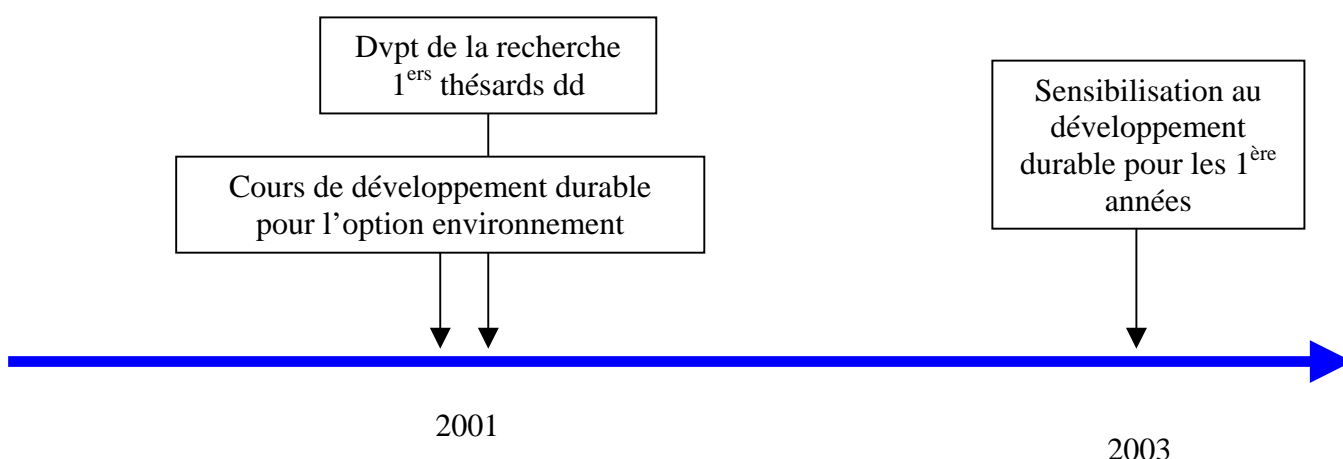


figure n° 13 : Schématisation de l'intégration du développement durable dans le cursus de l'ENSM-SE d'après l'étude menée en 2004

Parmi les personnes ayant répondu au questionnaire beaucoup ne semble pas très informées sur l'enseignement de cette thématique : 6 personnes ne sont pas au courant de la formation au développement durable, 2 disent ne pas savoir ce qu'est le développement durable, 5 semblent avoir une perception du développement durable focalisée sur un aspect (long terme, environnement, cycle de vie). Notons également que 5 personnes associent le développement durable directement à C. Brodhag.

3.3.2.7 La charte du CNISF

Une question sur la phrase « *L'ingénieur doit inscrire ses actes dans une démarche de développement durable* »⁵⁰ contenu dans la charte du CNISF a été posée. L'objectif était de cerner comment cette phrase était appréhendée.

Cette phrase a été perçue de diverses façons. Même si elle apparaît fondamentale pour certains, de nombreuses personnes sont très critiques. Certains pensent que cette phrase est restrictive car finalement, ce « *devrait être une démarche citoyenne* », une démarche de tout les être humains. Cette idée, leur semble « *nécessaire mais pas suffisante* ». En effet, l'aspect « *vœux pieux* » a été cité, puisque « *l'ingénieur travaillant au service de l'entreprise, il doit se plier aux règles de l'entreprise* ». De plus cette phrase semble « *vide de sens* », sans informations complémentaires, sans explications, il paraît probable que les élèves, s'ils se donnent la peine de lire la charte, ne comprendront rien. La charte est distribuée à tous les élèves car l'ENSM-SE adhère à ses valeurs. Cependant, cette charte semble pour beaucoup, peu opératoire. Cette charte utilise des termes « *généraux et consensuels* », plusieurs personnes n'y voient pas de sens particulier, pour d'autres, elle ne change rien voire, ne signifie rien du tout. Cette absence de compréhension peut découler du manque d'habitude à se référer à des chartes éthiques.

Les personnes associant une signification à cette phrase la rapprochent de réflexions éthiques. L'idée est alors de redonner « *le sens de l'action aux élèves* », leur permettre d'avoir « *une réelle insertion dans la société, une déontologie* ». Cependant, ces notions ne paraissent pas très bien abordées dans la formation des ingénieurs en général. « *La désaffection des carrières scientifiques témoigne du manque de dialogue entre les ingénieurs et la société* ». Une des personnes interrogées pense que « *l'ingénieur du 21^{ème} siècle sera éthique ou ne sera pas* ». Par ces réflexions, certaines personnes soulignent la nécessité impérieuse de « *réconcilier l'ingénieur avec l'éthique* ».

3.3.2.8 Remarques des enseignants-chercheurs de l'ENSM-SE sur l'amélioration des cours pour les ingénieurs

Concernant l'évolution des formations, l'amélioration suggérée porte sur la qualité plutôt que la quantité, puisque les ingénieurs généralistes formés dans cette école ont « *déjà beaucoup de cours* ». Par contre les avis divergent dans l'évolution possible.

Parmi les suggestions, la plus citée est d'amener les élèves à avoir une vision plus large que strictement scientifique et de leur permettre de prendre du recul. Par exemple, par le biais de l'introduction de cours de « *philosophie, d'épistémologie, de réflexions sur la science et ses fondements, sur la société industrielle et sur l'histoire des techniques* ». Il semble important pour les personnes interrogées de réintégrer la dimension sociale, l'homme dans la science, une réflexion sur l'être humain. Certain souhaitent l'ajout de cours sur « *l'éthique de l'ingénieur, sur la déontologie et sur la citoyenneté* ». Une remarque a été faite à ce propos, ces aspects peu traités « *finalement, correspondent à ce que propose le développement durable* ».

⁵⁰ <http://www.cnisf.org>

Parmi les personnes travaillant dans les domaines scientifiques, certaines ont regretté le fait que les aspects techniques et les sciences dures soient un peu délaissées. Les manques soulignés se situeraient dans les domaines de l'électrotechnique, de la résistance des matériaux, mais également en mathématiques. Une personne a souligné le manque concernant les cours sur la qualité, la sécurité et l'hygiène, pour l'ensemble des élèves. Dans le domaine de l'économie, l'intégration de problèmes économiques dans les cours scientifiques a été proposée ainsi qu'une approche sous l'angle de la connaissance des grands systèmes économiques mondiaux.

Les rapports enseignants-élèves méritent également une attention, selon certains professeurs, les élèves paraissent : « *trop scolaires, passifs par rapport à l'enseignement, ne faisant pas d'effort pour aller chercher l'information* », « *gavés de certitudes absolues* ». « *Ils manquent de créativité, de réactivité, d'esprit critique* ». Pourtant, ce sont des capacités qu'on attend d'eux dans le milieu professionnel. Une perte de l'esprit scientifique a été remarquée, les élèves manqueraient de capacité à raisonner et de capacité à se faire une opinion personnelle. Ce phénomène est cité comme étant « *à l'origine de graves désordres dans la société* ».

Les améliorations suggérées portent alors sur la recherche de méthodes permettant aux élèves d'apprendre à travailler en autonomie, mais aussi « *la possibilité de faire plus de travail personnel en groupe* ». Pour aider les élèves à avoir une vision systémique, la recherche de méthodes et outils pédagogiques a été suggérée. L'objectif serait de permettre aux étudiants de mieux aborder la conduite de projets, de leur apprendre à poser les problèmes, à les formuler correctement avant de les résoudre. Les élèves doivent également apprendre à s'adapter dans des domaines extrêmement variés, « *ils doivent être capables de faire preuve de capacité d'abstraction et être capables de réutiliser leurs connaissances* ».

D'un point de vue de l'insertion professionnelle, il semble que les cours ne sont pas toujours optimum. Plusieurs améliorations ont été proposées notamment, une réflexion sur l'agencement du contenu des cours, sur l'établissement de liens entre les cours et la professionnalisation, une approche nouvelle afin de donner aux élèves une vision globale du fonctionnement de l'entreprise, mais aussi une meilleure exploitation du stage.

Parmi les remarques pour l'optimisation, une réflexion sur une meilleure articulation recherche/enseignement a été suggérée afin de favoriser le transfert de la recherche vers l'enseignement ; les programmes des cours semblent très en retard par rapport à la recherche.

Une autre approche a été demandée sur le système d'évaluation des élèves qui est encore souvent basé sur « *leur capacité d'ingurgitation* ». Une personne a souligné l'importance de la recherche pédagogique à ce niveau afin d'améliorer ce type d'évaluation.

3.3.3 Le point de vue de La Commission des Titres d'ingénieur

La Commission des Titres d'Ingénieur⁵¹ a pour mission d'étudier toute question relative aux formations d'ingénieurs, d'examiner les demandes d'habilitation à délivrer des titres d'ingénieur diplômé, d'organiser l'évaluation périodique des formations d'ingénieur et de procéder à des inspections afin de vérifier le contenu et les conditions d'organisation de la formation.

⁵¹ <http://www.commission-cti.fr>

La Commission des Titres d'Ingénieur organise régulièrement des rencontres sur l'évolution des formations technologiques. Des groupes de travail se réunissent pour débattre de la formation initiale des ingénieurs, du recrutement dans les écoles, des relations internationales, de la formation continue, de la validation des acquis de l'expérience, etc.

D'après la Commission des Titres d'Ingénieur, les établissements ont, dans un contexte d'internationalisation et de complexité croissante, l'obligation d'innover tout en préservant les quatre composantes essentielles d'une formation d'ingénieur :

- les sciences de base, socle commun des connaissances, garantie de la rigueur d'analyse et du pouvoir d'adaptation à long terme aux exigences évolutives des métiers ;
- les sciences de l'ingénieur garantes de l'efficacité et du pouvoir d'adaptation à court terme du jeune ingénieur ;
- la communication et la culture internationale, dont la formation à la langue anglaise n'est qu'une composante, permettant l'exercice du métier et de la relation sociale en tout lieu ;
- la culture d'entreprise et la compréhension de l'environnement économique, social, humain, éthique, philosophique, ...

La Commission des Titres d'Ingénieur spécifie que les élèves ingénieurs doivent au cours de leur formation acquérir un ensemble de connaissances et de savoir-faire. Cette acquisition doit se faire par le biais d'enseignements académiques pluridisciplinaires, de formations technologiques et de périodes de formation en milieu professionnel. Cette commission insiste sur la formation par l'expérimentation, qui lui semble indispensable pour développer le sens du concret et des réalités.

Selon cette commission le contenu des enseignements doit comprendre⁵² :

« 1° un enseignement approfondi en sciences de base qui pourra valablement comporter une première expérience de la recherche ;

2° un enseignement suffisamment large dans les dominantes de la formation visée ;

3° une formation complète aux méthodes de l'ingénieur, incluant la gestion de projet, la maîtrise des systèmes complexes et l'informatique. A une époque où l'informatique change les métiers et l'organisation de la société, la formation de l'ingénieur ne saurait se limiter à la maîtrise d'un outil ni à une approche purement numérique des problèmes. La formation en informatique doit donc non seulement comporter la connaissance des concepts de cette discipline mais permettre à l'ingénieur de participer à l'élaboration et à la maîtrise d'ouvrage d'un projet d'informatisation ;

4° une approche concrète des technologies de l'information et de la communication ;

5° une ouverture aux sciences économiques, sociales, humaines, juridiques, à la gestion de l'entreprise ainsi qu'à la réflexion éthique ;

⁵² <http://www.commission-cti.fr>

6° *une formation aux savoir-faire comportementaux nécessaires à l'intégration dans un groupe (aptitudes à la communication, au travail en équipe, à la motivation et au leadership) ;*

7° *une formation à tous les aspects internes ou externes de la vie en entreprise, nationale ou internationale, notamment : les relations humaines, les réseaux, l'environnement, la qualité, l'hygiène, la sécurité, la propriété industrielle... ;*

8° *une pratique des langues étrangères, y compris dans les enseignements scientifiques et techniques ou les stages. L'anglais, exigé comme condition et critère de recrutement des entreprises, ne peut plus être considéré comme une langue «étrangère» en situation professionnelle et la pratique d'une autre langue vivante s'avère indispensable ;*

9° *pour les non francophones, le niveau minimum requis en langue française à l'issue d'une formation d'ingénieur est B2 défini par le «le cadre européen commun de référence pour les langues» du Conseil de l'Europe ;*

10° *une internationalisation selon des modalités diverses pour les étudiants et personnels ».*

Cette commission recommande également de développer la pédagogie par projets afin de favoriser la prise d'autonomie des élèves.

3.4 Besoin d'un nouveau type d'ingénieurs ?

De nombreux auteurs s'accordent pour signaler que la position sociale et professionnelle des ingénieurs d'aujourd'hui est très dissemblable de celle d'hier (Germinet, 1997). Concernant l'évolution du rôle de l'ingénieur, plusieurs éléments sont souvent cités notamment la nécessité d'écouter ses partenaires et la nécessité d'ouverture aux autres disciplines. Les thèmes récurrents sont la multidisciplinarité, la pluridisciplinarité, l'interdisciplinarité et la transdisciplinarité. Ces termes bien souvent utilisés de façon interchangeable recouvrent pourtant des réalités bien différentes.

« La pluridisciplinarité peut être comprise comme étant une « approche d'un problème ou d'un projet par plusieurs spécialistes, compétents dans des disciplines différentes » (Brodhag et al., 2004a). Ce terme peut être assimilé à la multidisciplinarité. La multidisciplinarité dans le domaine de l'éducation est définie comme étant l'enseignement simultané de sciences appartenant à des domaines différents et faisant habituellement l'objet de cours dans des établissements séparés⁵³.

L'interdisciplinarité concerne « des activités, des problèmes et des projets dépassant les capacités d'une seule discipline et qui implique donc des apports et des interactions de plusieurs disciplines. Alors que la pluridisciplinarité n'est que la juxtaposition de plusieurs disciplines établies, l'interdisciplinarité peut conduire à un dépassement des disciplines concernées et aboutir à des notions transdisciplinaires » (Brodhag et al., 2004a).

⁵³ <http://www.granddictionnaire.com>

L'interdisciplinarité peut être vue comme la réalisation d'articulations entre les différentes connaissances. L'intégration de l'interdisciplinarité dans l'enseignement a été fortement recommandée lors de la conférence de Rio.

La transdisciplinarité est une « *approche d'un modèle ou d'une activité qui dépasse les usages d'une seule discipline et possède un champ de validité plus large, recouvrant plusieurs disciplines* » (Brodhag et al., 2004a). La transdisciplinarité est présentée par certains auteurs comme une démarche qui va au-delà des réflexions sur l'inter-, la pluri- ou la multidisciplinarité. La transdisciplinarité est assimilée à un remaniement des processus des savoirs scientifiques mais aussi de leurs utilisations et de leurs applications (Pivot et al., 2001). Cette démarche a pour objectif de fournir des outils pour faire face à la complexité, et permettre la production de savoirs « *socialement robustes* » et « *politiquement acceptables* » (Pivot et al., 2001). En effet, malgré les progrès scientifiques et techniques, les incertitudes sont devenues de plus en plus présentes dans notre société. Dans les domaines tels que l'environnement et la santé humaine, les controverses socio-techniques se multiplient : le refus des organismes génétiquement modifiés, le rejet de l'énergie nucléaire... Dans les années soixante, les aspects uniquement scientifiques et techniques étaient les seuls pris en compte. Ce n'est plus le cas, l'ensemble des personnes impliquées dans un projet, veulent maintenant réagir, exprimer leurs avis. Les dimensions sociales et techniques sont maintenant étroitement imbriquées (Callon et al., 2001). Il est donc impératif de développer des méthodes d'approche qui prennent en compte cette nouvelle complexité, et les divers points de vue.

Il est intéressant de noter cette évolution vers un ingénieur multidisciplinaire, interdisciplinaire ou transdisciplinaire, d'autant que cette modification n'est pas aisée. La plupart du temps, les spécialistes d'une discipline ont tendance à travailler uniquement ensemble, ils partagent les mêmes modèles, les mêmes valeurs, les mêmes références, les mêmes sources d'informations... Cette prédisposition explique la difficulté à réunir des équipes pluridisciplinaires qui ne partagent pas de langage de valeurs communes (Gondran et al., 2004).

Les ingénieurs d'aujourd'hui doivent donc être capables d'évoluer dans des organisations profondément transformées même s'ils n'y sont pas forcément préparés. Leurs responsabilités sont élargies, la nouvelle structuration des entreprises suppose que des ingénieurs interdisciplinaires animent des équipes elles-mêmes à compétences multiples. Ils doivent donc savoir écouter, observer, conceptualiser, créer et comprendre les langages et pré-requis des différents spécialistes. Autrement dit, ils devront apprendre à vivre dans un milieu incertain, mouvant, sur des projets ponctuels qui se succéderont et les placeront dans des contextes sans cesse renouvelés. L'ingénieur n'est plus un spécialiste, c'est avant tout un gestionnaire de compétences qui doit être capable de s'adapter en permanence face à des situations évolutives (Germinet, 1997). Le CNISF souligne d'ailleurs qu'il est impératif pour l'ingénieur de mettre à jour régulièrement ses connaissances et ses compétences en fonction de l'évolution des sciences et techniques. Il est intéressant de constater qu'effectivement, une évolution constante a eu lieu dans les programmes d'enseignement des élèves ingénieurs.

4 Conclusion sur l'intégration du développement durable dans les formations des ingénieurs

A travers cette étude sur l'évolution de la formation et du métier d'ingénieurs, nous pouvons constater que ce métier s'est amplement complexifié. A l'origine essentiellement considérée comme un métier uniquement technique, cette profession s'est aujourd'hui enrichie d'une dimension sociale, sociétale et environnementale, nécessitant une réflexion holistique, une appréhension interdisciplinaire de la situation et parfois même un questionnement éthique. « *L'ingénieur dans ses fondements apparaît comme technophile alors que montent des sentiments technophobes* » (Bourg, 1997). La question posée à l'ingénieur est donc aujourd'hui de réhabiliter les aspects techniques en prenant en compte l'éthique et la raison. Finalement, il est possible d'établir une corrélation entre cette évolution du rôle de l'ingénieur et l'évolution sociétale que nous avons pu constater dans le chapitre 1. En effet les problèmes liés à l'évolution sociétale deviennent de « *plus en plus polydisciplinaires, transversaux, multidimensionnels, transnationaux, globaux, planétaires* » (Morin, 1999). Le métier d'ingénieur se transforme, il évolue pour répondre aux besoins de cette société. Ces mutations sociétales conduisent à une intégration des principes de développement durable à tous les niveaux, donc a fortiori au sein du monde industriel, au cœur même de notre société. L'incorporation du développement durable dans leurs activités quotidiennes est donc indispensable pour les ingénieurs (Wade, 1999). Cette étape nécessite donc un enseignement ciblé sur cette thématique. Cependant, étant donné la complexité du développement durable, il est clair que plusieurs questions vont se poser pour l'intégration de ce concept dans la formation des ingénieurs.

**Partie II : La problématique de l'enseignement du
développement durable**

Partie II La problématique de l'enseignement du développement durable

1 Hypothèses

De part les évolutions sociétales actuelles, le concept de développement durable soulève de nombreuses questions au sein des organisations publiques et privées qui s'en préoccupent. Aussi, l'enseignement de ce concept est devenue une problématique incontournable particulièrement à la veille de la Décennie de l'éducation au développement durable (2005-2014) organisée par l'UNESCO. Un programme d'application international sera préparé par l'UNESCO dans le but d'intégrer le développement durable dans les systèmes éducatifs. La vision de l'éducation proposée met l'accent sur une approche holistique et interdisciplinaire. L'objectif est que l'éducation devienne un instrument clé du changement dans les valeurs, les attitudes, les compétences, les comportements et les modes de vie en vue du développement durable au plan national et international. Les thématiques à aborder sont multiples : l'égalité entre les sexes, la protection de l'environnement, le développement rural, les droits de l'homme, les soins de santé, le VIH/sida et les schémas de consommation (SMDD, 2002b).

Une bonne part de l'éducation actuellement dispensée est loin de répondre à ces attentes. Le développement de formation à ce concept stagne encore (Thomas, 2004). Améliorer la qualité de l'éducation et réorienter ses objectifs de façon à intégrer l'importance du développement durable sont donc primordiaux. Malgré l'intérêt porté à cette thématique, peu de changements surviennent, la majorité des français ignorant la signification de ce concept ne se sentent pas concernés.

En effet, de part ces spécificités et ces objectifs ambitieux (interdisciplinarité, compréhension holistique, changement de valeurs..) l'approche pédagogique du développement durable reste difficile. Ces éléments nous amènent à émettre une première hypothèse :

Hypothèse 1

Le concept de développement durable ne peut être assimilé à une connaissance supplémentaire à acquérir, il correspond à une prise de conscience et à un changement de paradigme.

Ces spécificités que nous essayerons de démontrer, nous conduirons à proposer une deuxième hypothèse :

Hypothèse 2

La modification des enseignements visant à une intégration du développement durable ne peut se faire par simple implémentation de connaissances nouvelles, elle nécessite une réflexion pédagogique, une innovation ciblée.

Afin de lever ces hypothèses, nous analyserons premièrement les particularités liées au concept de développement durable : le caractère évolutif, les divergences d'appréhension, ainsi que la complexité et les difficultés à transformer cette théorie systémique en principes d'action... Puis nous aborderons les réflexions pédagogiques sur le sujet afin de déterminer la pertinence des approches proposées.

2 Particularité du développement durable

2.1 Concept évolutif

Comme le souligne Boutaud, le développement durable pouvait être perçu lors de sa conception, comme une valeur nouvelle issue d'un processus de négociation coopérative (Boutaud, 2002a). En effet, le développement durable a émergé d'un processus de négociation internationale visant à réconcilier les problématiques de développement et d'environnement. Ce concept a continué d'évoluer, mais a connu une évolution différenciée selon le type d'acteurs impliqués. En effet, dans sa phase d'appropriation, le développement durable n'est plus l'objet d'une réflexion commune mais suscite plutôt un ensemble d'approches éclatées (Boutaud, 2002a). Comme le souligne Rumpala, les différents acteurs prennent en considération le développement durable avec d'autant plus d'attention que la vision qu'ils en ont se confond avec leurs propres intérêts (Rumpala, 1999). Ainsi, plusieurs acceptations du terme cohabitent, chacune avec une orientation particulière. C'est ce que Boutaud qualifie d'approche compétitive. En effet le développement durable semble au cœur d'affrontements de points de vue et d'intérêts divergents excluant toute entente et toute négociation.

De par ses approches différenciées, il semble en effet que le développement durable s'inscrive dans un processus dynamique qui impose une évolution constante (Cuello Nieto, 1997). Le terme «*développement durable*» apparaît donc comme un terme complexe et évolutif (Da Cunha, 2003; Bonhoure et al., 2004). Ces constatations sont parfois beaucoup plus critiques, pour certains, ce terme est imprécis, confus, abstrait et nécessite une clarification (Jickling, 1994; Corcoran et al., 2002).

2.2 Divergence et incompréhension

2.2.1 Les approches divergentes

Comme nous l'avons vu précédemment le développement durable fait l'objet de nombreuses définitions : quasiment chaque acteur possède sa propre interprétation. Etablir une typologie des différentes approches est très difficile. Cependant, parmi la multitude des approches, deux se sont distinguées par leurs positions extrémistes : l'approche dite de durabilité faible et l'approche dite de durabilité forte.

2.2.1.1 Approche dite de «*durabilité faible*»

Cette conception place l'économie au centre des préoccupations. Les biens naturels (eau, sol, combustible fossile, air...) n'ont de valeur que par les services qu'ils rendent à l'homme. Il n'ont aucune valeur d'existence (Brodhag et al., 2004a). Cette approche des économistes néo-classiques sous-entend que les ressources naturelles non renouvelables peuvent être totalement utilisées dans la mesure où elles sont transformées en capital transmis aux générations suivantes (ayant une valeur économique, un intérêt technologique). Cette position anthropocentrée et utilitariste est basée sur la certitude d'une croissance continue grâce aux progrès scientifique et technique. Cette approche ne tient pas compte de l'irréversibilité des phénomènes bio-physiques en la considérant comme insignifiante par rapport au champ économique (Godard et al., 1991).

Cette vision soutenue par les acteurs du monde économique se focalise dans l'expression «*développement durable*» sur le terme développement. Le développement est alors associé à la croissance et plus particulièrement à la croissance économique (figure n° 14).

Le terme durable est lui, directement associé à la durabilité de cette croissance. De nombreux groupes industriels semblent en accord avec cette vision particulière du développement durable.

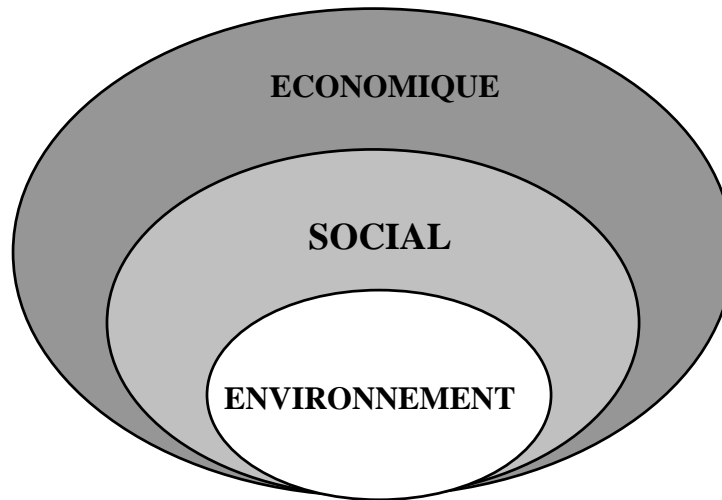


figure n° 14 : L'approche de durabilité faible (Boutaud, 2002a)

2.2.1.2 Approche de durabilité forte

La durabilité dite forte, est en parfaite opposition à la durabilité faible. Cette approche souligne que le maintien du stock de ressources naturelles doit être recherché sans faire appel à la substituabilité (Daly, 2002). Les tenants de la durabilité forte considèrent que les transformations provoquées par l'utilisation des ressources naturelles peuvent conduire à des irréversibilités graves. Dans la mesure où les équilibres des systèmes naturels sont fragiles et instables, le principe de précaution est préconisé (Marechal, 1996). Il peut être défini comme étant un principe selon lequel : « *Pour protéger l'environnement, des mesures de précaution doivent être largement appliquées par les Etats selon leurs capacités. En cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement* » (CNUED, 1992d).

Ce principe est actuellement mentionné dans la charte française de l'environnement⁵⁴ sous cette forme : « *Lorsque la réalisation d'un dommage, bien qu'incertaine en l'état des connaissances scientifiques, pourrait affecter de manière grave et irréversible l'environnement, les autorités publiques veillent, par application du principe de précaution et dans leurs domaines d'attributions, à la mise en œuvre de procédures d'évaluation des risques et à l'adoption de mesures provisoires et proportionnées afin de parer à la réalisation du dommage* ».

⁵⁴ Projet de loi constitutionnelle relatif à la charte de l'environnement adoptée le 24 juin 2004 http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/projet_de_loi_adopte_par_l_assemblee_juin_2004.pdf

Le principe de précaution a pour vocation la gestion anticipée des risques différés et extrêmes, environnementaux globaux ou sanitaires. « *Ce principe reste un objet de conflit, une source de mésinterprétations et de mésusages caractérisés* » (Bourg et al., 2004). En effet, ce principe est parfois présenté comme un frein à l'innovation technologique et une entrave à l'innovation. Cependant, Bourg souligne que « *les procès qu'on lui intente de constituer un obstacle au progrès relèvent soit de sa mécompréhension et de son extension induite, soit d'une méconnaissance de la science elle-même et du procès de la recherche* ».

L'approche de durabilité forte souligne également la nécessité de prendre en compte l'irréversibilité environnementale (disparition de ressources, l'évolution irréversible des systèmes naturels...) (Godard et al., 1991). Ce point de vue environnementaliste soutenu par de nombreuses ONG est qualifiée d'écocentrée car elle prône la protection de la vie de tous les êtres vivants (figure n° 15).

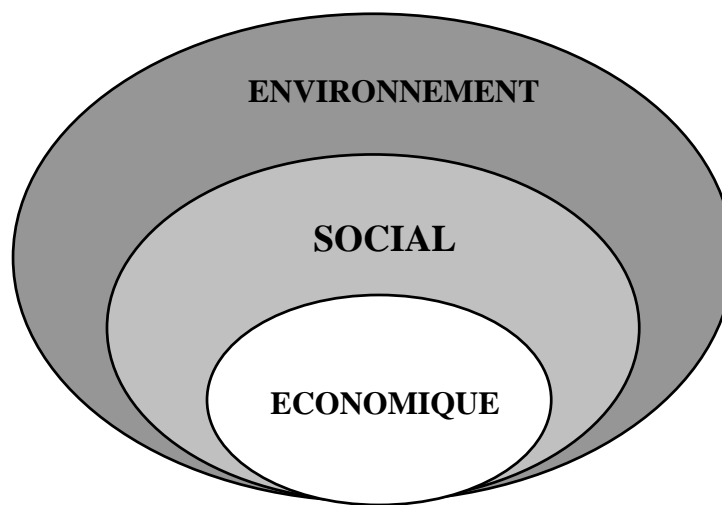


figure n° 15 : L'approche de durabilité forte (Boutaud, 2002a)

2.2.1.3 Autres types d'approches

Cette dualité dans les approches entre durabilité forte et durabilité faible ne représente toutefois qu'une partie de la réflexion et des approches du développement durable. Même si ces approches sont les plus discutées, d'autres ont également émergé. En effet, cette vision du concept peut être étendue à d'autres degrés de durabilité (Godard, 2001). Il est donc possible de distinguer :

- La durabilité très faible qui est très proche de la conception économique classique de la croissance ;
- La durabilité très forte qui soutient le fait que la croissance a des limites et l'économie doit prendre en compte ces limites.

Ces points de vue mettent en exergue les divergences entre l'environnement et l'économie. Cette opposition entre les deux termes peut être à l'origine d'une focalisation sur ces deux aspects ou sur l'un des deux, alors que la notion de développement durable recouvre également une composante sociale. Pourtant, la propagation du développement durable repose encore aujourd'hui largement sur la dimension environnementale (Boidin, 2004).

Ce débat environnement, versus développement, a parfois occulté le troisième pilier du développement durable. La place de l'homme, la dimension sociale et sociétale peut également être considérée comme élément prioritaire. Le contenu de la dimension humaine et sociale du développement durable reste néanmoins à préciser car cette dimension recouvre plusieurs composantes et constitue un champ de recherche encore récent.

Le développement humainement et socialement durable, peut être défini « *comme la recherche d'un développement qui assure l'amélioration du bien-être humain (ou son maintien), ce dernier étant déterminé par des caractéristiques personnelles (éducation, santé, libertés individuelles...) ou collectives (cohésion sociale, niveau et répartition des richesses...)* » (Boidin, 2004).

L'absence de certains facteurs à dimension humaine dans les perspectives de développement durable a été soulignée. Par exemple, des notions comme la nécessité de réconcilier l'homme avec la nature, de réconcilier les hommes entre eux, et de prendre en compte des urgences sociales sont souvent occultées. Sachs, souligne le fait que l'alliance de l'efficacité économique et de la prudence écologique est souvent recherchée, cependant sans aborder l'aspect social. Il développe l'idée que le terme important est le mot « *développement* » qui renvoi à un impératif d'éthique sociale. Par conséquent, « *le social doit être aux commandes* ». Cet auteur met ainsi en avant la primauté de l'Homme et de la solidarité à tous les niveaux (solidarité entre les êtres humains, entre les États, dans les relations nord/sud, solidarité également avec les générations futures) (Sachs, 1999). Dans l'approche humaniste, la nécessité de participation de tous est incontournable, parmi les outils possibles pour cette participation, la mise en place d'une démocratie fortement participative est souvent abordée.

Il semble qu'au sein même de la communauté intellectuelle la dimension sociale du développement durable soit encore difficile à percevoir. « *La sphère sociale se retrouve prise en tenaille entre l'approche écocentree et l'approche anthropocentree* » (Sébastien et al., 2004). Les aspects humains de ce concept sont souvent limités à la réduction de la pauvreté et des inégalités (Godard, 1994), à l'accès équitable aux ressources et aux services sociaux, à la santé, à l'éducation ainsi qu'à l'accès à la culture (Sachs, 1997).

Malgré cette tendance à intégrer la sphère sociale dans l'environnement pour certains, dans l'économie, pour d'autres il semble intéressant pour certains auteurs d'envisager une approche socio-centrée (Sébastien et al., 2004). Cette vision du développement durable pourrait donc être représentée par la dimension sociale qui englobe les autres piliers du développement durable, marquant ainsi la priorité donnée aux questions d'ordre social sur les autres piliers.

La figure n° 16 présente le triptyque du développement durable avec comme élément structurant initial la dimension sociale. L'économie se retrouvant alors « *en dernière position* ». La question est : doit-on dans ce cas considérer les critères économiques en dernier lieu ? Dans la mesure où, les règles de fonctionnement de nos sociétés sont principalement basées sur l'économie de marché, n'est-il pas utopiste d'espérer reléguer l'économie au dernier rang des préoccupations, même si ce mode de fonctionnement montre à l'heure actuelle de nombreuses limites ?

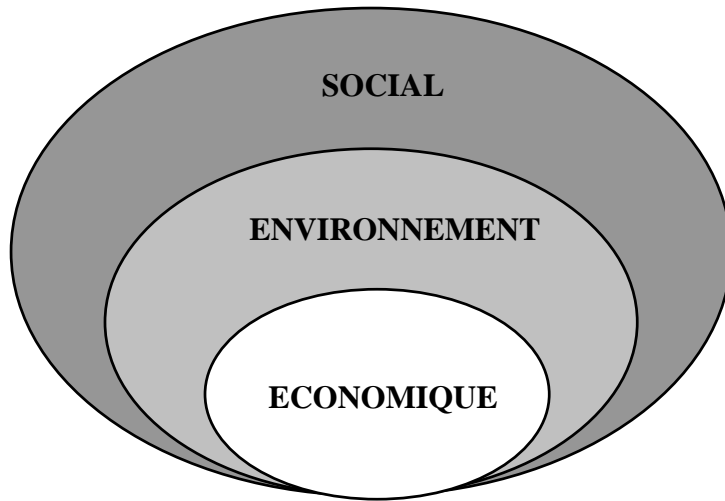


figure n° 16 : L'approche socio-centrée du développement durable
(d'après Sébastien et al, 2004)

Il serait donc possible d'imaginer un positionnement également anthropo-centré situant l'économie comme deuxième clef d'entrée (figure n° 17).

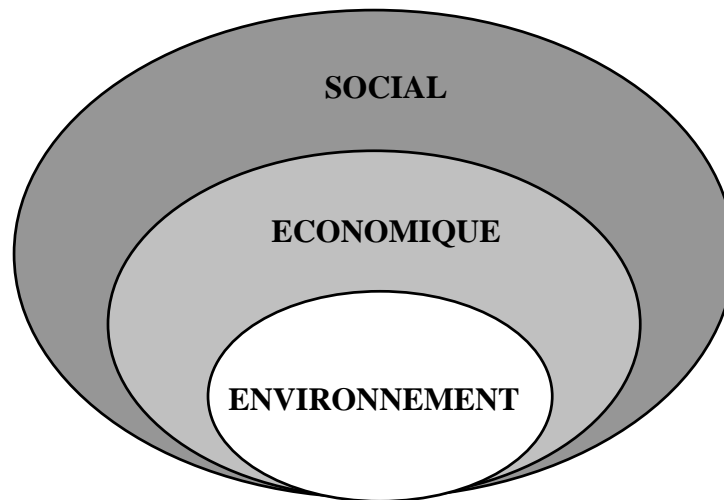


figure n° 17 : L'approche socio-centrée économiste

Enfin, face à cette multitude de possibilités, il devient de plus en plus difficile d'avoir une appréhension globale de ce concept multidimensionnel. Pour essayer de synthétiser ces divers positionnements, la figure n° 18 a été réalisée à partir des trois sphères originelles du triptyque développement durable. Il tente de symboliser en trois dimensions l'importance relative de ces trois critères. Cette première représentation montre avant tout les positions extrémistes.

C'est à dire, les positionnements tels que :

- l'approche écocentrique privilégiant la dimension environnementale (cas de certains écologistes) ;
- l'approche économiste qui ramène tout à une valeur monétaire (certains industriels, par exemple) ;
- l'approche anthropo-centrée focalisant sur l'homme (défendue par les humanistes).

La figure n° 18 présente également les positions qu'on pourrait qualifier d'intermédiaires :

- l'approche environnementale et sociale ;
- l'approche socio-économique ;
- l'approche économique et environnementale.

Il est important de noter que chacune de ces trois approches peut être qualifiée de partielle puisqu'elle se situe sur deux axes uniquement, c'est à dire bidimensionnelle, il y a pour chacun de ces cas un des trois piliers du développement durable qui n'est pas pris en compte.

Ces approches théoriques des dimensions du développement durable peuvent être rapportées à certaines actions et méthodologies déjà mises en place (prise en compte de l'environnement dans l'économie, prise en compte de la dimension sociale dans le monde industriel). Le développement durable est parfois appréhendé de façon réductrice, considérant uniquement ce terme comme un ensemble de pratiques, certaines à bannir, d'autres à promouvoir (Reynaud, 2003). Les entreprises tenant déjà compte de certaines approches peuvent être tentées de déclarer « *avoir fait du développement durable sans le savoir* » (Brodhag, 2003). Dans le milieu industriel, des questions restent en suspens. Le développement durable est-il nécessaire ? Peut-on imputer à l'entreprise un développement qui ne serait pas durable.

Bien évidemment, ce premier graphique ne représente que certains points de vue. Toutes les positions intermédiaires sont possibles aussi bien bidimensionnelles que tridimensionnelles, ce qui au final, représente un nombre infini d'appréhensions de ce concept. Une représentation schématique de la diversité des positionnements possibles dans la manière d'appréhender les aspects économiques, environnementaux et sociaux de façon conjointe a été réalisée (figure n° 19). Cette figure présente les approches déjà fortement répandues : la durabilité forte et faible, mais également les approches socio-centrées. Ces figurations montrent que dans certains cas, la hiérarchisation des critères donne une position tout à fait différente par rapport aux dimensions sociales, économiques et environnementales. Les schémas réalisés ainsi ne représentent qu'une infime partie des positionnements possibles dans ce cube socio-économico-environnemental.

Tout comme dans la figure n° 18, l'approche consensuelle du développement durable, est représenté à l'intersection des trois axes, en prenant en compte de façon égalitaire les trois piliers. Contrairement à la déduction qui pourrait être faite, cette représentation ne correspond pas à une addition des trois domaines mais à une synthèse nouvelle.

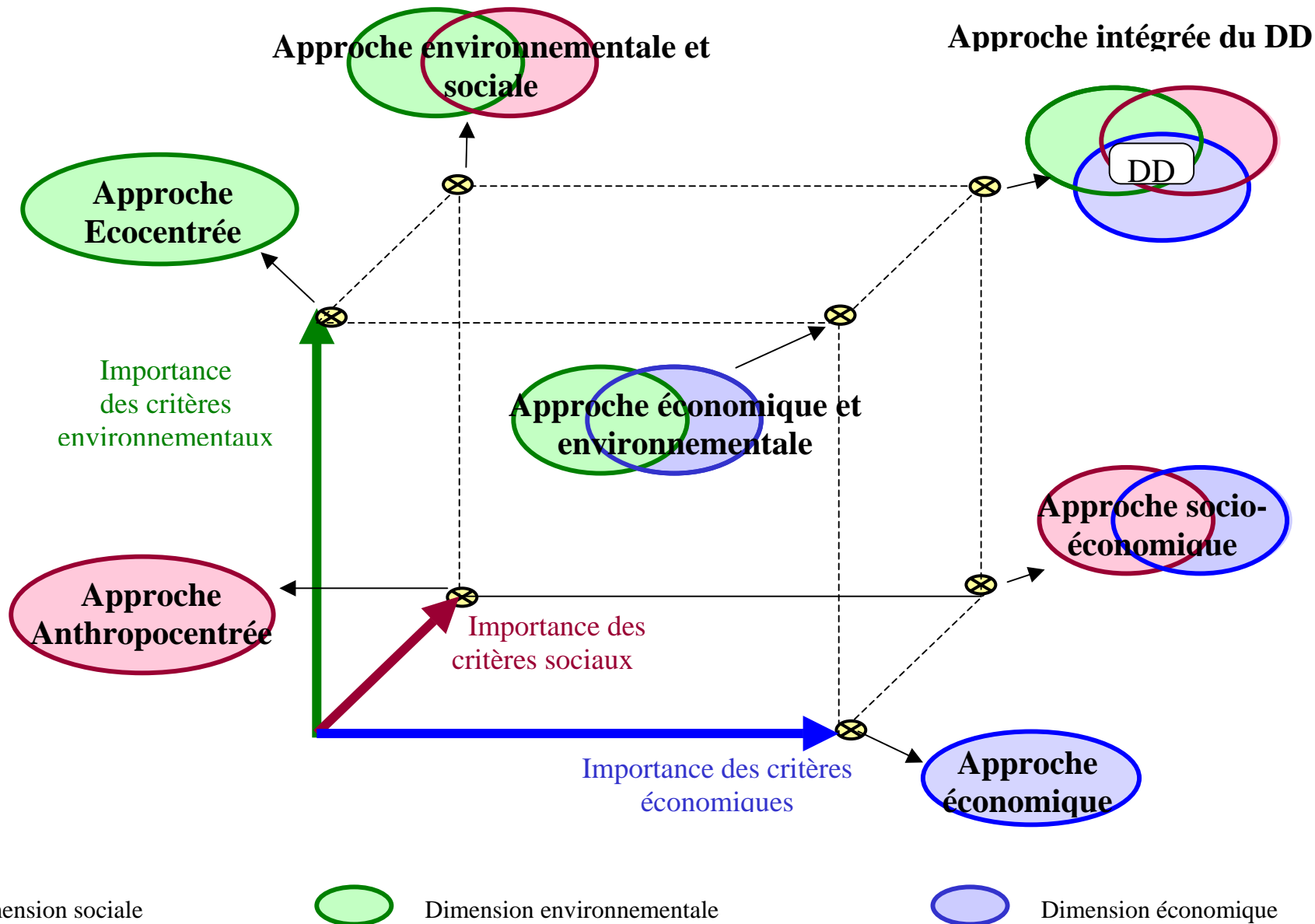


figure n° 18 : Représentation schématique de la diversité des positionnements possibles dans la manière d’appréhender les aspects économiques, environnementaux et sociaux de façon conjointe (Lourdel et al., 2004a)

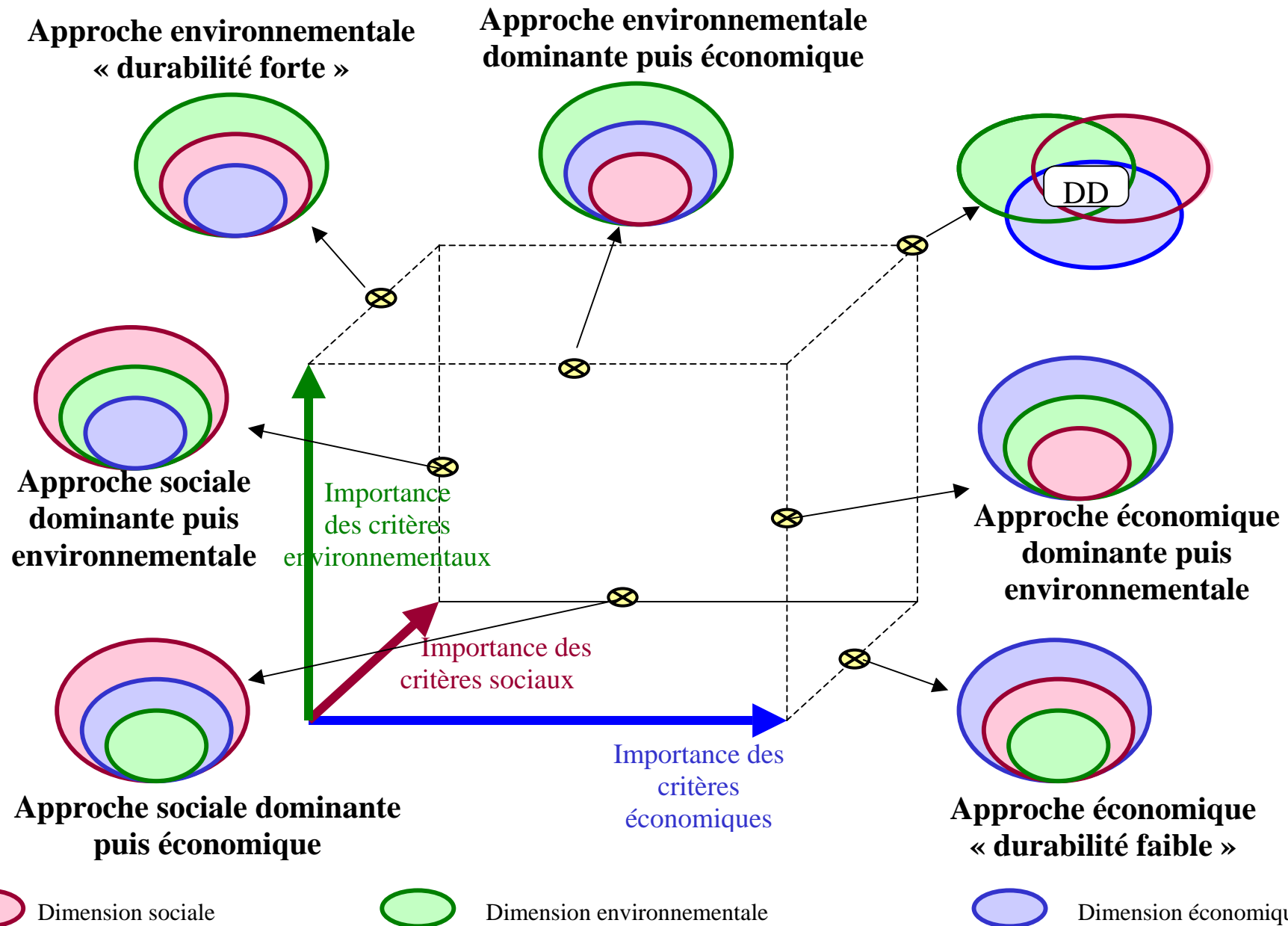


figure n° 19 : Représentation schématique de la diversité des positionnements possibles dans la manière d’appréhender les aspects économiques, environnementaux et sociaux de façon conjointe (Lourdel et al., 2004a)

Flipo pose le problème en expliquant que la juxtaposition classique des trois catégories économique, environnementale et sociale relève plus d'un compromis diplomatique temporaire que d'un réel travail sur leur sens théorique et pratique (Flipo, 2004). Il précise que c'est l'échec du développement basé sur l'économie et le social, l'échec de la « *domination progressive de l'homme sur la nature* » qui a été à l'origine de la construction du concept de développement durable intégrant cette troisième sphère environnementale. Cependant, l'approche consensuelle intégrant les trois piliers n'est pas suffisante à ses yeux, il ne s'agit que d'un aide mémoire pédagogique. La difficulté actuelle, finalement n'est pas de savoir comment réaliser l'addition de ces trois catégories ou de savoir quelle est la dominance d'une catégorie sur l'autre, mais plutôt d'être capable de les remettre en cause et de les réformer en profondeur. Cette étape est d'autant plus difficile qu'il n'y a pas une vision uniforme de ces catégories. Il est souvent difficile de distinguer les trois pôles que les promoteurs du développement durable entendent concilier (Sébastien et al., 2004). « *Les voies du développement durable sont nombreuses et multiformes* » (Boutaud, 2003).

Les différents acteurs du développement durable n'ont pas la même position sur l'axe socio-économico-environnemental. Ils utilisent le même terme mais avec des points de vue très différents, d'où les difficultés à s'entendre. C'est pourquoi, pour certains, la possibilité d'atteindre une cohérence, de réconcilier des points de vue très divergents et d'obtenir une vision partagée par tous semble impossible (Jickling, 1994).

La diversité des approches reste prédominante. Ce terme aux « *acceptions multiples et aux champs d'application incertains* » est au cœur « *d'une nébuleuse lexicale au sein de laquelle plus d'un se perd* » (Stephany, 2003). Ce qui fait dire à certain que le développement durable n'est donc pas encore identifié (Flipo, 2004).

L'enseignement du développement durable se trouve donc devant une difficulté non négligeable : comment faire face à cette multiplicité d'approches ? Quelle vision donner aux apprenants ? Choisir une de ces approches serait faire preuve de parti pris, mais donner l'ensemble de ces approches pourrait contribuer à installer la confusion autour de ce concept. De plus, pour une première sensibilisation, l'approche diversifiée peut être perturbante voir décourageante. Face à cette diversité, les formations devraient être suffisamment souples pour ne pas enfermer le développement durable dans un cadre défini, dans une approche particulière, mais aussi suffisamment précises, pour permettre à l'élève de se faire une opinion par lui-même, de bien comprendre l'ensemble des enjeux et de développer des capacités d'intégration.

Cette difficulté liée à la diversité des approches des différents acteurs constitue une partie de la problématique de l'enseignement. D'autres éléments complexifient les approches pédagogiques. En effet, si au sein d'un même pays, d'une même identité culturelle de nombreuses acceptations du terme coexistent, face à des populations très différentes au travers le monde, n'ayant pas la même vision de la nature, pas les mêmes valeurs, ni les mêmes réflexions sur les perspectives d'avenir, les différences d'appréhension risquent d'être encore plus importantes. Cette question est importante pour les ingénieurs qui auront nécessairement des contacts avec d'autres cultures dans le cadre de la mondialisation.

2.2.2 Incompréhensions culturelle et linguistique

La quasi-totalité des textes internationaux a été rédigée en anglais. Les traductions dans les autres langues sont non seulement tardives mais aussi souvent imparfaites et fluctuantes (Brodhag, 2000).

Plusieurs imperfections notables, à l'origine d'incompréhensions voire de confusions, peuvent être relevées. La première des incompréhensions émane de la traduction même du terme « *sustainable development* ». En effet le terme développement soutenable a été initialement utilisé notamment dans l'édition française de 1989 du rapport Brundtland. Ce terme de soutenable est encore utilisé dans certains documents européens qui utilisent simultanément les deux termes soutenable et durable. La traduction française de l'Agenda 21 donne elle aussi pour le même mot *sustainable* différentes traductions : tantôt soutenable (4 fois), tantôt viable (7 fois), et la plupart du temps durable (51 fois) (Brodhag, 2000).

Le terme « *sustainability* » place la préservation de l'environnement au cœur de la réflexion en insistant sur la non-dégradation dans le temps. Cette notion aborde également une dimension politique avec la transformation des rapports Nord/Sud. Le mot durable qui est utilisé comme traduction, présente des sensibilités différentes. En effet, la dimension temporelle est largement dominante dans le terme français (Stephany, 2003).

Plusieurs termes sont à l'origine de l'utilisation du mot rationnel très employé dans l'Agenda 21 (255 occurrences). Ce mot est rarement la traduction de « *rational* », c'est souvent la traduction du mot « *sound* » utilisé 150 fois et dont la traduction pourrait être solide, juste ou sain (Brodhag, 2000).

Le terme anglais « *governance* » traduit actuellement par gouvernance est également traduit par les termes : administration, action, moyen juridique et institutionnel, gestion et niveau administratif. Certains termes très clairs en langue française n'ont pas d'équivalent dans les autres langues, par exemple le mot terroir. Tout comme le terme aménagement du territoire ne se retrouve pas dans « *land planning* » (Brodhag, 2000).

Le terme « *responsability* » est traduit sans ambiguïté par le terme responsabilité. Un autre terme fréquemment utilisé par les Anglo-Saxons est également traduit par le mot responsabilité. Il s'agit d'« *accountability* ». Cependant cette notion ajoute à la responsabilité humaine, une nécessité de rendre des comptes avec une connotation comptable (Stephany, 2003).

Cette incompréhension, cette imperfection de traduction témoignent que le langage est parfois une barrière. Ces différences sont aussi le témoignage d'une différence culturelle. La conception et la manière d'appréhender le territoire et l'environnement sont très différentes selon les individus. De la même manière, la façon d'appréhender les aspects sociaux et l'importance accordées aux aspects culturels sont très variables à travers le globe. C'est une autre des raisons expliquant pourquoi les approches et la façon d'aborder et de définir le développement durable sont très diversifiées.

Actuellement la compréhension de chaque acteur reste parcellaire, et bien souvent les connaissances pratiques et théoriques s'opposent (Brodhag et al., 2000). L'appropriation du concept par les différents acteurs de la société, est source de confusions et d'interprétation parfois totalement divergentes du fait de l'ampleur du champ couvert, des différentes visions entre le secteur public et privé ainsi que des contradictions soulevées par les divers intérêts liés au développement durable (Brodhag et al., 2004b). Face à ces divergences et incompréhensions, il semble difficile d'élaborer une formation claire et unique au développement durable. Quelle approche privilégier ? D'autant qu'une vision occidentale du développement durable sera finalement très divergente d'une vision d'un pays dit en voie de développement. Idéalement, l'enseignement du développement durable devrait donc contribuer à l'ouverture d'esprit face à la diversité culturelle, à la compréhension et l'acceptation d'autres modes de pensée. Cette approche culturelle paraît particulièrement délicate à mettre en œuvre car elle reste très éloignée de notre système éducatif actuel basé sur un modèle rationaliste et segmenté en domaines disciplinaires.

Ces divergences d'acceptation du concept ne sont pas les seules à l'origine des difficultés à enseigner ce concept, d'autres particularités rendent la tâche difficile, notamment la complexité, les incertitudes et paradoxes qui font intrinsèquement partie du développement durable.

2.3 Complexité, incertitudes, paradoxes et changement de paradigmes

2.3.1 La complexité

« *La complexité est le tissu d'évènements, d'actions, d'interactions, de rétroactions, de déterminations, de hasards qui constituent notre univers phénoménal... La complexité présente différents aspects comme la perplexité, l'inextricable, le désordre, l'ambiguïté, l'incertitude, les contradictions logiques* » (Morin et al., 2003). Les situations complexes sont caractérisées par la coexistence de logiques de natures très différentes, c'est ce qu'Egar Morin qualifie de dialogique. « *Le principe dialogique signifie que deux ou plusieurs logiques différentes sont liées en une unité, de façon complexe (complémentaire, concurrente, antagoniste) sans que la dualité ne se perde dans l'unité* » (Morin, 1990). Au vu de cette définition, les logiques économiques, écologiques et sociales que tente de réunir le développement durable, peuvent être caractérisées d'hétérogènes et dialogiques.

En effet, les trois piliers du développement durable sont liés de manière inextricable. Le développement durable est une somme de paradoxes, c'est l'expression d'une problématique qui tente de concilier des intérêts divergents (Boutaud, 2002a). Les contradictions logiques liées à des conflits entre certains enjeux et aux différents positionnements des acteurs fait également partie de cette complexité. La prise de décision en condition d'information imparfaite est également au cœur du développement durable. Le développement durable peut donc être qualifié de complexe. La commission mondiale sur l'environnement et le développement avait d'ailleurs spécifié qu'il ne s'agissait pas « *d'un processus simple* » (CMED, 1988).

Le développement durable doit s'inscrire dans une triple échelle (Brodhag, 2003) :

- La dimension temporelle : ce qui suppose une nouvelle articulation entre le court et le long terme ;
- La dimension spatiale : une nouvelle articulation entre le local et le global doit être envisagée ;
- La dimension systémique : la complexité des problèmes posés par le développement durable doit être confrontée à la nécessité d'agir dans un cadre simple.

« Ces trois dimensions impliquent des approches multicritères, donc multiacteurs et multiculturelles... » (Brodhag, 2003). L'articulation entre les différentes dimensions du développement durable demeure problématique (Aknin et al., 2002). En effet, le développement durable n'est pas fractal, c'est à dire que les règles du niveau global ne peuvent pas être simplement transposées au niveau local (Godard, 1997). Il faut donc réussir à concilier des logiques spatiales différentes et des intérêts divergents.

La démarche analytique sur le développement durable impose une réflexion sur ces trois dimensions (économique, sociale et environnementale) mais également une réflexion dynamique. La dimension temporelle du développement durable nécessite « *un traitement explicite des temporalités afférentes à chacune des dimensions considérées* » (Aknin et al., 2002). Il devient nécessaire de réfléchir en terme de processus. La décision prise à un instant peut évoluer en fonction des évolutions économique, sociale et environnementale dans le temps. Ce qui sous-entend un réajustement permanent. Le développement durable implique de passer de réflexions court terme à long terme, mais aussi de tenir compte des interactions entre différents facteurs qui sont contextualisés dans un espace temps en perpétuel changement (Pellaud, 2002).

La mise en place du développement durable nécessite de développer de nouveaux processus de décision ; pour cela quatre types de rationalités peuvent servir de référence (Brodhag et al., 2004b; Van Gigch, 1987) :

- « *La rationalité structurelle qui recouvre la structure du processus de décision : qui fait quoi ?* »
- *La rationalité substantive qui révèle de la substance et de la connaissance : que fait-on ?*
- *La rationalité évaluative qui se réfère aux objectifs visés par le décideur et aux critères d'évaluation des résultats.*
- *La rationalité procédurale qui guide le choix des procédures et des prises de décision : comment décide t'on ? ».*

L'ensemble de ces rationalités doit être pris en compte pour obtenir des résultats (Brodhag et al., 2004b). Il s'agit donc d'être capable de faire coordonner un niveau stratégique et un niveau opérationnel, ce qui reste une étape très délicate.

L'absence de vision intégratrice est souvent soulignée, l'approche du développement durable reste cloisonnée, les scénarios précédents ne sont pas abandonnés, ils sont implémentés. Cette conception syncrétique est signalée comme étant source de dysfonctionnements (Stephany, 2003).

Au vu de tous ces éléments, il semble que le développement durable soit particulièrement complexe. L'enseignement de cette discipline est donc supposé surmonter les obstacles liés à cette complexité : permettre aux apprenants d'avoir une réflexion dynamique, d'être capable de se projeter sur le long terme, d'être capable de se réadapter en permanence et d'avoir une conception systémique. Cette approche prospective et mouvante est particulièrement difficile à enseigner car cela suppose de remettre en cause les systèmes piliers de nos modèles scolaires profondément ancrés dans un système cartésien.

Enseigner une telle thématique, suppose également de prendre en compte d'autres caractéristiques de cette complexité. L'approche des situations complexes suppose notamment d'admettre l'incertitude comme élément de la réalité (Genelot, 1992).

2.3.2 Les incertitudes

La science classique est toujours à la recherche d'un modèle explicatif global qui laisse peu de place à d'autres visions du monde (Genelot, 1992). Cependant cette approche n'est pas ou plus pertinente. Les approches cartésiennes classiques ne réussissent à capter que certains aspects de la réalité, ceux qui relèvent du certain et du prédictible. Cette approche laisse échapper ce qui relève de l'incertain et se trouve disqualifiée dans les situations complexes (Genelot, 1992). « *L'idée selon laquelle les décisions devraient pouvoir en toute circonstance s'appuyer sur des vérités scientifiques solidement établies et vérifiées risque de correspondre de moins en moins à la complexité des phénomènes écologiques et à la compartimentation du savoir sur l'environnement* » (Theys et al., 1991).

Le développement des sciences et des techniques engendre de plus en plus d'incertitudes (Lefeuvre, 1991). Les polémiques issues de ces incertitudes vont bien au-delà des seules questions scientifiques et techniques ; les controverses socio-techniques se multiplient ; les dimensions sociales et techniques sont maintenant étroitement imbriquées (Callon et al., 2001).

Aux questions complexes (le climat change-t-il ? les pluies acides ?...) les scientifiques ne peuvent le plus souvent répondre qu'en présentant leurs doutes, leurs points de vue divergents ou même leur ignorance (Theys et al., 1991). « *Nos faibles îlots de connaissance se répartissent sur de vastes océans d'ignorance surmontant des abysses d'incertitudes...* » (Lefeuvre, 1991).

L'ensemble de ces préoccupations constitue le cœur même du développement durable. « *L'incertain, le paradoxal et le contradictoire sont présents en permanence dans tous les systèmes auxquels nous sommes quotidiennement confrontés* » (Pellaud, 2002). « *Pour mieux appréhender le développement durable, il faudrait donc se baser sur la notion d'optimum fluctuant* » (Pellaud, 2000). Les repères utilisés doivent évoluer pour prendre en compte l'incertitude.

Le système éducatif actuel est solidement basé sur les sciences et le modèle cartésien. C'est particulièrement visible dans les écoles d'ingénieurs qui se basent sur les matières scientifiques comme méthode d'évaluation pour recruter les «*meilleurs élèves*». Dans ce système où les sciences et la logique rationnelle prédominent largement, comment y insérer de l'incertitude ? Les élèves habitués à un problème scientifique et technique qui peut se résoudre par le biais d'une équation, d'une réflexion adaptée et structurée peuvent donc légitimement rejeter cette approche de l'incertitude complètement opposée à leurs certitudes et habitudes. L'écart entre leur formation de base scientifique, pilier de leur réussite scolaire et la complexité, l'incertitude et les paradoxes liés à ce concept s'avèrent donc être un obstacle important à l'enseignement du développement durable.

2.3.3 Paradoxes

Plusieurs situations contradictoires et paradoxales se présentent au cœur même de la notion de développement durable. Le consensus souhaité autour du développement durable contraste avec les controverses associées à cette notion, le terme est polysémique et son usage est multiple (Aknin et al., 2002). Le développement durable est parfois qualifié d'oxymoron, c'est à dire une juxtaposition de deux termes contradictoires «*développement* » et «*durable* » (Disingers, 1990).

Le développement durable dans sa définition essaye d'allier les intérêts des êtres humains contemporains et les générations futures (CMED, 1988). Cette volonté est toutefois très difficile à mettre en œuvre. «*Nous ignorons tout de ce que seront les besoins et les sources de satisfactions des générations futures* » (Passet, 2000). Comment prendre en compte les souhaits d'acteurs qui ne peuvent pas s'exprimer ?

Un des principes également énoncés par la commission mondiale sur l'environnement et le développement est l'équité, notamment entre les pays du Nord et les pays du Sud (CMED, 1988). Cependant, mettre en œuvre ce principe dans un système où les inégalités ne font que s'accroître est délicat. De grandes différences séparent ces pays dans le développement économique, dans le domaine social, mais également en ce qui concerne la prise en compte de la dégradation de l'environnement. Finalement, les problématiques des pays du Nord et celles des pays du Sud sont très différentes en terme de développement durable. Boutaud illustre cette différence par un graphique (figure n° 20) qui présente les performances de différentes nations en matières de développement durable (Boutaud, 2002b). Ce graphique schématise la durabilité par le biais de 2 indicateurs :

- L'indicateur de développement humain (IDH) du programme des Nations Unies pour le développement (PNUD). Cet indicateur intègre trois dimensions du développement : la capacité à bénéficier d'une vie longue et saine, l'accès à l'éducation et aux connaissances et enfin l'accès aux ressources matérielles indispensable pour atteindre un niveau de vie décent. Les Nations Unies considèrent l'actuelle valeur moyenne 0,8 comme le seuil de développement humain acceptable et donc comme un objectif à atteindre pour tous les pays (UNDP, 2002).

- L'empreinte écologique. Il s'agit d'un indicateur synthétique mesurant les impacts d'une société en terme d'utilisation des ressources et de pollution. L'unité est la surface de terre biologiquement productive exprimée en hectares par habitant (Wackernagel et al., 1999). Si on répartit la surface de la planète disponible en fonction du nombre d'habitants total, le chiffre obtenu est de 1,9 (Loh, 2002). Ce qui suppose que tous les pays se situant au-delà de cette limite ont un impact environnemental supérieur au seuil de durabilité écologique (voir le nombre de planètes nécessaires, figure n° 20).

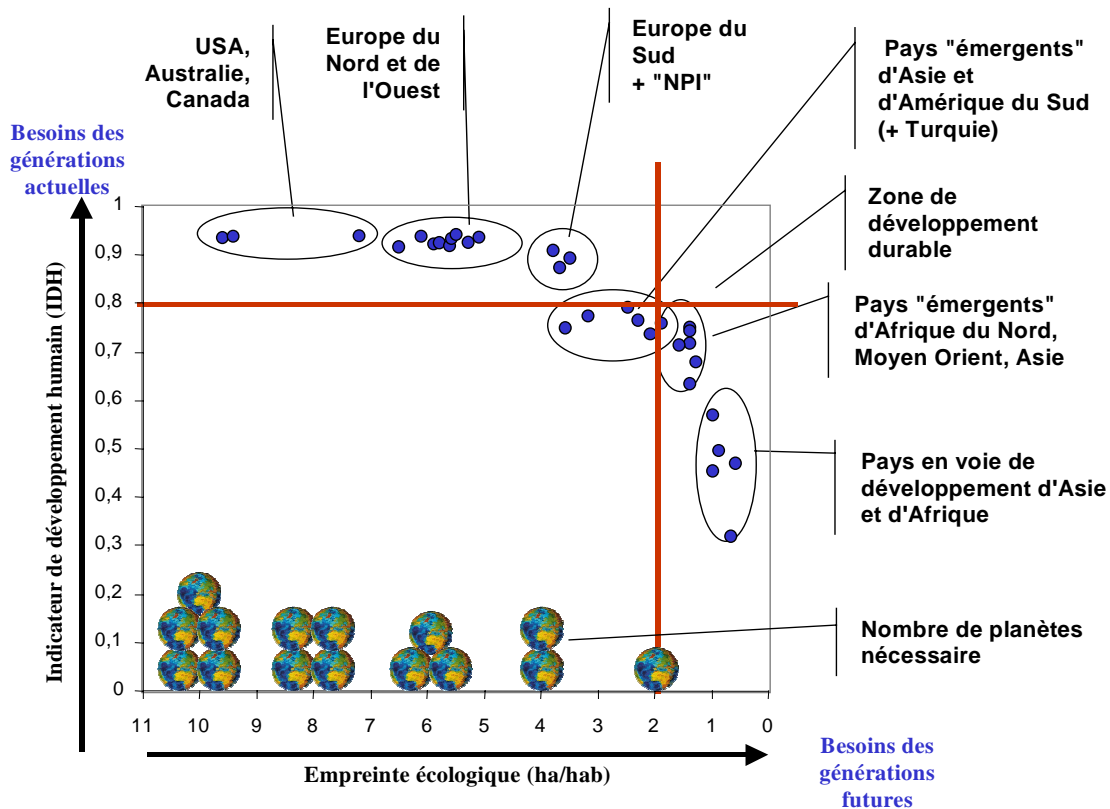


figure n° 20 : Performances des nations en matière de développement durable (Boutaud, 2002b)

Le développement d'un pays pourrait être qualifié de « durable » si son IDH est supérieur à 0,8 et son empreinte écologique inférieure à 1,9 ha. La figure n° 20 montre qu'aucun pays ne répond aujourd'hui à ces conditions. Les pays dit « développés » ont une empreinte écologique trop forte. Pour prétendre à la durabilité, ils devraient diminuer d'un facteur de 3 à 5 leur pression sur l'environnement. En revanche, les pays en développement doivent principalement augmenter leur IDH (pour atteindre un niveau de « développement humain » jugé acceptable par le PNUD) sans augmenter leur empreinte écologique. Finalement, l'effort à fournir par les pays les plus pauvres n'est pas plus important que l'effort auquel les pays les plus riches devraient se soumettre pour devenir « écologiquement durables » (Boutaud, 2003).

Un autre clivage est présent dans le concept de développement durable : l'opposition entre les êtres humains et les autres êtres vivants. Depuis longtemps, les rapports prédominants entre l'homme et la nature ont montré des relations unilatérales. Cette approche témoigne d'une culture basée sur l'utilitarisme, l'anthropocentrisme, visant l'efficacité économique et le profit (Cuello Nieto, 1997). L'exploitation des ressources naturelles et des êtres vivants a souvent été réalisée pour satisfaire les besoins des êtres humains sans réelle préoccupation de la diminution de la biodiversité, de la pollution des milieux naturels... Le développement durable suppose une approche pour le bien être d'un point de vue global de l'Homme et des espèces vivantes. Cependant cet aspect est en « *contradiction avec les idéologies fondées sur l'intérêt individuel qui sous-tendent l'économie de marché* » (Brodhag, 2003). Comment rétablir l'équilibre entre les êtres humains et les autres êtres vivants ?

L'ensemble de ces clivages est représenté figure n° 21. Cette figure pédagogique est souvent utilisée pour la sensibilisation au développement durable et montre la présence d'acteurs faibles, c'est à dire des parties prenantes qui ne peuvent pas faire valoir leurs intérêts dans les rapports de force soulevés par cette problématique (par exemple les générations futures, la nature et les êtres vivants ainsi que les pays du Sud).

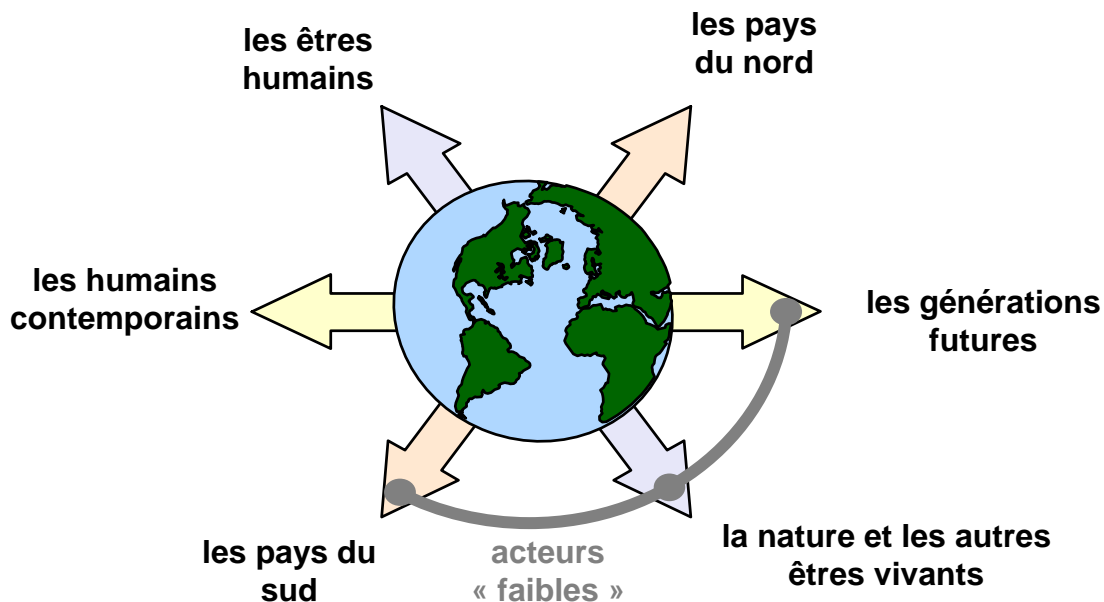


figure n° 21 : Les clivages de fond du développement durable (Brodhag, 2002)

Polysémique, ambivalent, controversé, évolutif..., ces d'adjectifs pour qualifier le développement durable, nous montrent bien à quel point ce concept est difficile à aborder. De nombreuses définitions coexistent, parfois complémentaires, parfois contradictoires. Cependant ces contradictions semblent inévitables et au cœur même de la problématique du développement durable (Brodhag, 1997).

Prendre en compte ces aspects paradoxaux dans l'enseignement, suppose donc pour l'élève de reconnaître l'existence de contradictions nées d'intérêts divergents, mais aussi de prendre conscience des inégalités planétaires, et de prendre en compte les intérêts des acteurs « faibles ». Ces éléments peuvent être particulièrement difficiles à intégrer pour les élèves ingénieurs qui vont travailler en majorité dans le milieu industriel où cette prise de conscience est, comme nous l'avons vu, encore très loin d'être une réalité. Cette évolution des mentalités, peut donc être délicate à gérer pour ces élèves car elle peut être en contradiction avec la logique financière de rentabilité qui peut leur être imposée dans leur futur emploi. Cette dualité suppose donc une approche aidant les élèves à se positionner par rapport à ces éléments paradoxaux en fonction de leur propre opinion.

2.3.4 Le changement de paradigmes

Selon Genelot : « raisonner sur un modèle unique admis par tous et se référer à des valeurs collectivement partagées n'est plus possible, les valeurs sont portées par les individus de façon très diversifiées, fragmentées et évolutives. Notre société est en plein bouleversement. Ce qui correspond à un changement de paradigme » (Genelot, 1992). Un paradigme est « ce que l'on montre à titre d'exemple, ce à quoi on se réfère comme à ce qui exemplifie une règle et peut donc servir de modèle... devant guider une activité humaine et lui servir de repère »⁵⁵.

Le Moigne développe l'idée de tectoniques des paradigmes (Le Moigne, 1990). C'est à dire, le passage d'un paradigme par-dessus l'autre, suscitant une crise. Selon cette théorie, la science ne progresse pas par addition régulière de connaissances mais par sauts conceptuels, par changement de paradigmes.

Les paradigmes de vérité et d'unicité gouvernent actuellement nos manières de penser les solutions. Pourtant, le développement durable qui est un processus, ne peut être conçu que dans une optique de situation évolutive, ce qui implique qu'aucune solution ne peut être donnée comme définitive. Le développement durable fait appel à des notions paradoxales, contradictoires où l'incertitude (scientifique, économique et sociale) est le maître mot (Pellaud et al., 2004), d'où cette nécessité de changement de paradigme nécessaire.

La nécessité « de rompre avec d'anciens systèmes » avait déjà été soulignée (CMED, 1988). Depuis, de nombreux auteurs ont décrit ce changement de paradigme. Le développement durable peut être perçu comme une ré-interrogation du monde (Bonhoure et al., 2004). « *Le développement durable est le symbole d'une nouvelle conscience, d'une véritable éthique du changement, la matrice d'une nouvelle manière de poser les problèmes du développement* » (Da Cunha, 2003). « *Il s'agit aujourd'hui de s'exercer à une pensée capable de traiter avec le réel multiple, aléatoire, incertain et paradoxal, de dialoguer et de négocier avec lui* » (Pellaud et al., 2004). Ce concept sous tend une nouvelle logique non linéaire et impose de penser en terme d'interactions, alors que notre société occidentale fonctionne sur un mode cartésien, ou le découpage des savoirs est de rigueur (Pellaud et al., 2004; Pellaud, 2002).

Une des principales difficultés liées à la compréhension du développement durable pourrait donc résider dans les changements de paradigmes qu'il nécessite. Le questionnement soulevé par le développement durable implique une remise en cause et une réforme en profondeur de nos systèmes actuels (Flipo, 2004).

⁵⁵ Encyclopedie Universalis <http://www.universalis-edu.com/>

Cependant, ces modifications annoncées ne peuvent pas se faire de façon simple. *«L'utilisation de ces nouveaux concepts nécessitera une révolution mentale importante. Notre inconfort actuel devant la complexité vient du fait que nous avons la tête entre deux paradigmes »* (Genelot, 1992).

Les changements inhérents au développement durable sont aussi caractérisés par une nouvelle approche de la responsabilité. La question de la responsabilité amène une réflexion sur les valeurs au sens philosophique et socioculturel du terme (Passet, 2000). Ce qui finalement, sous-entend un positionnement éthique. Au sens classique, l'éthique c'est la science de la morale. Les philosophes et les penseurs ont étudié les diverses morales (juive, chrétiennes, islamique...), ou systèmes d'interdits et de commandements relatifs aux jugements de valeur selon le bien et le mal, pour en comprendre l'origine, la nature, les fondements, les principes, la logique, etc. Dès 1987, la notion de morale était utilisée par la Commission Mondiale sur l'environnement et le développement : le développement durable *« est aussi une obligation morale à l'égard des être vivants et des générations à venir »* (CMED, 1988). L'importance de la dimension morale de ce concept est également soulignée (Matsuura, 2004). La morale désigne *« ce qui a trait aux mœurs, au caractère, aux attitudes humaines en général et, en particulier, aux règles de conduite et à leur justification »*⁵⁶. A travers ces notions, le développement durable apparaît là encore, sous un jour particulier, les références à la morale et à l'éthique sous-entendant des jugements de valeur des prises de position. Ces aspects sont donc fortement variables d'un individu à l'autre.

Selon Cuello Nieto, les nouvelles valeurs éthiques nécessaires à une conception holistique du développement durable entraîneraient un bouleversement des questions liées au respect (Cuello Nieto, 1997) :

- de l'environnement,
- de la vie sous toutes ses formes,
- de la diversité culturelle,
- de la dignité humaine,
- de l'équité et de la solidarité entre les personnes.

Les défis liés au développement durable sont donc multiples, touchant des domaines très différents et soulevant des questionnements à la fois scientifiques, techniques, philosophiques et éthiques. La prise en compte de cette thématique dans les enseignements, nécessitera donc une évolution relativement importante. Le développement durable n'étant pas une matière académique, l'enseignement de cette thématique suppose donc des changements dans la structure même des établissements de formation.

Bien que des réflexions sur l'ensemble des dimensions du développement durable aient eu lieu, la transformation en actes est un point de passage obligé qui ne semble pas évident au vue des particularités associées à ce concept.

⁵⁶ Enclyplopedia Universalis <http://www.universalis-edu.com/>

2.4 Concept peu abordé d'un point de vue pragmatique

2.4.1 Approches politiques et gouvernementales françaises

L'état français ne s'est intéressé au développement durable que tardivement. La première prise de position du gouvernement n'a eu lieu qu'en 1994 avec la création de la Commission Française du Développement Durable (CFDD). En 1996, la CFDD est rattachée au ministère de l'environnement et elle est placée sous la présidence de Christian Brodhag. Cette commission est chargée de soumettre au gouvernement des recommandations, de définir des orientations politiques et d'élaborer le programme de la France en matière de développement durable.

En 1995, le développement durable entre pour la première fois dans la législation française par le biais de la loi Barnier⁵⁷. Cette loi qui reprend la définition du développement durable établie dans le rapport Brundtland, permet d'introduire quatre grands principes :

- le principe de précaution,
- le principe d'action préventive et de correction,
- le principe de pollueur-payeur,
- le principe de participation des citoyens.

En 1999, une nouvelle loi se référant au développement durable apparaît dans la législation : la Loi sur l'Aménagement et le Développement Durable du Territoire (LOADDT)⁵⁸. Cette loi propose une nouvelle organisation pour mettre en place les conditions nécessaires à la mise en place d'un développement durable des territoires. Selon l'article 1 de la LOADDT, les citoyens sont associés à l'élaboration de la politique nationale d'aménagement et de développement durable et à la mise en œuvre ainsi qu'à l'évaluation des projets qui en découlent. Cette loi sous-entend donc que les citoyens soient en mesure de prendre des décisions compatibles avec la mise en place du développement durable. Et donc une information, une sensibilisation et une formation de la population à cette problématique.

En mai 2002, le ministère français de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement a été remplacé par le Ministère de l'Ecologie et du Développement durable ; une secrétaire d'Etat a également été nommée. Puis, en novembre 2002, le Conseil National du Développement Durable (CNDD) a été créé. Le CNDD a pour mission de réunir les représentants de la société civile et des collectivités territoriales afin de les associer à l'élaboration des politiques de développement durable et à leur mise en œuvre. Il doit également poursuivre les travaux pour la mise en œuvre du plan d'action adopté à Johannesburg.

La France avait déjà adopté une stratégie nationale de développement durable (SNDD) en 1997. Mais cette stratégie n'a pas été suivie par le gouvernement suivant. Ainsi, en 2003 une nouvelle stratégie a été élaborée. L'objectif de la SNDD est de favoriser une mise en œuvre rapide des programmes d'actions sur cinq ans, en établissant des objectifs concrets des indicateurs de suivi. La stratégie nationale s'articule autour de six axes stratégiques et de dix programmes d'action. Le premier axe stratégique concerne à la fois l'information, la sensibilisation, l'éducation et la participation.

⁵⁷ Loi n° 95-101 du 2 février 1995 ; <http://www.legifrance.gouv.fr>

⁵⁸ Loi n° 99-533 du 25 juin 1999 ; <http://www.legifrance.gouv.fr>

Dans ce cadre, en juin 2003, le gouvernement français a organisé une « *semaine du développement durable* ». Cette initiative avait pour objectif de mobiliser et de sensibiliser le plus grand nombre de citoyens, afin de les inciter à agir en faveur du développement durable, au quotidien et dans leurs différentes activités. L'objectif était d'expliquer le développement durable au grand public et de leur faire prendre conscience des enjeux.

En juin 2003, un projet de loi constitutionnelle a été établi afin de faire entrer la Charte de l'environnement dans la Constitution française. Cette charte proclame que « *chacun a le droit de vivre dans un environnement équilibré et favorable à sa santé* »⁵⁹. Ce document stipule que la préservation et la limitation des atteintes à l'environnement mais également la réparation des dommages est un devoir pour tous les individus. Après de nombreuses polémiques sur le sujet, le principe de précaution a été également intégré dans cette charte. L'importance de l'éducation et de la formation à l'environnement a été soulignée afin de « *favoriser des comportements plus écologiques et une participation active à la protection de l'environnement* ». La France est la première à donner à la protection de l'environnement et à la promotion du développement durable, un cadre juridique aussi solennel.

L'implication gouvernementale et la législation dans le domaine du développement durable évoluent de plus en plus vite ces dernières années. Ces changements nécessitent également que les enseignements soit adaptés afin de permettre aux étudiants de mettre à jour leurs connaissances.

2.4.2 Approches médiatiques

Les médias, de par leur manière de couvrir et de traiter les événements ont une réelle influence sur la propagation de l'information. Ils peuvent donc jouer un rôle prépondérant dans la diffusion, la compréhension et l'implication des apprenants dans le développement durable. Malheureusement, les médias ont tendance à se focaliser sur les événements ponctuels (Giordan, 2001; Ricard, 2004). Le sensationnalisme reste le mot d'ordre. Les catastrophes de grandes ampleurs quelles soient naturelles ou humaines demeurent le moteur de l'audimat et des ventes. Il est frappant de constater que depuis juin 92 et le sommet de Rio, la problématique environnementale est de plus en plus au cœur de l'actualité médiatique. L'opinion publique a évolué, ce qui favorise l'intérêt des médias et le regain de communications à ce sujet, à moins que ce ne soit le phénomène inverse !

Cependant même si la médiatisation des catastrophes écologiques est de plus en plus importante, les problèmes de pollutions chroniques et peu visuelles sont rarement traités et le concept de développement durable peu abordé. Les événements sont présentés sans lien entre eux, sans vision globale. En effet, même si des thématiques comme la couche d'ozone, la déforestation, le travail des enfants et la mondialisation, sont traitées par les médias, les questions relatives au concept de développement durable dans sa globalité, sont rarement abordées. D'après un communiqué de l'Organisation des Nations Unies⁶⁰, les médias des pays du Nord justifient le fait de ne pas aborder cette thématique en raison de son faible taux d'audience. En effet, les médias considèrent que les populations des pays les plus riches ne se sentent pas directement concernées par les problèmes liés au développement durable.

⁵⁹ <http://www.charte.environnement.gouv.fr/>

⁶⁰ <http://www.un.org/News/fr-press/docs/2002/ENVDEV619.doc.htm>

Dans les pays du sud notamment en Afrique, il semble que les questions de développement et l'impact sur la qualité de vie des populations soient davantage abordées⁶¹. Ces informations sont diffusées car les questions de développement touchent directement les populations visées et donc leur impact est beaucoup plus fort que dans les pays où ces problèmes ne se posent pas.

Il est important de souligner que les médias ne forment pas un moyen de communication uniforme. En effet, selon les pays, le type de médias (audiovisuel, presse écrite, radio...) l'orientation politique, la façon d'appréhender les sujets, les informations véhiculées, peuvent être totalement différentes. Malgré cette diversité, le développement durable reste une thématique très peu abordée. Le principal argument cité pour ne pas traiter le sujet est la concurrence notamment pour les médias américains. Pour les chaînes de télévision américaines, l'audimat est capital, en conséquence, les sujets abordés doivent être avant tout attractifs. Les aspects sensationnels et l'émotionnel constituent la principale trame de réalisation des reportages. Il semble donc que le bien être de l'ensemble de la population de la planète, que la pérennité de l'espèce humaine, que la préservation de la planète et de son écosystème, ne soient pas des sujets suffisamment attractifs au sens médiatique du terme.

Un autre argument pour expliquer le désintérêt face au développement durable est que trop souvent, il n'a pas de sens concret pour les gens. Certains directeurs de quotidiens ou de grandes chaînes de télévision soulignent le fait que l'aspect global et la complexité du concept sont justement à l'origine de la difficulté à traiter ce sujet et de la difficulté à l'intégrer dans les actualités⁶². La notion de durabilité en elle-même est délicate à aborder. Le concept de développement durable fait appel à des événements éloignés dans le temps (durabilité, préservation des espèces vivantes...) et dans l'espace (inégalité Nord/Sud, pollution ubiquistes...) alors que la plupart des médias se focalisent sur les événements locaux et d'actualité.

Aujourd'hui, il semble donc évident que les médias n'accordent que très peu d'intérêt au développement durable. Le terme est pourtant traité mais dans sa forme la plus vague. Certaines notions sont abordées mais sans recul par rapport à la situation, sans vision systémique du problème. Il apparaît donc que pour plusieurs raisons quelles soient justifiées ou non, le développement durable reste un thème auquel les médias ne portent que peu d'intérêt.

La façon de traiter l'information influe donc beaucoup sur la connaissance ou plutôt la méconnaissance de ce concept. Face au développement durable, les apprenants peuvent donc avoir des «a priori», une conception superficielle, ce qui peut dévaloriser l'intérêt ou l'envie de suivre des cours dans ce domaine. Afin de mieux cibler les appréhensions qui pourraient perturber la sensibilisation et la formation, nous allons analyser les notions véhiculées par les médias mais surtout celles retenues par le grand public.

2.4.3 Le grand public face au développement durable

Dans l'optique de passer de la théorie à la pratique, l'investissement de chaque individu afin de parvenir aux changements sociétaux pour évoluer vers le développement durable, est nécessaire (CMED, 1988). Ce rappel émis par la Commission Mondiale pour l'Environnement et le Développement est cependant encore très loin d'être atteint.

⁶¹ <http://www.un.org/News/fr-press/docs/2002/ENVDEV619.doc.htm>

⁶² <http://www.un.org/News/fr-press/docs/2002/ENVDEV619.doc.htm>

Alors que les termes « *écologie* » et « *environnement* » sont bien connus du grand public et généralement amalgamés et assimilés à la protection de la nature, le « *développement durable* » reste une notion floue. A la veille du sommet de Johannesburg, en 2002, près des trois-quarts des Français reconnaissent ne jamais avoir entendu parler de développement durable.

Les personnes les plus informées associent le développement durable à la préservation de l'environnement, mais ne font pas réellement le lien avec la croissance économique et l'équité sociale⁶³.

Afin d'essayer de mieux comprendre quelle est la conception du développement durable des citoyens, un questionnaire a été réalisé auprès de 29 stéphanois interrogés dans la rue en mars 2002 (annexe n°7). Cet échantillon est trop faible pour être considéré comme représentatif mais il permet de mettre en évidence certaines informations intéressantes.

Parmi les personnes interrogées, 14 affirment avoir entendu parler du développement durable contre 15 qui affirment ne pas être informés du tout.

Afin de mieux cerner le niveau d'appréhension de ce concept, nous avons détaillé les différentes catégories de compréhension (figure n° 22). Les personnes qui, en répondant à la première question, déclarent ne pas avoir entendu parler du développement durable sont tout de même 6 à citer quelques notions quand ensuite on leur demande ce que cela leur évoque. Les termes les plus cités ont trait au domaine environnemental (écologie, pollution, eau). Deux personnes ont également cité la dimension temporelle et l'économie. Chacun de ces aspects a été abordé de façon individuelle, aucune de ces personnes n'a cité plusieurs dimensions du développement durable simultanément.

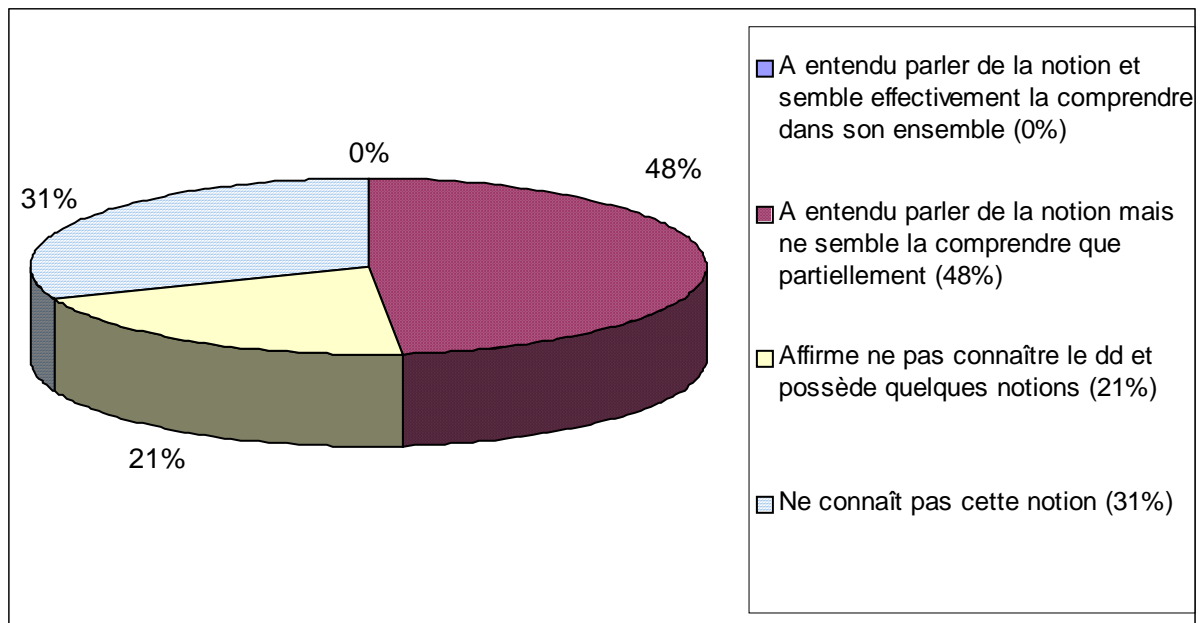


figure n° 22 : Répartition de la compréhension du développement durable pour les 29 personnes interrogées

⁶³ www.environnement.gouv.fr/actua/com2003/developpement_durable

Les personnes ayant déclaré avoir entendu parler de la notion de développement durable citent principalement l'environnement (figure n° 23). Aucune personne ne semble avoir une vision complète du développement durable. En effet, le triptyque du développement durable en y associant la notion temporelle de ce concept n'est pas abordé. Trois personnes ayant entendu parler du développement durable semblent incapables d'y associer une notion ou un mot clef. Les autres personnes qui déclarent avoir entendu parler du développement durable citent les notions suivantes : l'environnement et l'écologie ; le long terme, durable ; la préservation et la gestion des ressources ; la répartition des richesses et les relations Nord/Sud ; l'économie.

Enfin, parmi les personnes ayant des notions concernant ce concept, aucune ne semble effectivement la comprendre dans sa globalité. Seules quelques notions sont citées.

Ces remarques sont concordantes avec l'étude réalisée par Pellaud qui montre également que les individus retiennent souvent un seul pôle du développement durable ou tentent de le raccrocher à une réalité tangible (aide aux pays en voie de développement, les actions écologistes..) (Pellaud et al., 2004).

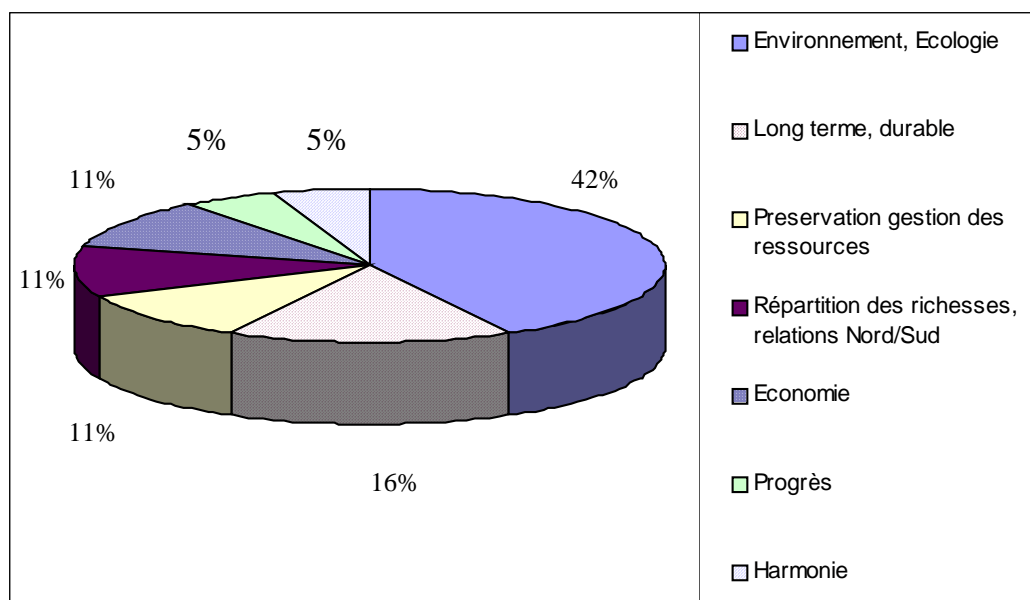


figure n° 23: Représentation des notions citées par les personnes ayant entendu parlé du développement durable

Une question a été posée afin de déterminer quelles sont les principales sources d'informations du grand public concernant cette thématique. Le développement durable semble être véhiculé majoritairement par les médias qui sont cités par 9 personnes sur 14 : principalement la télévision, puis la publicité, Internet et la presse écrite. 2 personnes ont été informées par le biais de leur milieu professionnel et 2 autres dans le cadre de leurs études.

La sensibilisation au développement durable semble encore très partielle. Les sources d'informations citées ne semblent pas forcément efficaces. Comme nous l'avons vu précédemment, les médias qui sont cités comme la principale source d'informations dans ce domaine relaient encore de façon très partielle ce concept. Les autres sources d'information comme la publicité peuvent être très orientées, l'objectif est la vente ou d'amélioration de l'image de marque de l'entreprise, il est donc difficile d'espérer une information objective et complète par ce biais. Seules 2 des personnes interrogées (sur 29 au total) ont été informées par leur milieu professionnel. De la même manière, 2 des personnes interrogées ont été informées par le biais de leurs études. De nombreux progrès restent donc à faire dans le domaine de l'enseignement et de la sensibilisation au développement durable.

Afin d'analyser le niveau d'implication des personnes interrogées nous leur avons demandé qui, selon elles, doit s'impliquer dans la mise en œuvre du développement durable. Les résultats (figure n° 24) montrent que 42% des personnes pensent que tout le monde doit participer. Même si ce chiffre est relativement élevé, la majorité des personnes ayant répondu à cette question délèguent l'implication vis à vis du développement durable à d'autres : politiques, entreprises, scientifiques et milieux associatifs. 41,5 % des personnes n'ont pas répondu à cette question, c'est donc qu'à priori, elles ne se sentent pas concernées. Au total, en cumulant les non réponses et les réponses d'autres instances, 76% des personnes ne pensent pas être impliquées dans la démarche de développement durable.

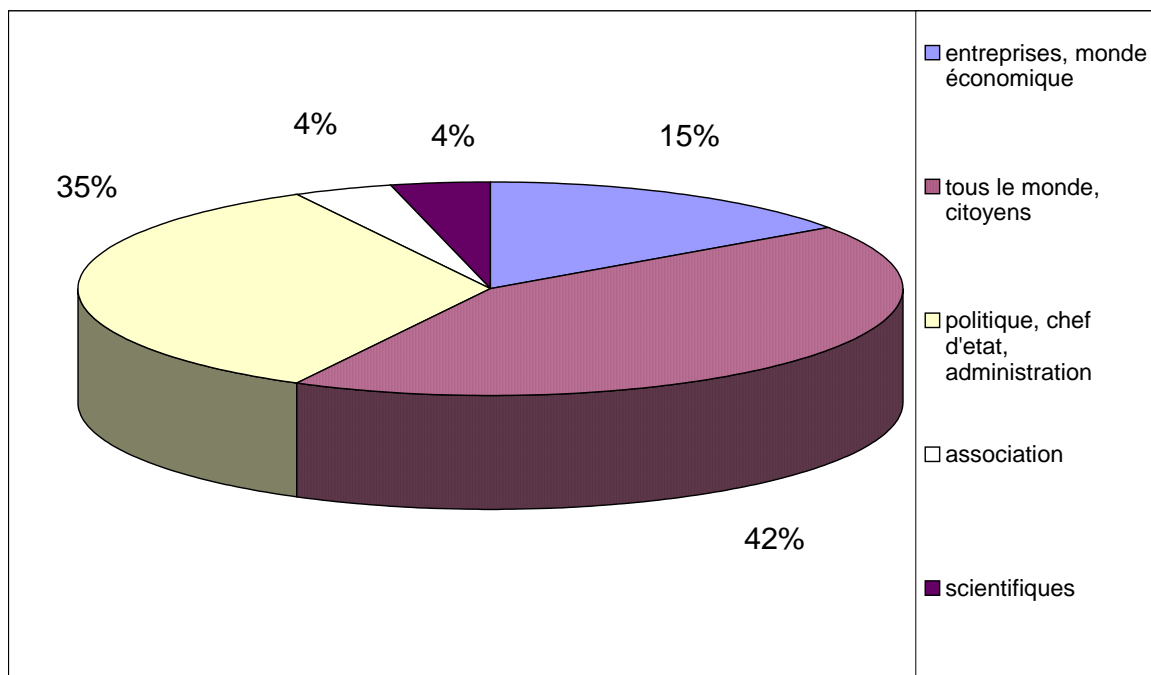


figure n° 24 : Représentation en % des acteurs cités comme devant s'impliquer pour la mise en place du développement durable par les personnes ayant répondu à la question (17/29)

Un sentiment de déresponsabilisation de l'individu face au développement durable en soulignant que l'individu se sent impuissant face à la collectivité, et qu'il délègue les responsabilités à une autre instance généralement politique a déjà été remarqué par plusieurs auteurs (Pellaud et al., 2004; Ricard, 2004).

2.5 Conclusion

A travers les évolutions des modes de pensées de ces dernières années, nous avons vu à quel point le développement durable est devenu incontournable. Cependant, cette notion est complexe, elle implique des réflexions de plus en plus complètes, prenant en compte les dimensions spatiales et temporelles. Cette évolution des perspectives s'accompagne d'une nécessité de gestion holistique des problèmes. Un autre aspect du développement durable rendant ce concept très difficile à cerner est l'évolution constante de cette notion. Comme nous l'avons vu, la définition du développement durable a été modifiée et enrichie. Elle évolue d'autant plus que certaines divergences d'opinion sur le concept persistent. Selon le type d'acteurs impliqués, la façon d'appréhender le développement durable est tout à fait différente (des clés d'entrée différentes, des visions prospectives différentes...). Ce qui aboutit finalement à une multiplication des approches. Le consensus sur le terme n'étant pas de rigueur, ce concept tentaculaire évolue et se transforme au gré des réflexions sur le domaine.

Pellaud a schématisé cette complexité associée au développement durable (figure n° 25) (Pellaud, 2000). Cette représentation confirme bien la difficulté de compréhension inhérente à ce concept où se mêlent à la fois le paradoxal, l'incertain, la complexité, la notion d'interdépendance, la relativité, le temps...

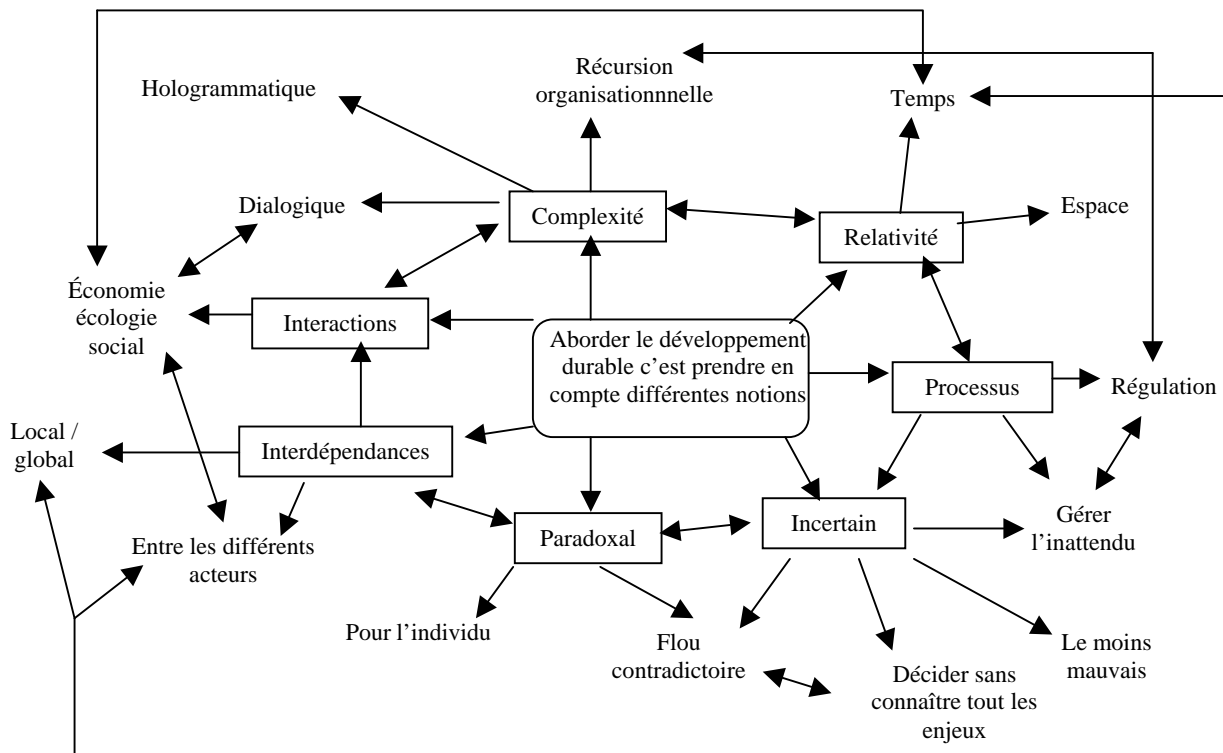


figure n° 25 : La complexité du développement durable d'après Pellaud (2000)

Bien que plusieurs auteurs se soient penchés sur la complexité et les changements sociétaux, il existe très peu de références en ce qui concerne les difficultés liés à l'enseignement de telles thématiques (Pellaud et al., 2004). Cependant, comme nous l'avons mentionné dans cette partie, de réelles difficultés se présentent.

Tout d'abord, amener les étudiants à réfléchir en terme de temps et d'espace, ne correspond pas à un enseignement de connaissances. Pour intégrer cette façon d'appréhender un problème, il faut avant tout comprendre cette nouvelle approche, afin de pouvoir se l'approprier.

Comme nous l'avons vu précédemment, le développement durable est également un concept évolutif. Il ne peut donc pas être enseigné de manière figée puisque les cours d'aujourd'hui ne correspondront plus aux évolutions de demain. L'éducation au développement durable est confrontée à de multiples défis notamment à une nouvelle organisation des processus éducatifs qui doit être envisagée pour tenir compte de la complexification croissante (Denis-Lempereur et al., 1998; Giordan, 2001). Apprendre le développement durable correspondrait donc dans ce cas, à enseigner les notions connues aujourd'hui en prenant soin de les relativiser et surtout de préciser qu'il est nécessaire de continuer à suivre et à comprendre cette évolution. Enseigner le développement durable serait donc aussi apprendre aux élèves à apprendre.

Afin de mieux cerner l'état de l'évolution des enseignements actuellement dispensés, nous verrons premièrement quels sont les cours associés à la notion de développement et quelles sont les modifications majeures de ces enseignements. Nous aborderons ensuite les recommandations internationales et françaises dans le domaine. Puis nous essayerons d'analyser les formations existantes afin d'essayer de dégager les obstacles et les éléments indispensables à la réalisation d'une formation sur le développement durable.

3 Analyse des formations existantes : Disparité et problématique de contenu

3.1 Evolution des formations vers un développement durable ?

Dans les années 50, le développement est perçu uniquement en terme de croissance et de progrès technologiques. Les premiers processus de décolonisation commençant, l'opinion publique occidentale prend alors conscience de l'existence de pays sous-développés. L'éducation au développement se limite alors à des informations sur le tiers monde et le sous-développement. La sensibilisation porte sur la nécessité d'aide que doivent apporter les populations européennes « riches » aux pays « pauvres ». Ces pays sous-développés, considérés comme en retard, par rapport à l'Occident, doivent augmenter leur croissance économique afin d'atteindre le modèle présenté comme idéal : celui de la société de consommation de masse personnifiée dans l'« *American way of life* » (Sierra, 2002). Comme le souligne François Partant, une hiérarchie s'est installée, d'un côté les pays occidentaux prétendent supérieurs, de l'autre les pays en voie de développement supposés inférieurs (Partant, 1983). La colonisation fait place à une domination politique, économique et culturelle. L'hégémonie du modèle de développement occidental est frappante.

A partir des années soixante, la perception et la formation sur le développement évolue. Le sous-développement n'est plus présenté comme un retard mais comme une conséquence de l'exploitation et de la domination de territoires par des pays dit développés (Sierra, 2002). Peu à peu, le vocabulaire est modifié, on évoque le « *Tiers monde* » puis on parle de pays « *sous-développés* », de pays « *en voie de développement* » et enfin les pays « *en développement* » (Gervais, 2002).

Le terme « *d'éducation au développement* » est utilisé depuis la fin des années soixante par l'ONU⁶⁴ et particulièrement par l'UNESCO⁶⁵ qui le définit comme « *l'ensemble des actions entreprises avec le support d'une pédagogie pour permettre la compréhension, par la voie cognitive, des phénomènes d'interdépendance et de solidarité entre population du Nord et du Sud* ». Cette notion d'éducation au développement ne cesse d'évoluer, des réflexions plus profondes, sur ce qui freine le développement de l'homme dans la totalité de ses dimensions sont évoquées (Ledoit, 2002).

En 1973, le premier choc pétrolier va modifier la vision de la suprématie économique des pays du Nord. La participation des populations dans leur propre développement est maintenant mise en avant. Les pratiques pédagogiques évoluent également. Une vision plus critique commence à émerger, on parle maintenant de « *mal-développement* » (Sierra, 2002). L'éducation au développement se complexifie. De nouvelles thématiques sont abordées : les problèmes environnementaux, les conflits, la citoyenneté, la crise alimentaire, la situation des femmes... L'éducation au développement prend alors des aspects plus politisés. Le modèle de développement dominant est alors remis en cause (Sierra, 2002).

Dès 1976, commence une réflexion sur les moyens d'introduction de l'éducation au développement dans le système éducatif français. L'Institut National de Recherche Pédagogique⁶⁶ et le Ministère de la Coopération sont à l'origine de cette étude menée en association avec l'UNICEF⁶⁷ et l'UNESCO (Ledoit, 2002).

Malgré les impulsions des associations et du ministère, les démarches pour mettre en place ce type d'enseignements restent rares. Dans les années quatre-vingt-dix, le désintérêt pour les actions humanitaires, les actions de développement et le Sud est flagrant. Les projets éducatifs abordant l'éducation au développement sont moins financés. Les progrès de l'éducation au développement restent lents (Ledoit, 2002).

Dans les années quatre vingt dix, tout s'accélère ; la révolution informatique permet le développement des moyens de communications. La mondialisation est devenue incontournable, les catastrophes écologiques et sociales se multiplient et font maintenant partie des informations traitées par les médias. L'enseignement du développement se doit de changer de dimension. Le développement durable est aujourd'hui au cœur de l'actualité. Il faudrait maintenant allier dans les enseignements, les aspects économiques (nouveaux échanges commerciaux, mondialisation de l'économie..), les aspects sociaux (inégalité Nord/Sud, solidarité...), les aspects politiques mais également les aspects environnementaux (Sierra, 2002).

⁶⁴ Organisation des Nations Unies

⁶⁵ Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture

⁶⁶ INRP

⁶⁷ Organisation des Nations unies à vocation humanitaire (The United Nations Children's Fund)

Cependant l'évolution des enseignements est difficile à mettre en place. Les problèmes sociétaux actuels sont toujours présentés aux élèves comme des problèmes de gestion et non comme des conséquences de notre système de production-consommation (Simon, 2002). Pourtant, les formations devraient évoluer, et permettre aux élèves d'avoir une réflexion plus poussée sur les problèmes inhérents aux fondements même de notre société. Certains auteurs, comme Gervais (2002) donnent même une ampleur plus large à l'éducation au développement. Ce type de formation doit être vu selon lui comme un apprentissage de la vie sociale et comme un excellent terrain de réflexion pour redonner le sens des proportions aux jeunes vivants dans une société qui privilégie l'individu autant que l'instant.

L'enseignement devrait être en mesure de permettre aux élèves de créer des liens entre les personnes, la société et l'environnement (Brodhag, 2000; Sylla, 2003). La finalité est donc d'influencer les attitudes et les comportements humains et de provoquer un engagement effectif. Cependant, aux vues de cet objectif, il est légitime de se poser quelques interrogations d'ordre éthique. En effet, quelles sont les limites que ne doivent pas dépasser les formateurs et quelles sont les références morales et responsables qui doivent être divulguées ?

D'après Simon, il faut lutter contre le modèle occidental de développement remis en cause à Rio, pour le danger qu'il représente pour l'humanité entière et la fascination que la société de consommation du Nord exerce souvent sur les pays du Sud (Simon, 2002). Ce qui sous-entendrait d'expliquer à la génération actuelle que le mode de vie adopté jusqu'ici ne peut durer, qu'il doit être totalement réformé. Cependant ce mode de pensée n'est pas un modèle admis par tous, et donc pas réellement diffusé. De plus la question se pose : quel mode de vie proposer ? Si le constat sur les questions posées par notre mode de développement est unanime, il n'en est pas de même pour les réponses que l'on peut y apporter (cf. les différentes appropriations possibles de la notion de développement durable abordées dans le chapitre précédent).

A travers ces différents exemples, il transparaît que l'enseignement du développement semble avoir effectivement évolué et continue d'évoluer. Néanmoins, une véritable modification vers une formation à la notion de développement durable n'est toujours pas une réalité répandue.

3.2 Les recommandations internationales et françaises en matière de formation

3.2.1 Le contexte international

En mars 1990, une conférence mondiale sur l'éducation a eu lieu à Jomtien en Thaïlande. Les principales recommandations émanant de cette conférence avaient pour but d'inciter les pays à essayer de répondre aux besoins éducatifs fondamentaux. Le concept d'Education Pour Tous (EPT) a été introduit avec comme objectif de solliciter l'engagement de la communauté internationale en faveur de l'universalisation de l'éducation primaire et la disparition de l'analphabétisme. Cette conférence était principalement axée sur le droit fondamental à l'éducation en s'appuyant sur la Déclaration Universelle des droits de l'homme (1948), l'article 26 sur le droit à l'éducation. C'était aussi l'occasion de souligner l'importance de permettre à tous (enfants, jeunes et adultes) de répondre à leur besoin d'apprentissage et leur permettre de continuer à apprendre et à évoluer au sein de la société.

Parmi les mesures proposées dans l'Agenda 21, le chapitre 36 souligne l'importance de la promotion de l'éducation vers un développement durable, de la sensibilisation du public et de la formation (CNUED, 1992a). Ce chapitre rappelle le fait que l'éducation revêt une importance critique pour ce qui est de promouvoir un développement durable. Tel qu'il a été défini lors du rapport Brundtland et réaffirmé lors de la conférence de Rio, le développement durable nécessite une participation effective et active de tous. Cette implication de chacun n'est possible que par une formation permettant une prise de conscience des questions écologiques et éthiques, ainsi qu'une compréhension des valeurs, des attitudes et des compétences compatibles avec le développement durable. Ce chapitre de l'Agenda 21 encourage également le développement de méthodes d'enseignement et la recherche de méthodes novatrices adaptées. A travers ce document, il transparaît que des cours interdisciplinaires doivent être développés *« de façon à être accessibles à tous les étudiants car la formation constitue l'un des moyens les plus importants de mise en valeur des ressources humaines et de transition vers un monde plus stable »* (CNUED, 1992a).

A Dakar, en l'an 2000, lors du Forum mondial sur l'éducation, ces recommandations ont été réaffirmées et les finalités de l'éducation pour tous, ont été élargies (UNESCO, 2000). La responsabilité de chaque gouvernement a été mise en avant en matière d'éducation. Par ce forum, il a été souligné qu'il appartient à chaque gouvernement d'élaborer des stratégies visant à intégrer l'environnement et le développement à tous les niveaux de l'enseignement.

Pour faire suite à l'article 36 de l'Agenda 21, l'assemblée générale des Nations Unies a décidé, le 20 décembre 2002, de faire de la période 2005-2014, la Décennie de l'éducation au développement durable. La mise en œuvre de cette décennie devrait commencer par la prise de mesures par l'ensemble des gouvernements afin d'établir des politiques et des actions liées à l'éducation. La Décennie des Nations Unies pour l'éducation en vue du développement durable vise également à renforcer la coopération internationale pour la mise en commun de pratiques, de politiques et de programmes novateurs d'éducation pour le développement durable. L'objectif est de communiquer et de créer des réseaux afin que tous les éducateurs intègrent dans leurs programmes les préoccupations et les objectifs du développement durable. L'UNESCO organisateur de cette Décennie, souligne que le développement durable exige une approche holistique. *« Ce n'est pas un programme nouveau, mais une invitation à repenser nos politiques éducatives, nos programmes et nos pratiques pédagogiques de telle sorte que l'éducation puisse jouer le rôle qui lui revient dans l'élaboration des capacités de tous les membres de la société à travailler ensemble pour construire un avenir durable »* (UNESCO, 2004).

Au vu de ces différentes déclarations et recommandations, il serait possible d'espérer que l'ensemble des recommandations ou au moins une partie soit en place dans les pays en mesure de subvenir aux coûts et aux ressources nécessaires. Qu'en est-il réellement en France ?

3.2.2 La position de la France

Depuis la conférence de Rio, et particulièrement depuis les préparatifs du sommet Rio +10 à Johannesburg, les démarches en faveur de l'éducation au développement durable ne cessent d'abonder. Nombre d'établissements d'enseignement supérieur, de grandes écoles et de formations universitaires se sont investis de la mission de formation au développement durable. Cet objectif, n'est souvent que partiellement atteint. Les formations proposées sont souvent très hétérogènes, et, en grande majorité, se contentent uniquement d'une vulgarisation du concept.

Comme le souligne le Dossier d'information pour Johannesburg réalisé par le ministère de l'écologie et du développement durable, l'éducation au service du développement durable requiert une réforme en profondeur des systèmes éducatifs. L'innovation des pratiques pédagogiques est indispensable (MEDD, 2002). Cependant cette phase d'innovation ne semble pas encore être en place. Actuellement, on assiste plutôt à une multiplication des approches du développement durable. Ce n'est pas le cursus éducatif qui évolue pour intégrer les objectifs du développement durable mais plutôt la définition du développement durable qui évolue pour trouver sa place dans chacun des cursus éducatifs. Que chacun s'approprie le concept semble pertinent, mais le constat final est souvent que chacun possède sa propre définition du développement durable et qu'au final il devient difficile de s'accorder sur la portée du concept en lui-même.

3.3 Situation initiale et problématique de la formation

Les formations et la recherche sur la thématique du développement durable ne cessent de se multiplier à travers le monde. Enseigner le développement durable est devenu incontournable pour la plupart des universités et des écoles. En effet, les élèves formés aujourd'hui doivent correspondre aux attentes des industriels et de la société de demain, c'est à dire être capables de s'adapter aux challenges qui se poseront à la société de demain annoncé par les textes se référant au développement durable (conséquences socio-économique des changements climatiques, risque de pénurie d'eau, d'énergie, d'alimentation, etc.). Cependant, ces discours ressemblent à des déclarations d'intentions, la mise en application reste peu probante. Il semble qu'il soit difficile de permettre aux étudiants d'assimiler une notion aussi vaste et globale pour leur permettre ensuite de l'utiliser à un niveau opérationnel (Hageman et al., 2002).

Bien que la prise de conscience soit déjà ancienne, de nombreux auteurs constatent que des obstacles freinent l'émergence d'une éducation qui lierait environnement et développement dans une perspective globale (Simon, 2002). Le Ministère de l'Éducation Nationale, en collaboration avec le Ministère de l'Écologie a fait figurer l'éducation à l'environnement dans certains contenus de l'enseignement. Un colloque international sur l'éducation à l'environnement pour un développement durable a eu lieu en 2004, à Paris, dans le but de préparer la décennie (2005-2014) de l'ONU sur l'éducation au développement durable. Ce colloque réunissant les principaux acteurs français, francophones dans le domaine de l'éducation à l'environnement et au développement durable a émis plusieurs réflexions (Ricard, 2004). Notamment, la nécessité de développer la formation, le partenariat, l'ancrage dans le territoire et les réseaux assurant le lien entre les acteurs et les ressources.

Pour cela quatre propositions ont été faites :

- *«Insérer des modules "EEDD⁶⁸" et "développement durable", d'une part, dans les formations initiales et continues et d'autre part dans les processus d'évaluation ;*
- *Elaborer des textes - cadres qui favorisent, soutiennent et accompagnent la mise en place et la généralisation de partenariats dans le domaine de l'éducation, de la formation et de l'information relatifs à l'environnement et au développement durable;*
- *Développer des politiques territoriales qui contribuent à faire des territoires un support de l'action éducative et un exemple de politique de développement durable ;*
- *Donner des moyens financiers et humains pour structurer des réseaux existants et développer de nouveaux réseaux pour développer les liens entre les différents acteurs (éducateurs, chercheurs, structures de ressource), à différents niveaux (régional, national, international, francophone, européen)» (Ricard, 2004).*

Cependant, l'approche dominante est naturaliste ; elle est centrée sur l'observation du milieu à travers des expériences scolaires, l'approche par le biais des sciences humaines se fait rarement (Simon, 2002). Une grande partie des formations est cloisonnée ou apporte une vision particulière. Malgré l'ensemble des programmes et des déclarations en faveur du développement de l'éducation au développement durable, plusieurs auteurs constatent qu'aucun changement fondamental n'a eu lieu (Corcoran et al., 2002). Trop souvent l'éducation au développement durable est encore assimilée à l'éducation à l'environnement. La dimension sociale, économique, la vision à long terme et la transdisciplinarité sont souvent occultées ou très légèrement abordées. La plupart des exemples de formations ou sensibilisations actuellement disponibles le confirment.

La mise en place d'une éducation au développement durable, de par son caractère innovant, rencontre de nombreuses difficultés. En effet, les systèmes éducatifs sont souvent rigides, avec un fort cloisonnement disciplinaire, une administration ayant une vision traditionaliste, des problèmes de financement (Simon, 2002; Gervais, 2002). L'hyperspécialisation de chaque discipline est à l'origine d'une mauvaise perception du global qui conduit à l'affaiblissement de la responsabilité (chacun tendant à n'être responsable que de sa tâche spécialisée) ainsi qu'à l'affaiblissement de la solidarité (chacun ne ressentant plus son lien avec ses concitoyens) (Morin, 1999). L'éducation au développement durable doit donc lutter contre cette parcellisation des savoirs, et favoriser la contextualisation.

L'objectif de l'éducation au développement durable est donc particulièrement délicat : il s'agit de mettre en adéquation des savoirs disjoints, morcelés, compartimentés et des réalités ou des problèmes de plus en plus polydisciplinaires, transversaux, multidimensionnels, transnationaux, globaux et planétaires (Morin, 1999).

Malgré la conférence de Rio, très peu de programmes d'éducation au développement intègrent la notion de durabilité (Simon, 2002). Face à la complexité du sujet, les enseignants semblent désarmés. Au niveau primaire et secondaire, les professeurs s'adressent à des associations et des ONG⁶⁹ afin de se décharger totalement de ce type de formations (Simon, 2002). De plus les IUFM⁷⁰ n'ont pas fait évoluer la formation des futurs enseignants.

⁶⁸ Éducation à l'Environnement vers un Développement durable

⁶⁹ Organisations non gouvernementales

⁷⁰ Les Instituts Universitaires de Formation des Maîtres

Les IUFM ayant mis en place des modules intégrant clairement le développement durable, restent en effet, très rares (Simon, 2002) car cette thématique ne figure pas dans les programmes du primaire ni du secondaire (Ricard, 2004). La situation risque donc de mettre beaucoup de temps avant d'évoluer concrètement.

Une circulaire sur la généralisation d'une éducation à l'environnement pour un développement durable (EEDD) a été élaborée par le ministère de l'éducation nationale (De Gaudemar, 2004). Elle s'inscrit dans la stratégie nationale en faveur du développement durable, adoptée par le Gouvernement et vise à intégrer une EEDD pour l'ensemble des élèves en 2004. La totalité des recommandations figurent en annexe n°8.

En ce qui concerne les écoles d'ingénieurs, bien que de nombreuses approches existent pour introduire l'écologie et les principes de développement durable, la formation adéquate est encore mal définie, il s'agit souvent de cours de spécialisations optionnels (Painter, 2003). Il serait probablement approprié que le développement durable soit intégré dans l'ensemble des programmes, cependant cette approche semble très difficile dans le contexte souvent rencontré, c'est à dire des écoles traditionnelles formant des spécialistes dans un domaine (Painter, 2003).

3.4 L'enseignement face au défi du développement durable

Certains auteurs prônent un engagement effectif dans ce domaine. Chastang souligne le fait que l'école ne peut échapper aux transformations nées des révolutions technologiques qui bouleversent les sociétés et rendent les frontières poreuses. « *Le rôle de l'école devrait donc évoluer également afin de permettre aux étudiants d'échapper à une vision télévisée du monde et de poser les bases d'une nouvelle civilité* » (Chastang, 2002). Dans le même ordre d'idée, il semblerait pertinent d'arrêter d'orienter les cours en présentant les conséquences des problèmes sociétaux (la faim, la misère, les catastrophes écologiques...) ; il faudrait pousser les étudiants à avoir une réflexion sur les causes de ces problèmes. Ce qui sous-entend finalement de remettre en cause les fondements de notre société (Sierra, 2002).

Edgar Morin souligne également cette remise en cause. Selon lui, le système d'éducation du futur doit reconnaître le principe d'incertitude rationnel. C'est à dire permettre aux élèves de ne pas tomber dans une illusion rationalisatrice. L'éducation doit en effet leur permettre de comprendre que tout ne peut pas être déterminé, organisé suivant des calculs ou des raisonnements. Ce qui sous-entend que cette nouvelle forme d'éducation doit inciter les élèves à une vigilance autocritique (Morin, 1999).

Ce nouveau type de formation inclurait donc de donner aux élèves la possibilité de se positionner par rapport à leurs devoirs civiques, leurs propres convictions et à leur sens de la morale et de l'éthique. Cependant, atteindre ces objectifs implique une réforme intrinsèque du système éducatif en lui-même, ce qui semble particulièrement difficile. En effet, comme le souligne Morin (1999) un certain conformisme cognitif demeure c'est ce qu'il qualifie « *d'imprinting culturel* ». Il faudrait donc enseigner l'incertitude pour lutter contre le déterminisme des paradigmes et des modèles explicatifs.

Cependant, réformer ainsi l'orientation des schémas de pensée n'est pas sans conséquences et peut être perturbante. En effet, l'étudiant doit alors faire face à cette apparente cacophonie qui fait entrer en contradiction son avenir professionnel et l'avenir de la planète (Tauty, 2002).

3.5 Les formations existantes : types de formations, objectifs pédagogiques

Bien que l'éducation au développement durable soit envisagée comme une nécessité, la généralisation de cet enseignement est loin d'être réelle (Giordan, 2001). Que ce soit en France ou à l'étranger, les formations dans ce domaine restent peu nombreuses (Thomas, 2004).

La plupart des universités et des grandes écoles françaises propose maintenant des formations au développement durable. L'enseignement proposé est soit un module soit des formations plus spécialisées de type mastère ayant des intitulés tel qu' « *ingénierie du développement durable* », ou même sur la formation de formateur au développement durable (Université de Tours). Un DESS « *Développement durable et territoire montagnard* » (Université de Savoie), un DESS « *Maintenance Urbaine et Développement Durable* » (Université de Marne-La-Vallée), un DEA « *Economie Ecologique, Environnement et Politique du Développement Durable* » (Université de Versailles), un DESS « *Gestion de la planète, Environnement et Développement Durable* » (Université de Nice)... ont également été créés. Chacun de ces cours a son système d'approche pour aborder le concept, chacun à sa manière apporte des éléments permettant à l'élève d'avoir une réflexion sur le sujet. Dans la mesure où aucune information précise n'est disponible sur les méthodes pédagogiques et les notions abordées, il est difficile d'évaluer la pertinence ou le degré des notions apprises suite à ces formations.

Les aspects environnementaux (pollutions, dégradation, protection, diminution des ressources) ont une grande place dans les méthodes d'approche pour sensibiliser au développement durable. Une grande partie des outils a été développée dans une perspective d'éducation relative à l'environnement (ERE). Conscients des limites de cette approche orientée sur l'aspect environnement nature, les spécialistes de l'ERE tendent maintenant à englober une vision plus large et plus pertinente en rapport avec les attentes des sociétés contemporaines (Sauvé, 1997).

En ce qui concerne les écoles d'ingénieur, un débat idéologique reste ouvert : quel est le rôle d'une école d'ingénieurs face à l'éducation au développement durable ? Il est relativement admis qu'il est nécessaire de donner aux élèves une certaine ouverture vers l'international. La plupart des grandes écoles mettent en avant dans leur brochure de présentation cet aspect (L'Ecole Centrale de Paris, l'Ecole Normale Supérieure, l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris...). Cependant, lorsque l'on aborde des thèmes tels que le développement des qualités humaines, l'ouverture d'esprit, l'éthique, la citoyenneté, la responsabilité, l'empathie... la limite d'intervention de l'école dans ce rôle est plus délicate. Traditionnellement les formations visent l'acquisition de connaissances quantifiables. Est-ce qu'un autre type de formation intégrant d'autres paramètres est envisageable ? Est-ce qu'il est souhaitable ? Comment ces deux approches pourraient-elles se compléter ?

Bien que des efforts soient faits dans ce domaine, les cours semblent encore rares ou optionnels. Des questions restent en suspens : Qu'est-ce qu'une formation au développement durable doit apporter à l'élève ? A quel moment intégrer cette thématique dans le cursus des élèves ? Comment intégrer cette thématique de façon pertinente ?

4 Nécessité d'une réflexion pédagogique

4.1 Les difficultés pédagogiques liées au concept

Malgré l'acceptation de l'importance du développement durable dans l'éducation, cette volonté est difficile à traduire en actions concrètes. Plusieurs auteurs soulignent la difficulté à mettre en place des cours relatifs au développement durable (Leal Filho, 2000; Thomas, 2004; Velazquez, 2002). Les obstacles mis en avant pour expliquer ce phénomène sont :

- le concept est trop abstrait, trop distant de la réalité, trop théorique ;
- le concept est trop large ;
- ses implications sur la vie personnelle ne sont pas suffisamment mises en avant ;
- les ressources et coûts nécessaires pour le mettre en place ;
- les difficultés administratives pour le mettre en place ;
- la structure cloisonnée en départements, la rigidité empêche les initiatives interdisciplinaires ;
- l'idée selon laquelle cette thématique n'a pas de base scientifique car elle ne se rattache pas à une discipline préexistante ;
- le développement durable est une thématique trop récente ;
- le concept est pour certain « *une mode* ».

Bien que ces auteurs considèrent que ces arguments soient pour la plupart basés sur des idées fausses, ils n'en demeurent pas moins de réels obstacles.

En plus de ces difficultés, la compréhension même du concept pose des problèmes que nous avons déjà soulevés précédemment : la divergence des approches possibles, l'évolution du concept, les changements de paradigmes que suppose cette approche, la difficulté de transformer une appréhension théorique en approche pragmatique. De plus, ces difficultés de compréhension de la complexité liée au développement durable peuvent également être source de découragement. L'individu peut fortement relativiser sa place et son impact dans le processus global (Pellaud et al., 2004).

Ces difficultés et notamment sur les notions de valeur, d'éthique et de culture inhérentes au concept sont parfois utilisées pour critiquer et signifier le rejet d'une « *éducation pour le développement durable* ». Plusieurs arguments sont avancés, notamment que l'éducation pour le développement durable sous-entend que les élèves adhèrent à ce mode de pensée, alors que « *ce n'est pas dans les missions de l'éducation d'orienter d'une façon particulière le comportement des personnes* » (Disingers, 1990). Un autre point soulevé par Disinger est qu'il n'est pas souhaitable d'orienter les élèves vers un positionnement particulier, car cela va à l'encontre du développement d'un mode de pensée autonome chez les élèves.

En admettant que ces multiples barrières (compréhension de la complexité, positionnement par rapport à ce concept tentaculaire...) soient franchies, rien ne confirme l'impact réel de l'enseignement. D'un point de vue pragmatique, il est important de noter que la prise de conscience et l'augmentation des connaissances dans le domaine du développement durable ne conduira pas automatiquement à des changements de comportements liés à ce domaine (Jucker, 2002). L'impact des formations n'est actuellement mesuré ni en terme d'apprentissage de connaissances, ni en terme de modifications comportementales.

4.2 Les approches suggérées

La formation ciblée sur une thématique si complexe reste un challenge, elle est délicate à mettre en œuvre (Savan et al., 2002). Les stratégies pédagogiques doivent donc être particulièrement réfléchies. Pellaud souligne que pour faire face à la complexité de l'enseignement du développement durable, une rupture avec les acquis antérieurs semble indispensable (Pellaud, 2001). L'éducation au développement durable est perçue comme « *une notion dynamique recouvrant une vision nouvelle de l'éducation, qui cherche à impliquer toute personne* » (UNESCO, 2002). La structure même des instituts de formation devrait évoluer pour s'adapter à ces spécificités (Thomas, 2004). De nombreuses modifications des formations sont suggérées. Notamment, une réorientation de l'ensemble des cours est demandée afin que le développement durable soit intégré de façon systémique et non pas comme une simple implémentation de cours qui ne changerait pas la vision cloisonnée actuelle (Jucker, 2002).

Les formations ne doivent pas être vues comme un produit fini mais comme un processus dynamique qui idéalement répond aux besoins de la société (Savan et al., 2002). Pour cela, l'implication des élèves et des professeurs dans une démarche concrète est souvent signalée comme une approche pertinente. Il paraît essentiel que les élèves soient acteurs de cette formation et non pas receveurs de l'information diffusée par un spécialiste (Jucker, 2002). La mise en place d'initiatives concrètes semble être la meilleure alternative (Leal Filho, 2000). Effectivement, il paraît intéressant de surmonter les difficultés liées au concept considéré comme flou, abstrait, sans impact dans la vie des apprenants... par des études de cas permettant de repositionner le développement durable dans un cadre plus concret.

Le colloque international sur l'éducation à l'environnement pour un développement durable qui a eu lieu à Paris en 2004, a émis plusieurs réflexions (Ricard, 2004). Notamment la nécessité de prôner une éducation à la différence, à l'ouverture, à la tolérance et à la solidarité. Plusieurs pistes pour cette nouvelle démarche éducative ont été proposées :

- des expériences personnelles à vivre concrètement ;
- des clés de compréhension des phénomènes naturels et de l'action humaine ;
- une aide à la prise de conscience, à la capacité à apprendre, échanger, débattre ;
- un apprentissage de l'autonomie et de la responsabilité ;
- un encouragement à la curiosité, au questionnement, au plaisir de comprendre, à la créativité ;
- un contexte favorable au développement de leur personnalité ;
- une mise en relation avec les préoccupations sociales, culturelles et économiques compatible avec le développement durable ;
- la formation des enseignants à cette thématique.

5 Conclusion et validation de l'hypothèse

Après avoir analysé le développement durable sous l'angle du processus évolutif, nous avons pu constater à quel point ce concept est mouvant, transdisciplinaire, et complexe. **Enseigner le développement durable implique beaucoup plus qu'une transmission d'idées nouvelles, c'est inciter les élèves à avoir une réflexion sur la société actuelle, à réfléchir sur les valeurs, sur l'éthique, c'est aussi transmettre une certaine ouverture d'esprit, c'est également permettre aux étudiants de continuer à évoluer, à s'adapter, c'est à dire leur apprendre à apprendre.** Les connaissances amenées aux élèves qui étaient jusqu'alors ciblées dans un domaine particulier (les cours organisés en matière, en modules bien distincts) doivent maintenant être envisagées dans leur ensemble, en prenant en compte les interactions possibles entre tous les éléments étudiés. Cette modification du mode de pensée permettant aux élèves d'avoir **une vision intégrée et transdisciplinaire**, s'oppose à l'approche analytique favorisée par l'enseignement actuel (Pellaud et al., 2004). Enseigner le développement durable correspond donc à des modifications profondes. Tous ces éléments valident donc notre hypothèse n°1 selon laquelle **le développement durable ne peut être assimilé à une connaissance supplémentaire à assimiler, il correspond plutôt à une prise de conscience et à un changement de paradigme.**

Les formations au développement durable ne cessent de se multiplier sans forcément s'appuyer sur une structure pédagogique élaborée. Bien, qu'il y ait différentes possibilités pour l'enseignement du développement durable (Leal Filho, 2002b), il semble incontournable vu la complexité du sujet de mettre au point **des stratégies pédagogiques spécifiques** adaptées à cette thématique singulière. En effet, d'autres modèles cognitifs semblent nécessaires pour faire face à **la multidisciplinarité, l'approche holistique, l'esprit critique, l'apprentissage de la complexité et les autres éléments inhérents au développement durable.** Les modèles d'enseignement basés sur la pensée linéaire, la logique cartésienne et non systémique doivent donc être réformés. L'ensemble de ces remarques confirme donc que le développement durable nécessite pour son enseignement, **une pédagogie particulière adaptée.** Ces changements ne peuvent intervenir sans de nouveaux environnements didactiques spécifiques radicalement différents des processus habituels (Pellaud et al., 2004). Notre hypothèse n° 2 est donc validée, la modification des enseignements visant à une intégration du développement durable ne peut être une simple implémentation, elle nécessite **une réflexion pédagogique innovante ciblée.**

Parmi les premières réflexions sur le sujet, des obstacles à la mise en place d'une nouvelle approche pour l'enseignement du développement durable ont été identifiés. Des suggestions ont également été émises afin de mieux appréhender l'éducation au développement durable. En s'appuyant sur une analyse de la situation actuelle en matière de formation au développement durable et sur les réflexions pédagogiques sur le sujet, nous analyserons ensuite un programme de formation existant pour un public ciblé, les futurs ingénieurs de l'ENSM-SE ainsi que deux autres cours inspirés de ce premier. Nous proposerons ensuite, un outil d'évaluation de la compréhension du développement durable et d'aide à la réalisation de modules de formation à ce concept.

**Partie III : Comment répondre à cette nécessité
d'introduire le développement durable dans les
formations des élèves ingénieurs**

Partie III Comment répondre à cette nécessité d'introduire le développement durable dans les formations des élèves ingénieurs

1 Typologie des nouvelles méthodes pédagogiques

La pédagogie est « *l'art d'enseigner ou les méthodes d'enseignement propres à une discipline, à une matière, à un ordre d'enseignement, à un établissement d'enseignement ou à une philosophie de l'éducation* »⁷¹.

Le modèle traditionnel pédagogique peut être considéré comme un système de transmission et de communication scolaire basé sur une configuration identificatrice. L'activité est centrée autour du professeur qui transmet le savoir, l'ordre établi et la conformité à un modèle (Morandi, 2001). Etant donné les particularités liées au développement durable que nous avons évoquées dans la partie II, ce type d'approche n'est pas adapté pour la formation à ce concept. C'est pourquoi notre étude s'est focalisée sur de nouvelles approches pédagogiques pouvant répondre aux besoins précédemment explicités, notamment : une réflexion systémique, une approche multidisciplinaire, le développement de l'esprit critique, l'apprentissage de la complexité, l'ouverture d'esprit, une réflexion sur la société actuelle, sur les valeurs et sur l'éthique.

1.1 Les nouvelles méthodes pédagogiques

Plus qu'une opposition à l'existant et aux méthodes traditionnelles, les pédagogies nouvelles proposent un refondement et des actions innovantes (Morandi, 2001). Cependant, il n'y a pas de limite stricte entre les méthodes traditionnelles et les méthodes nouvelles. De nombreuses méthodes mixtes coexistent. De plus, parmi ces nouvelles orientations, différents termes sont utilisés : méthode d'éducation nouvelle, pédagogie active, pédagogie par objectif, jeu de rôle, méthode des cas, analyse transactionnelle, approche systémique, etc. Au vu de cette diversité d'appellation, il paraît fastidieux et difficile d'établir une typologie complète des différentes approches pédagogiques nouvelles. Cependant des caractéristiques communes peuvent être distinguées.

1.1.1 L'apprentissage par l'action

Les méthodes traditionnelles, souvent « *passives* » se distinguent des méthodes nouvelles qualifiées d'« *actives* » par les différences entre un « *apprentissage par conditionnement-mémorisation-répétition* » et une formation basée sur le tâtonnement expérimental et expérientiel, sur la construction personnelle de la réponse adaptée, sur la découverte, sur l'action, et la mise en situation (Mucchielli, 1985). Les méthodes actives en pédagogie ont été utilisées à l'origine par les pionniers de l'éducation nouvelle qui souhaitaient rompre avec l'enseignement traditionnel. Actuellement, ce terme recouvre toutes les méthodes qui impliquent l'apprenant et qui tente de lui permettre de construire un savoir à partir d'étude de cas, de jeux de rôle, de mise en situation (Raynal et al., 1997).

⁷¹ <http://www.granddictionnaire.com>

Une pédagogie participative, où les élèves sont actifs est souvent signalée comme étant la plus efficace car l'élève apprend mieux quand il est engagé personnellement dans une action (Denis-Lempereur et al., 1998; Raynal et al., 1997; Mucchielli, 1985). Ces méthodes actives ont pour objectif de favoriser l'autonomie, les initiatives, la motivation et la créativité des apprenants (Mucchielli, 1985; Ancelin-Schützenberger, 1995). Dans cette perspective, l'éducation doit évoluer pour permettre aux élèves de développer les capacités liées à ces objectifs. Une capacité peut être définie comme « *l'intégration de connaissance, de comportement, de qualités personnelles et de compréhension utilisée de façon efficace et appropriée (pas seulement dans des conditions familières et spécifiques mais aussi en réponse à des circonstances nouvelles et évolutives)* » (Stephenson et al., 1991b). Les capacités nécessaires pour les élèves en tant que futurs professionnels sont diverses, par exemple, la prise de décisions appropriées et justifiées, le travail en groupe et la capacité à apprendre de leurs expériences passées dans une société évolutive et diversifiée (Stephenson et al., 1991b).

1.1.2 Le travail en équipe

L'utilité et la nécessité d'apprendre à travailler en équipe sont deux des éléments récurrents dans les nouvelles approches pédagogiques. Plusieurs approches pédagogiques sont basées sur l'intérêt de la participation à un groupe. Par cet aspect, ces méthodes constituent un apprentissage de la vie sociale, de la participation, de la coopération et d'un savoir-être (Mucchielli, 1985; Meirieu, 1993). Plusieurs intérêts ont été remarqués lors des activités de groupe. Le travail de groupe et la coopération entre des individus peut agir sur la prise de conscience de l'individu et sur son sens de l'objectivité (Piaget, 2004). L'apprentissage collectif est également pour les élèves une manière de développer des capacités de communication et de dialogue (Senge et al., 1991). Le travail de groupe stimule l'action, la motivation et augmente la créativité (Noyé et al., 1993). Le travail en équipe est également présenté comme une des conditions indispensables pour former les élèves à la pensée complexe (Clergue, 1997).

1.1.3 La mise en situation

La mise en situation peut s'effectuer de différentes manières. Par exemple, la situation-problème consiste à demander à un élève de réfléchir et d'analyser une question à résoudre. Des outils de simulations ont également été développés, ils valorisent l'auto-apprentissage accordant une grande place à la découverte, à la liberté intellectuelle et au plaisir qui en résulte (Clergue, 1997).

Les mises en situation, et les simulations font appel à des savoir-faire qui ne sont pas utilisés dans les cours traditionnels, ils permettent aux élèves d'expérimenter et de mieux appréhender le réel (Clergue, 1997). Face à ces simulations, les élèves doivent apprendre à gérer les contradictions, les situations évolutives. Ils apprennent ainsi à réajuster leurs objectifs par rapport aux résultats obtenus (Clergue, 1997). En effet, ces méthodes peuvent introduire dans l'activité pédagogique des aspects aléatoires (dans la manière d'aborder l'activité mais également dans les résultats possibles). L'objectif est d'amener l'élève à acquérir des attitudes efficaces, une capacité d'adaptation et une certaine autonomie (Vial, 1986).

1.1.4 La nature de la relation enseignant-élève

Dans la situation traditionnelle (cours magistraux), le modèle d'enseignement repose sur un schéma linéaire. L'enseignant en possession d'un savoir, le transmet à l'élève. La seule interaction possible réside dans les questions posées à l'enseignant. Les nouvelles approches préconisent un changement de la nature des relations entre l'enseignant et l'élève. Mucchielli souligne que le rôle de l'enseignant évolue, son autorité change de nature : le « *maître* » se transforme en médiateur, en animateur, en facilitateur, ou catalyseur (Mucchielli, 1985). L'enseignant doit faciliter l'autonomie des étudiants (Stephenson et al., 1991a). Ces nouveaux aspects, supposent des changements importants dans les structures pédagogiques et changent complètement le rôle de l'enseignant. Ils ne sont donc pas évidents à mettre en place.

La pédagogie centrée sur l'élève est préconisée car elle lui permet une certaine autonomie et une liberté d'action (Clergue, 1997). Ces approches prennent en considération le fait que l'intégration d'un concept nouveau se fait par liaison avec les notions déjà connues (Brien, 2002). L'étudiant doit donc par ces méthodes actives construire son propre savoir et se l'approprier, et non plus se borner à recevoir passivement des connaissances transmises par l'enseignant (Aguirre et al., 2001). L'objectif est que l'étudiant soit responsable et directement impliqué dans sa formation (Stephenson et al., 1991b)

Cette modification de l'approche pédagogique implique également une remise en cause du mode d'évaluation puisque celui ci conditionne en grande partie le comportement des étudiants (Aguirre et al., 2001). Le contrôle dans ce type d'activité doit évoluer car ces activités font intervenir des savoir-être et des capacités difficilement mesurables. L'auto évaluation des individus ou des groupes peut être une approche intéressante (Mucchielli, 1985).

Tous ces aspects constituent une base pour l'élaboration d'une formation adaptée à l'enseignement du développement durable. Cependant, face aux multiples possibilités de méthodes pédagogiques, il est difficile de déterminer quelle est la meilleure pour enseigner le développement durable (Leal Filho, 2002a). La programmation d'une solution pédagogique optimale en fonction de critères établis (les objectifs pédagogiques, le niveau demandé aux élèves, contraintes matérielles, humaines, etc.) s'avère irréalisable (Merieu, 1994). En se basant sur ces aspects caractéristiques des pédagogies innovantes, de multiples approches pédagogiques peuvent donc être envisagées.

1.2 Objectifs pédagogiques pour l'élaboration d'une formation au développement durable

Comme nous l'avons déjà mentionné, le chapitre 36 de l'Agenda 21 concernant la promotion de l'éducation, de la sensibilisation du public et de la formation au développement durable recommande l'insertion de cette thématique à tous les niveaux dans l'éducation (CNUED, 1992a). Cependant étant donné la complexité de cette thématique, les objectifs pédagogiques sont nombreux et vastes (Pruneau et al., 2002). Plusieurs éléments constitutifs du développement durable ont été soulignés dans la partie II. Bien que cette liste évolutive ne soit pas exhaustive, il semble important que l'élaboration d'une formation au développement durable ne néglige pas l'ensemble des points soulevés.

1.2.1 Prendre conscience de la dimension évolutive du concept

Le développement durable est un concept qui a évolué depuis sa création et qui continue d'évoluer. Cet aspect particulier doit donc être intégré dans la méthode d'enseignement utilisée. La formation doit permettre aux élèves de mieux appréhender le fait que le développement durable n'est pas une notion figée. Les élèves devront donc prendre conscience de cette évolution et être capable de s'adapter et de mettre à jour leurs connaissances. Contrairement aux connaissances présentées comme des références, le développement durable doit être présenté comme une notion relative qui peut être comprise de différentes manières selon les personnes concernées et qui peut être abordée différemment en fonction des circonstances.

Les perspectives concernant la durabilité doivent également être intégrées de façon à permettre aux élèves d'avoir des réflexions sur le long terme (McKeown et al., 2004).

1.2.2 Prendre en compte la notion d'incertitude

Le développement durable et notamment le principe de précaution, mettent en avant la nécessité de prendre en compte la notion d'incertitude et d'évaluation des risques. Face aux incertitudes scientifiques et techniques, et au manque de données dans certaines situations, les élèves devront être capables de prendre des décisions. Pour mieux appréhender et gérer les paramètres incertains, les élèves devront également être capables d'analyser des données, de faire preuve d'esprit de synthèse ainsi que d'esprit critique (McKeown et al., 2004). Morin soulignait qu'il est nécessaire de former à une démarche critique et qu'il ne faut pas considérer que la connaissance est « *un procédé linéaire, cumulatif qui avance en faisant de la lumière là où auparavant régnait l'obscurité, ignorant que l'effet de toute lumière est aussi de produire des ombres* » (Morin et al., 2003). L'enseignement doit donc aider les élèves à comprendre les incertitudes liées à notre connaissance partielle du réel, à l'imprédictibilité à long terme, mais également au changement de contextes et aux modifications dues aux aléas (Morin, 1999). Notre société est caractérisée par le changement accéléré, par l'explosion de connaissances d'informations. En conséquence l'éducation doit permettre de préparer des individus à remplir des fonctions indéterminées dans des situations imprévisibles (Chamberland et al., 1996).

1.2.3 Prendre en compte les divergences d'acceptation

L'appropriation du développement durable par des acteurs aux points de vue divergents conduit à des acceptations multiples du développement durable. La formation à cette thématique doit donc permettre aux élèves de comprendre ces différents points de vue, de se positionner par rapport à ces approches, mais également d'être capables d'écouter des avis divergents des leurs. Le principe de gouvernance doit donc être intégré, c'est à dire permettre aux élèves de comprendre la nécessité d'identifier et de prendre en compte l'avis de l'ensemble des parties prenantes (Strandberg et al., 2001). Senge souligne l'importance de l'ouverture d'esprit qui implique une modification dans les interactions entre les personnes, mais également pour les élèves une remise en question de leurs propres hypothèses (Senge et al., 1991). Selon Morin, l'enseignement doit également permettre aux élèves de reconnaître que la diversité culturelle est inhérente à l'être humain (Morin, 1999).

Pour pouvoir aborder ces aspects, les apprenants devront donc apprendre à dialoguer à échanger et à débattre (Ricard, 2004). Vu la complexité des thèmes abordés, les élèves devront également gérer des situations paradoxales et prendre en compte les contradictions.

1.2.4 Acquérir un mode de pensée systémique

La spécialisation en disciplines et domaines d'études distincts, conduit à un cloisonnement et à un morcellement du savoir. Les livres utilisés en éducation restent spécialisés dans une discipline, ils abordent rarement la dimension interdisciplinaire (Boersema et al., 2001). Cependant pour faire face à la complexification croissante de nos sociétés, l'enseignement va devoir évoluer pour permettre aux élèves de développer des aptitudes à globaliser et à contextualiser (Morin, 1999). Appréhender le développement durable comme nous l'avons vu suppose pour les élèves de développer une approche holistique, ils doivent se détacher de leur mode de pensée linéaire. Pour faire face à la complexité, il est nécessaire d'aider les élèves à développer un mode de pensée systémique qui fasse toutefois appel à des méthodes rigoureuses de traitement des problèmes. Cette approche consiste à analyser les phénomènes dans leur intégralité, d'étudier les inter-relations plutôt que les éléments individuels et d'observer les processus de changement (Senge et al., 1991).

1.2.5 Introduire une réflexion éthique

La thématique abordée par le développement durable implique pour les élèves une réflexion sur la société actuelle et son évolution. L'éthique doit être abordée de façon à permettre aux élèves de trouver leur propre positionnement par rapport à la thématique abordée. Ces considérations doivent faire l'objet d'une approche particulière puisqu'elles sont singulières pour chaque individu et ne peuvent donc faire l'objet d'un cours qui serait orienté en fonction des présupposés de l'enseignant.

1.2.6 Aborder la notion de responsabilité

Le questionnement sur les valeurs au sens philosophique et socioculturel du terme amène également une réflexion sur la notion de responsabilité. La formation au développement durable devra donc permettre de soulever des interrogations sur la notion de responsabilité collective et individuelle.

1.2.7 Envisager le changement de paradigme

Le développement durable est présenté comme un changement de paradigme, ce qui sous-entend pour les élèves de modifier complètement leurs connaissances et leur cadre de références. Cependant, changer de conception n'est pas un processus simple (Giordan, 1998). Le savoir en place rejette toutes les idées qui ne sont pas en syntonie (c'est à dire que le capteur et l'émetteur ne sont pas sur la même longueur d'onde). Si l'information reçue ébranle trop la perception du monde qu'a l'apprenant, ce dernier risque de préférer renoncer. Il peut également mémoriser l'information mais jamais ne la remobiliser (Giordan, 1998). La formation au développement durable devra donc prendre en compte ces considérations pour permettre aux élèves de modifier leur cadre de référence et d'aborder le concept de développement durable avec un œil neuf.

1.2.8 Transformer de façon pragmatique une notion théorique

Bien que le développement durable soit de plus en plus médiatisé, de plus en plus utilisé comme référence (gouvernementale, législative, industrielle, etc.), ce concept est encore peu abordé d'un point de vue pragmatique. L'objectif d'une formation au développement durable est donc de permettre aux étudiants de comprendre cette notion complexe, mais surtout de transformer cette complexité théorique en action concrète et en démarche pertinente.

D'autres objectifs pourraient bien sûr, compléter cette liste qui ne se veut pas exhaustive. Ces objectifs pédagogiques sont liés au concept théorique de développement durable en lui-même. Ils restent des objectifs généraux qui doivent être précisés et adaptés à la situation éducative à laquelle est confronté l'enseignant. En effet l'éducation au développement durable peut aussi s'inscrire dans une démarche d'ouverture, de tolérance, de solidarité, de curiosité et de questionnement... (Ricard, 2004).

1.3 Choix de l'utilisation des jeux de rôle

Les particularités du développement durable développées dans la partie II, nous ont amené à conclure sur la nécessité d'élaborer d'une formation spécifique prenant en compte les dimensions évoquées. Les objectifs pédagogiques préalablement définis, nous conduisent donc à suggérer une structure de formation laissant à l'élève une certaine liberté dans sa façon d'appréhender le développement durable, tout en lui permettant d'aborder ce concept dans toutes ses dimensions et dans sa complexité intrinsèque.

Prenant en compte ces éléments, le jeu de rôle, une approche qui allie à la fois la complexité, la mise en situation, le travail en groupe, l'autonomie et l'action de l'élève est apparu aux enseignants de l'ENSM-SE comme particulièrement pertinente au regard de leurs objectifs pour le module « *développement durable* ».

Le jeu de rôle est une improvisation à partir d'un scénario. Cette technique qui peut être utilisée dans un but thérapeutique est également utilisée en pédagogie pour les apprentissages sociaux (technique de vente, animation, accueil, etc.) ainsi que pour la formation d'adultes (Raynal et al., 1997).

1.3.1 Aborder la notion de concept évolutif grâce au jeu de rôles

Les jeux de rôles s'inscrivent dans ce courant de pensée qui émet l'hypothèse qu'apprendre à apprendre est plus important que l'accumulation de connaissances pour faire face à un monde caractérisé par une accélération des changements et une explosion des connaissances (Chamberland et al., 1996).

Le jeu de rôle construit à partir d'un scénario structuré va évoluer en fonction des participants et de leurs interventions. Il permet ainsi aux apprenants d'acquérir des savoir-faire relationnels, une meilleure connaissance et une maîtrise des situations difficiles (Ancelin-Schützenberger, 1995). Les participants doivent en effet s'adapter en fonction des circonstances qui se présentent à eux. Ce type d'activité va être l'occasion pour les apprenants de se préparer à des situations nouvelles ou futures (Ancelin-Schützenberger, 1995). De par son côté évolutif et non prédictif le jeu de rôle peut permettre aux étudiants de mieux appréhender des situations mouvantes et des concepts variables.

1.3.2 Le jeu de rôle comme outil permettant d'aborder la notion d'incertitudes

Le jeu de rôle suppose des interactions et des échanges entre les élèves. Les débats permettent de développer un esprit critique, la recherche d'argumentaire, et l'emploi d'approches très différentes d'un point de vue stratégique (Velazquez, 2002; UNESCO, 2002). L'argumentation et les discussions entre les élèves peuvent favoriser l'acquisition de connaissances, d'attitudes et de compétences (Brien, 2002). En effet, pour pouvoir structurer leur argumentaire les élèves vont devoir analyser des documents, rechercher des informations, et donc faire preuve d'esprit de synthèse. Lors des discussions, les participants vont être confrontés à des informations divergentes, des situations où les informations ne sont pas disponibles. Les jeux de rôle peuvent donc être utilisés de façon à placer les étudiants en situation où ils doivent faire face aux incertitudes et à l'asymétrie d'information.

1.3.3 Le jeu de rôle pour la prise en compte des divergences d'acceptation

Les mises en situation inhérentes au jeu de rôle sont organisées autour d'un problème et amènent les participants à se percevoir par rapport à celui-ci et à comprendre la position, les sentiments et les attitudes des autres (Chamberland et al., 1996). En effet, le jeu suppose une circulation d'informations et des interactions entre les joueurs. Les étudiants pourront être confrontés à des points de vue provenant de disciplines différentes et de cultures différentes (Eagan et al., 2002). Ils peuvent ainsi partager leur façon de comprendre une situation (Wenzler et al., 1999). Cette activité sensibilise l'apprenant, tout en le rendant empathique, elle permet une certaine ouverture d'esprit (Chamberland et al., 1996).

Les controverses et les débats qui ont lieu lors des jeux de rôle ne se réduisent pas à de simples batailles d'idées, ils constituent un dispositif d'exploration. Ils favorisent l'enrichissement et la transformation des projets et des enjeux initiaux, permettant simultanément la reformulation des problèmes et plus largement, la redéfinition des objectifs poursuivis (Callon et al., 2001). Les controverses permettent également de concevoir et d'éprouver des projets et des solutions qui intègrent une pluralité de point de vue, de demandes et d'attentes (Callon et al., 2001). Cette prise en compte passe par des négociations et des compromis successifs. En effet, chacun est invité à entendre les autres, à répondre précisément à leurs arguments et à formuler des contre-propositions. Les échanges permettent de corriger les fausses interprétations, de compléter ce qui n'a pas été bien perçu (Noyé et al., 1993). La controverse permet de dépasser l'opposition élémentaire entre les défenseurs de l'intérêt général et les défenseurs des intérêts égoïstes. La controverse permet de réviser ses propres positions et d'aborder une situation de façon nouvelle (Callon et al., 2001). Cet aspect peut être particulièrement pertinent pour comprendre la notion de gouvernance, de parties prenantes et d'acteurs faibles.

1.3.4 L'utilisation du jeu de rôle pour acquérir un mode de pensée systémique

Les jeux de rôles constituent une structure pédagogique qui permet d'appréhender des problèmes complexes (Doyle et al., 2000; Petranek, 1994; Clergue, 1997). En effet, dans un jeu de simulation, les joueurs sont amenés à prendre des initiatives individuelles ou collectives pour maîtriser des situations évolutives ou imprévues. Dans ces exercices, les savoirs ne sont pas déclinés de façon linéaire mais font l'objet d'une approche complexe (Dalongeville et al., 2000). Les jeux de simulation incitent à penser en terme de systèmes, de relation, de processus dynamiques plutôt qu'en terme d'évènements isolés. L'approche systémique est favorisée (Chamberland et al., 1996).

Le jeu de rôle est l'occasion pour l'étudiant de découvrir par lui même les concepts reliés à l'objet d'étude, car il est appelé à chercher activement l'information plutôt qu'à attendre qu'elle ne lui parvienne. Une des caractéristiques des jeux et simulations est de permettre de travailler sur plusieurs objectifs simultanément (Chamberland et al., 1996).

1.3.5 L'intérêt du jeu de rôle pour aborder les notions d'éthique

Le jeu de rôle peut aussi stimuler l'expression de l'individu en faisant appel à ses valeurs et à ses idées personnelles. Les jeux de rôle sont souvent vus comme d'excellents outils pour étudier les problèmes de relations humaines et de communication dans une perspective de recherche de solutions (Chamberland et al., 1996). L'étudiant est confronté à des prises de position, à des questionnements sur ses valeurs, il doit s'investir, donner son avis. Les réflexions sur la notion d'éthique sur le positionnement de valeur par rapport à un rôle à jouer peuvent être suscitées par un débriefing collectif à la fin du jeu.

1.3.6 L'utilisation du jeu de rôle pour aborder la notion de responsabilité

Les jeux sont des outils d'apprentissage actifs par excellence (Corbeil, 1995). Ils permettent aux étudiants de développer des aptitudes à prendre des décisions et à résoudre des problèmes (Cox, 1999). En effet, dans les jeux de simulation, les participants doivent prendre des décisions et faire face aux conséquences de leurs décisions (Torres et al., 2000). C'est une des premières étapes pour confronter les élèves à la notion de responsabilité. Grâce au jeu de rôle « *l'enseigné-passif-spectateur* » se transforme en « *enseigné-actif-participant-acteur* » prenant en charge sa formation (Chamberland et al., 1996).

1.3.7 Les changements de paradigme possibles grâce au jeu de rôle

Le jeu de rôle permet un apprentissage par l'action et l'observation. Il permet également une prise de conscience et une remise en question des apprenants (Courau, 1993). Les jeux de rôle donnent l'opportunité aux élèves de découvrir de nouvelles approches de nouvelles visions où de multiples dimensions interviennent (Corbeil et al., 1994). Cette approche peut contribuer à des changements fondamentaux dans les perspectives des étudiants, elle peut leur permettre de changer de paradigmes et de changer leurs perspectives par rapport au développement durable (Meadows, 1999; Torres et al., 2000).

1.3.8 La concrétisation des notions théoriques grâce au jeu de rôle

Le jeu de rôle peut placer les élèves dans une situation proche de celles qu'ils auront à aborder dans le cadre professionnel. Ils doivent réagir de manière fictive sur des problèmes concrets. Ce type d'exercice permet donc aux élèves d'expérimenter et de mieux comprendre le réel (Clergue, 1997). Le jeu de rôle peut donc contribuer à les aider à passer des notions théoriques abordées en cours à une approche plus concrète qu'ils pourront appliquer ensuite.

1.3.9 Autres aspects liés à l'utilisation des jeux de rôle

Les domaines liés à la communication sont souvent cités comme un des apports importants du jeu de rôle. Cette activité permet de stimuler la spontanéité et la créativité et de développer des compétences en communication (Ancelin-Schützenberger, 1995; Meadows, 1999). La structure du jeu de rôle est très souple, le participant doit souvent prendre beaucoup d'initiatives (Chamberland et al., 1996). En jouant, dans le cadre d'un groupe, des situations problématiques, l'élève peut prendre conscience de la façon dont il communique avec autrui, et découvrir de nouveaux comportements mieux adaptés au contexte social dans lequel il évolue (Edmond, 1996). Le jeu de rôle peut parfois être perçu comme une initiation à la résolution de conflits (Ancelin-Schützenberger, 1995).

Les recherches bibliographiques menées par les élèves dans certains jeux de rôle peuvent se révéler très riches en retombées. Le jeu de rôle est perçu comme une approche motivante qui favorise donc l'apprentissage (Chamberland et al., 1996). L'expression orale des élèves est également un moyen de clarification de la pensée et d'assimilation (Noyé et al., 1993).

1.3.10 Limite de cette méthode

Bien que de nombreux auteurs soulignent l'intérêt pédagogique des jeux de rôles, ceux-ci sont encore peu utilisés. Le scepticisme quand au transfert de connaissances par le biais des jeux de rôle est toujours évoqué (Torres et al., 2000; Washbush et al., 1998). La simulation et le jeu de rôle sont l'objet de nombreux ouvrages, mais il n'y a aucun consensus sur le sujet (Chamberland et al., 1996). Le jeu est une notion ouverte, polysémique et parfois ambiguë. Les sens du mot jeu semblent parfois être antinomiques à toutes références éducatives (Brougère, 1995). Le jeu est présenté parfois comme s'opposant au travail (à cette forme spécifique que constitue le travail scolaire). L'apport des jeux en éducation est donc à préciser car la seule stimulation de la motivation pour le jeu ne suffit pas à l'apprentissage (Brougère, 1995). Le jeu de rôle comme outil pédagogique doit donc être inséré dans une logique réfléchie et établie en fonction d'objectifs. Il doit s'accompagner d'une stratégie pédagogique permettant une formalisation des notions abordées mais aussi une décontextualisation. En effet, la simulation seule peut véhiculer une image édulcorée de la réalité (Clergue, 1997).

Afin d'apporter un élément de réponse à ces questionnements sur l'intérêt pédagogique, Chamberland souligne l'intérêt du débriefing (Chamberland et al., 1996). Le débriefing peut être traduit par « *retour-synthèse* ». C'est une discussion réalisée juste après le jeu. Le débriefing est une étape généralement très riche en retombées pédagogiques. L'objectif est de fournir aux étudiants l'occasion de réfléchir sur leur expérience et d'en tirer des conclusions utiles pour leur compréhension de la réalité.

Plusieurs étapes sont préconisées (Chamberland et al., 1996) :

- la catharsis (libération des émotions) : les participants expriment leurs sentiments ;
- la description : ce qui s'est passé, quand et comment ;
- l'analyse : la relation entre l'activité et le monde réel ;
- la généralisation : une fois le parallèle avec la réalité établi, il est possible de transmettre un supplément d'informations sur le sujet.

Il est important de souligner que l'utilisation des jeux de rôle pose plusieurs contraintes. D'un point de vue matériel et organisationnel, l'animation demande beaucoup de temps et demande à l'enseignant, des capacités d'animation et d'adaptation. Pour que le jeu de rôle puisse se dérouler dans de bonnes conditions plusieurs éléments sont nécessaires : des locaux suffisamment grands avec une structure qui favorise les échanges entre les étudiants (souvent l'espace nécessaire est beaucoup plus grand que pour un cours traditionnel). Un bon encadrement tout au long du jeu est également nécessaire. L'animation de ce type d'activité est relativement délicate. L'animateur doit réussir à favoriser un bon déroulement sans diriger le jeu ou le contrôler afin de laisser aux intervenants une certaine liberté. Mais pour maintenir une bonne dynamique, il doit rester attentif et prêt à intervenir (Chamberland et al., 1996). L'animateur doit être capable de s'adapter aux modifications de scénario du jeu amené par les participants. La compétition engendrée par la structure du jeu de rôle peut amener de l'animosité, les différences de personnalités (timide, volubile...) peuvent aussi contribuer à déséquilibrer le jeu. Certains élèves peuvent être négatifs, trop gênés ou trop frivoles pour participer efficacement (Chamberland et al., 1996). L'animateur doit donc faire preuve de qualités spécifiques à l'animation de groupe.

L'intérêt des jeux de rôle est noté par de nombreux auteurs, cependant il est intéressant de noter que même si les jeux de rôle fournissent aux participants des apports non fournis par les cours traditionnels, ils ne se substituent pas totalement à ce type de cours, les apports étant différents (Doyle et al., 2000).

2 Etude de cas

La première étape de ce travail a consisté à analyser une formation développée au sein de l'ENSM-SE, et basée sur l'utilisation d'un jeu de rôle. Dans le cadre de cette première étape d'analyse et d'observation, une évaluation de la formation par les étudiants a été réalisée, mais également un bilan pédagogique afin de dégager des pistes de réflexion pour développer d'autres supports de formations adaptés à différents publics. Nous avons pu ainsi développer une formation au concept de développement durable adapté à des techniciens de l'équipement. Suite aux bilans obtenus, et aux perspectives d'améliorations dégagées, une formation adaptée pour les élèves de DESS a été proposée. Elle sera présentée ainsi que le bilan pédagogique issu de cette troisième approche.

2.1 Simulation pédagogique et conduite de projet à l'ENSM-SE

L'Ecole Nationale Supérieure des Mines de St-Etienne développe depuis 1975 des simulateurs pédagogiques de conduite de projet. « *Un simulateur est un environnement technique ou humain dynamique doté de point d'interaction sur lesquels des opérateurs peuvent agir pour provoquer, observer ou contrôler les évolutions de cet environnement. Dans le cas d'un simulateur pédagogique, le but est de développer certaines compétences des apprenants en les plaçant en situation d'opérateur* » (Crampes et al., 1999).

Ce thème de recherche développé par le Professeur Davoine, avait pour objectif de fournir aux élèves ingénieurs une expérience dans la gestion d'un projet dans le domaine de l'eau. Ce type d'exercice était organisé sous forme d'un jeu de rôle basé sur une simulation informatique. Les élèves devaient, durant cette formation, apprendre à tenir compte des aspects techniques, économiques et sociaux inhérents à la conduite de projet.

Le premier jeu développé proposait aux utilisateurs de réaliser et d'exploiter un réseau de distribution d'eau potable en tenant compte des contraintes liées à la distribution. Ce jeu, Water game, a été utilisé de 1975 à 1989 (l'évolution informatique l'a rendu ensuite obsolète). Le deuxième jeu développé était un Modèle Intégré de Stratégie de l'Eau (MISE). Ce simulateur pédagogique créé en 1981, permettait aux élèves de prospecter de nouvelles sources d'eau potable, de réaliser et d'exploiter le nouveau réseau de distribution (Graillot, 1986). Cet outil de simulation fournissait aux élèves les connaissances indispensables à la conduite de ce projet. Les phases techniques du projet étaient modélisées à l'aide de logiciels spécifiques. Des aléas étaient également intégrés dans cette simulation afin de permettre aux élèves de mieux appréhender les imprévus liés à la conduite de projet (Graillot et al., 1986). La participation d'experts dans les différents domaines concernés pendant le déroulement du jeu de rôles contribuait à l'enrichissement des simulations. Un troisième simulateur sur cette même thématique du réseau d'assainissement d'eau a été développé en 1989 : PROMISE (Cres, 1989). Ce simulateur plus complet modélise le déroulement d'un projet en tenant compte des liens et des interférences entre les différentes composantes de ce projet. Les enchaînements des étapes sont automatisés, un archivage de l'historique du projet est prévu, ce qui permet une formalisation sous forme de base de connaissances. L'élève peut donc prendre du recul sur l'ensemble des étapes du projet et ainsi mieux comprendre son déroulement.

Ces méthodes de pédagogie active développées pour la formation des élèves ingénieurs avaient plusieurs objectifs. L'objectif principal était de former les élèves ingénieurs à la conduite de projet, de leur permettre d'acquérir des connaissances fondamentales, de développer des savoirs-faire (Baillon, 1999). Ce type d'activité, avait également pour but de permettre l'apprentissage du travail en groupe, la prise en compte de la notion de responsabilité, la gestion d'une situation évolutive ainsi que la prise en compte d'un projet dans sa globalité. Les expériences du centre SITE dans le domaine des simulateurs pédagogiques ont constitué une base solide de réflexion pour le choix d'un modèle pédagogique adapté à l'enseignement du développement durable.

2.2 Jeu de rôle développé pour les élèves ingénieur des Mines

L'option Environnement de troisième année du cursus Ingénieur Civil des Mines propose un module de formation sur le développement durable. L'objectif est de présenter aux élèves-ingénieurs, l'historique, les outils de mise en œuvre et d'évaluation ainsi que les limites de la notion de développement durable. Ce module de formation d'une durée de 30 heures consacrait 10 heures à des cours théoriques sur le développement durable et l'analyse multicritère (en 2002). Les 20 heures restantes étaient consacrées au déroulement du jeu de rôle (du travail extra-scolaire est également nécessaire). La structuration ainsi que l'application à aujourd'hui évoluée en fonction des retours d'expérience réalisés. L'utilisation d'un jeu de rôle a pour objectif d'apporter aux élèves une vision concrète des enjeux introduits par le développement durable dans un projet industriel⁷².

⁷² Fortin, Julie (2003). "Formation sur le développement durable dans un contexte de projets industriel". Rapport de maîtrise « Sciences de l'environnement », Université du Québec à Montréal.

2.2.1 Description générale du jeu de rôle

Les élèves étaient répartis en plusieurs équipes simulant chacun un groupe d'acteurs concernés par un même projet industriel. L'objectif assigné aux joueurs était d'élaborer une grille d'analyse multicritères permettant au groupe de choisir entre différents projets proposés par le groupe des industriels. Cette grille devait donc exprimer un consensus entre les différents acteurs par rapport aux divers enjeux qu'ils avaient pu mettre en évidence. Des cours théoriques préalables ont été dispensés aux élèves d'une part sur le développement durable et d'autre part sur les principes de l'analyse multicritère.

La thématique de ce jeu de rôle était basée sur un projet de rachat d'une cimenterie dans la région Rhône-Alpes, plus précisément la vallée d'Azergues⁷³. L'objectif est pour les élèves jouant le rôle d'industriels d'inscrire les projets de l'entreprise dans une démarche de développement durable. Deux problèmes majeurs se posent à eux. Le premier est la mise aux normes réglementaires du site industriel. Le deuxième est la demande qui leur est faite d'intégrer des farines animales comme combustibles. Cette requête fait suite à une demande du Ministère de l'Environnement, mais s'oppose à la volonté de nombreux habitants qui refusent ce projet.

2.2.2 Présentation des groupes d'acteurs

Les élèves sont répartis par tirage au sort en quatre équipes de trois ou quatre étudiants. La répartition des rôles de chacun au sein des groupes est laissée au libre choix des joueurs, après une discussion avec les encadrants.

Afin que les parties prenantes les plus pertinentes soient représentées et que la répartition des groupes crée une dynamique dans les échanges, les quatre groupes suivants ont été formés :

- les industriels,
- les représentants de la société civile,
- les acteurs publics,
- les consultants.

Chaque équipe se voit assigner des objectifs. De plus, des documents sont mis à leur disposition afin qu'elle puisse mieux comprendre leur rôle et les enjeux qui sont associés à la situation simulée. L'équipe des industriels se trouvant au cœur du projet a plusieurs objectifs à atteindre. Elle doit d'abord identifier les principales exigences réglementaires s'appliquant aux installations existantes et à l'incinération des farines animales dans le four de la cimenterie. Elle doit également essayer de comprendre et préciser ce que peut signifier, pour un projet donné, un engagement de développement durable. Pour cela, les industriels doivent identifier différents projets d'aménagements possibles pour faire face aux problématiques existantes, identifier les attentes de leurs parties intéressées et faire valoir les potentialités de l'entreprise en terme de performances économiques, sociales et environnementales.

L'équipe de la société civile devait, quant à elle, faire valoir l'opinion publique et les attentes de la population vis-à-vis du projet industriel.

⁷³ Il s'agit de la situation réelle d'une cimenterie existante

Les acteurs publics avaient pour mission de s'assurer que les industriels respectaient la législation et la politique environnementale de la France. Les acteurs publics devaient également se prononcer sur le projet de valorisation des farines animales par incinération (demande émanant du Ministère de l'Environnement).

L'équipe des Consultants était supposée être un relais d'informations pour aider les autres acteurs à se positionner par rapport aux projets industriels et au développement durable. Les consultants avaient aussi pour mission d'aider les industriels à formaliser leur projet. Pour cela, ils devaient identifier les principes du développement durable et la traduction de ce concept pour les entreprises en synthétisant les exigences de diverses lignes directrices (GRI, AFNOR, WBCSD) et normes ISO.

La figure n° 26 schématise les interactions entre les différents groupes d'acteurs en mettant en perspective le développement durable. Ce jeu de rôle est ciblé autour du projet industriel devant prendre en compte les enjeux du développement durable, en mettant en avant la nécessité de la communication, les principes de précaution de prévention et de participation. Les flèches entre les quatre groupes d'acteurs symbolisent les rencontres et les interactions entre ces différents participants. Les différences d'échelles (temporelle et spatiale) sont également représentées : les enjeux locaux (le projet industriel et les personnes directement concernées), les enjeux globaux (locaux, nationaux et mondiaux) ainsi que les enjeux pour les générations futures.

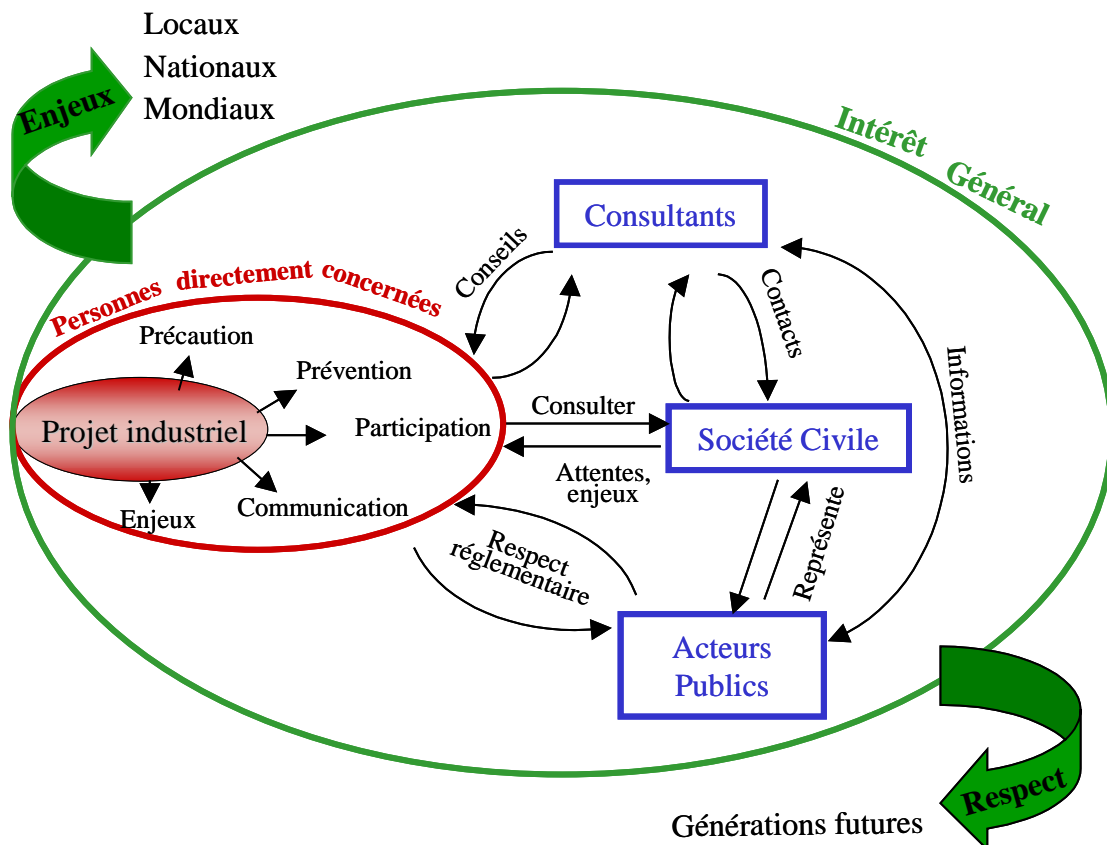


figure n° 26 : Représentation schématique des interactions entre les différents groupes d'acteurs durant le jeu de rôle

2.2.3 Règles du jeu

Chaque équipe dispose d'une salle de travail, de documents fournis au début du jeu, d'un accès à une salle informatique connectée à Internet, d'un accès à la bibliothèque et à des personnes ressources qu'elle a la possibilité de rencontrer autant de fois que cela lui est nécessaire. Les personnes ressources peuvent être des enseignants-chercheurs de l'École ou des professionnels ayant donné leur accord de participation.

Des documents spécifiques à chaque équipe sont fournis. Ces documents sont, par exemple, des rapports de grands groupes du même secteur d'activité, des articles de revues et de journaux, scientifiques ou non, des lignes directrices existantes sur le développement durable, des documents législatifs, ainsi que des données techniques issues du dossier de demande d'autorisation d'exploitation de la cimenterie.

Chaque équipe se trouve donc en possession d'informations ciblées correspondant à leur rôle et n'a pas accès aux documents des autres groupes. Afin de mettre les étudiants en situation d'asymétrie d'information, les documents et les informations fournis aux différents groupes ne sont pas identiques : certains documents mettent en avant des enjeux pas du tout abordés dans l'ensemble des documents diffusés à d'autres groupes. Par exemple, des documents sur le danger des dioxines ont été donnés à la « *société civile* », mais cette menace n'est pas abordée dans le dossier transmis aux industriels. De plus, afin d'obliger les élèves à gérer et synthétiser un volume important d'informations, certains documents, parmi la vingtaine à leur disposition (une centaine de documents écrits ont été attribués en tout), ne sont pas forcément pertinents pour la situation donnée. D'autre part, les joueurs se trouvent également en situation d'informations incomplètes : les dossiers ne contiennent pas l'ensemble des informations nécessaires aux joueurs pour appréhender les enjeux qu'ils mettent en évidence, des recherches complémentaires sur Internet et des contacts téléphoniques éventuels avec des « *acteurs réels* » sont donc nécessaires.

Le volume de document disponible trop important pour pouvoir tout lire en détail, l'asymétrie d'information, l'information incomplète, la complexité et un objectif à atteindre dans un temps limité sont autant d'éléments choisis pour essayer de mettre les élèves dans une situation possédant des caractéristiques proches de celles qu'ils rencontreront dans leur vie professionnelle future. Pour atteindre l'objectif qui leur est assigné et gérer l'information à leur disposition, il est indispensable que les joueurs se répartissent le travail à fournir mais également qu'ils l'identifient correctement. Ils doivent ainsi apprendre à travailler en équipe et sont mis devant la difficulté de se répartir le travail, à faire confiance aux informations identifiées par leurs partenaires et à assurer la cohérence du groupe.

2.2.4 Déroutement du jeu

La première étape consiste pour les étudiants à prendre connaissance des documents et à se répartir les rôles au sein de leur équipe. Pendant cette phase d'appropriation de quelques heures, les étudiants vont pouvoir échanger entre eux au sein de leur groupe et commencer à identifier les enjeux qu'ils considèrent comme prioritaires. Une première ébauche de critères émane de ce travail et constitue les prémices de leur grille d'analyse multicritère. Pendant cette première étape, les encadrants sont très présents afin de s'assurer de la bonne compréhension des objectifs et de l'initiation du processus d'appropriation des rôles.

Au cours du jeu, chaque équipe doit s'entretenir une seule fois avec chacun des trois autres groupes (la durée des rencontres n'est pas limitée dans le temps). Ces rencontres bilatérales sont l'occasion pour les élèves de prendre conscience des enjeux et des attentes d'autres parties intéressées. L'organisation logistique et thématique de ces rencontres est sous la responsabilité des élèves. A l'issue de toutes les rencontres bilatérales, chaque groupe a la possibilité, s'il le souhaite, d'effectuer un appel téléphonique de 15 minutes vers un des autres groupes. Cette limitation des rencontres a pour objectif de leur faire prendre conscience de la difficulté à planifier les rencontres mais aussi de la nécessité d'échanger un maximum d'informations dans un temps limité.

Chaque rencontre est l'occasion pour les groupes de faire évoluer leurs points de vue et leurs critères concernant le développement durable en prenant en considération les attentes et les enjeux des autres parties intéressées.

Une rencontre finale regroupant tous les acteurs est prévue pour clôturer ce jeu de rôle. L'objectif de cette ultime réunion est d'établir une grille d'analyse multicritère commune, afin de l'utiliser pour l'évaluation et la sélection d'un projet industriel qui corresponde au consensus optimal entre les groupes. Pour réaliser cette étape, les équipes doivent nécessairement discuter, argumenter, négocier et coopérer, sur la base des grilles élaborées précédemment.

Plusieurs encadrants (4 enseignants, une doctorante et une stagiaire pour la première réalisation du jeu, mais un nombre plus limité d'encadrants est également possible) interviennent au fur et à mesure du jeu aussi bien lors de la prise de connaissance, lors des rencontres bilatérales ou de la rencontre finale. Leur rôle est de recadrer les élèves afin d'une part, d'expliquer aux élèves les objectifs généraux des groupes d'acteurs et, d'autre part, d'éviter les écarts par rapport aux objectifs ou les dérapages possibles notamment lors des rencontres bilatérales.

2.2.5 Observation des comportements des joueurs

La réalité des débats était frappante, même si les élèves donnent parfois l'impression d'entrer dans un schéma caricatural. Le groupe des « *industriels* » était composé de quatre personnes : un responsable environnement, un responsable développement économique, un responsable de production et un représentant syndical. L'équipe des industriels s'est focalisé surtout sur des questions techniques : quels sont les polluants liés à l'incinération des farines animales ? Quelles sont les solutions techniques permettant d'y remédier ? Ce groupe, malgré ses efforts, était précédé d'une réputation de « *pollueurs intéressés par les bénéfices financiers* ». Cependant, compte-tenu du fait que les joueurs représentant les industriels ne subissent pas de pression directe hiérarchique ou économique qui peuvent les empêcher de prendre en compte les enjeux environnementaux, ils se sont positionnés dans une situation coopérative en tentant de rassurer les autres groupes et en faisant des promesses d'améliorations.

L'équipe des consultants s'est d'abord posée la question de son positionnement par rapport aux autres groupes d'acteurs. Deux possibilités s'offraient à elle :

- référent en matière de développement durable en tant qu'indépendant
- employée par les industriels

Elle a choisi de jouer le rôle d'une firme conseil employée par les industriels. Le groupe a bien compris que son rôle est d'aider les autres acteurs à identifier des besoins dont ils ne sont pas conscients eux-mêmes et à prendre du recul par rapport aux problèmes locaux. Cependant, leur positionnement a conduit les autres groupes à les considérer non comme des médiateurs potentiels (ce qui avait été initialement prévu par les encadrants), mais comme des alliés des industriels, ce qui a discrédité leur conseil : les principes proposés par les consultants (pourtant tirés des normes et référentiels officiels) étaient souvent rejetés par les acteurs publics et surtout la société civile.

Les représentants de la « *société civile* » étaient au nombre de trois. L'un des élèves a représenté une association de protection de l'environnement de renom international (Greenpeace). Le deuxième a représenté les habitants de la commune et le troisième, une association prônant la décroissance soutenable. Ce groupe a rapidement adopté une attitude « *d'agitateurs publics* », et s'est mis dans une position de conflit, plutôt que de coopération, cherchant à trouver des arguments pour mettre les industriels en défaut.

Les « *acteurs publics* » ont choisi de jouer les rôles d'un représentant du service de l'état (DRIRE), d'un représentant de la municipalité où est située la cimenterie et d'un représentant de la région Rhône-Alpes. Ce groupe a adopté une attitude plutôt coopérative et posée, se référant aux textes de loi et cherchant (en particulier au moment de la rencontre finale), à aider les différents joueurs à trouver un consensus. Ainsi, a-t-il bien compris son rôle autant que les attentes des autres groupes. Cependant, ils ont pris en compte de façon non négligeable l'intérêt économique pour leur territoire, par exemple, en offrant à l'entreprise des subventions afin qu'elle reste sur leur zone géographique.

Les joueurs se sont eux-mêmes rapidement posés la question de l'organisation de la dernière séance : répartition des rôles et de l'autorité, organisation du temps, etc. Les « *industriels* » ont spontanément proposé de préparer une présentation orale pour présenter leurs projets. La question de la médiation de la réunion a été plus polémique et a donné l'occasion à de nombreuses discussions et échanges de courriers électroniques. Les joueurs ont finalement choisi de désigner l'un d'entre eux comme médiateur de la discussion. Le médiateur devait ne plus participer en temps qu'acteur, mais animer la réunion finale et faire en sorte que chacun puissent faire valoir ses intérêts. Il est intéressant de constater que c'est l'élève jouant le représentant de l'association prônant la décroissance (qui hésitait quant à sa participation ou non au débat final, du fait de sa position extrême) qui a été choisi comme médiateur.

Cette dernière séance a été la plus difficile et la plus longue même si les élèves sont parvenus à établir une grille d'analyse multicritère commune (figure n° 27). En effet, les grilles de chaque groupe étaient très différentes malgré la prise en compte des enjeux et des attentes des autres équipes. La grande difficulté pour eux a été de faire passer la négociation d'un stade de conflits à une phase de collaboration.

Lors du déroulement du jeu, les indications données par les encadrants pouvaient être différentes : complémentaires, mais parfois contradictoires. Cela a permis de renforcer le niveau de complexité et la mise en situation d'information imparfaite. Les élèves ont été déroutés par cette mise en situation. En effet, ces élèves ingénieurs sont habitués à la résolution de problèmes linéaires pour lesquels ils possèdent toutes les données nécessaires et pour lesquels il leur faut appliquer une méthode précise. Ils ont eu des difficultés à gérer le fait de devoir traiter un volume important de données et d'informations contradictoires, de s'engager sur la base de données incomplètes, ainsi que sur le fait de devoir s'organiser et de se fixer eux-mêmes des objectifs plus précis que l'objectif général qui leur avait été assigné.

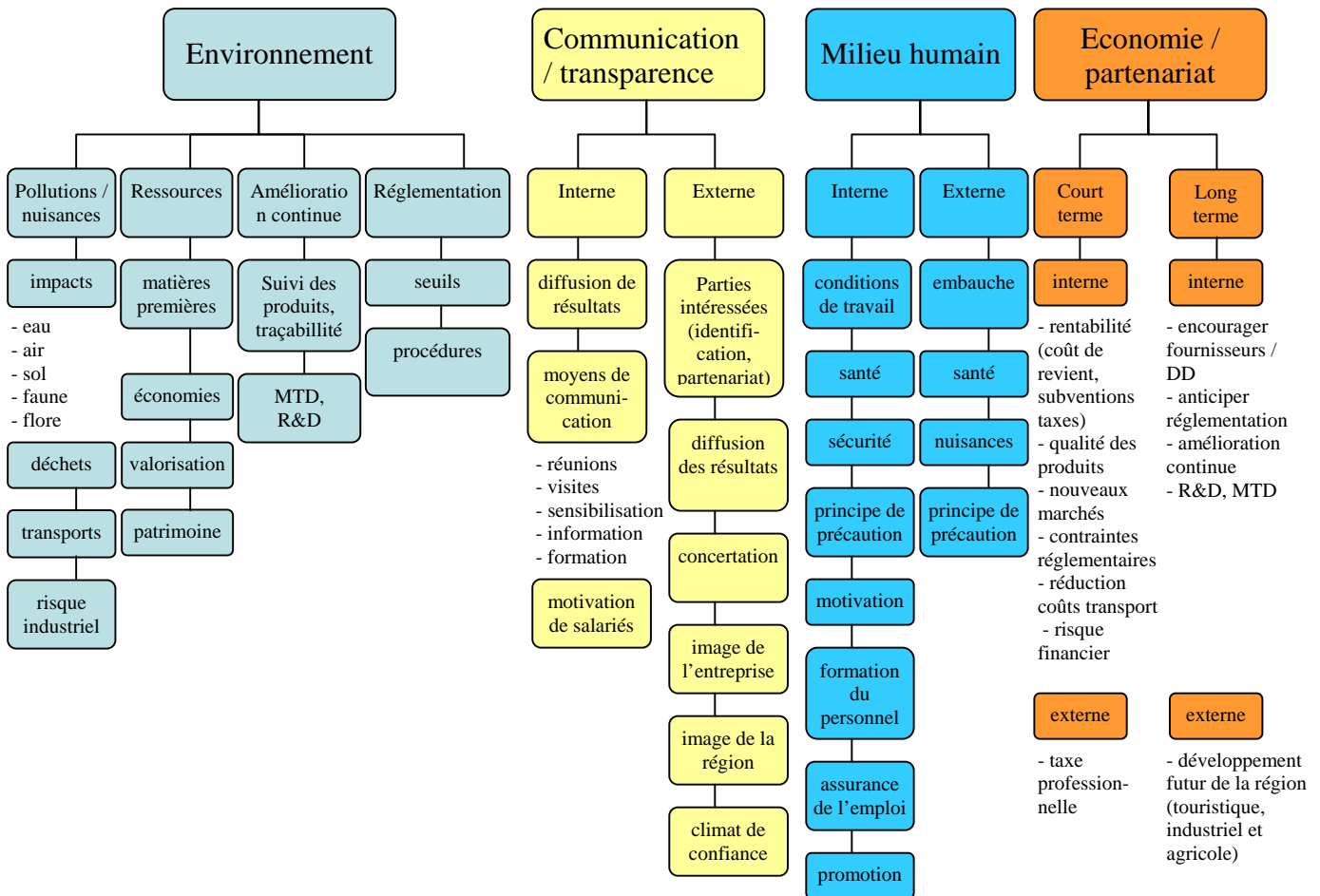


figure n° 27 : Grille d'analyse multicritères réalisée par l'ensemble des élèves

2.2.6 Evaluation des élèves

Evaluer des élèves sur ce type d'activité soulève plusieurs problèmes. Dans le cas de notre expérience, les élèves ont été évalués sur la base des documents écrits qu'ils ont rendu à la fin des différentes phases du jeu de rôle. Suite à chaque rencontre bilatérale, les équipes devaient remettre un compte rendu détaillant ce qu'elles avaient compris des attentes et des enjeux des autres groupes et comment elles pensaient les intégrer dans leur propre grille. Chaque équipe devait également rédiger un rapport exposant les attentes de leur groupe, leur position face à ce projet industriel et leur grille d'analyse multicritère. Enfin, la séance finale a donné lieu à la grille d'analyse multicritères commune ainsi qu'un rapport rédigé par l'ensemble des élèves l'explicitant.

Cependant, il n'a pas été facile de déterminer des critères objectifs de notation de ces travaux. En effet, les rapports étaient globalement d'une qualité similaire. Tous les élèves ont répondu aux objectifs que l'on avait fixé pour le jeu de rôle : chaque participant est vraiment entré dans son rôle. L'implication des étudiants a parfois dépassé le contexte de la salle de cours, les discussions se poursuivaient en dehors des heures de classe. D'autre part, les positions de chacun, certes parfois caricaturales, reflétaient bien ce que l'on peut constater dans la réalité.

L'objectif du jeu était de mettre les élèves en difficulté et dans une situation à laquelle, ils ne sont pas confrontés habituellement dans le contexte scolaire. Dans ces conditions, si l'on peut « féliciter » les élèves qui sont à l'aise face à ce genre de problématique, il est difficile de sanctionner ceux qui ont été déconcertés. Difficile, en effet, d'évaluer la réalisation d'un exercice dont l'objectif est d'améliorer le « *savoir-être* » plutôt que le « *savoir-faire* ». Certains étudiants paraissaient plus en retrait que d'autres, mais cela correspond peut être plus à leur personnalité qu'à un manque d'engagement dans le jeu. Sanctionner ceux qui ne maîtrisent pas encore ce « *savoir-être* » risque davantage d'entamer leur confiance en eux et d'affecter encore d'avantage leurs capacités relationnelles.

De plus, nous pouvons aussi nous demander si, l'évaluation du positionnement des élèves face au développement durable ne serait pas contradictoire, d'une part, avec le principe de concertation et de participation, à la base des démarches de développement durable, visant à faire émerger une vision commune de ces enjeux, et d'autre part, avec l'objectif sous-jacent au jeu qui est de mettre en évidence les différences de perceptions et de solutions qui peuvent être apportées par chacun. Un système d'auto-évaluation semblerait plus cohérent avec de tels objectifs.

2.2.7 Evaluation de la formation par les élèves

Afin d'identifier l'impact du jeu de rôle sur la perception du développement durable des élèves, mais aussi l'adéquation de ce nouvel outil pédagogique avec la formation de ces futurs ingénieurs, nous avons demandé aux élèves d'évaluer le module en fin de session par l'intermédiaire d'un questionnaire (annexe n° 9).

Les élèves se sont beaucoup impliqués dans le jeu de rôle. Cette expérience leur est apparue ludique et dynamique, amenant un surcroît de motivation et une stimulation intellectuelle. Les élèves ont particulièrement apprécié le fait de travailler en groupe et les interactions engendrées.

Cette interactivité traduite dans le cadre du jeu par une nécessité d'écoute, de défense d'opinions, et d'argumentation dans des conditions qui leur semblaient proches de la « *vie réelle* » leur a permis de mieux comprendre les difficultés d'une négociation et de la prise en compte des enjeux soulevés par le questionnement sur le développement durable. Ils ont également pu appréhender des problèmes liés à la communication (manque d'écoute, préjugés...) dont ils n'avaient pas conscience.

Les étudiants ont souligné à travers leurs réponses que cette étude de cas concret, leur a paru pertinente pour aborder plus précisément les problèmes rencontrés lors de l'intégration du développement durable dans un projet réel. Cette formation a été pour eux l'occasion d'aborder de façon plus pragmatique les enjeux, le rôle des parties intéressées mais aussi la nécessité de la communication pour mettre en place le développement durable.

Le nombre de participants (16) et le choix des groupes d'acteurs leur a paru pertinent. La majorité des étudiants a trouvé que la durée du jeu (une vingtaine d'heures regroupées sur deux semaines) était bonne.

Un des points les plus marquants pour les élèves a été le réalisme des débats et du comportement des « *acteurs* ». Les étudiants ont pris leur rôle très au sérieux, allant même jusqu'à parler de collègues de travail dans le questionnaire lorsqu'il parlait des membres de leur équipe de jeu. En soulignant d'ailleurs que les participants étaient tellement impliqués que cela a engendré des tensions dans le groupe en dehors du jeu. Cette gestion des conflits a souvent été citée dans les questionnaires. En effet, les élèves ont constaté qu'il est plus facile de s'affronter que de collaborer. Certains ont même ressenti le problème de la gestion des conflits au sein même de leur équipe (les groupes avaient été formés au hasard), ce qui finalement leur a semblé comme un reflet de la vie active. Parmi les points marquants cités, les rencontres bilatérales ont été largement plébiscitées par les étudiants. Ces rencontres ont été perçues comme un moment d'échange, d'argumentation en direct leur permettant de constater les difficultés de communication.

La principale difficulté soulevée par les étudiants a été l'établissement de la grille multicritères commune qui a amené notamment des problèmes de pertes de temps sur des points qui leur semblaient peu intéressants. Focalisés sur le jeu en lui-même, les étudiants ont plus perçu l'analyse multicritères comme une contrainte un peu artificielle que comme une méthode possible d'aide à la décision et à la concertation.

Au-delà des considérations personnelles sur certains rôles difficiles à endosser (cas des positions extrêmes), certains élèves auraient aimé une meilleure définition de leurs objectifs. Pour cela, des fiches d'objectifs ont été réalisées pour les sessions de jeu de rôle suivantes. Les rôles les plus difficiles pour ces élèves étaient les « *positions extrêmes* » traditionnellement opposées à l'approche « *ingénieur* » : l'association de décroissance ou les syndicats, par exemple. L'introduction de tels rôles peut sembler déconcertants dans le contexte d'une école d'ingénieurs. Cependant, plusieurs types d'intérêts légitiment ce choix :

- Introduire de réelles oppositions dans les débats et générer une situation conflictuelle pour permettre aux étudiants d'expérimenter ce type de situation avant de s'y trouver réellement confrontés durant leur vie professionnelle.
- Eviter une situation trop rapidement consensuelle qui résulterait plus du fait que tous les joueurs ont le même profil que d'une représentation de la réalité.

- Faire appréhender aux étudiants le fait que chaque acteur est empreint de pré-supposés idéologiques, et les préparer à dialoguer et négocier avec des acteurs ayant des pré-supposés très différents des leurs.

Les étudiants ont mis en avant leur besoin d'une « *meilleure définition de leurs objectifs* » Cette demande reflète bien leur perplexité face à une situation combinant à la fois un manque d'informations nécessaires et un surplus d'informations disponibles. Cette perplexité peut s'expliquer par un cursus scolaire préalable qui les prépare peu à ce type de situation que ces élèves-ingénieurs en dernière année auront pourtant à affronter au cours de leur vie professionnelle future.

Finalement, le questionnaire a aussi montré que les étudiants ont été perturbés par le fait que chaque groupe avait à sa disposition des informations différentes. Ils ont ainsi mis en évidence, sans la nommer de façon théorique, l'asymétrie d'information dans laquelle ils ont été placés. Ils se trouvent ainsi directement confrontés aux difficultés de communication, et éventuellement à des informations contradictoires dans le cadre d'un projet industriel à mener.

Leur difficulté à gérer la complexité et à sortir d'une approche cartésienne pour adopter une démarche systémique est également apparue : « *Le problème était qu'à chaque fois qu'on commençait à élaborer une grille, on se retrouvait dans un cycle. Or, le mieux aurait été d'être en ligne droite* » écrit un joueur dans un de ses rapports.

2.2.8 Bilan pédagogique du jeu de rôle

Les élèves ont pu aborder une étude de cas concret et faire la liaison entre les concepts théoriques du développement durable et leur application dans un projet industriel. Ils ont également pu mieux appréhender des notions telles que : les parties intéressées, les enjeux et attentes des autres groupes d'acteurs, la responsabilité sociale, les problématiques de développement local...

Il est apparu que les élèves ont éprouvé des difficultés pour gérer la grande quantité d'informations, le manque de certaines informations techniques, ainsi que l'asymétrie d'information. Ils n'avaient jusqu'alors jamais eu à réaliser ce genre d'exercice dans le cadre de leur cursus. Si certains ont réussi rapidement à se forger une opinion propre et prendre position, ce n'est pas le cas de tous les élèves. Cette gestion de l'information demandait une bonne organisation au sein de chaque groupe d'acteurs et une bonne répartition du travail, ce qui n'a pas été simple à réaliser pour la plupart des équipes. La mise en situation conflictuelle a également été difficile à gérer pour l'ensemble du groupe. Le jeu a d'ailleurs généré certains conflits qui ont persisté au-delà de cette formation.

Afin d'aider les étudiants à prendre du recul par rapport à ces conflits et à leurs difficultés, il aurait pu être intéressant de mettre des mots sur les difficultés qu'ils ont pu éprouver en leur rappelant, à la fin du jeu, les notions de négociation (compétition *versus* coopération), de jeux d'acteurs, de complexité, d'ambiguïté et d'asymétrie d'information, vues lors des cours théoriques sur le développement durable, mais en les rattachant à leur vécu au cours du jeu.

Nous pouvons également constater que certains aspects du développement durable ont été négligés. Notamment les notions d'équité, de besoins, la prise en compte des générations futures, la gouvernance, l'écodéveloppement, l'écologie industrielle... Les cours théoriques précédents abordaient bien ces notions, les élèves y étaient alors sensibilisés. Par contre, mis en situation et confrontés à des questions concrètes et locales, les élèves ont généralement évacué leurs préoccupations globales pour se focaliser sur des questions plus techniques. Cet exercice leur a permis d'appréhender la difficulté de traduire les concepts globaux du développement durable en actions locales, difficultés qui ne leur étaient sûrement pas apparues de façon évidente lors des cours préalables, même si les intervenants insistaient sur ces difficultés.

Cette formation au développement durable par le biais d'un jeu de rôle a été très enrichissante à tous points de vue. Les jeux de simulation incitent à penser en terme de systèmes, de relation, de processus dynamiques plutôt qu'en terme d'évènements isolés (Chamberland et al., 1996). Ce qui semble donc particulièrement pertinent pour un domaine aussi évolutif complexe et transdisciplinaire que le développement durable. Les objectifs pédagogiques préalablement fixés ont été remplis : les élèves ont pu apprendre à travailler en équipe, acquérir des notions concrètes sur le développement durable, mais aussi à développer des compétences dans le domaine de la communication et de la négociation. Ils ont ainsi pu prendre conscience que le développement durable est une notion relative et complexe qui ne peut être abordée sans prendre en compte l'avis des différentes parties intéressées.

2.2.9 Perspectives

Suite à cette première session et à l'évaluation qui en a suivi, des améliorations et des enrichissements apparaissent nécessaires. Il serait intéressant notamment d'amener les étudiants à pousser plus loin la réflexion : prendre du recul par rapport au jeu, développer leur esprit critique. Pour cela, une ou plusieurs séances de débriefing permettrait cette distanciation nécessaire. Ce type d'échanges fournit aux étudiants l'occasion de réfléchir sur leur expérience d'en tirer des conclusions utiles pour leur compréhension de la réalité (Chamberland et al., 1996). Ils pourraient ainsi mieux établir la relation entre l'activité pédagogique et le monde réel. Un débriefing, leur permettrait de réaliser que la diversité des enjeux et des attentes des parties intéressées des cas réels est sûrement beaucoup plus importante et plus complexe à identifier que lors de cas simulés. Il serait intéressant d'essayer de développer leur esprit critique par rapport à ce qui a été enseigné, s'assurer que chacun a pu suite à ce cours s'approprier des valeurs et un positionnement éthique dans ce domaine.

Ces remarques ont été prises en compte lors de l'élaboration d'un jeu de rôle réalisé pour une autre école et basé sur la même thématique mais avec des objectifs différents.

2.3 Jeu de rôle adapté pour les techniciens de l'équipement

2.3.1 Description générale

L'Ecole Nationale des Techniciens de l'Equipement (ENTE) située à Aix-en-Provence, forme des techniciens supérieurs pour les préparer aux différents métiers du Ministère de l'Equipement, des Transports, de l'Aménagement du territoire, du Tourisme et de la Mer. Les élèves intégrant cette école en formation initiale ou continue auront ensuite à mettre en œuvre les politiques de l'Etat et de la Communauté Européenne. Les élèves, entrés dans cette école sur concours, ont réalisé des cursus très variés allant du baccalauréat à un niveau DESS-DEA.

Ils suivent au cours de l'année une formation dans les domaines de l'aménagement, l'urbanisme, les transports, la construction, les ponts, les ports, les aéroports, les voies navigables, les routes, l'habitat, le logement, l'environnement...

Bien que cette école ne forme pas des ingénieurs, il semblait intéressant de travailler sur un cas d'étude comme celui ci. En effet, ces élèves n'ayant pas le même niveau, ont tous des connaissances scientifiques et techniques de base similaires à celle des ingénieurs. De plus pour la validation de la méthode d'enseignement par l'utilisation de jeu de rôle, il semblait nécessaire de l'étudier avec un nombre d'élèves important et sur plusieurs séances, ce qui a été possible dans cette école.

L'implication du gouvernement dans le développement durable, a initié la nécessité de sensibilisation des élèves sur cette thématique. En 2002, une session de jeu de rôle nous avait été demandée pour une option pour les élèves de deuxième année. Cette formation d'une durée de trois jours avait pour objectif de sensibiliser les élèves qui pour la plupart n'avaient aucune notion en matière de développement durable. La première idée était d'élaborer un jeu de rôle sur une thématique familière aux élèves (aménagement routier, construction..). Finalement, après réflexion avec l'équipe encadrante de cette école, la même thématique que celle utilisé à l'ENSM-SE a été choisie. C'est à dire le projet industriel de cimenterie incluant les problèmes de mise aux normes et d'incinération de farines animales. Ce thème présentait de nombreux avantages, la disponibilité des documents sur la thématique notamment. En effet, lors de l'élaboration du jeu de rôle la partie concernant la structure de la problématique et la recherche de documents associés se révèle être la plus longue. Un autre intérêt de ce choix était la complexité de cette thématique associant des problèmes environnementaux, sociaux, techniques, économiques que ces élèves pourraient retrouver dans leur avenir professionnel.

2.3.2 Différence avec le jeu de l'ENSM-SE

La durée attribuée pour cette formation était différente, le jeu de rôle de l'ENSM-SE s'était déroulé pendant deux semaines (dont 20 heures de présence effective et du travail personnel), alors que seulement trois jours étaient consacrés à celui de l'ENTE (21 heures au total de présence). Le niveau des élèves était également très différent. Les élèves de l'ENSM-SE avaient suivi une formation préalable sur le développement durable et sur l'analyse multicritère, alors que les élèves de l'ENTE n'avaient aucune formation spécifique et présentaient des profils très différents. La structure du jeu a donc été complètement revue.

Afin que les élèves puissent s'appropriier plus rapidement leur rôle et leur mission, chaque équipe se voyait attribuer, en début de jeu, une feuille guide décrivant le rôle qu'elle devait jouer (annexe n° 10). Vu que le temps imparti pour prendre connaissance des documents était relativement court, la quantité de document avait été réduite. L'analyse multicritères qui est une spécificité en elle-même, et qui n'est pas indispensable pour le fonctionnement du jeu de rôle avait été supprimée. Cependant, pour finaliser le jeu il semblait important d'amener une réflexion, une décision de la part du groupe sur l'ensemble des débats. C'est pourquoi, l'objectif final annoncé était la décision de la part du préfet (rôle tenu par un participant au groupe des acteurs publics), au vu des différentes discussions et argumentations, de l'autorisation ou non de l'exploitation de cette cimenterie et de l'utilisation des farines animales.

Afin de permettre aux élèves de synthétiser les éléments abordés au cours du jeu, il leur était demandé de réaliser un poster. Ce poster élaboré par chaque groupe suite à l'ensemble des rencontres bilatérales était un support pour l'expression de l'avis de chaque groupe, lors de la rencontre finale (annexe n°11).

Afin de complexifier la prise de décision concernant l'utilisation des farines animales dans cette usine, deux éléments avaient été rajoutés : une école maternelle à proximité du site industriel et l'unicité de la route d'approvisionnement de l'usine en matière première en farine animale (route traversant le village). Pour éviter des actions correctrices démesurées et irréalistes financièrement, nous avons également fixé un budget au groupe des industriels. Cette somme leur permettant d'effectuer une partie des actions d'amélioration du site mais pas l'ensemble (par exemple l'installation de filtres à poussières, un récupérateur de chaleur et l'installation nécessaire pour utiliser les farines animales comme combustible, mais pas les filtres anti-odeurs, les murs anti-bruit, le déplacement de l'école maternelle, les aménagements de réhabilitation paysagère... et autres demandes pouvant provenir des autres groupes d'acteurs).

L'appel téléphonique préalablement prévu pour le jeu de l'ENSM-SE n'avait pas été reconduit dans la mesure où il n'avait pas été utilisé par les élèves, cela permettait d'insister sur l'unicité et l'importance des échanges lors des rencontres bilatérales.

Aucune évaluation des élèves n'était prévue pour ce module. Cependant, une méthode d'évaluation de la compréhension du développement durable a été développée et utilisée dans le cadre de cette formation (cf partie n° IV)

Un questionnaire d'évaluation plus précis a été élaboré afin de déterminer d'un point de vue du « *savoir-être* » quelles capacités les élèves avaient le plus utilisées. Nous voulions évaluer si les élèves avaient conscience d'utiliser ou pas les capacités suivantes : dialogue et obtention de consensus, esprit critique, capacité à définir les objectifs de travail, capacité à travailler en groupe, à avoir une réflexion globale, à avoir une réflexion éthique, capacité d'appropriation du rôle attribué dans le jeu, capacité de prise de recul par rapport au rôle, capacité de recul par rapport à ses propres valeurs, capacité de gérer l'information, capacité de gérer les conflits.

2.3.3 Déroulement du jeu

La première étape avant de démarrer le jeu de rôle en lui-même consistait en l'évaluation de la représentation préalable des élèves du développement durable. Pour cela, une méthode basée sur l'utilisation des cartes cognitives avait été développée. Ce pré-test serait ensuite comparé avec un test identique réalisé en fin de session. L'objectif de ces tests était de déterminer l'efficacité de la formation en cernant quelles étaient les notions apprises et les notions non assimilées. Cette méthode ainsi que les analyses réalisées seront présentées dans la partie n° IV.

La répartition des rôles par tirage au sort constitue la première phase du jeu de rôle. Cette formation est prévue pour un nombre d'élèves compris entre 12 et 18 (ce qui permet une répartition homogène dans les groupes, c'est à dire 3, 4 ou 5 élèves par groupe). Les groupes sont identiques au jeu de rôle de l'ENSM-SE, c'est à dire : industriels, consultants, acteurs publics, représentants de la société civile. Afin d'aider les élèves à mieux comprendre leur rôle et à démarrer plus rapidement ce jeu qui se déroule sur une période beaucoup plus courte, des feuilles d'objectifs sont distribués (annexe n° 10).

Les élèves sont alors répartis dans des salles de travail différentes avec à leur disposition des documents spécifiques et un accès à Internet. Chaque groupe doit alors prendre connaissance de son rôle et du travail qui y est associé. L'étape suivante est la définition des rôles individuels au sein du groupe ainsi que la vérification par les encadrantes (2 au total) que les objectifs ont été compris et que la répartition du travail de compréhension des documents et la recherche de documentation est effective.

Chaque groupe a pour mission de rencontrer une seule fois chacun des autres groupes et de défendre sa position par rapport au projet industriel et sa perception du développement durable. Durant cette première demi-journée les élèves doivent rencontrer les autres groupes pour fixer les dates et lieux de ces rencontres bilatérales.

La deuxième demi-journée est consacrée aux deux premières rencontres bilatérales. Après chaque rencontre un débriefing court est prévu pour chaque groupe pris individuellement en présence d'un intervenant. L'objectif est de permettre aux élèves de synthétiser la réunion : Est-ce qu'ils ont réellement compris les attentes de l'autre groupe ? Est-ce qu'ils ont pu exposer l'ensemble de leurs attentes ? Est-ce qu'ils ont abordé des thèmes nouveaux ? Doivent-ils travailler sur des aspects du développement durable auxquels ils n'avaient pas pensé ? Est-ce que la réunion s'est bien passée ? Doivent-ils modifier leur préparation pour la prochaine rencontre bilatérale ? L'objectif de ces débriefings n'est pas d'apporter aux participants les réponses aux questions qu'ils se posent, mais de les aider à se poser les bonnes questions afin d'améliorer leur compréhension de la situation.

Les consignes données aux élèves sont de réaliser, après chaque rencontre, un listing des attentes de leur groupe par rapport au projet industriel et des attentes du groupe qu'ils viennent de rencontrer.

Durant la troisième et la quatrième demi-journée, ont lieu les autres rencontres. Suite à la dernière rencontre bilatérale, chaque groupe doit essayer d'analyser et de synthétiser l'ensemble des rencontres auxquelles il a participé afin de présenter sous forme d'un poster, leurs attentes et revendications en terme de développement durable par rapport au projet industriel. Ce poster sera utilisé lors de la rencontre finale où chacune des équipes pourra présenter sa position par rapport au projet industriel (annexe n°11 à n°15) .

La dernière demi-journée est consacrée à la présentation des posters de chaque groupe, suivie d'un débat général avec l'ensemble des groupes présents. Lors de la première session de formation, le débat était libre, mais il était difficile de canaliser les étudiants parfois en forte opposition. L'intervention des encadrantes dans ce contexte n'est pas forcément adaptée, en effet, nous avons pu remarquer que les élèves ont tendance à considérer le point de vue de l'enseignant comme « *la référence* », ce qui peut limiter leur intervention ou positionnement. C'est pourquoi, pour les sessions suivantes, les interventions des encadrantes était très limitées voir inexistantes durant les rencontres bilatérales et la rencontre finale. L'apport de l'enseignant avait lieu durant les phases de débriefing. Lors des jeux de rôle suivants, pour chaque rencontre finale un animateur était désigné parmi les élèves. Cet élève quittait alors totalement son rôle d'acteur, pour prendre position en tant que médiateur.

A l'issue du débat, la décision d'autorisation d'exploitation accordée ou non aux industriels, était prise par l'acteur jouant le rôle de préfet. Suite à cette prise de décision, une clôture des débats sur le jeu de rôle proprement dit a lieu afin de réaliser un débriefing sur l'ensemble de la session. C'est alors qu'ont été abordés les aspects et thématiques du développement durable qui avaient été complètement oubliés lors des débats.

L'objectif était d'essayer de faire prendre du recul aux élèves par rapport au jeu de rôles, de les amener à réfléchir sur une vision élargie de la problématique de développement durable : notamment les amener à avoir une réflexion à une échelle plus globale (spatiale et temporelle). L'objectif était également d'amener les élèves à avoir une réflexion sur leur propre positionnement : responsabilité, éthique et citoyenneté.

Suite à ce débriefing, les élèves ont eu l'occasion de faire part de leurs commentaires par rapport à cette formation, en répondant à un questionnaire (annexe n° 16).

2.3.4 Evaluation de la formation par les élèves et amélioration du jeu

Au total, au cours de l'année 2003-2004, quatre sessions de cette formation ont eu lieu ce qui représente 52 élèves. Il est intéressant de noter que chacune de ces séances était unique, et évoluait très différemment en fonction de la personnalité et de l'implication des élèves présents. Pour 45 personnes sur 52, le jeu de rôle a semblé particulièrement adapté à une formation sur le développement durable. Les élèves ont souvent cité l'intérêt du rôle actif, de la participation et de l'investissement relatif à ce type d'activité. Parmi les éléments qu'ils ont apprécié, on peut noter le dialogue et l'échange de point de vue. Ce type d'échanges « *conduit à une remise en question, à des interrogations* », ils permettent également « *d'éveiller et d'approfondir une réflexion, un positionnement personnel sur le sujet* ».

Une des quatre séances s'est déroulée de façon particulière car un conflit divisant les élèves en deux groupes au sein de cette classe était nettement perceptible. La répartition des élèves en quatre groupes d'acteurs répartis au hasard, a permis de limiter les oppositions directes entre ces deux groupes, mais n'a pas évité les conflits et attaques personnelles. Parmi ces 17 élèves, 6 avaient une position plus mitigée sur l'intérêt du module de formation. Ces élèves ont souligné le manque de respect entre les élèves, ce qui empêchait l'obtention d'une réelle négociation. Dans ce cas particulier, certains élèves ont remarqué que tous les joueurs ne jouaient pas leur rôle, certains étaient en retrait, alors que d'autres se plaçaient systématiquement dans une démarche conflictuelle. Pour certains, les décisions prises au cours de ce jeu par les acteurs étaient arbitraires, elle ne tenait pas compte de l'avis de tous.

Nous avons demandé à l'ensemble des élèves quel était l'apport de ce type de cours sous forme de jeu de rôle par rapport à un cours traditionnel. Les élèves ont trouvé l'approche « *originale, nouvelle* », leur permettant d'être plus actif que dans un cours traditionnel « *qui pourrait sembler rébarbatif* ». Cinq élèves ont souligné l'intérêt de l'implication personnelle et de la réflexion apportée par cette formation par rapport à un cours traditionnel où ils sont moins actifs. Ce jeu implique un « *investissement personnel, une nécessaire réactivité par opposition à la passivité engendrée par un cours traditionnel* ». Trois élèves ont remarqué que cet investissement fort dans un rôle permet de mieux retenir les éléments par rapport à « *un cours que l'on apprend (ou pas)* ». La synthèse sous forme de poster et le débat final ont été perçus comme un élément marquant qui permet de mieux retenir les aspects abordés. Un des participants a pour sa part, apprécié la liberté dans les débats qui n'aurait pas été possible dans un cours magistral où les notions sont forcément orientées.

Un autre pense que « *le développement durable, c'est un mode de vie, il ne peut être intégré par un rapport maître-élève* ».

Un des apports de cette formation mis en avant par quatre des élèves interrogés est la mise en pratique de connaissances théoriques. Cette formation a permis *« d'allier une prise de conscience de la problématique de développement durable et en même temps d'avoir une démarche qui tient compte d'un projet concret »*. Un autre élève signale que ce jeu permet de mieux comprendre ce concept un peu abstrait : *« on vit réellement la situation »*. Huit élèves pensent avoir mieux compris la complexité, les enjeux, les difficultés et des problèmes posés pour la mise en œuvre du développement durable, car ils ont eu l'impression de mieux cerner l'envergure de ce concept. Ils ont pu *« mettre en relation chacun des objectifs du développement durable »*. Un élève a tout de même signalé *« mais ça a aussi cassé la belle image que j'en avais... »*.

Pour les élèves en formation initiale, cette simulation était une manière d'être confrontée aux difficultés qu'ils pourront rencontrer dans leur vie professionnelle. Alors que les apprenants ayant déjà vécu une expérience professionnelle ont plutôt perçu ce cours comme une manière de se décentrer de leur rôle professionnel et d'élargir leur propre horizon.

Le dialogue et la communication engendrés par le jeu d'acteur ont été appréciés pour plusieurs raisons. Les échanges ont semblé très enrichissants, car ils ont permis de mettre en évidence différents acteurs impliqués dans le développement durable. Notamment, car cela *« fait intervenir la sensibilité de chacun et donc des éclairages différents sur le problème »*, mais aussi car *« l'interactivité permet de voir que la perception du développement durable varie selon les individus »*. Un élève a signalé que ce jeu *« permet de comprendre que le développement durable passe par une concertation, une écoute de chacun des acteurs pour prendre en compte chacun des enjeux et leurs impacts »*. Ce jeu de rôle a également permis selon les élèves d'appréhender les difficultés pour prendre en compte des avis différents ainsi que *« le travail d'écoute et de concertation qu'il faut employer »*. Un des élèves pense que ce jeu est une *« pratique qui induit un questionnement et une communication qui n'auraient pas vu le jour lors d'un cours magistral »*.

Même si ce n'est pas l'objectif de ce cours ciblé sur la problématique de développement durable, il est intéressant de souligner que la communication, la prise de parole sont des éléments qui reviennent souvent dans l'apport que les élèves ont retiré de cette activité. Une élève a écrit que *« le jeu m'a donné confiance en moi et m'a permis de m'exprimer en groupe »*.

Une des questions posées dans le questionnaire d'évaluation de la formation avait pour but d'essayer d'identifier la modification de perception de ce concept suite à cette formation. Quinze élèves ont signalé qu'ils avaient une vision du développement durable beaucoup plus limitée avant le cours. La plupart des élèves réduisaient le développement durable à l'environnement. Le jeu de rôle leur a permis de faire le lien avec les aspects sociaux et économiques mais aussi de comprendre la dimension temporelle. La dimension participative du développement durable a également été citée comme élément nouveau apporté par le jeu de rôle (*« nécessité du dialogue, de la concertation et de la gouvernance »*, *« nécessité de l'intervention de l'Etat pour la mise en place du développement durable »*, *« réflexion pour les entreprises sur leurs responsabilités »*).

Cet exercice a été l'occasion pour certains élèves de se poser des questions plus profondes. Un élève a souligné qu'une réflexion sur ce que l'on souhaite transmettre aux générations futures était nécessaire. Cette formation a été l'occasion pour un élève de percevoir « *l'intérêt grandissant pour cette notion* ». Un des participants a changé d'avis sur ce concept : « *Avant je percevais le développement durable comme un concept creux, à présent je le vois comme un outil qui peut être utilisé dans le cadre d'une démarche sincère* ».

Nous voulions également analyser quelles étaient les notions les mieux assimilées par le biais du jeu de rôle. La figure n° 28 synthétise l'ensemble des résultats obtenus. Certains étudiants n'ont pas rempli ou partiellement ce questionnaire, ce qui explique les différences dans le nombre total de réponses. La totalité des notions citées a été fortement ou moyennement comprise par les participants grâce au jeu de rôle. Les éléments les plus cités sont la nécessité d'accroître la communication, l'identification des parties intéressées, le principe de participation et l'élargissement de la responsabilité sociale des industriels (cités comme fortement compris grâce à cette formation par respectivement 92%, 63%, 56% et 54% des personnes ayant répondu à la question).

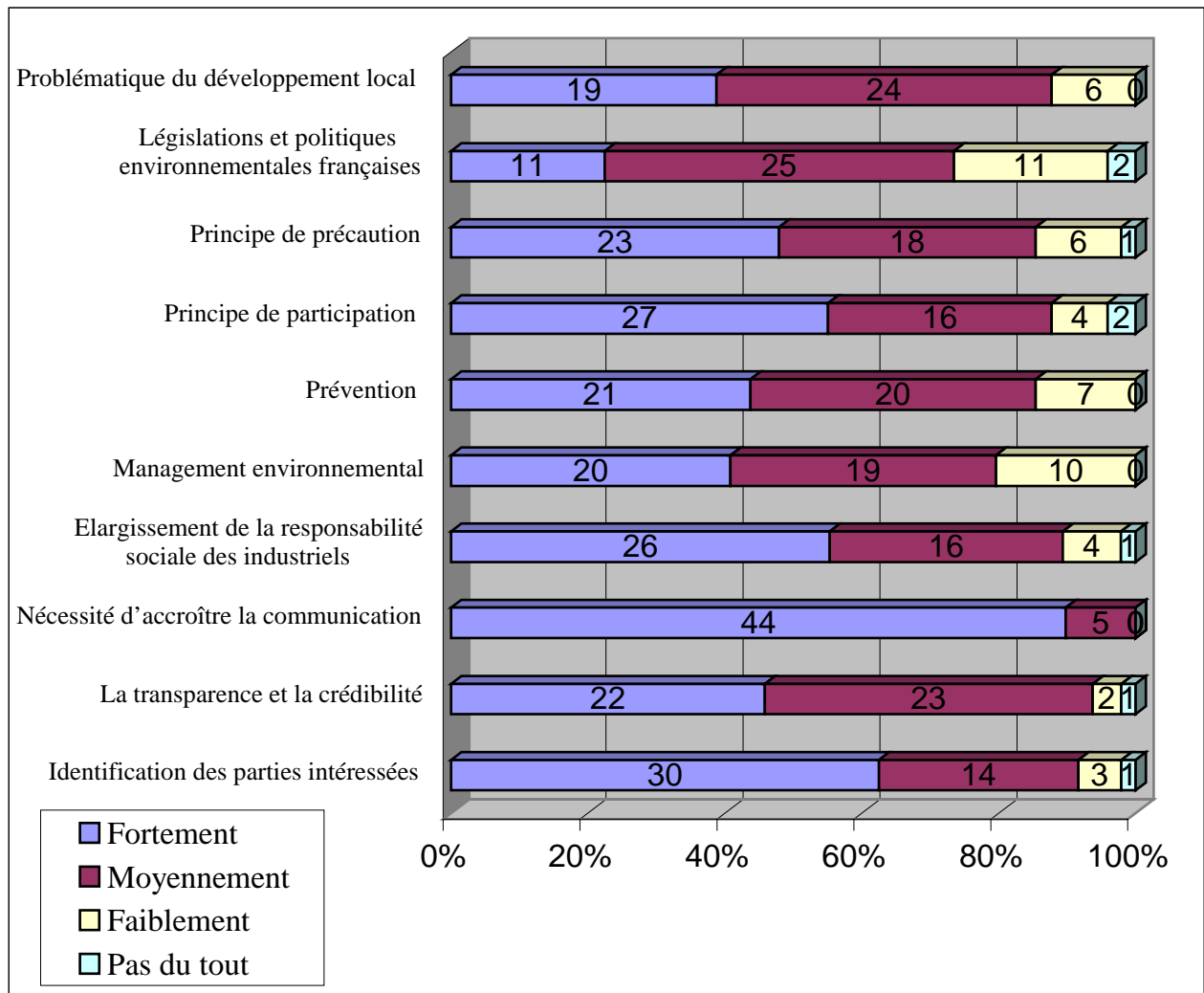


figure n° 28 : Récapitulatif des notions mieux comprises par les élèves à l'issue du jeu de rôle (pour chaque notion, le nombre d'élèves ayant compris fortement, moyennement, faiblement ou pas du tout est indiqué)

Pour chacune des capacités citées dans la figure n° 29, nous avons demandé aux élèves s'ils les avaient utilisées ou pas dans le cadre du jeu de rôles. Nous souhaitons également savoir s'ils avaient eu l'impression de s'améliorer grâce à cette formation (figure n° 30). Pour l'ensemble des capacités citées, plus de 60% des élèves ont répondu avoir utilisé au cours de la formation moyennement ou beaucoup ces capacités. L'esprit critique, la réflexion globale, l'appropriation du rôle attribué et la capacité à travailler en groupe ont été cités par respectivement 85%, 84%, 82 % et 80% des personnes ayant répondu à la question.

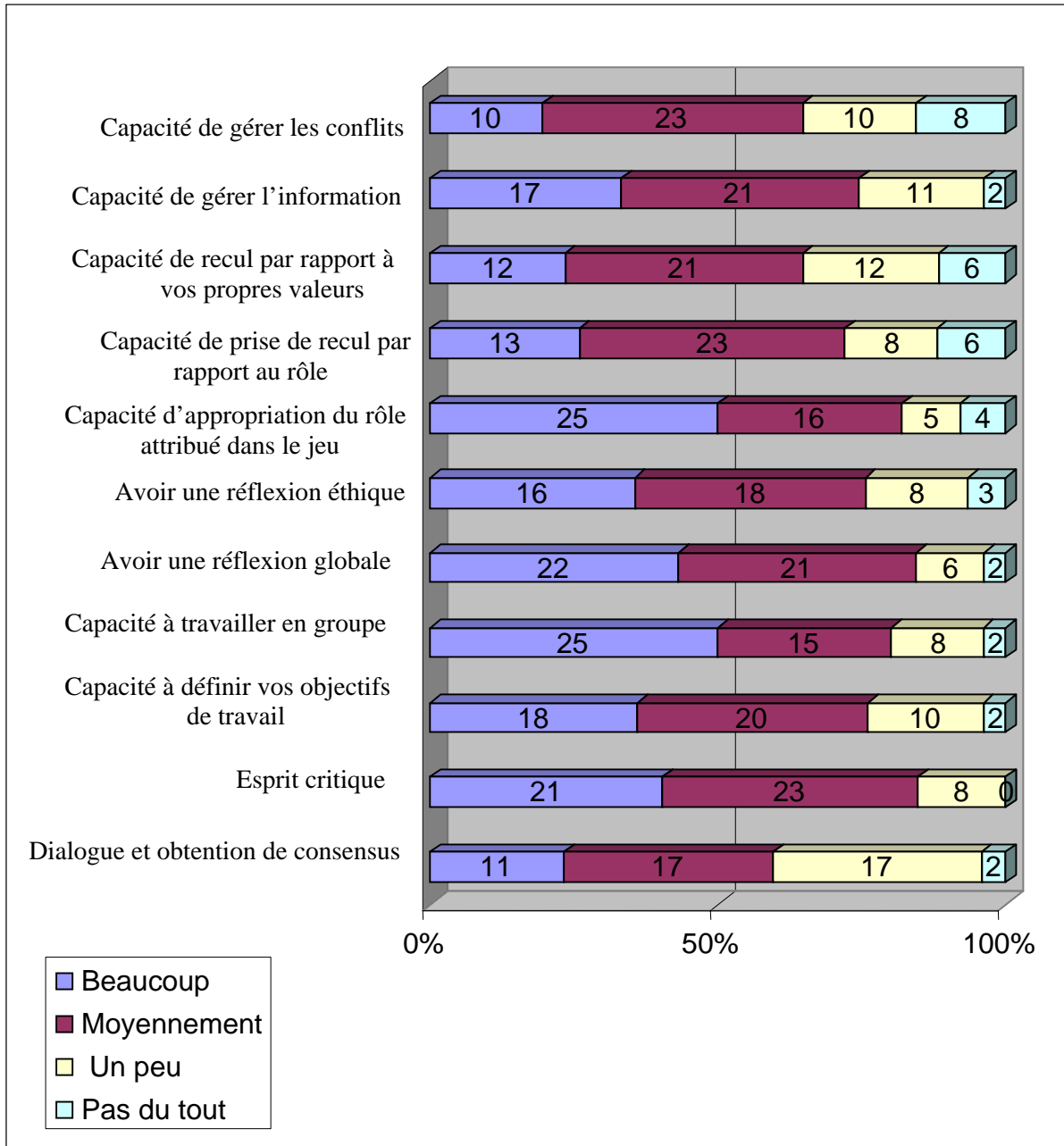


figure n° 29 : Récapitulatifs des capacités que les élèves pensent avoir utilisé pendant le jeu de rôle

Excepté pour la capacité à gérer les conflits ou seul 41% des élèves ont eu l'impression de s'améliorer, pour l'ensemble des autres éléments plus de 50% les élèves déclarent s'être améliorés. En ce qui concerne la capacité à avoir une réflexion globale, la capacité à travailler en groupe et l'esprit critique, l'amélioration grâce au jeu de rôle est particulièrement marquante (respectivement 76%, 68% et 65% des personnes ayant répondu à la question).

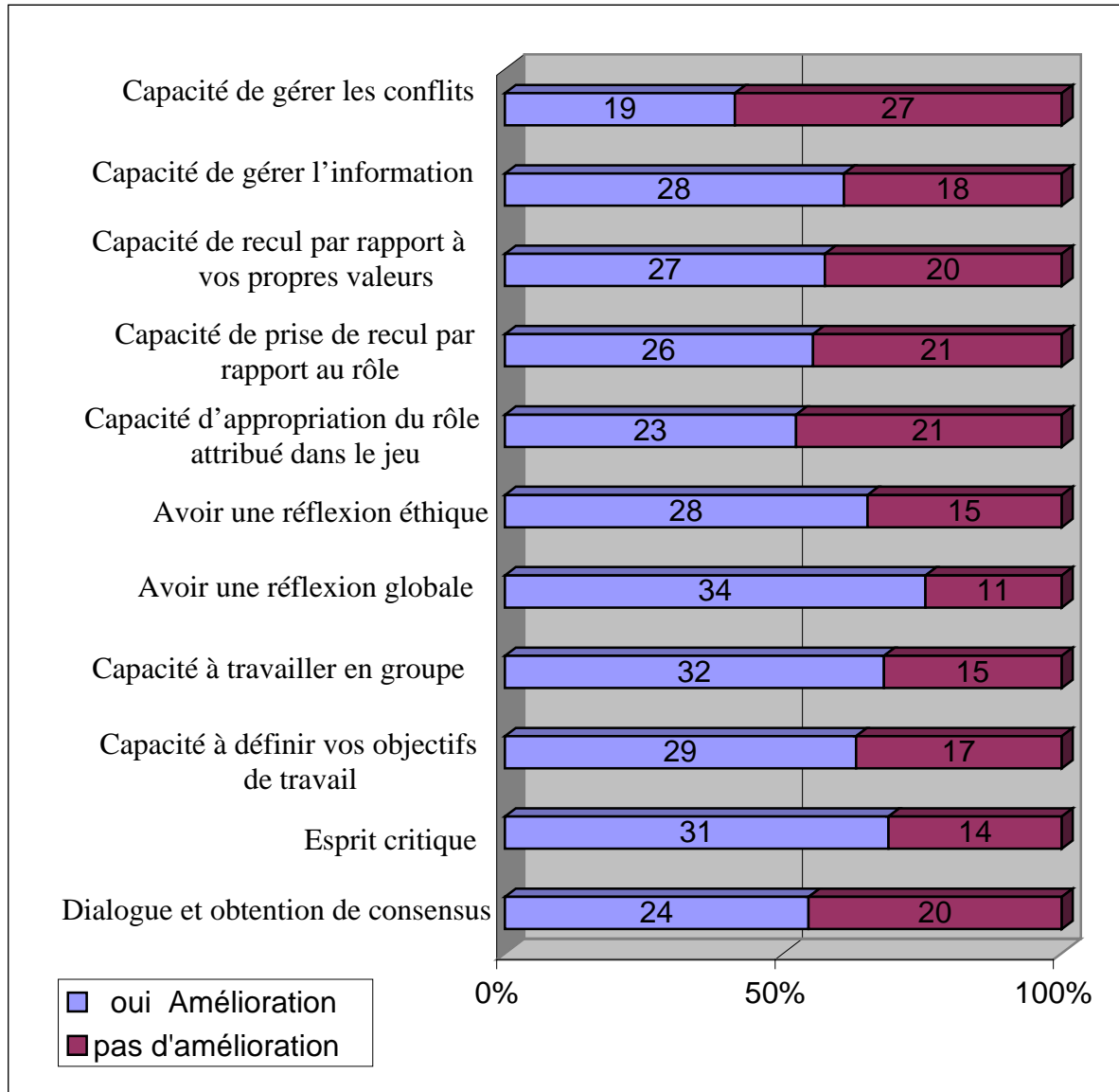


figure n° 30 : Récapitulatifs des améliorations que les élèves pensent avoir acquis pendant le jeu de rôle

Afin d'améliorer ce module de formation, nous avons demandé aux élèves de faire preuve d'esprit critique, voire de suggérer des améliorations. Certaines des remarques étaient pertinentes et ont contribué à une évolution constructive.

Plusieurs élèves ont souligné lors de la première formation, qu'ils avaient une vision limitée sur le développement durable, ils ont donc demandé des apports théoriques supplémentaires. En effet, étant donné que la majorité des élèves ne possédaient aucune notion de développement durable, il semble nécessaire de commencer cette session par une présentation du concept théorique. Cette courte introduction au développement durable d'une heure, à ensuite été réalisée dans les autres sessions afin de présenter l'historique, la problématique posée et la définition du concept. Par la suite, un support de cours avec des références permettant aux élèves d'aller s'informer plus précisément a été demandé, il sera prévu pour les prochaines animations.

Sept élèves souhaiteraient avoir plus de temps pour analyser les documents ou pour faire des recherches. D'autres auraient apprécié de réaliser plus de rencontres avec les autres joueurs. Certains élèves souhaitant même une semaine complète de jeu. D'autres encore, auraient aimé avoir une suite à ce jeu. Il serait difficile de modifier la durée de ce jeu, car l'intérêt et la dynamique de sa structure seraient moins pertinents si on le rallongeait sans y amener d'éléments nouveaux. Ce temps limité a pour objectif de permettre aux élèves d'apprendre à synthétiser, à définir rapidement leurs objectifs de travail et à gérer une abondance d'informations. De plus, visiblement le temps attribué pour ce jeu sur une période très courte, a permis aux élèves d'être impliqués constamment sans perte de motivation. Les jeux se déroulant avec une coupure imposée par le week-end par exemple, montre qu'une période de réinvestissement est nécessaire le lundi matin avec un délai de latence pour reprendre le jeu.

Une documentation plus importante a été demandée par 5 personnes, cependant, les élèves ayant souvent des difficultés à gérer le grand nombre de documents déjà donnés, recevoir d'autres documents, leur rendrait les choses encore plus difficiles. Il est aussi important que les élèves apprennent à aller chercher eux même l'information dont ils ont besoin. Un élève a suggéré que chaque groupe ait la même base d'informations. Cette personne était visiblement mal à l'aise avec cette asymétrie d'informations qui est pourtant au cœur même de la problématique de développement durable et constitue un élément impératif pour la dynamique des échanges entre les groupes. Dans le même ordre d'idée, un élève aurait souhaité que l'accès à Internet ne soit pas autorisé afin que les participants n'aient pas des données différentes. Il est très intéressant de noter qu'effectivement, certains élèves étaient très à l'aise dans la recherche d'informations complémentaires, ce qui lors des discussions leur permettait d'avoir plus d'assurance et plus d'arguments à exposer, ce qui a pu perturber certains élèves lors des rencontres. Cependant, le phénomène souvent observé est que lors de la première rencontre bilatérale les élèves sont généralement mal préparés et vont peu chercher d'informations complémentaires. Néanmoins après cette réunion, ils analysent rapidement leurs lacunes et vont chercher les informations nécessaires pour ne pas être mis en défaut lors des réunions suivantes. Malgré cela, ce phénomène plaçant les étudiants en situation d'information incomplète se poursuit car les données étant très différentes d'un groupe à l'autre, à chaque nouvelle rencontre bilatérale, le débat soulevé est nouveau ou dégage des problématiques non encore envisagées.

Par exemple les acteurs publics sont les seuls à savoir que la route permettant d'approvisionner le site industriel en farine animale passe par le centre du village ; la société civile est la seule à posséder des documents sur la dangerosité des dioxines (produite lors de combustion), sur l'ESB⁷⁴ et sur la proximité de l'école maternelle ; les industriels sont les seuls à posséder les données techniques de l'entreprise et à savoir que l'entreprise fera faillite sans les subventions obtenues grâce à l'incinération de farines animales.

Parmi les suggestions, une personne pour animer la réunion finale, ainsi que des intervenants extérieurs ont été proposés. Excepté pour la première séance, les débats finaux ont ensuite toujours été menés par un élève nommé en tant que médiateur. Ce qui a permis une meilleure organisation et a facilité les échanges. Lors des deux derniers jeux de rôle, des enseignants de l'ENTE, et des professionnels dans le domaine de l'équipement sont venus intervenir lors du débriefing final. Ces personnes ont pu faire part de leur expérience professionnelle au sein de la DDE⁷⁵ ou du CETE⁷⁶. Ce genre d'intervention a été très apprécié, elle a permis aux élèves de lier les éléments sur le développement durable, abordés lors de cette formation, à un contexte professionnel plus familier pour eux. Le rôle du technicien DDE et ses interventions dans le domaine du développement durable ont ainsi pu être abordés plus précisément. Ces échanges très enrichissants sont désormais organisés aussi souvent que possible.

Le nombre de personnes par groupe a aussi été soulevé comme étant un problème pour l'une des formations ou l'absence de 2 élèves à parfois été gênante. Le groupe d'élèves était alors constitué de 8 personnes (2 par groupe). Il est vrai que le dynamisme et la stimulation mutuelle dans l'activité de groupe étaient nettement moins importante durant cette formation (habituellement le jeu est organisé avec des groupes de 12 à 18 personnes). Nous avons donc fixé comme taille minimum pour le bon déroulement de la séance, la présence de 12 personnes.

Un élève a suggéré l'utilisation de caméra vidéo. Cet élément pourrait être certes très intéressant, pour analyser a posteriori les comportements de chacun des acteurs. Mais, cette étape nécessiterait sûrement beaucoup de temps et comporterait des analyses dont l'intérêt se situe davantage dans des cours de communications.

Une personne aurait souhaité que chacun puisse choisir son groupe en fonction de ses affinités personnelles (écologie, lois, profit, règlement...). Le tirage au hasard des groupes à plusieurs avantages. Il permet aux élèves de travailler avec des personnes qu'ils n'ont pas forcément l'habitude de côtoyer. Il permet aussi à l'élève d'avoir ensuite une réflexion sur le décalage entre le rôle qu'il jouait et son positionnement personnel. Plus le décalage est grand plus les réflexions semblent intéressantes pour l'élève. Lors d'une formation, un élève militant à Greenpeace a dû jouer le rôle d'un industriel. Contrairement à ce qu'on aurait pu imaginer, il était très impliqué dans le projet industriel et lors de la réunion finale, il a quitté la salle car il n'avait pas réussi « à vendre son projet industriel ». Cette personne réfutait de façon véhémente des arguments écologiques des autres groupes avec des contre-arguments très élaborés. Cette distanciation lors du jeu était intéressante à tout point de vue. Cette implication forte dans un projet (qui peut être mis en parallèle avec une activité professionnelle) poussant une personne à refuser d'entendre d'autres arguments que les siens a été l'objet d'une longue analyse suite au jeu.

⁷⁴ Encéphalopathie Spongiforme Bovine

⁷⁵ Direction Départementale de l'Équipement

⁷⁶ Centres d'Études Techniques de l'Équipement

« *Ce changement provisoire d'opinion* », a été remarqué par l'ensemble des participants et a été l'objet de discussions enrichissantes sur des thématiques comme l'éthique, la citoyenneté, les aspirations individuelles versus les contraintes professionnelles. Cette implication forte et inattendue de la part de cet élève a également permis d'aborder une réflexion plus générale sur la capacité à prendre du recul par rapport à une situation, la difficulté de la communication et la nécessité d'avoir toujours un œil critique sur une situation.

Parmi les personnes interrogées, une a cité l'importance de l'éducation au développement durable. Beaucoup ont pris conscience de l'intérêt grandissant du gouvernement, des institutions publiques, des industriels pour le développement durable. D'où la nécessité de formation à cette thématique qui finalement était peu connue. En effet plusieurs personnes n'avaient aucune idée de ce qu'était le développement durable, d'autres n'avaient qu'une vision limitée (aspects environnementaux).

Trois des élèves ont répondu qu'ils ont trouvé le jeu de rôle « *parfait* », qu'il ne fallait rien changer.

Nous avons ensuite demandé aux participants quel était selon eux, le point le plus marquant de cette formation. L'implication forte dans ce jeu a été l'élément le plus cité. L'acharnement, les dialogues virulents et l'apport des diverses personnalités ont été remarqués. Un élève a souligné la facilité à s'approprier un rôle et de « *défendre ses idées de manière agressive et sans écoute* ». La volonté de présenter des « *intérêts individuels* » (c'est à dire des intérêts propres au rôle joué sur le moment) a aussi été notée. Un point très marquant qui a été aussi souligné par six personnes est l'implication de certains participants dans un rôle à l'encontre de leurs convictions habituelles, et sur un sujet globalement peu connu. Cet aspect se traduisait d'ailleurs par une difficulté pour certains élèves, à sortir de leur rôle lors du débriefing.

Le deuxième point largement abordé comme thème marquant était les difficultés liées au dialogue et la communication en général. Ces problèmes de communication d'après les élèves, sont dues à des différences de point de vue entre les acteurs, mais également un dialogue à des niveaux différents (local/global, intérêts personnels/intérêt général, perspectives à long terme/perspectives immédiates). Un élève a remarqué que le fait « *de ne pas avoir les mêmes documents permet aussi d'identifier le problème du niveau de l'information* ».

Les problèmes de communication ont été flagrants entre certains groupes (particulièrement la société civile et les industriels) mais ces difficultés ont été rencontrées parfois au sein même d'un groupe. La communication se résume parfois par « *un dialogue de sourds* », ou le conflit domine. La difficulté d'obtenir un consensus a été mise en avant par 6 élèves, mais les causes identifiées par les élèves sont multiples : le manque de respect, l'impression de ne pas être écouté, les difficultés pour trouver un compromis, des logiques individuelles différentes, la difficulté d'être objectif, la difficulté à croiser les intérêts des différents acteurs dans un souci d'amélioration pour le bien public.

L'importance de la prise en compte des attentes des différents acteurs pour faire aboutir un projet a été noté par deux élèves comme étant le point marquant de ce jeu. Cependant 5 élèves moins optimistes, soulignent que si « *sur le papier tout semble si simple* », dans la réalité, « *la complexité de la mise en place concrète et efficace du développement durable* » demeure.

2.3.5 Bilan pédagogique

La première session de jeu de rôle a été largement plébiscitée par les élèves mais également par les enseignants de l'ENTE. C'est pourquoi, l'année suivante, cette école a intégré la session de sensibilisation au développement durable par le jeu de rôle à 1/3 des élèves de cette école. Suite aux remarques des élèves et aux modifications possibles notées par les encadrantes, les sessions suivantes ont été améliorées. L'introduction d'une présentation succincte sur le développement durable s'est révélée nécessaire et très appréciée. En effet, les élèves ayant suivi des formations très diverses, cette mise au point était indispensable. Les débriefings introduit dans cette formation ont été particulièrement efficaces. Ils ont été l'occasion d'échanges plus posés moins focalisés sur le conflit, avec de réelles discussions sur des questions plus globales : les générations futures, la mondialisation, l'éthique, la citoyenneté. Les éléments abordés dépendent beaucoup de la personnalité des participants, même si les encadrantes pouvait profiter de ce débriefing pour mettre en lumière des thèmes complètement oubliés lors du jeu.

Il est intéressant de noter que ce type d'activité est très dépendant des participants. Les encadrants ont au début du jeu, une attention particulière à accorder à l'initiation du jeu (l'appropriation des rôles, la coordination des groupes, l'absence de rejet du jeu de rôle par les participants, la bonne entente au sein d'un même groupe...). La sensibilité et l'implication de chaque élève modifient fortement le déroulement de la formation, chaque jeu était unique avec un déroulement et une solution finale différents. Une des sessions s'est clôturée par l'abandon du projet industriel et le licenciement des employés. La forte personnalité des représentants de la société civile s'est avérée très efficace, les recherches et arguments exposés par ce groupe ont convaincu « le préfet » d'abandonner le projet. Il est vrai que dans ce cas, le groupe des industriels n'était pas très efficace (la répartition du travail, l'organisation du groupe avait pris beaucoup de temps). Lors de deux autres sessions, « le préfet » a demandé des études complémentaires au nom du principe de précaution et aux vues des incertitudes soulevées par la contamination possible par l'ESB. Un des jeux de rôle s'est clôturé par l'acceptation totale du projet, avec relativement peu d'engagement de la part des industriels.

Une des sessions comprenant uniquement dix participantes s'est avéré être beaucoup plus constructive que les autres. En effet, dès le départ chaque groupe avait une attitude consensuelle, cherchant une solution optimale aux nombreux problèmes rencontrés. La décision finale a été l'autorisation du préfet avec des mesures compensatoires très élaborées : utilisation d'une voie ferrée pour le transport sécurisé des farines animales, création d'une commission locale de concertation intégrant les habitants pour débattre du problème lié aux farines animales, prévention et formation du personnel à l'utilisation de ce type de substance potentiellement dangereuse, plan de prévention des risques, délocalisation de la zone de stockage des farines pour éviter les risques d'inondation, délocalisation de l'école maternelle avec une subvention de l'industrie, journée porte ouverte de l'entreprise...

Une des formations s'est révélée par contre particulièrement conflictuelle. En effet, le groupe d'élèves participants était déjà fortement en conflit au sein même de leur classe. Plusieurs personnes du groupe pouvant être qualifiées de meneurs, voire d'agitateurs. Ce groupe était difficile à gérer car il est toujours délicat d'éviter les conflits personnels n'ayant pas trait au jeu de rôles. Cependant ce type de pédagogie participative semble également être très efficace même avec un groupe en situation de rejet scolaire et de refus de l'autorité enseignante. En effet seize personnes sur les dix sept ont souligné que cette formation leur a été bénéfique, qu'elle leur a permis d'enrichir leur compréhension du développement durable.

La majorité des formations se déroule sur un mode conflictuel, chaque élève tentant de défendre au mieux les intérêts de l'acteur qu'il représente. Cependant, il est intéressant d'aborder cet aspect lors du débriefing : le positionnement des acteurs et les difficultés pour modifier un rapport conflictuel en approche consensuelle et bénéfique à tous. Le conflit engendre également une certaine stimulation dans la recherche et la construction d'arguments pour déstabiliser les autres groupes. Malgré le temps relativement court de ce jeu de rôle, il s'est avéré particulièrement constructif. Le fait qu'il soit regroupé sur trois jours consécutifs a permis aux participants de rester dans la même dynamique. Les thématiques et conflits abordés au cours de la journée étaient d'ailleurs toujours présents dans les pauses ou après les cours. Cette stimulation était également visible par les documentations et recherches complémentaires menées par les élèves. Certains groupes ont trouvé des documentations sur l'aménagement paysager de la commune où devait être implanté l'usine, avec une argumentation contre l'autorisation de l'utilisation des farines animales basée sur la baisse possible du tourisme et un préjudice aux vignes classées AOC⁷⁷ qui se trouvent à proximité... La documentation donnée à chaque groupe évolue donc au fil des jeux puisqu'à chaque fois un enrichissement est amené par les étudiants (avant d'intégrer un document, une vérification de la pertinence et un réajustement par rapport à la quantité totale de documents est réalisée).

Finalement, il n'existe pas de bon ou de mauvais déroulement pour cette formation. Quelle que soit l'évolution du jeu de rôle, le débriefing est intéressant car il amène les élèves à réfléchir tous ensemble sur l'issue, sur le rôle de chaque acteur, sur leur positionnement personnel face à une thématique complexe, sur la meilleure manière de résoudre un tel problème... Les élèves abordent souvent le fait que leur opinion a évolué au cours du jeu, en fonction des informations nouvelles, mais aussi qu'ils ont pris conscience au fur et à mesure de l'ampleur des objectifs liés au développement durable. Le débriefing est également particulièrement nécessaire car certains élèves sont tellement impliqués dans leurs rôles qu'ils ont une vision très limitée de la problématique générale, et qu'ils oublient la dimension globale du développement durable.

2.3.6 Perspectives

Ce jeu de rôle a été particulièrement apprécié, plusieurs élèves auraient souhaité d'autres cours sous cette forme. Les enseignants de l'ENTE réfléchissent à l'utilisation de telles méthodes dans d'autres thématiques. Un premier essai a été réalisé avec un jeu de rôle durant trois jours avec pour thématique l'aménagement du territoire.

Un élément très intéressant est intervenu lors d'une formation. Deux élèves qui ont dû s'absenter, n'ont été présents que le dernier jour de la formation. Il était délicat de les intégrer dans un groupe vu qu'ils n'avaient pas suivi les débats. Nous leur avons donc proposé une position d'observateurs avec une restitution de leur point de vue lors du débriefing final.

⁷⁷ Appellation d'origine contrôlée

Cette expérience s'est avérée très positive. En effet, ces deux élèves n'ayant pas participé au débat conflictuel, ont pu exposer calmement leur avis et signifier aux autres, en étant écoutés, leur position antagonique, la nécessité de recentrer le débat, ou encore leur argumentation peu fondée. Cette analyse réalisée avec beaucoup de recul a semblé avoir encore plus de poids auprès des participants, car elle était réalisée par un élève de la classe et non par un enseignant. Cet élément nous a donc amené à utiliser l'intérêt de cette position d'observateur neutre comme élément constitutif pour l'élaboration d'un autre jeu de rôle.

2.4 Jeu de rôle sur le cas d'étude MetalEurope pour les élèves de l'UTT⁷⁸

2.4.1 Description générale du jeu de rôle et objectifs de la formation

Ce jeu de rôle a été créé dans le cadre de cette thèse en partenariat avec Cyrille Harpet⁷⁹ et inspiré d'une situation réelle : la fermeture de l'usine MetalEurope (Pas-de-Calais). Ce cas d'étude a été choisi pour la complexité des enjeux associés à ce site industriel, notamment, les aspects liés aux problèmes suivants :

- Sociaux : licenciements massifs, problème de reclassement des salariés, absence de qualifications professionnelles.
- Environnementaux : pollution engendrée par l'activité industrielle, terres polluées.
- Economiques : région économique pauvre ayant subi plusieurs cessation d'activités industrielles, avec un taux de chômage très élevé, délocalisation de l'activité vers des pays étrangers, logique d'investissement basée sur le profit pour les actionnaires, endettement chronique de ce groupe industriel, défaillances dans la gestion de l'entreprise...
- Sanitaires : contamination au plomb amenant un taux de saturnisme très élevé chez les salariés (exposition professionnelle), chez les riverains, les familles de salariés et les habitants locaux...
- Problèmes transverses : interdiction d'activité agricole due aux contaminations des sols, déplacement des populations envisagées, responsabilité sociale, économique et environnementale non reconnue.

Le jeu a été créé pour former des étudiants du supérieur⁸⁰ (bac +4, bac +5) à la compréhension des jeux d'acteurs et au mode de comportement des parties prenantes dans un contexte de crise sociale. Ces élèves ne sont pas ingénieur au sens strict du terme, mais ils suivent une formation à dominante scientifique et technique. Nous avons donc considéré que ce cas d'étude était comparable à celui réalisé auprès d'élèves ingénieurs.

Dotés de savoirs et de compétences de spécialistes, ces étudiants doivent acquérir des notions concernant la collecte des informations, la construction d'un argumentaire servant une prise de position dans un groupe d'acteurs aux intérêts divergents et dans un contexte de crise. L'objectif est de sensibiliser les étudiants à la problématique posée par le développement durable par le biais d'une simulation de crise industrielle. Les étudiants doivent collecter des informations ne relevant pas spécifiquement de leur formation initiale, ni de leurs compétences. Ils doivent ensuite construire un argumentaire à partir de ces informations pour conforter une position à tenir en tant que partie-prenante.

⁷⁸ Université Technologique de Troyes (UTT)

⁷⁹ Philosophe, anthropologue, enseignant à l'Université de Technologie de Troyes, chargé d'étude Environnement et développement durable au sein d'Economie & Humanisme (Lyon).

⁸⁰ Les élèves ayant suivi ce cours se trouvaient en DESS écologie industrielle

L'objectif est d'amener les étudiants à avoir une réflexion sur :

- l'écoute des autres acteurs ayant des intérêts divergents,
- la compréhension des jeux des acteurs (décodage des positions et stratégies),
- les conditions du processus de prise de décision collective,
- la notion de consensus,
- la responsabilité individuelle et la responsabilité collective,
- l'approche transversale et intégrée des trois dimensions du développement durable,
- la dimension éthique dans toute prise de décision,
- la dimension temporelle et évolutive d'un projet,
- les aspects du développement durable qui doivent être reliés aux problématiques industrielles.

2.4.2 Déroulement du jeu

2.4.2.1 Travail préalable

La première phase consiste à répartir les étudiants par groupes d'acteurs, dits parties-prenantes. Un équilibre dans la répartition de l'effectif des étudiants entre groupes doit être trouvé. Dans ce cas, il y avait au total 18 étudiants répartis en 9 groupes de 2 élèves.

La durée de jeu étant très courte (une seule journée), la répartition des élèves et des documents associés à leur groupe a été réalisée préalablement. Chaque groupe d'acteurs a reçu une semaine avant la formation des documents spécifiques à son rôle avec pour consigne la nécessité de s'approprier les enjeux et de comprendre sa position en tant que partie prenante (annexe n° 17, 18 et 19).

2.4.2.2 Déroulement des séances en différentes phases temporelles

Pour que les participants puissent avoir une meilleure appréhension de l'évolution d'un contexte de crise, ce jeu a été organisé autour de trois phases temporelles successives (les évènements et données de 1980, 1990 et 2003). Le choix de cette structure avait pour but d'aider les participants à appréhender la notion de durée très délicate à concevoir. L'ensemble des documents fournis était extrait des communiqués de presse et des journaux pour chaque époque où nous avons situé ce jeu. Chaque joueur ne participe en tant qu'acteur qu'à une époque donnée et se trouve en position d'observateur pour les autres phases. Cet aspect permet à chaque participant de prendre du recul par rapport aux facteurs de cette crise et d'analyser les logiques des acteurs. La prise en compte de la notion de durée et de générations futures étant un principe de l'approche du développement durable, cette vision prospective constitue élément nécessaire à apporter aux élèves.

Epoque 1 : 1980

La première époque met en situation trois groupes d'acteurs (1, 2, 3) :

- les représentants d'une association locale de protection de l'environnement,
- les représentants des autorités politiques locales (maire, élus),
- les représentants de l'industrie dont l'activité est remise en question par l'association de protection de l'environnement.

Les autres élèves sont placés en temps qu'observateurs de la table ronde.

La situation proposée pour cette première phase la suivante : une association locale de protection de l'environnement de Noyelle-Godault demande un entretien avec le maire de la commune pour protester quant aux impacts environnementaux liés aux activités de l'usine de production de MetalEurope. L'association réclame des informations sur les risques et les mesures des impacts environnementaux ainsi que sur le respect de la réglementation liée aux activités. Les impératifs économiques soulignés au maire (dans sa feuille de consigne distribuée préalablement) insistent sur la nécessité de maintenir l'activité économique locale fortement liée à l'industrie métallurgique de MetalEurope. La taxe professionnelle de cette industrie majeure permet de couvrir les besoins pour le développement de la commune et du territoire. Le préfet assure aux autres groupes que la réglementation est respectée en matière d'autorisation d'installation et d'exploitation. Le représentant de l'industrie est invité à présenter les mesures de contrôle et de réduction de ces nuisances.

Les représentants de l'industrie MetalEurope font connaître à la fois leurs contraintes de maintien de la production et les contraintes liées aux normes d'hygiène, sécurité et préservation de l'environnement local. Une demande de financements pour l'amélioration des mesures de sécurité et de limitation des émissions atmosphérique a été demandée.

La problématique mise en avant pour cette première phase de jeu est celle d'atteintes répétées à l'environnement. Des émissions polluantes issues du site industriel inquiètent les riverains et les habitants locaux.

Epoque 2 : 1990

La deuxième époque met en situation de confrontation, trois autres groupes (4, 5, 6) :

- les représentants d'une association locale à vocation humaniste,
- les experts en santé publique (administration, recherche publique),
- les représentants de l'industrie (spécialistes hygiène, sécurité et environnement).

Les autres participants sont placés en temps qu'observateurs de la table ronde.

Le contexte a évolué, dix années se sont écoulées sur le secteur de Noyelles-Godault. Une récession économique sévère touche la région. L'industrie a dû recourir à des recrutements d'intérimaires et cesser quelques activités non rentables. La compétition européenne s'intensifie et les pays de l'Est attirent les investisseurs par la faible rémunération de la main-d'œuvre locale. Une association locale de défense des valeurs humanistes commence à mener des actions en faveur des populations fragiles (chômeur de longue durée, familles nombreuses, personnes en situation de précarité...). Les collectivités commencent à se mobiliser pour le soutien aux initiatives locales d'aide au retour à l'emploi. Des études épidémiologiques sont menées par ailleurs, portant spécifiquement sur les risques de santé publique parmi des populations exposées aux émissions de polluants. Des médecins locaux observent des phénomènes d'atteintes neuro-sensorielles et de perturbation du développement d'enfants. D'autre part, la parution de textes réglementaires en matière de prévention des risques sanitaires portent les autorités locales à contrôler le respect de normes environnementales et d'hygiène dans les sites industriels.

Les industriels ont adopté un système de management ISO pour maintenir leur place sur le marché international. Cependant, la mise en place de normes de sécurité, d'hygiène et de normes en matière d'environnement est coûteuse économiquement, mais aussi en temps. Les obstacles rencontrés sont aussi liés au changement de culture que suppose un système de management.

La problématique mise en avant pour les élèves dans cette deuxième table ronde, repose sur les nuisances environnementales associées aux problèmes sanitaires observés par des riverains et habitants des communes voisines. Une association à vocation humaniste sollicite les administrations concernées par la santé publique (DDASS⁸¹) pour débattre des études relatives aux risques sanitaires, en présence de représentants de l'industrie incriminée. Le débat porte sur les mesures de contrôle et de prévention adoptées. Les études épidémiologiques font mention de cas de saturnisme chez des enfants du secteur.

Epoque 3 : 2002

La troisième époque met en situation de confrontation les trois derniers groupes (7, 8, 9) :

- les représentants du groupe des actionnaires,
- les représentants du syndicat des personnels et association de partenaires sociaux,
- les représentants des ministères (Industrie, Affaires sociales) et d'une autorité publique locale (préfet de région).

Les autres participants sont placés en temps qu'observateurs de la table ronde.

Le contexte économique et financier est désormais défavorable au développement de l'activité de l'industrie MétalEurope. La décision récente, prise par le groupe d'actionnaires est de fermer sans préavis l'usine. Cette décision est annoncée par voie de communiqué de presse. Aucun financement ne sera prévu pour le démantèlement de l'usine ni pour le reclassement des employés. Ce dépôt de bilan fait suite à une série de défaillances dans la tenue de la trésorerie et explique la situation de surendettement trop lourd à supporter par l'entreprise. Aucun plan social n'est prévu par le groupe industriel, ce qui pousse les représentants du syndicat des employés et les partenaires sociaux à solliciter les autorités publiques pour une négociation.

Les représentants des actionnaires sont tenus de s'expliquer sur les mesures prises dans le contexte de crise et de cessation d'activité. La population touchée par cette fermeture s'élève à 2 000 personnes. A ce drame économique et social, s'ajoutent les risques sanitaires et la pollution de l'environnement. La table ronde porte sur le dédommagement des personnes, sur les responsabilités, sur le reclassement professionnel des salariés, ainsi que sur les mesures de requalification du site industriel et de dépollution du secteur.

Cette troisième phase dans l'évolution de la crise marque un tournant majeur avec la fermeture du site et la cessation d'activités. Les inquiétudes relatives à la pollution, puis aux risques sanitaires redoublent cette fois avec les conditions économiques et sociales qu'impose cette fermeture du site.

⁸¹ Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales

2.4.2.3 Déroulement de la journée

La première demi-journée comprend les deux premières tables rondes (phase I et II), deux époques marquées par la mobilisation de la société civile pour les questions de préservation de l'environnement puis des risques sanitaires pour les habitants.

La seconde demi-journée comprend la dernière table ronde, laquelle concentre l'ensemble des problèmes rencontrés et donc les trois dimensions majeures du développement durable. Les contraintes économiques (retrait des actionnaires, surendettement chronique de l'entreprise, cessation d'activités, fermeture du site, investissement des actions sur des filiales étrangères), et les problèmes de pollution et d'atteinte grave à l'environnement participent au drame social (mise au chômage de 2000 personnes). L'avenir de la population est au cœur du débat, ainsi que l'avenir du site industriel. Cette dernière table ronde des acteurs, comprenant la prise de décision finale quant à l'avenir de la population et du site industriel, permet d'établir une synthèse générale avec l'ensemble des étudiants. Une analyse collective des trois périodes est ensuite effectuée sur la base des jeux et logiques des parties prenantes et sur la base des notes des observateurs. Chaque participant ayant eu l'occasion d'être au moins une fois acteur et puis observateur, l'intérêt pédagogique de la méthode ressort au travers cette double analyse.

La durée d'une séquence « *table ronde* » est approximativement de 1h (comportant 20 minutes de débriefing). Les représentants des groupes d'acteurs sont installés autour d'une table ronde de façon à être face à face. Durant chaque séance, chaque acteur peut s'exprimer librement, les animateurs n'interviennent pas pendant la durée de la séquence et se placent du côté des observateurs (qui, eux non plus, ne peuvent intervenir durant la table ronde, mais s'expriment lors du débriefing).

Les observateurs sont répartis autour des groupes d'acteurs afin de pouvoir observer la table ronde sans y participer. Chaque observateur doit procéder à une observation d'un seul acteur et prendre des notes sur les attitudes (gestes, mimiques), sur la forme du discours (ton, silences, style de langage), sur la construction de l'argumentaire (références, citations, logique de construction) (annexe n° 20). La répartition des élèves durant une table ronde est montrée figure n° 31.

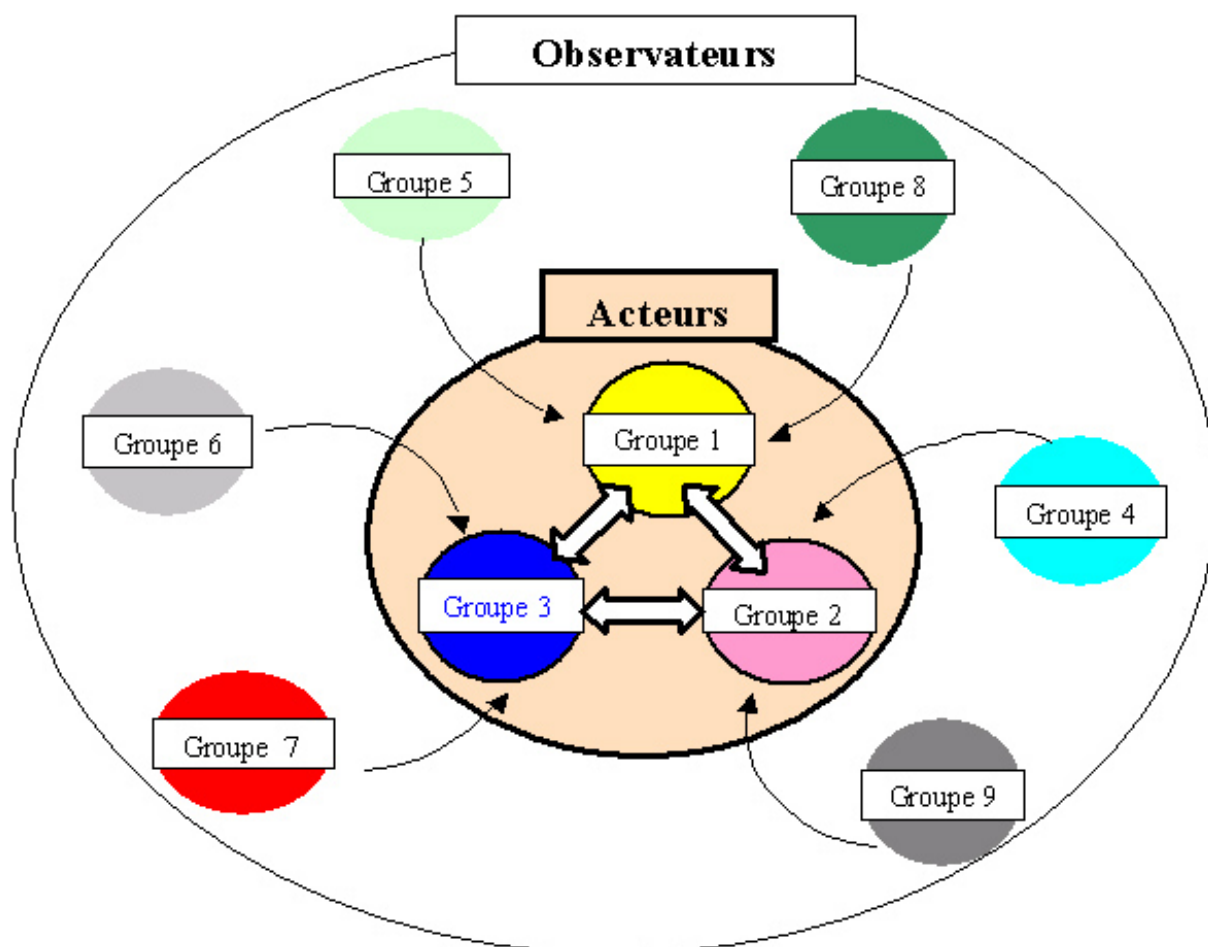


figure n° 31 : Schéma de déroulement de la première table ronde Epoque I : 1980 (Lourd et al., 2004c)

2.4.3 Bilan du jeu

La séance s'achève par un bilan global établi sur le déroulement de l'ensemble des séquences de tables rondes successives. Ce moment est décisif pour offrir une vue d'ensemble sur le processus de négociations engagées par chaque groupe de parties-prenantes, à chaque époque et donc en fonction de chacun des enjeux identifiés. Cette synthèse permet de dresser un panorama des logiques d'acteurs, des problématiques soulevées (écologique, sanitaire, économique, sociale, éthique). Ce bilan partagé collectivement s'effectue à l'aide d'un tableau déclinant les trois époques traversées, recoupant les trois dimensions du développement durable. Chaque participant est invité à effectuer une lecture de son propre rôle, de celui tenu par les autres acteurs et ainsi de devenir observateur de l'ensemble des parties-prenantes.

2.4.4 Evaluation de la formation par les élèves

A l'issue du jeu une fiche d'évaluation du jeu de rôle a été distribuée à chaque étudiant (annexe n° 21). Nous voulions ainsi savoir si les élèves avaient trouvé un intérêt à ce type de méthode basée sur un jeu de rôle ? Si le séquençage temporel leur était apparu comme pertinent ? Et si la position d'observateur avait été efficace ? Il n'y avait pas d'évaluation sous forme de note des élèves. Afin de maximiser la liberté d'expression de chacun, ce questionnaire était anonyme.

L'analyse des réponses au questionnaire a montré que les élèves ont unanimement apprécié ce type d'approche pédagogique. Ils ont souligné leur implication dans ce type d'activité interactive. C'était pour eux, une approche concrète du développement durable qui leur a permis une meilleure compréhension des conflits liés aux intérêts divergents des différents acteurs impliqués. Certains élèves ont même spécifié que ce cours était « *un avant goût de leur future situation dans le milieu du travail* ». Ils ont pu mieux appréhender les notions de consensus, d'argumentation, de communication. Ce jeu de rôle a été réellement perçu comme un passage de la théorie à la pratique.

Les élèves avaient avant ce jeu de rôle déjà suivi des cours sur le développement durable. Ils avaient donc une bonne compréhension de ce concept. Cependant, ils ont souligné que ce cours leur a permis d'affiner leur compréhension et d'avoir une plus grande ouverture d'esprit.

Le séquençage temporel, a permis aux élèves d'avoir une prise de conscience de la possibilité « *de changer le présent afin de d'améliorer le futur* » et de la nécessité « *d'envisager le futur de manière différente* ». Ils ont ainsi pu comprendre l'évolution d'un projet industriel dans le temps. Cet exercice leur a permis d'essayer d'analyser le passé et de « *se détacher d'une échelle de temps trop réduite à laquelle l'Homme est habitué à se référer* ». Les élèves ont souligné que ce jeu de rôle leur a permis de mieux comprendre la difficulté de prendre en compte et de résoudre des problèmes sur le long terme.

La position d'observateur a été très appréciée. Elle a été l'occasion d'avoir une vision globale de la situation, une position critique qui leur a permis d'analyser les jeux d'acteur et l'évolution vers une situation de crise.

Parmi les améliorations proposées, certains élèves auraient aimé avoir davantage de documents, notamment en ce qui concerne les aspects juridiques, et avoir plus de données chiffrées. Visiblement, malgré le tri des documents en fonction de leur pertinence et de la date de parution, il semble que quelques incohérences subsistaient. Certains élèves ont demandé plus de précisions sur la définition des rôles qu'ils allaient devoir tenir. Ces éléments seront améliorés pour les prochaines formations. Les élèves aimeraient également avoir plus de cours sous cette forme de jeu de rôle. Ils auraient aimé que cette simulation dure deux jours.

Le débriefing final a été perçu comme un moment très enrichissant qui a permis une contextualisation : comprendre l'implication des principes du développement durable dans un contexte réel.

Les points les plus marquant ont été la difficulté à comprendre les autres parties intéressées et la difficulté d'obtenir un consensus. Certains ont été surpris de voir l'implication forte de chacun des étudiants. Cette implication a été d'autant plus surprenante que cette identification spontanée à l'acteur au sein du jeu était parfois en contradiction avec le positionnement personnel de l'élève. Les élèves ont remarqué un décalage dans le dialogue entre les parties intéressées qui ne parlent pas des mêmes enjeux, ni des mêmes échelles (de temps et d'espace).

2.4.5 Bilan pédagogique du jeu de rôle

Ce jeu a rempli les objectifs préalablement fixés, c'est à dire, la compréhension des jeux des acteurs, du processus de prise de décision collective, de la notion de consensus, de la notion de responsabilité (individuelle et collective), la dimension temporelle et transversale du développement durable.

Ce type d'activité sur une période très courte était adapté pour ce public particulier. En effet, ces élèves, déjà fortement spécialisés en environnement ont reçu plusieurs cours sur le développement durable (certains élèves avaient déjà une expérience professionnelle). Cette formation n'avait donc pas pour but de leur apporter des connaissances dans le domaine, mais plutôt de les mettre en pratique et de relier les notions théoriques à des aspects plus pragmatiques. Visiblement, cette approche a été efficace.

Ce module nécessite tout de même une préparation préalable des élèves (envoi de documentation préalable et appropriation des rôles). Cette étape peut être délicate car même si nous avons conseillé à chaque groupe de ne pas divulguer les informations à leur disposition, il est possible de déstabiliser le déroulement du jeu si les données des groupes intervenant lors de la dernière époque sont données (annonce de la fermeture du site et du licenciement des employés). Il serait donc possible de modifier la structure de ce jeu, en répartissant les activités sur deux jours. Avec une première phase d'appropriation des rôles en présence des intervenants. Puis des phases de débriefing entre chaque table ronde un peu plus longue, car dans ce cas, chaque étape était minutée, même si le débat aurait pu se poursuivre, le délai imparti devait être respecté.

Il est intéressant de noter que les élèves ne semblaient pas beaucoup connaître ce cas d'étude de l'usine MetalEurope pourtant largement médiatisé. Certains élèves n'en avaient pas du tout entendu parler. D'autres, n'avaient pas fait le lien immédiatement. En effet, la progression des phases de jeu n'a pas permis aux élèves d'identifier immédiatement la catastrophe abordée par les médias. Le début de jeu est largement ciblé sur les problèmes environnementaux. Les élèves très focalisés sur cette question ne se posaient pas d'autres questions. La deuxième phase axée sur la dimension sociale, due essentiellement à la présence de parties prenantes dans ce domaine, n'excluait pas les aspects environnementaux préalablement évoqués mais ne faisait aucunement allusion à une évolution du site, dans le temps. La dernière phase plaçait les participants en situation de crise, sans moyens d'action. Lors du débriefing final, les élèves ont alors réalisé que l'évolution vers cette situation de crise grave étaient aussi due partiellement au manque de décision de leur part dans les phases précédentes (1980 et 1990). Les données fournies aux élèves étaient les mêmes que celles qui étaient disponibles dans la situation réellement survenue à Noyelles-Godault.

Il est intéressant de noter que le même schéma d'inaction des acteurs impliqués est survenu dans ce jeu que dans la situation réelle. Afin de mieux cerner les événements intervenus sur ce site industriel, nous avons rencontré le directeur de cette usine lors de ces événements (Christian Thomas). Au vu des documents et des consignes que nous avons données, le déroulement du jeu de rôle a suivi une évolution identique à celle survenue dans la réalité. Cet aspect n'est pas étonnant puisque pour chaque rencontre, une situation conflictuelle était évoquée mais le groupe soulignant les problèmes liés à cette usine se trouvait toujours en position d'infériorité (numérique, de pouvoir décisionnel, d'un point de vue économique...).

Dans l'époque I, en 1980, les écologistes prônant la protection de l'environnement ne sont pas ou peu écoutés par les autorités politiques locales (maire, élus) qui veulent avant tout préserver l'apport économique apporté par cette usine. Ce groupe n'est pas non plus en position de force face au troisième groupe constitué par les représentants de l'industrie dont l'objectif est de maintenir et de rentabiliser l'activité industrielle.

Chaque situation place délibérément les participants dans un jeu d'acteurs, conflictuel. Les participants ne possèdent pas les mêmes informations, ni les mêmes possibilités d'action. Les élèves ont été surpris d'apprendre qu'ils avaient rejoué totalement une situation réelle. Certains élèves ont alors pris conscience de la possibilité de faire évoluer la situation différemment si les remarques des acteurs faibles (association de protection de la nature, association humaniste) avaient été prises en compte initialement. Ce recul sur les événements passés est apparu comme très constructif. Les élèves avaient d'ailleurs envie de savoir qu'elle était la situation actuelle de ce site industriel et quelles étaient les évolutions prévues.

2.4.6 Perspectives

Les expériences pédagogiques menées avec les étudiants au travers cette méthode de « *jeu de rôle* », montrent un grand intérêt. En effet, cette mise en situation par simulation pousse l'étudiant à la fois à mobiliser des connaissances pour défendre une position, construire un argumentaire et se risquer à la confrontation. Adoptant à la fois une position d'acteur impliqué dans un débat autour d'un enjeu et une position d'observateur des autres parties-prenantes, l'étudiant est amené à apprécier la dualité des points de vue, la complexité des situations et les contraintes pour aboutir à une prise de décision consensuelle.

Les principes de consultation des acteurs, de concertation et de participation des parties-prenantes dans le cadre d'une politique de développement durable, nous obligent à réviser les méthodes d'enseignement. Les étudiants des établissements de l'enseignement du supérieur, formés à la maîtrise intellectuelle des savoirs scientifiques et techniques, sont trop peu confrontés à ces situations de gouvernance. La méthode proposée ici apporte un élément de réponse, conciliant à la fois une démarche de maîtrise de certaines connaissances (scientifiques), de collecte des informations pour un besoin défini et surtout de mobilisation dans un contexte de crise, où les savoirs sont sans cesse soumis à la contradiction, à la controverse et à la recherche d'une objectivité collective partagée.

Nous nous sommes appuyés sur un cas d'étude déjà connu et d'actualité, ce qui favorise les liens entre des connaissances théoriques abstraites et des notions servant à éclairer une prise de décision. Enfin, ce cas d'étude s'est révélé d'autant plus utile qu'il permettait d'acquérir une vision synthétique dans le temps (restitution d'une histoire en trois époques) et intégrée avec les trois dimensions relatives au développement durable (enjeux économiques, sociaux et environnementaux).

3 Conclusion

Les objectifs pédagogiques liés à l'introduction du développement durable dans la formation des ingénieurs paraissent particulièrement complexes. Dans cette partie III, nous avons essayé de dégager les principaux aspects à introduire dans une formation ciblée sur ce concept :

- perception de la dimension évolutive du concept,
- compréhension de la notion d'incertitude,
- prise en compte des divergences d'acceptation,
- acquisition d'un mode de pensée systémique,
- réflexion éthique,
- interrogation sur la notion de responsabilité (collective et individuelle),
- réflexion sur le changement de paradigme induit par ce concept,
- capacité à considérer de façon pragmatique cette notion théorique.

Aux vues de ces éléments, une première formation basée sur l'utilisation d'un jeu de rôle a été analysée. Cette formation, développée pour les élèves ingénieurs de l'École des Mines s'est avérée pertinente au regard des objectifs fixés. Les élèves ont pu cerner de façon pragmatique ce concept théorique. Ils ont été confrontés aux difficultés liées à la négociation, à la gestion de situations complexes, conflictuelles et aux incertitudes liées au manque de données ou aux informations divergentes. A travers ce jeu de rôles, ils ont pu aborder de façon systémique une situation complexe liant des problèmes environnementaux, sociaux et économiques. En effet, les jeux de rôles semblent convenir à une compréhension de la réalité dans sa globalité qui va au-delà d'une compréhension des éléments qui la composent (Chamberland et al., 1996).

Afin d'approfondir et de mieux intégrer les objectifs préalablement définis, quelques modifications ont été menées dans l'élaboration des jeux de rôles utilisés ensuite. Le deuxième exemple concernait une formation pour les techniciens de l'équipement (élèves de l'ENTE). Pour ce jeu, nous avons pris en compte la nécessité d'aider les élèves à prendre du recul par rapport aux éléments discutés lors du jeu de rôle. Une séance de débriefing a été mise en place, permettant alors aux élèves de s'exprimer d'un point de vue personnel sur ce concept, sur les changements qu'il peut induire ou sur les limites de celui-ci.

Le dernier jeu de rôle a été développé avec une situation et une structure différentes, de façon à favoriser l'assimilation des objectifs pédagogiques les moins bien abordés précédemment : la notion d'évolution temporelle et les réflexions éthiques. Les deux premiers jeux de rôles étaient construits sur une démarche positive : les élèves devaient contribuer à l'élaboration d'un projet industriel intégrant les principes de développement durable. Ce dernier jeu de rôle est lui basé sur une situation d'échec, où les principes de développement durable ne sont pas pris en compte et qui se termine par une crise sociale, environnementale et économique. Ce cas d'étude basé sur une situation industrielle réelle (MetalEurope) a été structuré en trois phases temporelles. Cet aspect a permis aux élèves de mieux comprendre l'évolution d'un projet industriel dans le temps. La particularité de ce jeu de rôles était de placer les élèves alternativement en position d'acteur et d'observateur, ce qui leur a permis d'avoir une vision plus globale de la situation, d'analyser les jeux d'acteur et de développer leur esprit critique.

D'un point de vue général, les élèves ayant suivi une de ces formations ont tous souligné l'intérêt de cette approche. Ils ont beaucoup apprécié ce type d'activité en soulignant leur regain de motivation. Ce type d'intérêt et d'émulation intellectuelle procuré par le jeu de rôle a déjà été observé par d'autres auteurs qui précisent que ce type de formation crée un environnement permettant une ouverture d'esprit, et stimulant la recherche et la curiosité (Ancelin-Schützenberger, 1995; Chamberland et al., 1996; Meadows, 1999).

Aujourd'hui, un des aspects essentiel pour les élèves et notamment pour les élèves ingénieurs est d'apprendre à s'adapter à des situations évolutives, à communiquer, à exprimer les limites de leur savoir, à prendre en compte les attentes et les craintes de la société (Germinet, 2004). Ce type d'exercice semble donc adapté, car il permet aux élèves de s'impliquer fortement, de mieux cerner les problèmes de communication et de concertation. De plus, cette approche aide l'étudiant à dépasser la vision uniquement théorique des enjeux et méthodes relatives au développement durable.

Cependant, il est important de noter que ce type d'approche a été insérée dans une approche pédagogique globale. En effet, les élèves ont suivi préalablement une formation théorique sur le développement durable. Cette formation sous forme de jeu de rôle s'est insérée après ces apports, avec comme objectif d'apporter aux élèves une vision globale et synthétique sur ce sujet.

**Partie IV : Proposition d'un outil d'aide à l'évaluation et
à l'amélioration de formation au concept de
développement durable**

Partie IV Proposition d'un outil d'aide à l'évaluation et à l'amélioration de formation au concept de développement durable

Dans le cadre de ce travail, il semblait important d'aider les élèves à appréhender le développement durable de façon holistique. De plus, se pose une problématique d'évaluation et d'identification des contenus cognitifs associés au concept de développement durable. Le développement d'outils d'évaluation de la compréhension de ce concept dans sa dimension globale paraissait donc indispensable. C'est pourquoi nous avons orienté notre recherche sur des outils de schématisation et d'analyse de la compréhension.

Les représentations graphiques de connaissances sont déjà utilisées dans des domaines très diversifiés : éducation, psychologie, communication, géographie, médecine, linguistique, économie, science politique, sociologie, anthropologie (Cossette, 1994). Il faut noter qu'une grande quantité de vocables recouvrent le même type d'analyses ou des analyses similaires : carte de concept, carte conceptuelle, toile d'araignée, organisateur graphique, cartes mentales, cartes cognitives, cartes de connaissances, réseaux... (Tochon, 1990; Saadani et al., 2000). Dans la littérature anglo-saxonne les termes employés sont également variés : concept maps, networks, frameworks, models, knowledge maps, flow charts, mind maps, mapping... (Jacobi et al., 1994; Saadani et al., 2000).

Pour simplifier la compréhension, nous utiliserons le terme de « *carte* » pour aborder l'ensemble de ces représentations graphiques de connaissances. Une carte est une représentation graphique de la représentation mentale que se fait une personne d'un sujet. Les cartes se composent de deux éléments : des concepts traités comme des variables et des liens, le plus souvent d'influence (ou de causalité) unissant certains des concepts (Axelrod, 1976) .

Les représentations sont caractérisées par une grande diversité (Allard Poesi, 1996). Les cartes sont qualifiées de « *proëiforme* » et de « *plastique* » (Audet, 2003). En effet, les objectifs poursuivis, les présupposés épistémologiques, les aspects méthodologiques, les interprétations et l'utilisation des résultats varient de façon considérable (Audet, 2003).

Tout d'abord, toutes les cartes ne sont pas construites selon la même méthode, certains auteurs utilisent des termes ou des concepts alors que d'autres travaillent à partir de phrases (il s'agit alors de trames conceptuelles). Il n'existe pas de consensus sur la manière de construire la carte (Komocar, 2003). Tochon distingue trois catégories de cartes : les cartes créées par l'étudiant ; celles créées par l'enseignant ; les cartes utilisées dans la recherche (Tochon, 1990).

Dans le cas de cartes élaborées par les étudiants, des cours sur la réalisation de cartes sont souvent réalisées préalablement (Van Zele et al., 2004). Dans certains cas, pour les expériences menées en recherche didactique, des mots clés sont donnés aux élèves afin de les aider à structurer leur carte et d'analyser leur façon de relier certains termes (Van Zele et al., 2004). Ces listes sont non-exhaustives, et les termes ajoutés par les étudiants sont ensuite analysés. Les cartes réalisées par l'enseignant ou par des experts du domaine peuvent être présentées comme modèle de référence. Les cartes peuvent également être réalisées à partir d'entretiens individuels ou à partir de l'analyse de textes ou de discours (Allard Poesi, 1996; Van Zele et al., 2004).

Ces représentations sont également très différentes de part leur structure et la façon dont sont reliés les concepts (Jacobi et al., 1994). Dans certains cas, la signification des liens et traits unissant différents concepts n'est pas explicitée, dans d'autres études, les liens sont très codifiés. Certains travaux se basent sur la notion de causalité entre les concepts, étant donné parfois la difficulté à justifier cette relation, certains auteurs préfèrent utiliser la notion d'influence entre les concepts (Cossette, 1994).

Les cartes peuvent être distinguées en fonction de leur utilisation (Jacobi et al., 1994) :

- les cartes utilisées comme méthode pour visualiser et enregistrer des informations,
- les cartes composites ou de synthèse qui peuvent être analysées ou interprétées dans le cadre de recherche didactique,
- les cartes modèles, résultats de recherche, qui propose une représentation spatiale de concepts comme modèles de référence.

L'analyse des revues scientifiques de recherche pédagogique et didactique montre une grande hétérogénéité des représentations sous forme de cartes. Chaque auteur semble adapter les techniques de représentation spatiale de concepts en fonction des questions qu'il se pose (Jacobi et al., 1994). Dans le cadre de notre étude, nous avons choisi des paramètres de réalisation de ces cartes propices à nos objectifs. Parmi les différentes appellations possibles, et en fonction de la littérature utilisée nous avons choisi d'employer le terme de « *carte cognitive* ». Ce terme est déjà utilisé dans d'autres études de façon très différente. L'utilisation faite ici n'est pas en contradiction avec ces premières applications, elle est seulement remodelée. Aucun terme, ni même aucune méthodologie déjà utilisée ne correspondant aux objectifs que nous poursuivions, nous avons donc adapté une méthode en fonction de nos objectifs.

1 Intérêt des cartes cognitives comme outil d'évaluation de la compréhension des principes du développement durable

1.1 Présentation des cartes cognitives

Tolman a été le premier à utiliser le terme de carte cognitive (Tolman, 1948). Dans son étude, ce chercheur forme des rats afin qu'ils atteignent une boîte remplie de nourriture en suivant un sentier complexe. L'expression « *cognitive map* » est utilisée pour définir la représentation mentale qu'un individu (les rats, pour ce cas d'étude) se fait de l'environnement spatial dans lequel il se trouve.

Par la suite, d'autres travaux ont été développés par Axelrod afin d'utiliser les cartes cognitives dans les processus d'aide à la décision (Axelrod, 1976). Les cartes cognitives sont définies comme une manière de représenter les points de vue d'une personne dans un domaine ciblé. Les cartes permettent de représenter les relations d'influence entre différentes notions abordées par quelqu'un. Les cartes sont parfois présentées comme des outils de négociation facilitant la réflexion et la prise de décision (Cossette, 1994).

1.1.1 Intérêts des cartes cognitives

Le développement de la recherche dans le domaine de l'analyse des cartes a permis d'utiliser ces techniques dans le domaine de l'éducation. Plusieurs intérêts dans l'utilisation des cartes ont été soulignés. Les cartes sont des outils de communication, une aide à l'évaluation des connaissances et une aide à l'apprentissage (Prévost et al., 1994; Van Zele et al., 2004).

Le principe des cartes pour l'évaluation des connaissances est basé sur la théorie des apprentissages et en particulier sur le courant cognitiviste (Gardner, 1993). Les processus intervenant dans la mémorisation sont perçus comme constructifs. Les informations fournies à l'apprenant ne sont pas copiées et mémorisées telles quelles, mais interprétées en fonction des connaissances que possède déjà l'individu (Brien, 2002). La théorie de l'apprentissage met en avant le fait que le facteur le plus simple et le plus important influençant l'apprentissage, est ce que l'apprenant sait déjà (Ausubel, 1968). Ainsi la personne recevant des informations, les mémorise d'autant plus facilement qu'elle peut les rattacher à des schémas ou représentations qu'elle possède déjà. Les cartes pourraient donc être utilisées pour visualiser quelles sont les notions déjà connues par l'apprenant, afin de s'appuyer sur ces notions comme point de départ de la formation. Marchand souligne également que les cartes permettent d'extérioriser la pensée des individus, c'est à dire les concepts à partir desquels de nouvelles connaissances vont être acquises (Marchand, 1997).

En terme d'apprentissage, les cartes peuvent favoriser l'appropriation d'un concept mais aussi favoriser la compréhension de la dimension contextuelle et systémique du concept (Prévost et al., 1994). Les cartes peuvent être vues comme un moyen « *d'externaliser* » les idées, les informations complexes qu'un individu possède (Soini, 2001). La représentation visuelle permet à l'élève d'avoir une vue d'ensemble de ses connaissances dans un domaine. Cette représentation rend possible une compréhension holistique que les mots seuls ne transmettent pas (Soini, 2001). Cette activité de synthèse peut donc aider l'apprentissage (Tochon, 1990).

La réalisation de cartes cognitives permet de concrétiser et de synthétiser de multiples informations en faisant apparaître une organisation et favorisent ainsi l'appréhension de domaines nouveaux (Bruguière et al., 1994). Les représentations sont en effet, souvent utilisées pour faciliter l'organisation des connaissances relatives à des concepts (Tiberghien, 1994). Prévost souligne également que l'intérêt des cartes pourrait davantage résider dans l'effort demandé pour la mobilisation, l'organisation des connaissances et dans l'analyse ensuite de cette représentation plutôt que dans la construction de la carte elle-même. Les cartes peuvent être perçues comme un outil d'aide à la réflexivité individuelle et comme des aides à la construction de sens (Audet, 2003; Lesca, 2000).

Une nouvelle approche du savoir est possible par le biais de l'utilisation des représentations spatiales (Bruguière et al., 1994). Les cartes peuvent permettre de faire face au besoin de lisibilité de la complexité, lié à certaines thématiques (Bruguière et al., 1994). Ces auteurs utilisent les cartes conceptuelles pour aider les élèves à appréhender un sujet d'étude polysémique et pluridisciplinaire recouvrant des réseaux conceptuels interdépendants : l'énergie.

Les représentations spatiales sont également de bons outils pour aider les élèves à engager une réflexion métacognitive et pour faciliter l'évolution conceptuelle des élèves (Tsai et al., 2002). La métacognition est une analyse de son propre fonctionnement intellectuel. C'est à dire une auto-analyse des systèmes de traitement de l'information que tout individu met en œuvre pour apprendre, se souvenir, résoudre des problèmes ou conduire une activité (Raynal et al., 1997). Les cartes ne sont pas seulement utiles pour observer les changements de structure des connaissances des élèves, elles sont aussi utiles pour aider les élèves à organiser et à comprendre un nouveau sujet d'étude (Novak, 1990). En effet, de nombreux étudiants font des efforts de mémorisation importants de connaissances mais ne sont pas capables de les utiliser dans la vie quotidienne ou dans leur décision, leur structure cognitive peut être présentée comme une collection isolée d'informations (Tsai et al., 2002).

L'analyse et les réflexions sur les représentations cognitives peuvent donc permettre aux étudiants d'analyser leur manque de connaissances ou de réviser leur position sur certains sujets (Tsai et al., 2002; Van Zele et al., 2004).

Les cartes cognitives peuvent être appréhendées comme des outils permettant d'explorer la structure cognitive, les modèles mentaux des élèves (Tochon, 1990; Tsai et al., 2002). L'enseignant peut évaluer les connaissances mais aussi les changements intervenants chez l'apprenant, dans le cadre de sa formation (Tochon, 1990; Tsai et al., 2002). Les cartes cognitives permettent d'identifier quelles sont les notions qui ont été bien assimilées ou que la personne connaissait déjà et quelles en sont les lacunes, mais également mettre en évidence les connaissances erronées ou partielles (Marchand, 1997). Cette étape peut donc aider les enseignants à être plus efficaces (Novak, 1990) et à améliorer leurs stratégies d'enseignement (Tsai et al., 2002). Des comparaisons entre les champs lexicaux et les structures réalisées par les enseignants et ceux réalisés par les élèves, peuvent être pertinents pour recentrer les enseignements sur les savoirs essentiels et aider les élèves à structurer leurs propres savoirs (Bruguière et al., 1994).

1.1.2 Caractéristiques de notre étude

Notre objectif était d'analyser la compréhension du concept de développement durable des élèves et d'analyser quelles étaient les thématiques liées à ce concept bien assimilées et quelles étaient celles omises. Etant donné les différents positionnements possibles par rapport au développement durable, l'objectif n'était pas de juger, ni de noter les élèves par le biais de cette activité. Cette méthode n'a pas été utilisée comme système de notation des élèves. Par contre, cette analyse avait pour but d'analyser comment les différentes notions assimilées par les élèves sont interconnectées entre elles, et par ce biais, étudier si la dimension multidisciplinaire de ce concept était bien appréhendée. Le but de cette étude est également d'analyser comment la complexité liée au développement durable est appréhendée par les élèves.

Cette évaluation avait également pour but d'analyser l'efficacité des formations données aux étudiants. En analysant les aspects peu représentés dans les cartes, il est possible d'améliorer la formation en renforçant les notions moins bien assimilées. Ces cartes ont été utilisées dans un but pédagogique, c'est à dire d'aide aux élèves pour structurer leurs connaissances, pour avoir une compréhension holistique et pour aider les enseignants à adapter leur cours en fonction.

Parmi les différentes possibilités pour la réalisation de cartes cognitives, nous avons choisi de les faire réaliser directement par les élèves. Cette manière de travailler permet d'enlever le biais introduit par la personne réalisant les cartes à partir d'interviews. Nous n'avons pas donné de mots clefs de départ comme le font certains chercheurs, car nous souhaitions laisser aux élèves une liberté d'expression totale. Bien que préconisée pour la réalisation de cartes cognitives, nous n'avons pas donné de formations spécifiques aux apprenants sur la réalisation de cartes cognitives. Cette étape intéressante pour obtenir des cartes plus codifiées (représentations différentes des liens de causalités, d'appartenances, d'influences, d'oppositions, etc.) n'était pas possible dans la mesure où aucun temps supplémentaire ne pouvait être alloué aux étudiants pour cet exercice. Les cartes ont été réalisées à l'issue d'un cours, quinze minutes ont été attribuées à cette activité. Cette méthode simplifiée n'a donc pas utilisé la possibilité de réaliser des liens différents entre les concepts.

La consigne donnée aux élèves pour la réalisation de la carte était de placer les mots associés au concept de développement durable, en reliant les mots à l'aide de flèches. Pour cela, une feuille contenant uniquement au centre un mot stimulus de départ est distribuée aux personnes interrogées. Afin de faciliter la compréhension de cette demande, un exemple simple de carte mentale était donné au verso de la feuille distribuée (figure n° 32). Comme exemple, le mot stimulus « *éducation* » a été choisi car il n'est pas directement associé à la notion que nous voulions étudier : le développement durable. Cet exemple, permettait de familiariser les apprenants avec cette technique sans pour autant leur suggérer des termes pour la réalisation de leur propre carte cognitive.

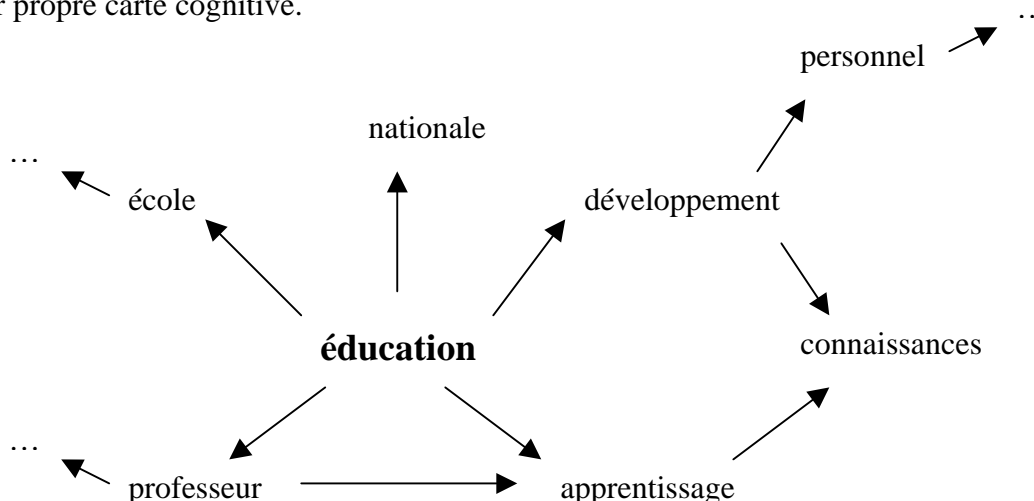


figure n° 32 : Carte mentale de référence donnée aux personnes interrogées avec comme mot stimulus « *éducation* »

1.1.3 Analyse des cartes cognitives, adaptation de la méthode

Legrand a appliqué cette technique des cartes, qualifiées de mentales, à l'éducation relative à l'environnement (Legrand, 2000). Les recherches menées par Legrand semblent particulièrement intéressantes pour ce cas d'étude. Nous avons donc utilisé le tableau d'analyse qu'il propose, en adaptant l'analyse au concept que nous souhaitons enseigner : le développement durable.

Afin de pouvoir traiter les résultats, Legrand prédéfinit des catégories sémantiques liées à l'objet d'étude. Dans le cadre de l'analyse du développement durable, plusieurs auteurs ont déjà identifié des catégories de mots. Carew et Mitchell ont étudié les conceptions du développement durable de différents auteurs (Clift, 1998; Crofton, 2000; Cuello Nieto, 1997; Thom, 1996). Cette étude leur a permis de déterminer des catégories liées aux principes du développement durable en se basant sur ce que citent ces auteurs (annexe n°22). Cependant, un regroupement basé uniquement en fonction des différents principes du rapport Brundtland (CMED, 1988) ne nous paraissait pas suffisant pour cette analyse. Nous avons donc étudié deux textes de références sur le développement durable afin de définir des catégories de mots :

- le rapport Brundtland,
- l'Agenda 21.

1.2 Les catégories sémantiques liées au développement durable

1.2.1 Analyse sémantique des textes de référence

Cette étude est basée sur l'analyse de contenu de textes de références concernant la prise en considération du développement durable par les entreprises. Suite des recherches bibliographiques et à des entretiens avec des chercheurs du centre SITE, nous avons choisi de façon arbitraire d'analyser prioritairement deux textes :

- le rapport Brundtland (CMED, 1989),
- l'Agenda 21, chapitre 32⁸² (CNUED, 1992a).

D'autres textes, concernant le développement durable et les entreprises semblent également important :

- le plan d'action⁸³, Sommet Mondial sur le Développement Durable de Johannesburg (SMDD, 2002a),
- le guide SD21000 (guide FD X30-021)⁸⁴ de l'AFNOR (AFNOR, 2003),
- le livre vert européen sur la responsabilité sociale des entreprises (Commission européenne, 2001).

Cependant, étant donné le temps nécessaire pour analyser un texte, nous avons commencé cette étude par les deux premiers textes, afin de voir si l'analyse était suffisante pour déterminer des catégories de mots utilisables pour notre étude.

Cette analyse réalisée sans logiciel informatique de traitement de discours, s'est focalisée sur l'étude des champs lexicaux. L'objectif étant d'identifier, pour chaque document, la fréquence et la nature des mots se rapportant au terme développement durable. Ces mots ont ensuite été regroupés en catégories. Pour chaque catégorie de mots, N représente le nombre total de mots dans cette catégorie. Nt est le nombre total de mots utilisés dans le texte étudié. Afin de comparer les analyses des différents textes pour chaque catégorie, un pourcentage est calculé : $(N/Nt) * 100$.

Dans la mesure où ces documents ont des formes et des structures diverses, des publics visés différents et des tailles différentes, il n'est donc pas toujours aisé de les comparer.

Lors de l'étude, les articles et les prépositions n'ont pas été pris en compte. Seuls les verbes, les adjectifs et autres mots ayant un intérêt sémantique (nom propres...) ont été comptabilisés. Les titres présents dans les documents étudiés ont également été utilisés. Le terme développement soutenable n'a pas été compté, étant donné qu'il correspond à une des traductions du terme « *sustainable development* ». Les verbes conjugués ont été comptabilisés en utilisant l'infinitif du verbe, ce qui permet une meilleure comptabilisation (en évitant une redondance des verbes conjugués à différents temps ou à différentes personnes).

⁸² <http://www.agora21.org/bibliotheque.html>

⁸³ <http://www.agora21.org/johannesburg/rapports/plan-action.pdf>

⁸⁴ <http://www.afnor.fr/sd.asp?colfond=Vert+SD&ref=ESP%5FGUIDE%5FSD&pref=SD&lang=French>

Pour l'analyse de contenu, l'identification des rubriques adéquates a été faite en fonction de l'objectif visé : identifier les champs lexicaux associés au développement durable. Une fois les mots obtenus à partir des textes de référence, des catégories ont été identifiées. Bien sûr, une part de subjectivité persiste dans ce type d'analyse. Pour minimiser cet effet, quand le choix d'une catégorie était délicat pour un mot, la phrase dans laquelle se situait ce mot a été étudiée.

Ainsi neuf catégories de mots ont été établies :

- Environnement
- Social
- Economie, science et technique
- Moyen d'exécution
- Acteurs
- Notions spatiales
- Notions temporelles
- Procédures et politiques
- Non classé

Pour chaque document étudié, une représentation graphique a été réalisée en fonction du nombre du pourcentage de mots cités dans cette catégorie.

La première étude a été réalisée sur le chapitre n°2 du rapport Brundtland (CMED, 1988). Ce chapitre intitulé « *Vers un développement soutenable* » pose les bases de la définition de ce concept. Les catégories de mots utilisés sont représentées avec leur pourcentage respectif sur la figure n° 33. Cette représentation montre que les mots relatifs aux aspects environnementaux sont les plus présents (27%) dans ce chapitre (par exemple des mots comme : eau, écosystème ressource, forêt, environnement...).

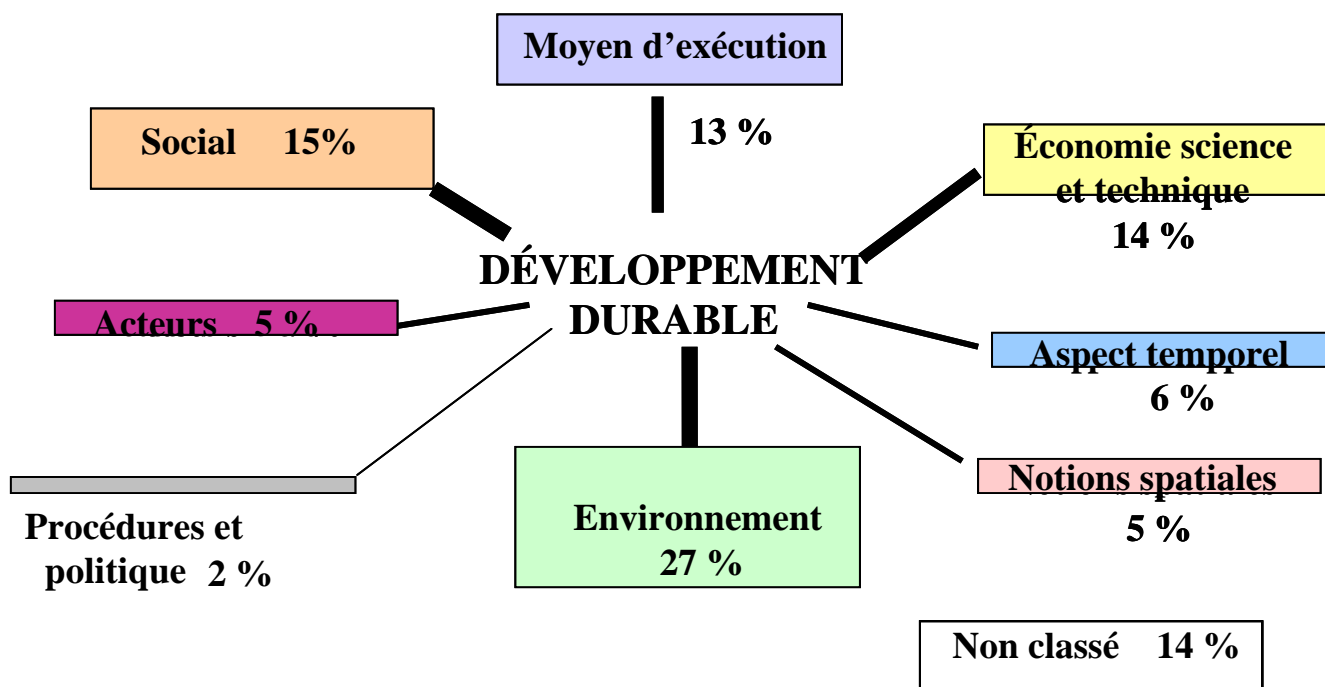


figure n° 33 : Représentation des catégories de mots utilisés dans le chapitre n° 2 du rapport Brundtland (CMED, 1988)

La totalité des termes répertoriés et classés est fournie en annexe n°23. 13% des termes concernent les moyens d'exécution ; ce sont principalement des verbes d'action comme : répondre aux besoins, résoudre des problèmes, réduire les effets... Les aspects sociaux sont également bien représentés (15%). Les autres catégories de mots utilisés dans ce texte sont les mots dans les domaines économiques, scientifique et technique, les mots liés aux acteurs ainsi que les notions spatiales et les notions temporelles.

Malgré la recherche de rigueur dans ce type d'analyse, une certaine subjectivité demeure. Certains termes sont très difficiles à classer, et certains demeurent inclassables (14% des mots non pas pu être classés, par exemple, objectif, avantage, complexe, sincérité...). Il est possible également de classer certains mots dans plusieurs catégories. Par exemple le mot protection peut être classé de différente manière : protection de l'environnement ; une protection sociale. Une interprétation est donc parfois nécessaire pour regrouper les mots en catégories. Pour ce type de mots qui va changer de signification en fonction du contexte, une étude du réseau conceptuel dans le quel ce mot est inséré est réalisée.

La deuxième étude a été effectuée sur l'introduction et le sommaire détaillé de l'Agenda 21 (CNUED, 1992a). Cette représentation graphique montre une large dominance (42%) de la catégorie liée aux aspects économiques scientifiques et techniques (figure n° 34). Les autres catégories les plus représentées en terme de quantité de mots sont : l'environnement (14%), les acteurs (13%), les moyens d'exécution (11%) et les aspects liés aux procédures et politique (9%). La totalité des mots répertoriés et classés figure dans l'annexe n°24.

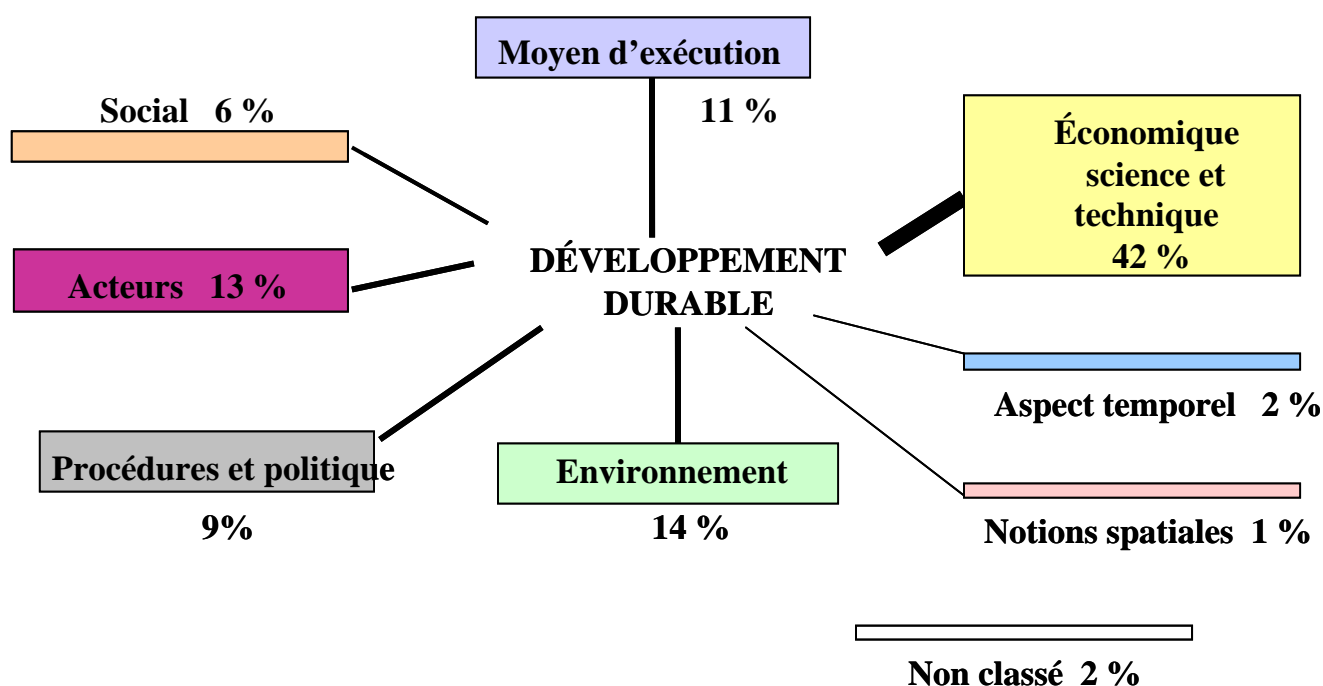


figure n° 34 : Représentation des catégories thématiques de mots utilisées dans l'Agenda 21 (introduction et sommaire détaillé)

Dans les deux études réalisées séparément, les mêmes catégories se retrouvent mais avec des pourcentages différents. Les termes relatifs à l'économie et aux aspects scientifiques sont beaucoup plus présents dans l'Agenda 21 que dans le rapport Brundtland (42% contre 14%). Inversement, l'environnement et les aspects sociaux sont beaucoup plus abordés dans le rapport Brundtland que dans l'Agenda 21 (pour l'environnement, respectivement 27% contre 14% et pour les aspects sociaux, 15% contre 6%). Ces différences peuvent être dues au passage du stade conceptuel (dans le rapport Brundtland), au stade d'appropriation par les divers acteurs (dans l'Agenda 21).

1.2.2 Synthèse sur les catégories sémantiques liées au développement durable

Les neuf catégories ont été identifiées dans l'étude sémantique des deux textes de références. Les catégories pourraient être différentes, voire plus nombreuses en étudiant d'autres textes liés au développement durable, cependant étant donné notre objectif principal, cette première approche lexicale nous est apparue suffisante.

L'analyse de chaque carte en fonction des catégories prédéfinies est un travail relativement long. Une grande quantité d'informations doit être traitée. Plus le nombre de catégories est élevé, plus le travail d'analyse s'alourdit. Il est donc important de trouver un compromis entre le niveau d'information recherché et le temps nécessaire pour l'analyse détaillée. Dans le cadre de cette étude, le nombre de catégories (neuf) semblait trop important. Nous avons donc transformé certaines catégories. La catégorie regroupant les moyens d'exécution contient des verbes issus de l'analyse de texte. Etant donné que les cartes sont réalisées à partir de mots ou de concepts, les verbes de liaison ne seront pas utilisés, il ne semble donc pas pertinent de garder cette catégorie. Les notions relatives aux relations temporelles et aux dimensions spatiales faiblement représentées (moins de 6 % dans les analyses) ont été regroupées.

A l'issue de ces modifications, nous avons sept catégories sémantiques réparties en fonction du niveau d'implication (notion abstraite ou concrète) et du niveau de perception du concept (perception à un niveau politique, prise en compte des parties prenantes) et une catégorie regroupant les mots non classés.

Les trois premières catégories concernent la rationalité substantives et les approches concrètes du concept, c'est à dire les trois piliers du concept :

- Catégorie 1 : Aspects sociaux-culturels
- Catégorie 2 : Aspects environnementaux
- Catégorie 3 : Aspects économiques, scientifiques et techniques.

Analyser la prédominance de ces catégories nous permettra de vérifier si le développement durable est plutôt perçu à travers des notions concrètes applicables directement ou non ; comme par exemple des actions telle que le tri des déchets, l'utilisation des meilleures techniques disponibles (MTD)...

Le deuxième aspect du développement durable que l'on pourra différencier les rationalités procédurales structurelles liées au concept. C'est à dire toutes les notions évoquant la complexité la transdisciplinarité de ce concept mais également les relations temporelles et les dimensions spatiales. Cette catégorie non figurative rappelle les principes fondateurs du développement durable (durabilité, principes de précaution, de prévention, générations futures, avenir...). Il semble donc intéressant de vérifier si la définition du développement durable au sens large du terme et la vision élargie du concept est au centre de la compréhension du concept.

- Catégorie 4 : Approches multidimensionnelles du concept : complexité, relations temporelles, dimensions spatiales

Un des éléments qu'il est intéressant de distinguer dans l'étude de la compréhension du terme de développement durable, est la dimension procédurale et politique. Cette catégorie pourrait nous permettre de distinguer si les personnes interrogées associent le développement durable à des notions politiques et réglementaires ainsi qu'à des textes de références internationaux, et à des conférences internationales ou pas.

- Catégorie 5 : Approches procédurales et politiques

Un autre des éléments d'analyse proposé est une catégorie regroupant l'ensemble des acteurs du développement durable. Avec comme question sous-jacente, d'essayer de vérifier si les personnes interrogées identifient la dimension participative du développement durable.

- Catégorie 6 : Les acteurs et parties prenantes

Une dernière catégorie regroupant tous les mots non classables dans cette proposition d'analyse a été également prévue.

- Catégorie 7 : Non classés

1.3 Limites de la méthode

Cette méthode développée et adaptée en fonction de nos objectifs présente certaines limites. La réalisation d'une formation spécifique pour renforcer l'efficacité des cartes cognitives et pour permettre de distinguer plusieurs types de liens (conceptuels, propositionnels, procéduraux, cause-effet, factuels, etc.) est souvent préconisée (Tochon, 1990). En effet, certaines études schématisent de façon différentes, les relations de causalité, les relations d'appartenance, les relations hiérarchiques, les relations d'équivalence... ce qui permet une analyse plus fine. Cependant, nous souhaitons faire une étude ne nécessitant pas d'investissement en temps trop importants. Les cartes ont donc été réalisées sans formation préalable des élèves à la construction de cartes. Les flèches utilisées pour relier des mots entre eux ne sont donc pas toujours équivalentes et ne sont pas explicitées. Il est également possible que les élèves comprennent mal la méthode de réalisation et ne représentent pas correctement les liens.

La réalisation d'une interview avec chaque élève, afin d'identifier par un questionnaire ou une autre méthode d'analyse, leur compréhension du terme étudié, peut aussi être un bon moyen d'approfondir l'analyse des cartes cognitive. Cette étape qui aurait été très intéressante pour valider l'utilisation des cartes cognitives comme méthode d'évaluation n'a pu être réalisée en raison du nombre d'heures limité pour ces cours. Le fait qu'une partie des études menées ait été réalisée avec des élèves se trouvant dans une autre école empêchait également la possibilité de les interroger ensuite. L'évaluation de la validité et la fiabilité de cette méthode est une des limites soulignées (Markham et al., 1994).

Les études sur les cartes cognitives ont toutes été menées auprès d'élèves ayant suivi des cours sur le développement durable, sous forme de jeu de rôle. Il aurait pu être intéressant de confirmer la compréhension de la dimension holistique du développement durable suite à un cours traditionnel afin de s'affranchir de la méthode de cours utilisée pour l'utilisation de ces cartes.

Il est possible de s'interroger sur la capacité de ces cartes à représenter fidèlement des concepts à l'aide d'un système sémiotique nouveau, et d'autre part à conférer une réelle autonomie de lecture à ce système (Prévost et al., 1994). En effet, les élèves n'ayant jamais utilisé ce type de méthode peuvent être déconcertés, et donc, la carte peut ne pas représenter l'ensemble de leurs connaissances dans le domaine. Les cartes sont parfois présentées comme ayant une tendance à la réification de la cognition, c'est à dire comme étant une projection, un aplatissement qui provoque une perte importante d'informations (Allard Poesi, 1996). Cependant, cet auteur souligne que la carte est ciblée sur un domaine particulier et ne prétend pas représenter l'ensemble du contenu de la pensée d'un sujet. D'autre part, l'élève ne fera pas l'analyse de sa propre carte seul, un accompagnement pédagogique est nécessaire. Mais cette étape demande du temps dont il n'est pas toujours facile de disposer.

Les cartes réalisées représentent un produit statique rendant mal compte de la dynamique des structures cognitives et métacognitives en constante redéfinition par rapport à un sujet donné (Tochon, 1990). Il serait intéressant d'étudier l'évolution de la conception du développement durable. En effet, peut être que les cartes réalisées à un moment donné évoluent en fonction du contexte et des réflexions des personnes interrogées. Cette étude n'a pu être menée avec les élèves (les élèves de l'ENSM-SE de dernière année, quittaient l'école juste après la formation ; et les élèves de l'ENTE⁸⁵ n'étaient pas joignables).

L'analyse du type de mot par catégories est intéressant pour observer la vision systémique par rapport au concept de développement durable. Cependant, d'autres catégories auraient pu être déterminées et analysées. Par exemple, il aurait été possible de définir une catégorie prenant en compte les dimensions éthiques et philosophiques qui sont sous-jacentes à la réflexion sur le développement durable.

Ce type d'étude ne vérifie pas la pertinence des relations faites entre les différents mots. Cela nécessiterait beaucoup plus de temps pour l'analyse mais également lors de la réalisation des cartes puisque les élèves devraient expliciter chaque type de lien. Il est également difficile de mesurer la pertinence de liens entre certains domaines puisque la définition même du développement durable est divergente et mouvante. Dans cet ordre d'idée, étant donné le caractère évolutif et complexe de ce concept, il n'est pas possible à nos yeux de réaliser une carte synthétique regroupant la totalité du concept. Donc nous ne comptons pas utiliser ce type de carte pour noter les élèves ou pour comparer les élèves entre eux. En effet, toutes les significations liées à ce concept sont idiosyncrasiques : chaque individu ayant une expérience unique, la carte représentant sa façon d'appréhender un concept est donc unique (Saadani et al., 2000). De plus, les cartes supposent une perspective interprétative ou subjectiviste (Cossette, 1994). Cette perspective met l'accent sur les représentations que les individus se font de la réalité plutôt que sur la réalité objective. Par le biais des cartes, c'est le système référentiel des individus qui devient le centre d'intérêt (Cossette, 2001). Les cartes sont donc potentiellement très différentes en fonction des élèves.

⁸⁵ Ecole Nationale des Techniciens de l'Équipement

Les rapports entre concept et monde réel sont extrêmement complexes, il serait illusoire de supposer qu'une même complexité est partagée par un ensemble d'individus de culture et de niveau différents (Tiberghien, 1994).

Il est aussi important de noter que parfois une carte même très simple (ou il n'y a pas la totalité des catégories, avec peu de liens) peut refléter tout de même une bonne compréhension du concept de développement durable. Par exemple, la carte réalisée par Aurélien Boutaud, doctorant au centre SITE⁸⁶ dans le domaine du développement durable, et auteur d'articles sur le sujet (figure n° 35). Ce type de carte peut être significatif d'une vision très synthétique qui signale les principaux clivages. L'analyse quantitative du nombre de mots n'est pas toujours significative. Une analyse qualitative doit donc être effectuée.

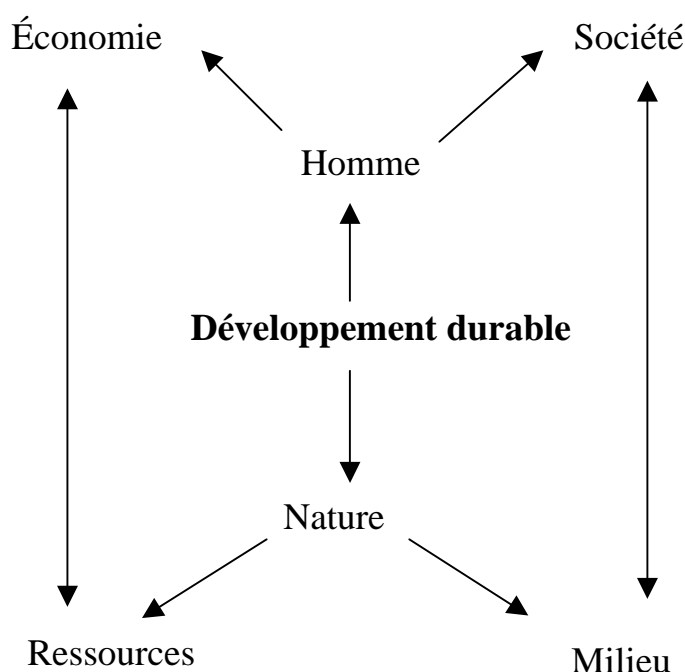


figure n° 35 : Carte cognitive réalisé par Aurélien Boutaud

La spatialisé de concept correspond parfois à un besoin pour mieux appréhender des concepts complexes. Cependant, une différence existe entre compréhension et implication ou facteur favorable à l'implication de l'individu dans le processus de développement durable (Pellaud et al., 2004). La modification comportementale, le passage de la théorie à la mise en place pratique intégrant le développement durable ne sont pas vérifiés.

⁸⁶ Centre Sciences, Information et Technologies pour l'environnement

2 Utilisation des cartes cognitives comme méthode d'analyse de la compréhension du développement durable

Plusieurs études basées sur l'utilisation de cartes cognitives ont été réalisées. La première étude a été menée auprès d'élèves de l'Ecole des Mines (Lourdel et al., 2004b). Cette étude a également été menée auprès des enseignants chercheurs du centre SITE de l'ENSM-SE, ce qui nous permettra d'établir une étude comparative entre la vision et la compréhension du développement durable de chercheurs et d'élèves. Les premiers résultats obtenus suite à cette étude nous ont permis de structurer d'autres études plus complètes réalisées ensuite avec les élèves de l'ENTE.

Les analyses de cartes cognitives peuvent être quantitatives et qualitatives (Van Zele et al., 2004). Différents niveaux peuvent être appréhendés (Markham et al., 1994) :

- choix et nombre de concepts dans un schéma,
- validité des concepts et pertinence par rapport au sujet,
- cohérence des relations établies entre les concepts,
- niveau de complexité entre les relations (nombre de connexions, nombre de niveaux hiérarchiques).

Dans le cadre de cette étude nous avons choisi d'analyser les cartes en adaptant la méthode présentée par Legrand sur l'éducation relative à l'environnement (Legrand, 2000). Cette méthode analyse les cartes de façon quantitative (nombre de mot par catégorie, fréquence) mais également de manière qualitative (richesse systémique, analyse des configurations, étude du type de liaison entre les catégories).

2.1 Etude des cartes cognitives réalisées par les élèves et les chercheurs du centre SITE de l'ENSM-SE

Les élèves ingénieurs de dernière année de l'Ecole des Mines de Saint-Etienne, ayant suivi une formation de 30 heures sur le développement durable, ont réalisé des cartes cognitives. Cette étude a été menée quatre mois après leurs cours et leurs travaux pratiques (jeu de rôle) sur le développement durable (voir le paragraphe n°2 de la partie 3). Les chercheurs du centre SITE ont été interrogés à la même période (2002).

2.1.1 Analyse de la fréquence

Afin de mieux cerner la compréhension des élèves face au concept du développement durable, une analyse de la richesse sémantique a été réalisée à partir des cartes cognitives récoltées. Pour chaque catégorie précédemment définie, le nombre d'élèves ayant au moins cité un mot dans cette catégorie est comptabilisé. Ce qui permet de calculer ensuite la fréquence des individus ayant pris en compte cette catégorie (Legrand, 2000).

L'ensemble des résultats est présenté tableau n° 3 (la deuxième partie du tableau concernant la richesse systémique sera analysée dans le paragraphe suivant). Pour les élèves, sur les 6 catégories sémantiques, 4 sont citées dans plus de 80% des cas, et deux sont citées uniquement à 60% : la catégorie sémantique n°4 traitant des approches procédurales et politiques et la catégorie 6 abordant les acteurs. L'annexe n°25 regroupe l'ensemble des mots cités par les élèves pour chaque catégorie.

Les résultats obtenus par les chercheurs sont présentés dans le (tableau n° 4).

| | Richesse sémantique | | | | | | | | Richesse systémique | | | | | |
|---|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|------------|-----------------------------|---|--|-----|-----|-----|
| | Catégories sémantiques | | | | | | | | Nb de lien inter catégories | Quotient : Nb de cat Nb liens inter cat | Nb de configuration | | | |
| Elèves | Cat 1 | Cat 2 | Cat 3 | Cat 4 | Cat 5 | Cat 6 | Non classés | Total | | | | | T | C |
| N° 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| N° 2 | 1 | 2 | 1 | 5 | 9 | 4 | 0 | 22 | 3 | 2,0 | 3 | 0 | 3 | |
| N° 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 5 | 3 | 0 | 16 | 5 | 1,2 | 2 | 0 | 2 | |
| N° 4 | 6 | 1 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 | 14 | 7 | 0,9 | 0 | 1 | 1 | |
| N° 5 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 20 | 4 | 0,9 | 3 | 3 | 6 | |
| N° 6 | 3 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 10 | 3 | 2,0 | 1 | 0 | 1 | |
| N° 7 | 3 | 4 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 11 | 8 | 0,8 | 1 | 8 | 9 | |
| N° 8 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 8 | 0 | 14 | 8 | 0,8 | 1 | 1 | 2 | |
| N° 9 | 3 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 2 | 3,0 | 1 | 2 | 3 | |
| N° 10 | 3 | 6 | 5 | 2 | 9 | 5 | 0 | 30 | 6 | 1,0 | 4 | 3 | 7 | |
| Total des individus qui ont 1 mot au moins dans cette catégorie | 9 | 9 | 9 | 6 | 8 | 6 | / | | moy | 4,6 | 1,2 | 1,7 | 1,8 | 3,5 |
| | | | | | | | | | Ecart type | 2,7 | 0,9 | 1,3 | 2,5 | 2,8 |
| Fréquence (en %) | 90 | 90 | 90 | 60 | 80 | 60 | | | | | Richesse sémantique absolue | | | |
| Homogénéité des fréquences | oui | oui | oui | non | oui | non | | | | | Homogénéité sémantique intra catégorie absolue | | | |
| Moyenne des nombres de mots/cat | 2,60 | 2,50 | 1,60 | 2,20 | 4,10 | 2,40 | | Total 15.5 | | | Intensité de la richesse sémantique | | | |
| Mode des nombres de mots/cat | 3 | 2 | 1 | 0 | 9 | 0 | | | | | Intensité de la richesse sémantique | | | |
| Ecart type sur le nombre mots/cat | 1,71 | 1,72 | 1,43 | 2,25 | 3,73 | 2,67 | | | | | Homogénéité de l'intensité de la richesse sémantique | | | |

tableau n° 3 : Analyse des cartes des élèves

Catégories sémantiques :

- **Approche substantive, concrète** : Catégorie 1 : Aspects sociaux ; Catégorie 2 : Aspects environnementaux ; Catégorie 3 : Aspects économiques
- **Approches politiques** : Catégorie 4 : Approches procédurales et politiques,
- **Approches abstraites** : Catégorie 5 : Approches multidimensionnelles du concept : complexité, relations temporelles, dimensions spatiales
- **Approches concernant la dimension participative** : Catégorie 6 : Acteurs
- **Non classés**

| | Richesse systémique | | | | | | | | Richesse systémique | | | | | |
|---|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-----------------------------|---|--|-----|-----|-----|
| | Catégories sémantiques | | | | | | | | Nb de lien inter catégories | Quotient : Nb de cat Nb liens inter cat | Nb de configuration | | | |
| Chercheurs | Cat 1 | Cat 2 | Cat 3 | Cat 4 | Cat 5 | Cat 6 | Non classés | Total | | | | | T | C |
| N° 1 | 3 | 2 | 12 | 6 | 11 | 3 | 0 | 37 | 24 | 0,26 | 0 | 10 | 10 | |
| N° 2 | 5 | 8 | 2 | 0 | 3 | 1 | 0 | 19 | 11 | 0,55 | 2 | 9 | 11 | |
| N° 3 | 7 | 9 | 4 | 11 | 4 | 0 | 0 | 35 | 14 | 0,42 | 3 | 13 | 16 | |
| N° 4 | 8 | 14 | 0 | 0 | 6 | 2 | 1 | 31 | 8 | 0,6 | 4 | 1 | 5 | |
| N° 5 | 5 | 3 | 6 | 0 | 8 | 0 | 0 | 22 | 9 | 0,67 | 0 | 4 | 4 | |
| N° 6 | 6 | 2 | 3 | 3 | 9 | 1 | 1 | 25 | 4 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | |
| N° 7 | 5 | 6 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 14 | 4 | 1,5 | 0 | 2 | 2 | |
| N° 8 | 3 | 1 | 1 | 1 | 8 | 1 | 0 | 15 | 9 | 0,67 | 2 | 4 | 6 | |
| N° 9 | 3 | 7 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 16 | 16 | 0,4 | 1 | 9 | 10 | |
| N° 10 | 7 | 4 | 3 | 6 | 1 | 1 | 0 | 22 | 5 | 1,2 | 2 | 0 | 2 | |
| N° 11 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 6 | 4 | 1,5 | 0 | 3 | 3 | |
| N° 12 | 7 | 5 | 5 | 0 | 3 | 0 | 2 | 22 | 9 | 0,67 | 1 | 3 | 4 | |
| N° 13 | 9 | 6 | 6 | 8 | 9 | 5 | 0 | 43 | 22 | 0,27 | 6 | 13 | 19 | |
| N° 14 | 4 | 4 | 8 | 2 | 9 | 0 | 1 | 28 | 27 | 0,2 | 0 | 19 | 19 | |
| N° 15 | 2 | 8 | 11 | 0 | 2 | 6 | 1 | 30 | 7 | 0,86 | 4 | 3 | 7 | |
| N° 16 | 2 | 3 | 8 | 4 | 1 | 4 | 0 | 22 | 12 | 0,6 | 2 | 7 | 9 | |
| N° 17 | 5 | 3 | 3 | 2 | 8 | 2 | 0 | 23 | 18 | 0,3 | 0 | 9 | 9 | |
| Total des individus qui ont 1 mot au moins dans cette catégorie | 17 | 17 | 16 | 9 | 16 | 12 | 5 | | Moy | 11,9 | 0,7 | 1,6 | 6,4 | 8,0 |
| | | | | | | | | | Ecart type | 7,2 | 0,4 | 1,8 | 5,3 | 5,8 |
| Fréquence (en %) | 100 | 100 | 94 | 53 | 94 | 71 | 29 | | | | Richesse sémantique absolue | | | |
| Homogénéité des fréquences | oui | oui | oui | non | oui | non | non | | | | Homogénéité sémantique intra catégorie absolue | | | |
| Moyenne des nombres de mots/cat | 4,8 | 5,2 | 4,5 | 2,5 | 5,1 | 1,7 | 0,4 | 24,1 | | | Intensité de la richesse sémantique | | | |
| Mode des nombres de mots/cat | 5 | 3 | 3 | 0 | 8 | 1 | 0 | | | | Intensité de la richesse sémantique | | | |
| Ecart type sur le nombre mots/cat | 2,3 | 3,3 | 3,6 | 3,4 | 3,6 | 1,8 | 0,6 | | | | Homogénéité de l'intensité de la richesse sémantique | | | |

tableau n° 4 : Analyse des cartes des chercheurs

Cat : catégorie

Nb : nombre

Moy : moyenne

Type de configurations : E : embranchement typologique C : relation circulaire

2.1.2 Nombre de mots par catégorie

La quantité et la diversité du nombre de mots utilisés par l'ensemble des personnes interrogées sont beaucoup plus importantes chez les chercheurs qui au total, ont cité 283 mots (pour 17 personnes) alors que les 10 élèves ont cité au total 95 mots différents (annexes n°25 et n°26). Les cartes sémantiques réalisées par les chercheurs se sont révélées bien plus complexes que celles réalisées par les élèves. Par exemple, la figure n° 36 présente une carte mentale réalisée par un élève et la figure n° 37 présente une carte mentale réalisée par un chercheur. Cette différence est certainement due à une meilleure maîtrise du domaine, à une richesse linguistique plus élevée mais également au fait que généralement les chercheurs ont pris plus de temps pour répondre à ce questionnaire. Les élèves ont pris entre 5 et 10 minutes pour répondre à la fin d'un cours.

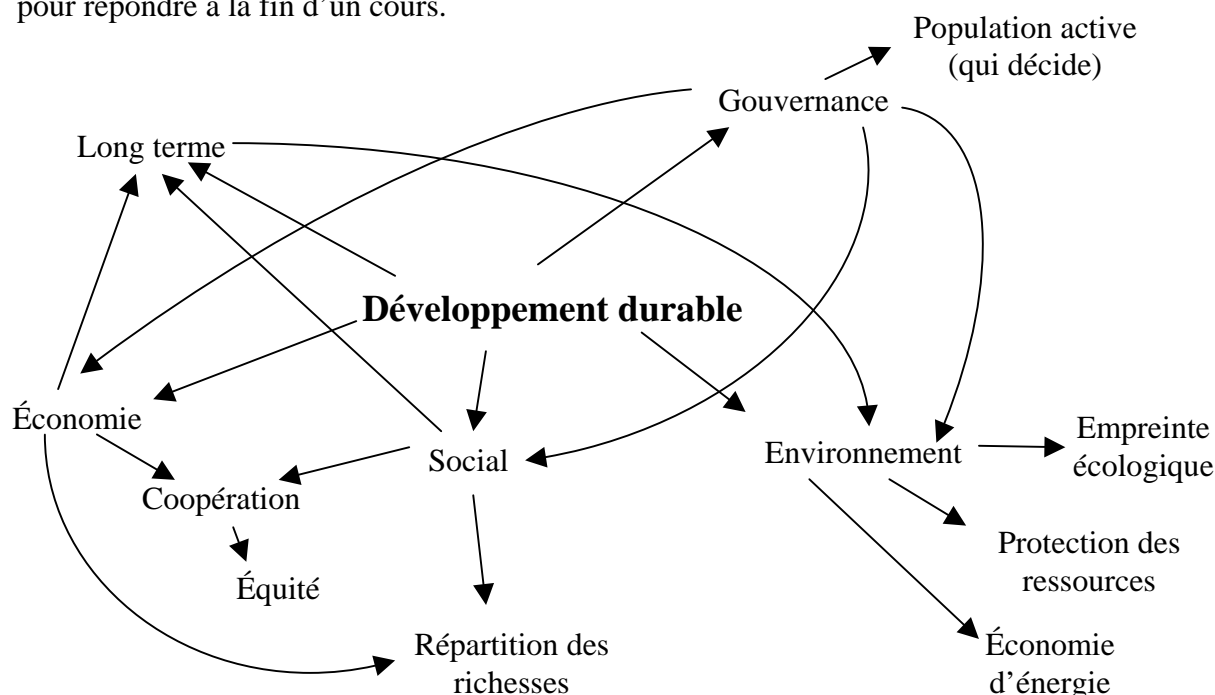


figure n° 36 : Exemple de carte cognitive d'un des élèves (cas N° 7 du tableau n° 3)

Pour les chercheurs, nous remarquons une très nette différence en terme de diversité sémantique (tableau n° 4). En effet les catégories 1, 2 et 3 concernant les approches pragmatiques du développement durable contiennent le plus de mots différents. Ce qui pourrait s'expliquer par le fait que les approches pragmatiques font partie du quotidien d'une école d'ingénieur et du travail des enseignants-chercheurs. Cependant, il faut noter que la catégorie abordant les approches multidimensionnelles du concept et qui est une approche beaucoup plus abstraite, fait partie des catégories lexicales les plus riches. Par contre, nous pouvons souligner la pauvreté sémantique pour la catégorie abordant les acteurs (catégorie 6).

2.1.3 Intensité de la richesse sémantique

La moyenne du nombre de mots employés par catégorie représente l'intensité de la richesse sémantique (Legrand, 2000). Cependant il faut noter que les écarts-types sont relativement élevés ce qui sous-entend que le nombre de mots utilisés par individu est très variable.

Pour les élèves, la moyenne du nombre de mots par catégorie est proche de 2 mots (+/- 0,6) pour les catégories 1, 2, 3, 4 et 6. La moyenne pour la catégorie 5 (les approches multidimensionnelles du concept) est largement supérieure (4,1). Il est intéressant de constater que les élèves semblent avoir assimilé l'approche multidimensionnelle du concept. Cependant, du fait du faible échantillon étudié, la moyenne obtenue fluctue beaucoup lorsque quelques personnes se singularisent fortement. Pour cette catégorie, 3 personnes ont cité 9 mots, ce qui augmente fortement la moyenne.

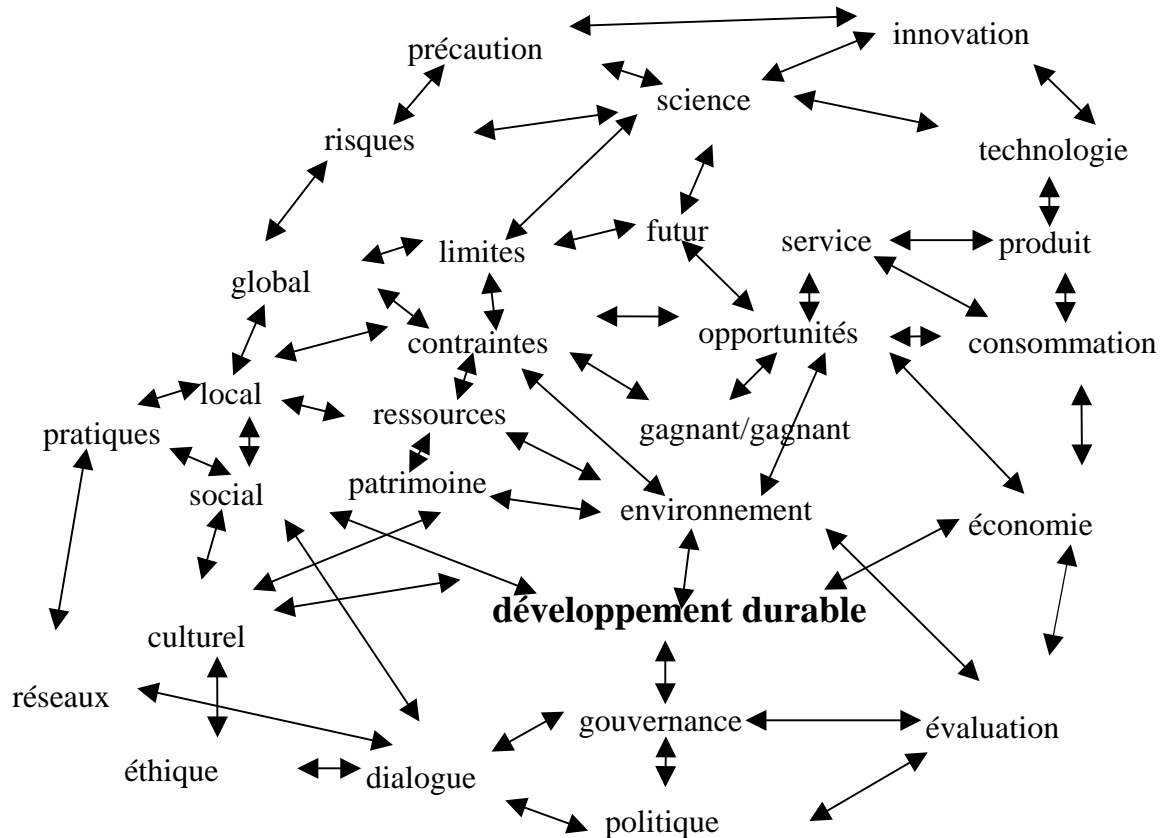


figure n° 37 : Exemple de carte cognitive d'un des chercheurs (cas N° 14 du tableau n° 4)

Pour les chercheurs, les deux catégories ayant le plus faible nombre moyen de mots cités sont les catégories 6 et 4. Les approches procédurales et politiques n'étant pas des axes de travail, il semble donc logique que les chercheurs abordent moins cette thématique. En effet les écoles d'ingénieurs comme la nôtre, ont une approche plus technique, pragmatique et appliquée. La catégorie 6 (les acteurs) est celle ayant un nombre moyen de mots le plus faible pour les chercheurs (1,7), cependant même si le nombre de mots cités est faible, cette catégorie est mentionnée par 71% des personnes.

La catégorie la plus citée par les chercheurs est la catégorie concernant l'environnement. Cette prédominance semble tout à fait corrélée aux activités du Centre de recherche où s'est effectuée l'étude. En effet, les aspects liés à l'environnement et au milieu naturel sont au cœur même de la thématique de recherche du laboratoire (Centre Sciences, Information, et Technologie pour l'Environnement).

2.1.4 Représentation schématique des cartes cognitives

Une représentation schématique a été réalisée à partir du nombre de mots cités dans chaque catégorie. Cette représentation a été faite pour chaque personne. Elle permet d'avoir une visualisation rapide des principales catégories citées mais aussi des catégories non abordées par la personne interrogée.

La totalité des représentations des cartes cognitives des élèves est présentée en annexe n°27. Ces graphiques permettent de se rendre compte que les conceptions du terme développement durable, sont très variables d'un individu à l'autre. Certains profils sont très orientés sur un des aspects du développement durable. Par exemple, l'élève 1 (figure n° 38) qui n'aborde que les aspects conceptuels et multidimensionnels ; ou encore l'élève 4 (figure n° 39) qui n'aborde quasiment que les aspects sociaux culturels et politiques. La figure n° 40 montre une personne qui centralise sa compréhension sur les acteurs impliqués. Plusieurs profils montrent un équilibre relatif entre les différentes catégories citées (figure n° 41 et annexe n°27 : cartes E3, E5 et E10).

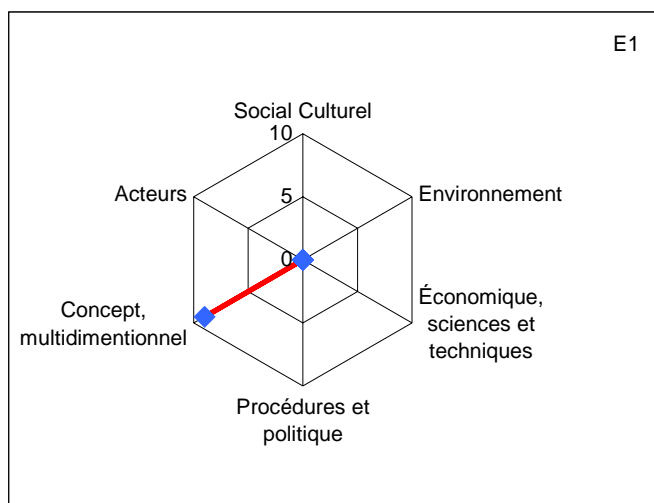


figure n° 38 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un élève (cas n°1 dans le tableau n° 3)

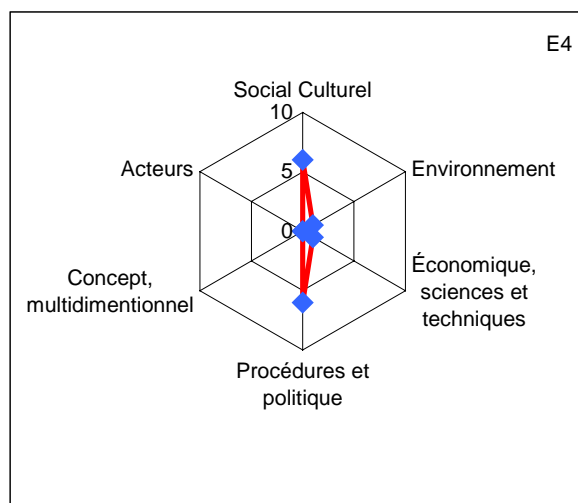


figure n° 39 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un élève (cas n°4 dans le tableau n° 3)

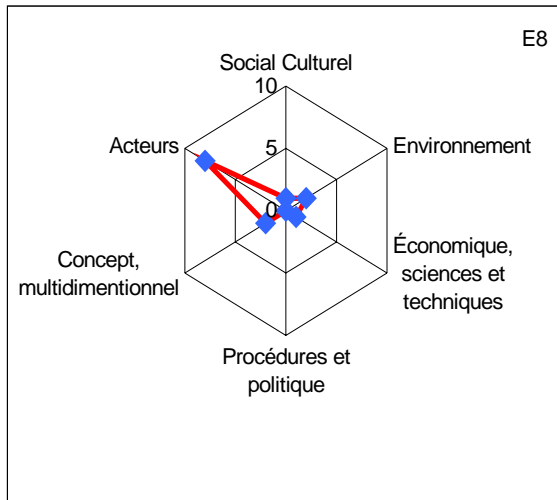


figure n° 40 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un élève (cas n°8 dans le tableau n° 3)

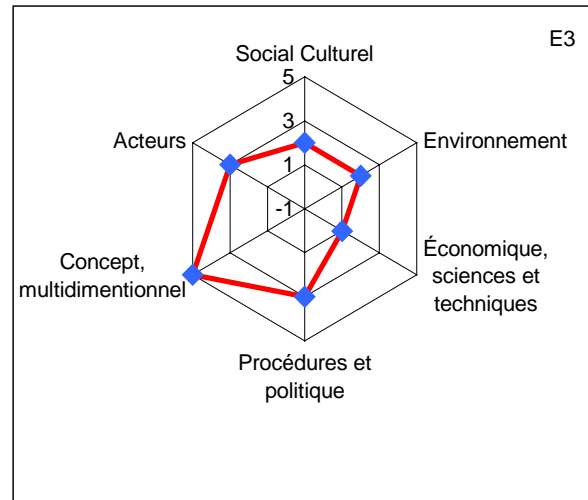


figure n° 41 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un élève (cas n°3 dans le tableau n° 3)

Un graphique a été réalisé avec les moyennes obtenues pour l'ensemble des élèves (figure n°42). Etant donné la diversité des profils et donc les écarts-type obtenus pour ces moyennes, le graphique est difficilement interprétable. Il est tout de même possible de signaler que ce graphique semble avoir une répartition homogène, ce qui sous-entendrait qu'aucun des aspects du développement durable n'a été complètement omis au cours de la formation. La formation des élèves et leur perception personnelle semblent leur permettre d'aborder chacune des catégories liées au développement durable préalablement définies. La définition et les termes qu'ils y associent ensuite restent très variables et dépendent peut être de leurs sensibilités et de leurs affinités individuelles.

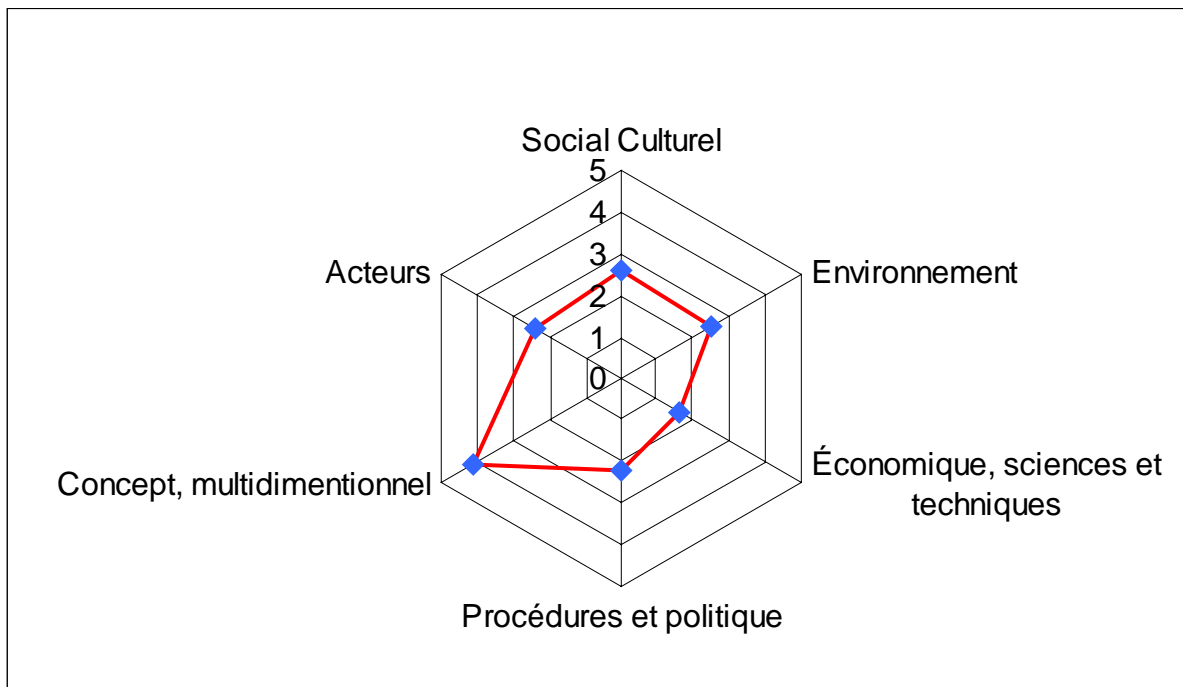


figure n° 42 : Représentation schématique du nombre moyen de mots cités par le groupe d'élèves en fonction des catégories sémantiques

Tout comme pour les élèves, il est possible de constater que pour les chercheurs, les conceptions du terme développement durable, sont très variables d'un individu à l'autre. Les représentations des cartes cognitives de tous les chercheurs sont présentée en annexe n°28.

Certains profils avec des similarités se détachent. En effet, plusieurs personnes citent de façon largement prédominante des termes dans le champ lexical de l'environnement (figure n° 43, figure n° 44 et figures n° C2, C4, C7, C9, C11 de l'annexe n°28). Etant donné que la thématique du Centre de recherche est ciblée sur l'environnement, cette prépondérance lexicale apparaît comme prévisible. Dans ce cas, il semble que le développement durable soit pour eux rattaché à des notions qui leur sont familières et concrètes. Pour l'ensemble de ces cas, les deux autres aspects des « *piliers* » du développement durable ont été également cités : les aspects sociaux culturels et les aspects économiques et techniques. Ces personnes semblent donc avoir une définition du développement durable basée sur les aspects concrets et pragmatiques.

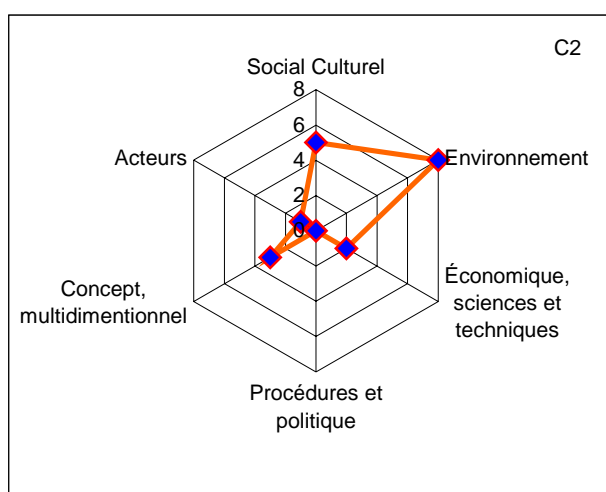


figure n° 43 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un chercheur (cas n°2 dans le tableau n° 4)

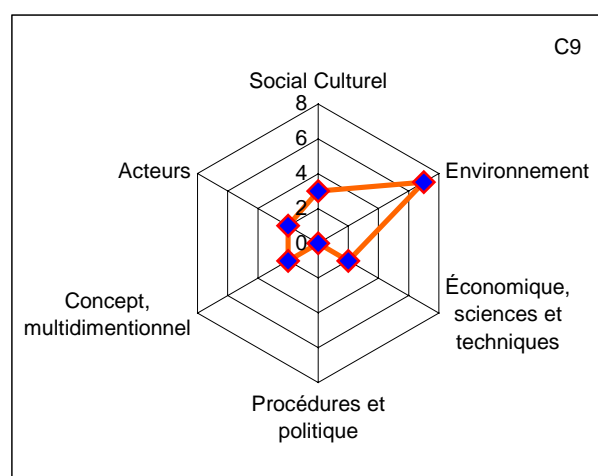


figure n° 44 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un chercheur (cas n°9 dans le tableau n° 4)

Cinq chercheurs abordent le concept de développement durable par les aspects multidimensionnels (figure n° 45, figure n° 46 et figures C5, C6, C8, C14 et C17 de l'annexe n°28). Pour ces figures, la complexité ainsi que les relations temporelle et spatiale ont été largement évoquées par rapport aux autres catégories sémantiques. Ces chercheurs semblent privilégier les aspects conceptuels dans leur compréhension du développement durable. Finalement, les mots clés cités dans ce cas sont assez proches de la définition originelle du rapport Brundtland (générations futures, générations actuelles, principes du développement durable...).

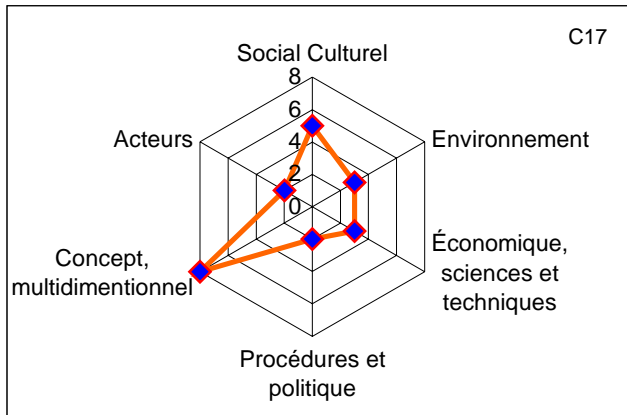


figure n° 45 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un chercheur (cas n°17 dans le tableau n° 4)

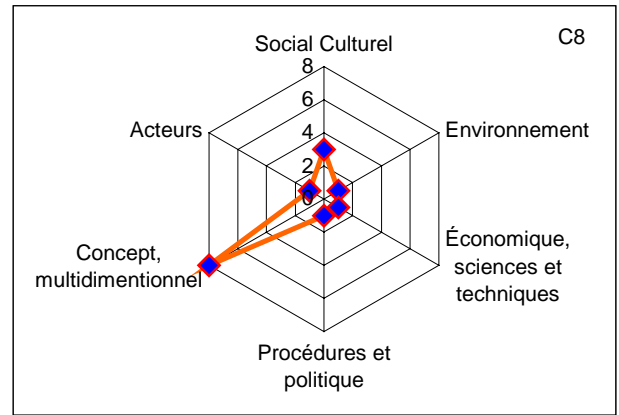


figure n° 46 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un chercheur (cas n°8 dans le tableau n° 4)

Plusieurs profils sont également focalisés sur une des catégories. Les chercheurs représentés par la figure n° 48 et la figure n° 49 ont défini le développement durable par des termes scientifiques économiques et techniques. Cette vision du développement durable vue à travers le filtre des sciences de l'ingénieur est relativement compréhensible, vu le contexte de travail. Il est même surprenant que ce type de représentation ne soit pas plus fréquent.

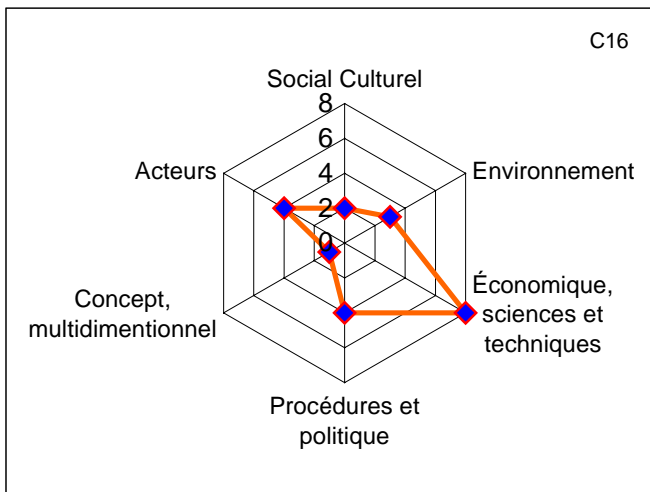


figure n° 47 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un chercheur (cas n°16 dans le tableau n° 4)

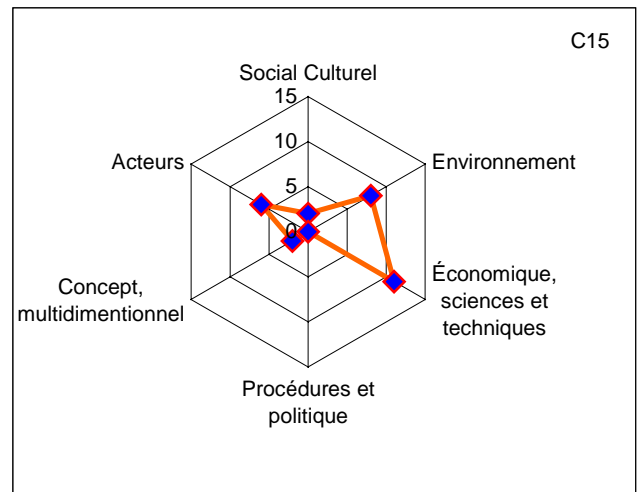


figure n° 48 : Représentation schématique de la carte cognitive d'un chercheur (cas n°17 dans le tableau n° 4)

Le graphique réalisé avec les moyennes obtenue pour l'ensemble des chercheurs est présenté (figure n° 49). Les écarts types obtenus pour ces moyennes sont relativement importants. Les réponses des chercheurs sont en effet très variables d'un individu à l'autre. Cependant, un aspect intéressant à noter est le faible nombre de mots cités dans la catégorie concernant les acteurs. Les chercheurs du centre travaillant sur des thématiques scientifiques et techniques, semblent avoir une préoccupation faible des parties prenantes. En effet, même si certains chercheurs travaillent en partenariat avec des entreprises et des collectivités territoriales, les contacts avec d'autres types de groupes tels que les associations, les ONG, les acteurs politiques sont limités.

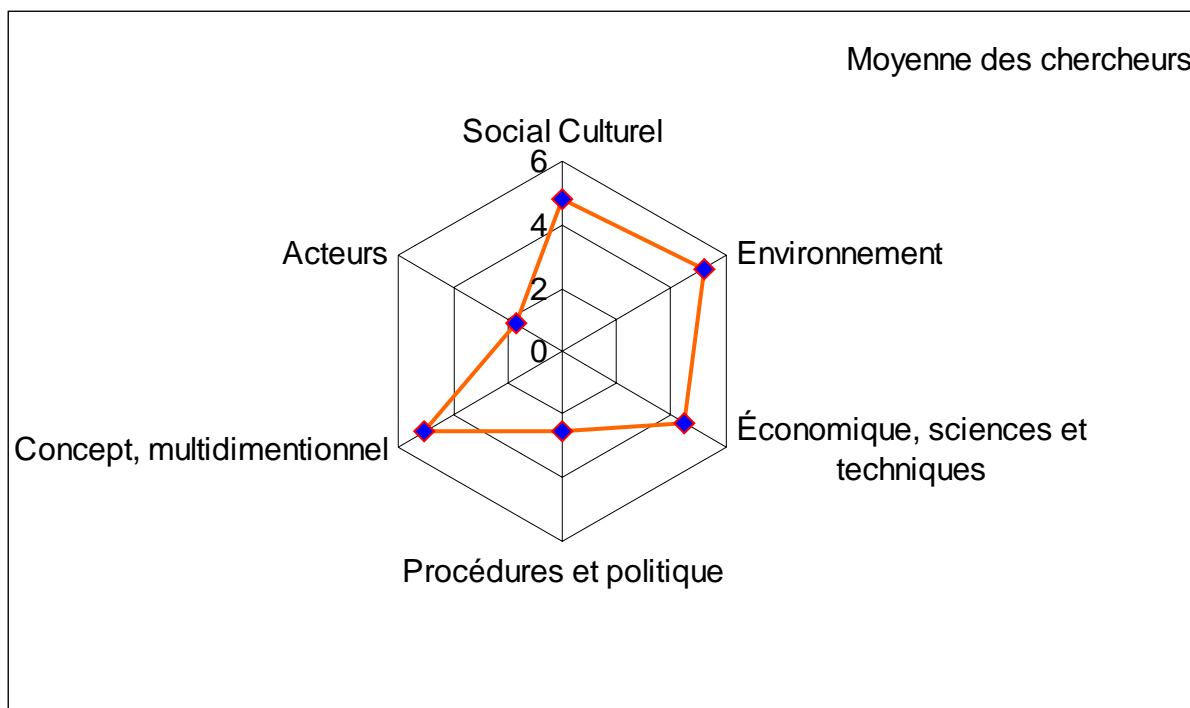


figure n° 49 : Représentation schématique du nombre moyen de mots cités par les chercheurs en fonction des catégories sémantiques

2.1.5 Analyse des relations : richesse systémique

Pour cette analyse, on dénombre les liens associant les mots d'une catégorie à une autre catégorie : les liens inter-catégories (tableau n° 3 et tableau n° 4). Les flèches reliant le mot stimulus : « *le développement durable* » aux autres mots ne sont pas considérés comme lien inter-catégorie. Ce dénombrement permet de vérifier si la personne possède une vision systémique. Cette analyse permet en effet, d'avoir une idée du degré de complexité et d'interrelation que la personne fait inconsciemment entre les différents aspects du développement durable (approche pragmatique, abstraite, procédurale, et participative). Cette méthode permet également de vérifier si les différents éléments du concept de développement durable sont visualisés de manière indépendante les uns des autres ou non.

La complexité de la structure des cartes et de l'organisation générale sont de bons indices de la connaissance ou du changement survenu dans la structure cognitive des apprenants (Markham et al., 1994). Nous pouvons supposer que plus le nombre de liens inter-catégories est élevé, plus la complexité et l'aspect multidisciplinaire du développement durable est représentée, donc plus la personne semble bien appréhender ce concept. La moyenne obtenue pour les chercheurs est 2,5 fois plus élevée que celle des étudiants (respectivement 4,6 et 11,9). Cette constatation correspond aux observations déjà notées par plusieurs chercheurs soulignant que le savoir de l'expert apparaît comme étant organisé, mis en structure et fortement hiérarchisé (Carew et al., 2002) et qu'ils peuvent stocker et réactiver plus d'informations que les novices (Tsai et al., 2002).

2.1.6 Analyse des configurations

Afin d'étudier les formes de hiérarchisation et de structuration entre les idées, il est possible d'étudier les configurations (structuration des différents éléments). Plusieurs types de configuration ont été décrits par Legrand (Legrand, 2000). Parmi ces configurations, nous nous sommes intéressés aux embranchements typologiques définis comme tels : des concepts autres que le mot stimulus sont le point de départ de différents éléments (figure n° 50).

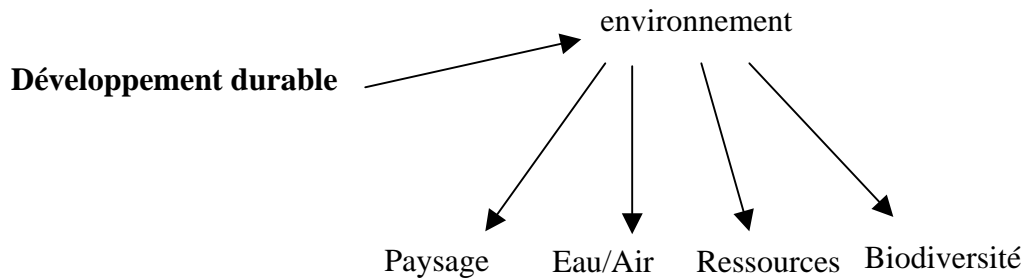


figure n° 50 : Exemple d'embranchement typologique extrait de la carte mentale réalisée par un chercheur (cas n° 7 du tableau n° 4)

Les relations circulaires ont également été comptabilisées. On nomme relation circulaire un système où les relations sont organisées en boucle (figure n° 51).

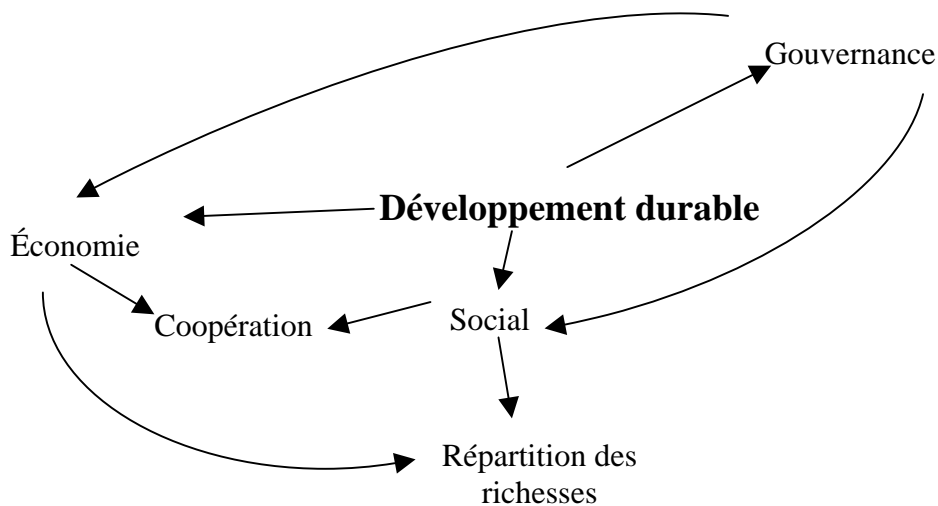


figure n° 51 : Exemple de relations circulaires extrait de la carte mentale réalisée par un élève (cas n° 7 du tableau n° 3)

En totalisant le nombre de configurations et en calculant la moyenne pour l'ensemble du groupe, on constate que là aussi la moyenne des chercheurs est nettement supérieure à celle des élèves. Les élèves ont en moyenne réalisé 3,3 configurations, les chercheurs 6,9. Cependant, il faut noter que les écarts types sont très importants, ce qui souligne une grande disparité dans le nombre de répartitions des configurations par individu.

Certaines personnes ne lient pas du tout les termes entre eux, d'autres au contraire ont des cartes mentales très complexes avec plusieurs types d'embranchement et de nombreuses relations circulaires (figure n° 37).

Il est intéressant de constater que tous les élèves ont au moins réalisé une configuration. Un seul élève sur les 10 n'a pas réalisé de liens inter-catégorie. Ce qui permet de penser que les connaissances préalables plus les cours suivis, ont permis aux élèves de cerner certaines interdépendances entre les notions du développement durable. Il faudrait, pour vérifier l'apport effectif du cours par rapport aux connaissances préalables, réaliser un pré-test avant le début des cours et un post-test.

2.1.7 Analyse du type de liaison entre les catégories

Afin de vérifier quelles sont les approches du développement durable qui sont les plus liées entre elles pour les personnes interrogées, un tableau récapitulatif du type de lien inter-catégorie a été réalisé. L'ensemble des résultats obtenus à partir de l'analyse des cartes mentales des 10 étudiants interrogés est présenté dans le tableau n° 5.

Pour les élèves, les liaisons entre les termes concernant les approches multidimensionnelles du concept et les acteurs (liaisons entre les catégories 5/6) sont les plus élevées. Nous pouvons émettre l'hypothèse que ces élèves associent fortement, la notion de participation des parties prenantes au concept de développement durable.

Les élèves ne relient quasiment jamais les approches pragmatiques ensemble. En effet aucune liaison n'est faite entre les aspects sociaux et environnementaux (liaison 1/2). Les liaisons entre les aspects environnementaux et économiques sont également très peu représentées (liaison 2/3). Il est probablement difficile pour eux d'établir des liens entre des domaines traditionnellement séparés, voir opposés. De la même manière, les élèves n'établissent aucun lien entre les approches procédurales et politiques et les acteurs (liaison 4/6).

L'ensemble des résultats obtenus à partir de l'analyse des cartes mentales des 17 chercheurs interrogés est présenté dans le tableau n° 6. Quatre types de liaisons inter-catégories ont une moyenne supérieure à 1 : les liaisons (les liaisons inter-catégories 1/5, 2/5, 3/5 et 4/5). Les chercheurs quasiment systématiquement relient les aspects multidimensionnels (catégorie 5) et les autres catégories : sociaux-culturels, environnementale, économique et technique. Le concept de développement durable semble pour eux défini par les notions théoriques du développement durable mais reliées aux aspects pragmatiques et à la dimension politique. Un seul type de liaison est vraiment faiblement représenté : la liaison entre les catégories 2 et 4. Les chercheurs interrogés dans cette étude ne lient pas les aspects environnementaux avec les approches procédurales et politiques.

| Elève étudié : Liaison entre les catégories : | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | E7 | E8 | E9 | E10 | Moyenne |
|---|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|---------|
| | 1 / 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 / 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0,3 |
| 1 / 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,5 |
| 1 / 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,3 |
| 1 / 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,2 |
| 2 / 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,1 |
| 2 / 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,3 |
| 2 / 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,2 |
| 2 / 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,5 |
| 3 / 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,4 |
| 3 / 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,3 |
| 3 / 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,2 |
| 4 / 5 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,4 |
| 4 / 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| 5 / 6 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0,8 |

tableau n° 5 : Analyse du type de liaison entre les catégories fait par les élèves

- Catégorie 1 : Aspects sociaux
- Catégorie 2 : Aspects environnementaux
- Catégorie 3 : Aspects économiques
- Catégorie 4 : Approches multidimensionnelles du concept : complexité, relations temporelles, dimensions spatiales
- Catégorie 5 : Approches procédurales et politiques
- Catégorie 6 : Acteurs

| Chercheurs : Liaison entre les catégories | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | C14 | C15 | C16 | C17 | Moyenne |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| 1 / 2 | 0 | 2 | 1 | 4 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0,9 |
| 1 / 3 | 2 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0,9 |
| 1 / 4 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0,5 |
| 1 / 5 | 2 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 3 | 0 | 0 | 2 | 1,0 |
| 1 / 6 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0,5 |
| 2 / 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 3 | 0 | 0,9 |
| 2 / 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 |
| 2 / 5 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 9 | 0 | 0 | 5 | 1,8 |
| 2 / 6 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,5 |
| 3 / 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0,5 |
| 3 / 5 | 8 | 1 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 3 | 0 | 1 | 1,6 |
| 3 / 6 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,4 |
| 4 / 5 | 2 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1,1 |
| 4 / 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,5 |
| 5 / 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0,7 |

tableau n° 6 : Analyse du type de liaison entre les catégories pour les chercheurs

- Catégorie 1 : Aspects sociaux
- Catégorie 2 : Aspects environnementaux
- Catégorie 3 : Aspects économiques
- Catégorie 4 : Approches procédurales et politiques
- Catégorie 5 : Approches multidimensionnelles du concept : complexité, relations temporelles, dimensions spatiales
- Catégorie 6 : Acteurs

Etant donné le faible nombre de personnes interrogées et la forte variabilité des réponses, il est difficile de tirer des conclusions précises sur cette analyse. Cependant, quelques tendances se dégagent. Pour les chercheurs, les liaisons les plus fortement représentées concernent les approches multidimensionnelles. Cette catégorie fortement liée aux autres peut permettre de supposer que les chercheurs perçoivent prioritairement la dimension théorique et conceptuelle du développement durable.

Les élèves ayant suivi une formation sous forme de jeu de rôles, nécessitant une forte implication en tant que parties prenantes, ont une représentation plus marquée dans leurs cartes, des liaisons entre les acteurs et l'environnement et des liaisons entre les acteurs et les approches politiques.

2.2 Etude comparative des cartes réalisées par les chercheurs et les élèves

Pour les chercheurs, les mêmes catégories sont citées par plus de 80% des personnes interrogées que celles citées par les élèves. Les catégories les moins citées par les chercheurs sont la catégorie 4 traitant des approches procédurales et politiques (citée par 53 % des personnes) et la catégorie 6 abordant les acteurs (citée par 71 % des personnes). Il est intéressant de constater que la compréhension du développement durable et le type de mots utilisés pour l'explicitier sont les mêmes pour les élèves et les chercheurs. Ce qui finalement apparaît comme un déroulement logique étant donné que ce sont les chercheurs du Centre qui sont à l'origine des cours donnés aux élèves dans ce domaine.

Pour les chercheurs, 7 personnes sur 17 citent l'ensemble des catégories sémantiques relatives au développement durable définies préalablement. Seuls 4 élèves sur les 10 interrogés ont cité l'ensemble de ces catégories sémantiques. Quelles que soient les personnes interrogées, il semble difficile pour elles d'aborder l'ensemble des catégories sémantiques que nous avons définies. Seul 41% des chercheurs et 40% des étudiants citent au moins un terme dans chacune des catégories sémantiques. Il semble donc que la compréhension du concept est donc le plus souvent focalisée sur certains aspects.

La diversité sémantique pour chaque catégorie est représentée dans le tableau n° 7.

| | Nombre de mots utilisés par les élèves | Nombre de mots / nombre total d'élèves interrogés | Nombre de mots utilisés par les chercheurs | Nombre de mots / nombre total de chercheurs interrogés |
|---|--|---|--|--|
| Catégorie 1 : social-culturel | 18 | 1,8 | 57 | 3,4 |
| Catégorie 2 : environnement | 11 | 1,1 | 56 | 3,3 |
| Catégorie 3 : économique | 11 | 1,1 | 58 | 3,4 |
| Catégorie 4 : approche procédurale et politique | 17 | 1,7 | 29 | 1,7 |
| Catégorie 5 : approche multidimensionnelle | 22 | 2,2 | 60 | 3,5 |
| Catégorie 6 : acteurs | 14 | 1,4 | 16 | 0,9 |
| Mots non classés | 2 | 0,2 | 7 | 0,4 |

tableau n° 7 : Nombre de mots différents cités par catégories

Pour les élèves, peu de différences sont constatées en ce qui concerne le nombre de mots différents par catégorie (tableau n° 7). Seule la catégorie concernant les approches multidimensionnelles semble légèrement plus présente avec un nombre de mots plus important. Le type de mots différents pour les catégories 1, 2, 3 et 5 sont sensiblement identiques pour les chercheurs. Cependant, la catégorie concernant les approches procédurales et politiques du concept est beaucoup moins représentée. La catégorie représentant les acteurs est très faiblement représentée par les chercheurs. Il est surprenant de constater que les élèves n'ont pas cette même lacune concernant les acteurs. N'ayant pas encore travaillé dans un milieu spécifique, il est possible d'imaginer qu'ils n'ont pas encore focalisé leurs modes de pensée. La formation sur le développement durable qu'ils ont suivi par le biais d'un jeu de rôle nécessitant pour eux de prendre position en tant qu'acteurs, leur a peut-être laissé des impressions suffisamment fortes pour qu'ils le citent lors du questionnaire. A ce sujet, plusieurs élèves ont cité les groupes formés lors du jeu de rôles (entreprise, consultants, acteurs publics, collectivité locales, associations). Deux personnes sont même allées jusqu'à citer « *Zao ecolo* » l'association prônant la décroissance soutenable qu'ils avaient créée lors du jeu de rôles.

2.3 Analyse du programme de formation des élèves ingénieurs de l'ENSM-SE

Le même type d'étude que celle précédemment menée avec les cartes cognitives des élèves a été réalisée à partir du programme de formation auquel les étudiants interrogés pour cette étude étaient inscrits. Les chercheurs ayant participé à cette étude sont à l'origine de la majorité des cours dispensés dans cette formation. Nous rappelons qu'il s'agit de l'option environnement pour les élèves de dernière année du cycle Ingénieur Civil des Mines de St-Etienne. L'ensemble des mots cités dans le programme a été comptabilisé afin de réaliser la représentation graphique suivante (figure n° 52).

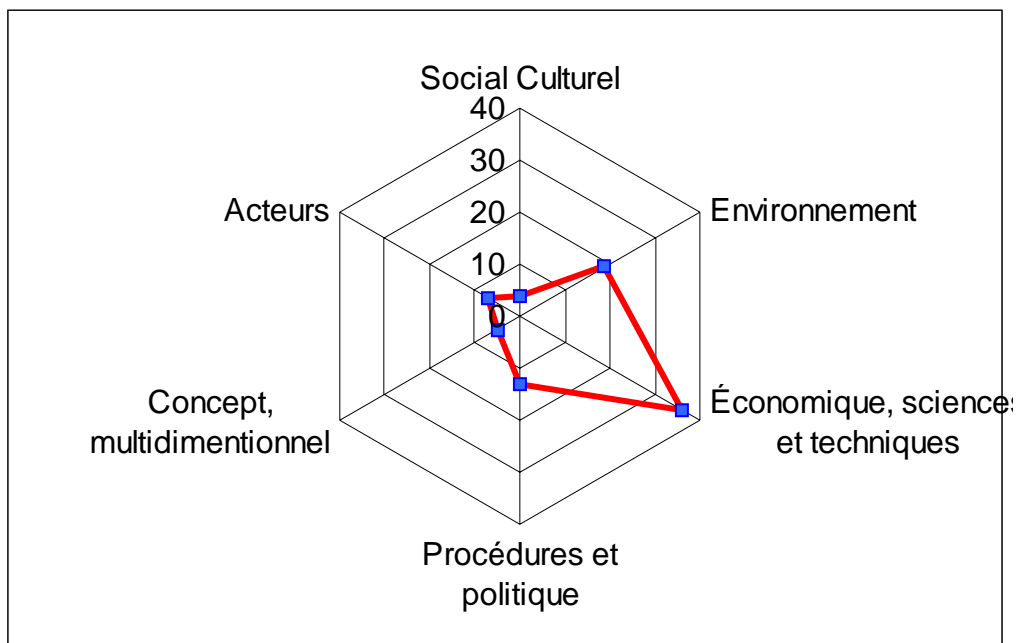


figure n° 52 : Représentation schématique des catégories sémantiques liées au développement durable citées dans le programme des élèves de l'option environnement

Cette représentation nous permet de constater que cette formation est principalement basée sur les aspects techniques scientifiques et économiques. Les aspects environnementaux forment également une grosse partie de l'enseignement proposé. Les aspects liés à la politique et à la réglementation semblent également bien abordés. Les éléments les moins cités dans ce type d'enseignement sont tous les aspects sociaux culturels ainsi que les acteurs et les aspects conceptuels du développement durable.

Malgré une forte prédominance des aspects techniques et environnementaux de cette formation, il est intéressant de constater que la compréhension du concept de développement durable des élèves n'est pas limitée à cette vision scientifique, technique et procédurale (figure n° 42). Plusieurs hypothèses sont possibles. De part leurs formations préalables, les étudiants possédaient peut-être déjà des connaissances dans le domaine. Il est également possible que la formation spécifiquement orientée sur le développement durable (bien que minoritaire dans leurs enseignements, 30 heures sur 360 heures au total) ait été suffisante pour appréhender les différentes approches du développement durable et leur donner une vision systémique du problème.

L'analyse du programme d'étude en environnement et sa représentation graphique ne semblent pas suffisantes pour cerner l'apport de la formation sur le développement durable. C'est pourquoi, une méthodologie d'analyse différente a été mise en place afin de pouvoir identifier l'impact d'une formation au développement durable.

2.4 Etude comparative des cartes réalisées en début et en fin de formation

La réalisation d'une analyse préliminaire puis d'une analyse finale à l'issue d'une formation sur le développement durable paraît particulièrement intéressante. En effet, ce type d'analyse permet d'une part d'étudier l'évolution de la perception de concepts chez les étudiants (Novak, 1990) et d'autre part de vérifier les connaissances et les éventuelles barrières des personnes à sensibiliser face à la thématique étudiée (Pellaud, 2001). Il est alors possible de faire évoluer la formation en fonction des acquis et des lacunes dominantes des participants. L'intérêt réside également dans l'évaluation de l'apport de la formation dans les différents domaines liés au développement durable.

Cette étude basée sur les pré-tests et post-tests a pu être menée lors des sessions de formations menées à l'ENTE⁸⁷ (Lourdel et al., 2004a). Au total quatre sessions de formation ont été données à l'ENTE sous forme d'une présentation rapide du développement durable suivie d'un jeu de rôle de trois jours. 61 élèves de cette école ont participé à cette étude. Il est important de noter que les élèves de cette école ont des parcours et des niveaux divers, ce qui peut expliquer les variations et les écarts types entre les réponses. La totalité des résultats obtenus avant la formation est regroupée dans un tableau qui figure en annexe n°29. Les résultats obtenus après la formation figurent dans l'annexe n°30.

Pour chaque catégorie préalablement définie, le pourcentage d'élèves ayant cité au moins un mot dans la catégorie a été calculé, avant et après la formation. Les résultats sont présentés dans la figure n° 53.

⁸⁷ Ecole Nationale des Techniciens de l'Équipement

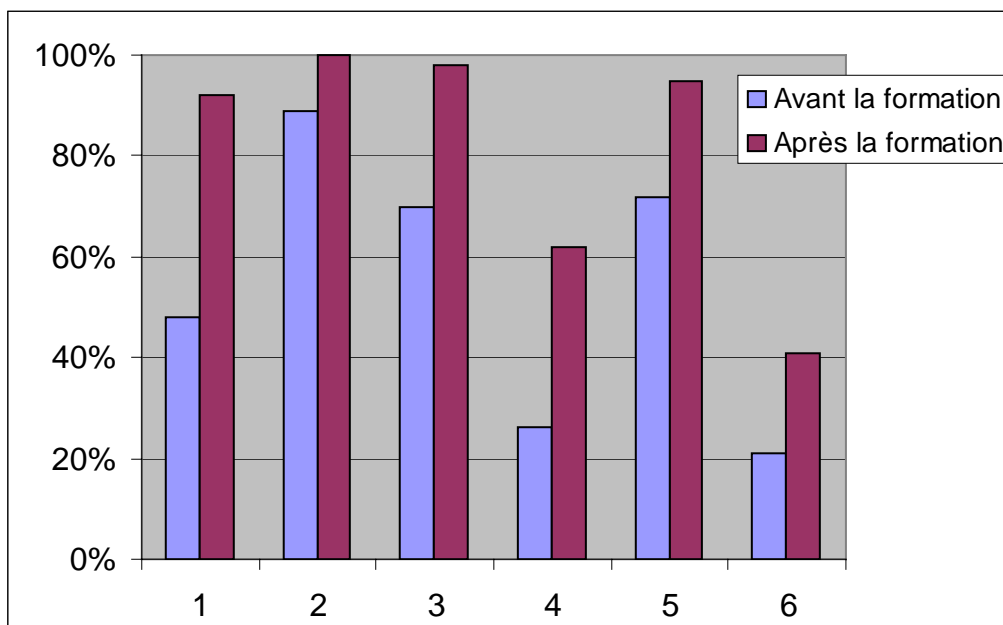


figure n° 53 : Représentation de la variation du pourcentage d'étudiants citant au moins un mot dans chaque catégorie avant et après la formation de l'ENTE

1 : Aspects sociaux ; 2 : Aspects environnementaux ; 3 : Aspects économiques ;
 4 : Approches procédurales et politiques ; 5 : Approches multidimensionnelles du concept ;
 6 : Acteurs.

Pour chacune des catégories, les résultats obtenus après la formation montrent une nette amélioration. La prise en compte des aspects sociaux et des aspects politiques est distinctement plus importante après la formation. Les aspects sociaux oubliés par plus de la moitié des personnes interrogées avant la formation, sont cités lors de la deuxième analyse par 92% des élèves. Les approches procédurales et politiques citées uniquement par 26% des participants avant la formation sont ensuite utilisées dans 62% des cas. La catégorie des acteurs très faiblement représentée à l'origine (21% des personnes) est ensuite citée par 41% des participants. Bien, que cette amélioration soit conséquente, il semble tout de même que la dimension participative et les acteurs impliqués dans le développement durable ne soient pas les éléments cités prioritairement par les personnes interrogées.

La figure n° 54 présente le nombre moyen de mots cités par les élèves avant et après leur formation. Pour la catégorie liée à l'environnement où les étudiants ont déjà de fortes connaissances, aucune modification n'est visible. Pour l'ensemble des autres catégories, à l'issue du jeu de rôle, une augmentation du nombre moyen de mots utilisés pour réaliser la carte est constatée. Cette accroissement du champ lexical est particulièrement visible pour les catégories liées aux aspects sociaux, économiques et multidimensionnels du concept. Les catégories liées aux acteurs et aux notions politiques sont les moins diversifiées en terme de mots.

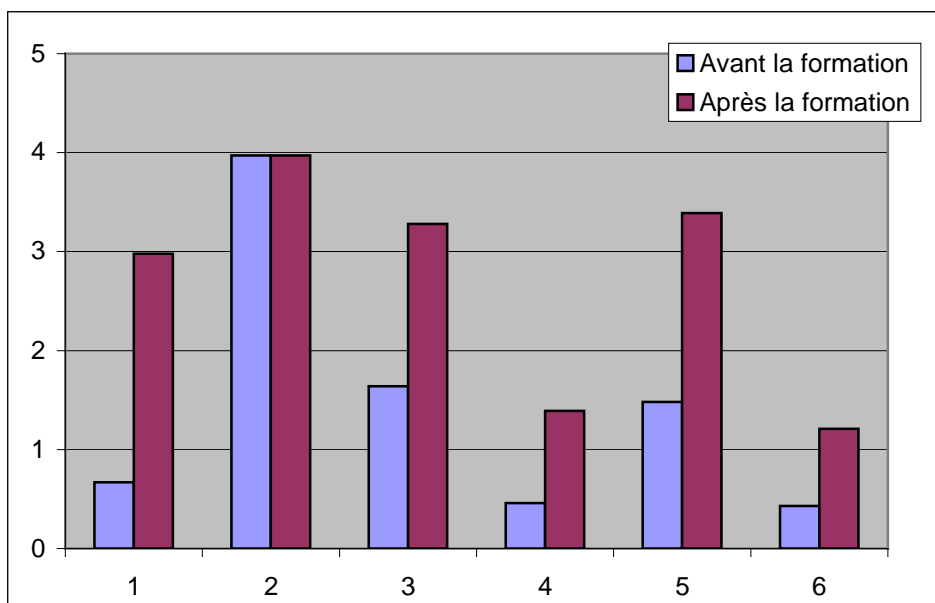


figure n° 54 : Représentation de la variation de la moyenne du nombre de mots cités dans chaque catégorie avant et après la formation à l'ENTE

1 : Aspects sociaux ; 2 : Aspects environnementaux ; 3 : Aspects économiques ;
 4 : Approches procédurales et politiques ; 5 : Approches multidimensionnelles du concept ;
 6 : Acteurs.

La figure n° 55 et la figure n° 56 montrent une représentation graphique des moyennes de mots cités par le groupe d'élèves avant et après la formation. Ces représentations permettent de mieux appréhender l'évolution des cartes des étudiants de façon globale. La progression du nombre de mots est très visible dans tous les domaines. La diversification des domaines pris en compte par les élèves est également remarquable.

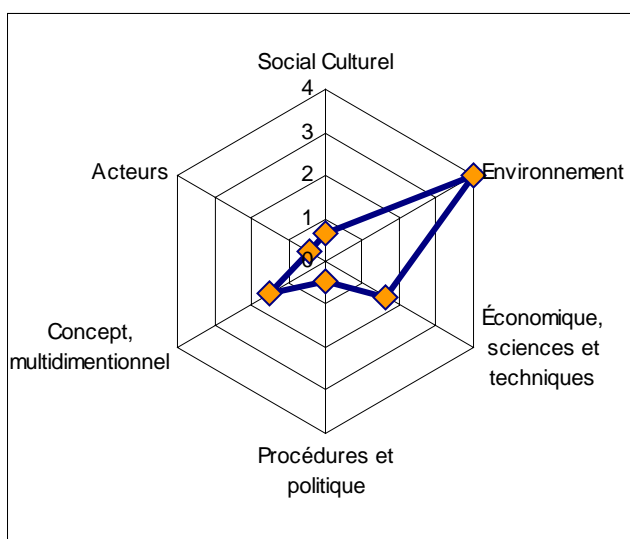


figure n° 55 : Représentation schématique du nombre moyen de mots cités par le groupe d'élèves **avant la formation** sur le développement durable

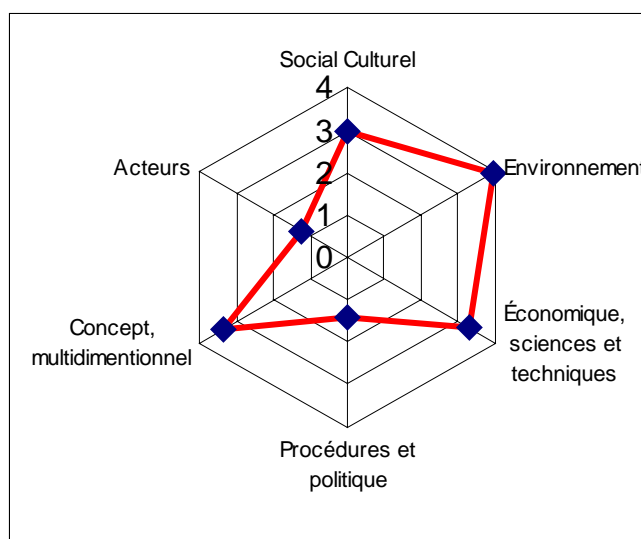


figure n° 56 : Représentation schématique du nombre moyen de mots cités par le groupe d'élèves **après la formation** sur le développement durable

Une analyse systémique des cartes cognitives a été réalisée. L'ensemble des résultats obtenus pour les élèves interrogés avant la formation est présenté dans l'annexe n°31. L'ensemble des résultats bruts obtenus après la formation est présenté dans l'annexe n°32.

La figure n° 57 présente le pourcentage de personnes réalisant au moins un lien inter-catégorie avant et après la formation. Le pourcentage initial de personnes réalisant un lien inter catégorie est relativement élevé (57%). Une progression est visible puisqu'à l'issue de la formation, 82% des personnes interrogées réalisent au moins un lien inter-catégorie. Plus de la moitié des élèves réalisent au moins un lien inter-catégorie avant la formation ce qui peut permettre de supposer que ces élèves ont déjà une certaine compréhension du développement durable. A l'issue de la formation, 82% des personnes semblent bien appréhender la nécessité de lier les différents domaines liés au développement durable. Pour les 18% ne réalisant pas de liens plusieurs hypothèses sont possibles. Ces élèves n'ont peut être pas bien appréhendé la dimension holistique du développement durable. Il est également possible qu'ils ne soient pas familiarisés avec ce type de représentation sous forme de carte.

La figure n° 58 présente des données plus précises sur le nombre moyen de liens inter-catégorie réalisés avant et après la formation. Avant la formation, les élèves réalisent en moyenne 1,7 liens par carte et 6,2 après la formation. Cette progression semble témoigner de leur amélioration de la compréhension de la dimension transdisciplinaire et globale du développement durable.

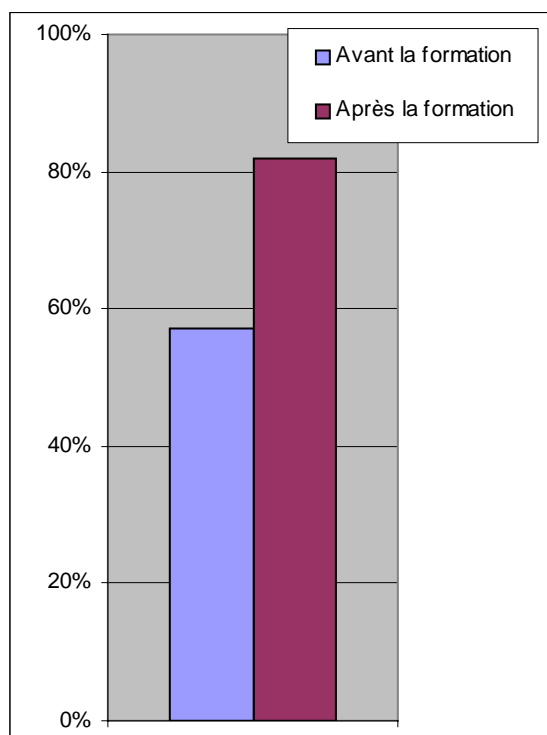


figure n° 57 : Variation du pourcentage du nombre de personnes réalisant au moins un lien inter-catégorie avant et après la formation

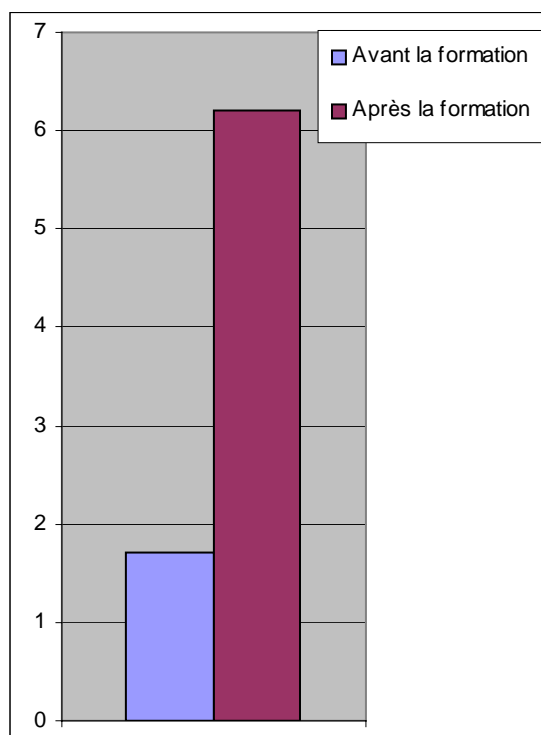


figure n° 58 : Variation de la moyenne du nombre de liens inter-catégorie avant et après la formation

Plusieurs points sont récurrents dans l'ensemble de cette analyse. Tout d'abord, la diversité des réponses obtenues. Les cartes sont très hétérogènes de part leur structure et leur contenu. En effet, chaque participant semble focaliser sa compréhension sur un ou plusieurs éléments du développement durable. La structure plus ou moins complexe, avec des thématiques très reliées entre elles ou non est aussi un exemple de cette diversité d'approches.

De part cette variabilité dans les réponses, il est parfois difficile de tirer des conclusions sur les analyses réalisées avec des moyennes. Cependant, il est possible de constater pour l'ensemble des analyses réalisées, une amélioration du nombre de catégories sémantiques prises en compte ainsi qu'une complexification générale de la carte cognitive. Ces éléments nous permettent de supposer que la formation a été efficace. Cependant, cette efficacité doit être relativisée car elle n'est pas la même pour tous les étudiants et elle peut sûrement être améliorée en ciblant sur les points les moins abordés par les élèves dans leurs cartes. Cette étape d'amélioration est délicate puisque chaque élève révèle un profil cognitif très différent. Cependant, il est possible d'utiliser cet outil basé sur les cartes cognitives de manière à favoriser l'apprentissage et la compréhension de ce concept. Ce point sera discuté dans le paragraphe 3.

2.5 Etude comparative entre la définition donnée et la carte cognitive réalisée simultanément

Lors de la réalisation des cartes cognitives avant et après les cours données à l'ENTE, il était demandé aux élèves de rédiger également une définition du développement durable. L'objectif était de pouvoir comparer la compréhension analysée par le biais de notre méthode basée sur les cartes cognitives et par le biais d'une approche plus traditionnelle (la rédaction de quelques lignes).

Cette demande de définition n'a cependant pas été réalisée dès la première session de formation. Ce qui explique que le nombre d'élèves participants à cette étude est plus faible (51 au lieu des 62 lors de l'étude précédente).

L'analyse des définitions s'est effectuée suivant le même principe que celui utilisé pour l'analyse des cartes cognitives. Pour chaque définition, les mots ont été analysés et répertoriés dans chacune des catégories sémantiques préalablement définies dans notre étude. Les articles et les prépositions n'ont pas été pris en compte. Seuls les verbes, les adjectifs et autres mots ayant un intérêt pour l'étude ont été comptabilisés.

Le tableau n° 8 présente les moyennes obtenues pour les définitions et les cartes réalisées par les élèves interrogés lors du pré-test (avant leur formation sur le développement durable) et lors du post-test (après la formation). La différence entre le nombre de mots utilisés dans une catégorie pour la définition et pour les cartes a été calculée pour chaque élève à l'aide de l'équation E1. Le chiffre présenté est une moyenne de la différence obtenue pour chaque catégorie.

$$(E1) \quad \bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n (N_{di} - N_{ci})}{n}$$

n : nombre total d'élèves

Nc : Nombre de mots dans la carte cognitive

\bar{D} : moyenne des différences

Nd : Nombre de mots par dans la définition

L'ensemble des données est fourni en annexe n°33 et 34.

| | Social Culturel | | | Environnement | | | Économique, sciences et techniques | | |
|---------------------------|-----------------|-------|------------|---------------|-------|------------|------------------------------------|-------|------------|
| | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence |
| Moyenne pour le pré test | 0,26 | 0,68 | -0,36 | 1,39 | 4,08 | -2,07 | 1,21 | 1,64 | -0,26 |
| Moyenne pour le post test | 1,58 | 3,06 | -1,2 | 1,54 | 3,9 | -1,87 | 0,83 | 3,41 | -2,23 |

| | Procédures et politique | | | Concept, multidimensionnel | | | Acteurs | | |
|---------------------------|-------------------------|-------|------------|----------------------------|-------|------------|------------|-------|------------|
| | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence |
| Moyenne pour le pré test | 0,31 | 0,74 | -0,36 | 1,24 | 3,78 | -1,84 | 1,11 | 1,48 | -0,18 |
| Moyenne pour le post test | 0,76 | 1,76 | -0,84 | 2,29 | 3,55 | -0,92 | 0,67 | 1,7 | -0,79 |

tableau n° 8 : Récapitulatif des moyennes obtenues pour les définitions et les cartes réalisées par les 51 élèves de l'ENTE interrogés avant et après leur formation sur le DD

Comme nous l'avons vu précédemment, les résultats obtenus pour les cartes cognitives montrent une progression du nombre de mots utilisés lors du test final par rapport au pré-test (excepté pour la catégorie concernant l'environnement où le résultat est sensiblement le même). Pour les définitions données par les élèves, le résultat est différent (figure n° 59). Certaines catégories sont citées avec un nombre de mots plus importants lors de la deuxième définition donnée : les catégories concernant les aspects sociaux, environnementaux, politiques, multidimensionnels et les acteurs. Cependant, la catégorie concernant les aspects économiques, scientifiques et techniques est beaucoup moins utilisée lors de la deuxième définition. Cette différence peut éventuellement s'expliquer par le fait qu'après la formation, les élèves ont identifié d'autres aspects que ceux qu'ils connaissaient initialement (les aspects techniques économiques, environnementaux et multidimensionnels principalement cités lors de leur première définition). Ils détaillent peut être plus les aspects nouveaux dans leur deuxième définition au détriment des éléments déjà connus.

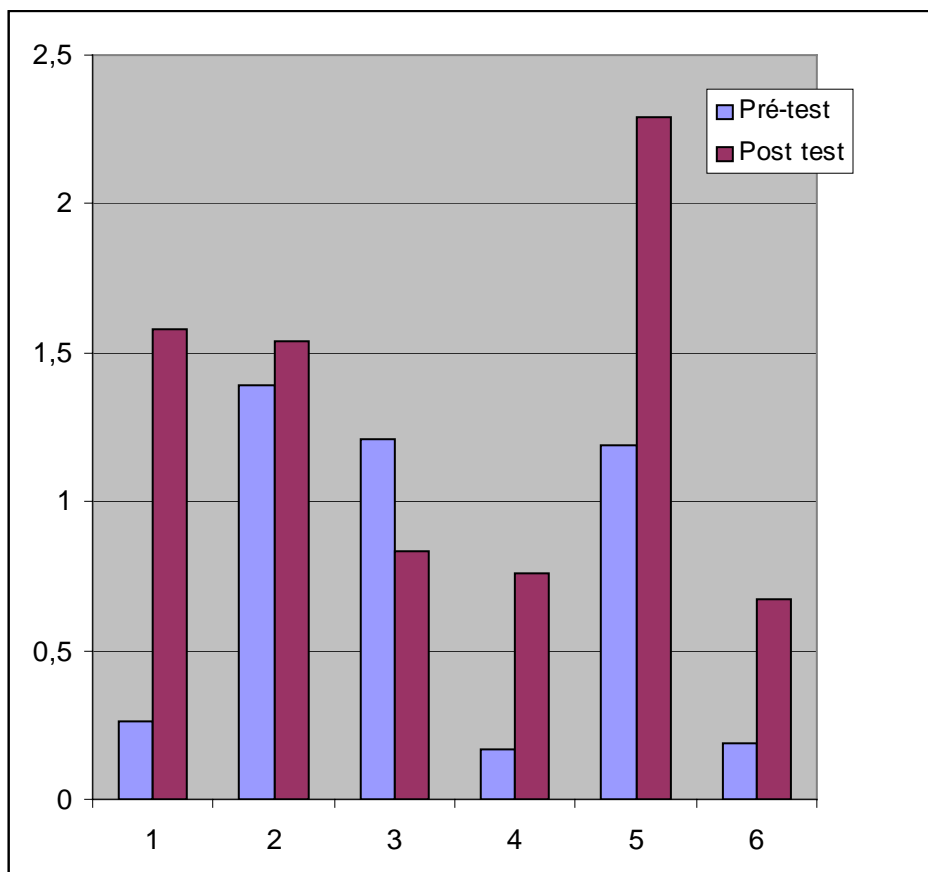


figure n° 59 : Représentation du nombre moyen de mots utilisés dans chaque catégorie pour le pré-test et le post-test

1 : Social 2 : Environnement 3 : Economique 4 : Procédure et politique
5 : Aspects multidimensionnels 6 : Acteurs

Il est intéressant de noter que la moyenne des différences obtenues entre le nombre de mots par catégorie pour la définition et le nombre de mots dans la carte cognitive est presque toujours négative (tableau n° 8). Ce qui signifie que le nombre de mots utilisés dans la définition est toujours inférieur à celui utilisé dans les cartes. La seule catégorie pour laquelle le nombre de mot est sensiblement identique dans les deux cas est celle des aspects multidimensionnels. Cette constatation est remarquable dans la figure n° 60 qui représente le nombre moyen de mots cités par le groupe d'élèves avant leur formation. La dominance du nombre de mots dans les catégories concernant l'environnement et l'économie est particulièrement visible. Cette remarque est également valable pour les définitions données initialement. Cette appréhension du développement durable focalisée sur les notions technologiques et l'environnement est souvent observée. Les personnes peu informées ou sensibilisées à cette thématique centralisent souvent leur compréhension sur des thématiques concrètes et familières (la protection de l'environnement, le recyclage des déchets, etc.).

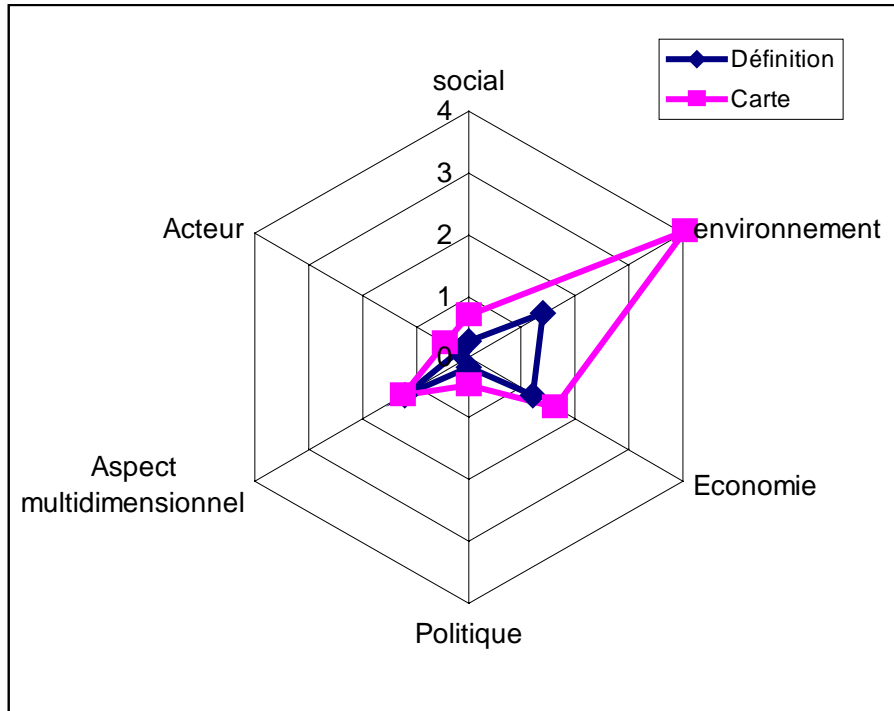


figure n° 60 : Représentation du nombre moyen de mots cités par le groupe d'élèves **avant leur formation** sous forme de définition et de carte cognitive

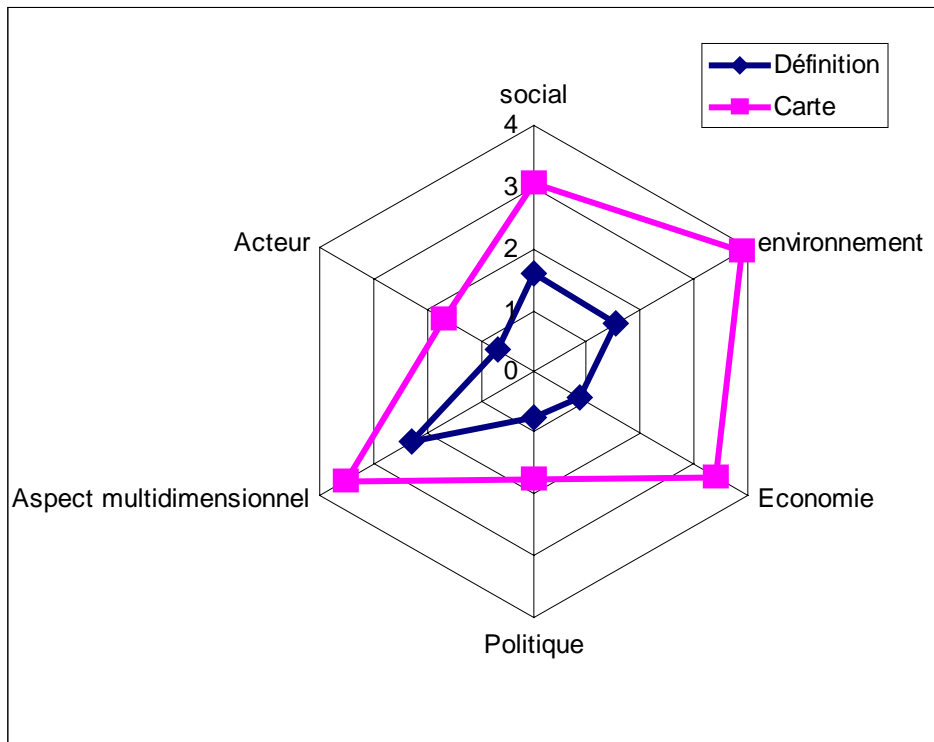


figure n° 61 : Représentation du nombre moyen de mots cités par le groupe d'élèves **après leur formation** sous forme de définition et de carte cognitive

La figure n° 61 présente les résultats obtenus à l'issue de la formation. La répartition des mots dans les différentes catégories semble plus homogène que celle obtenue avant la formation. Une plus grande diversité de mots utilisés est particulièrement visible dans les cartes par rapport aux définitions. Il est intéressant de noter que les élèves semblent mieux appréhender le développement durable sous forme de schéma conceptuel que sous forme de définition. Pour l'ensemble des résultats obtenus dans le pré-test, toute catégorie confondue, 87% des personnes utilisent plus de mots dans leur carte que dans leur définition. Lors de l'analyse finale, les résultats sont similaires, dans 83 % des réponses obtenues, les élèves citent plus de mots dans leur carte cognitive que dans leur définition. L'utilisation des cartes cognitives semble donc être un bon moyen d'avoir une approche plus précise de la compréhension du développement durable que celle obtenue par une définition.

Les cartes cognitives semblent donc particulièrement pertinentes pour analyser la compréhension des élèves face à cette thématique complexe. L'organisation des éléments sous forme de schéma peut effectivement permettre aux élèves d'avoir une vision holistique et de réfléchir aux interactions entre les différents éléments constitutifs du développement durable.

3 Les cartes cognitives comme outil de réflexion pour les élèves et pour les enseignants

A travers les différents exemples cités, l'utilisation des cartes cognitives apparaît pertinente dans le cadre de la formation sur le développement durable. En effet, la complexité et la transdisciplinarité de ce concept ne sont pas faciles à transmettre et à évaluer. L'utilisation des cartes cognitives dans la formation peut être efficace à plusieurs niveaux. Elles peuvent être utilisées comme nous l'avons fait dans ce cas d'étude comme évaluation de la compréhension du développement durable, pour vérifier la pertinence d'une formation.

L'utilisation des cartes cognitives sous forme d'un pré-test, au début de la formation, et d'un post-test, une fois l'ensemble des enseignements terminés, s'est avérée particulièrement intéressante. La réalisation d'un pré-test permet de visualiser quels sont les éléments mal ou peu envisagés mais aussi de cerner les notions déjà assimilées et au centre des préoccupations des étudiants. Ce test permet de cibler la formation afin qu'elle soit adaptée pour favoriser une meilleure progression des élèves. Il est ainsi possible pour l'enseignant d'utiliser les connaissances déjà acquises par les élèves comme base de départ de la formation. Le post-test permet lui, en le comparant au pré-test réalisé avant la formation, de déceler l'enrichissement, l'accrochage conceptuel ainsi obtenu (Legrand, 2000). La comparaison entre ces deux tests pourrait permettre de restructurer les enseignements afin de pallier aux déficits ou de renforcer la compréhension des notions peu assimilées.

Il serait également intéressant de permettre à l'étudiant de comparer lui-même ses deux tests pour qu'il puisse apprécier l'évolution de sa réflexion sur le sujet. L'objectif étant de faire évoluer l'apprentissage en terme quantitatif mais aussi en terme qualitatif. En terme quantitatif, permettre l'augmentation des notions et principes connus (principe de précaution, principe de prévention, principe de participation, biodiversité...). En terme qualitatif, il s'agit de permettre à l'étudiant de mieux structurer et inter-relier ses connaissances, et lui permettre de prendre du recul par rapport à ses connaissances théoriques. La valorisation de ce type d'étude faisant intervenir des réflexions métacognitives nécessite que l'enseignant prenne du temps pour analyser avec chaque élève les deux cartes réalisées. Cette étape de réflexion peut être enrichissante pour l'élève, mais elle est consommatrice de temps.

Lors de certaines formations où le temps imparti n'était pas suffisant pour une analyse individuelle avec chaque participant, une autre approche a été utilisée. Quelques cartes particulièrement intéressantes de par le contenu et la progression entre le pré-test et le post-test ont été reproduites sous forme de transparents. Les cartes ont ainsi pu être commentées pour l'ensemble de la classe et ont permis une analyse structurée et complète des éléments les plus abordés dans ces cartes ainsi que des structures et liens représentés ou non.

La réflexion qui peut être menée par un groupe est également très enrichissante. C'est pourquoi, la réalisation d'une carte cognitive collective a été effectuée lors d'une session de formation. Cet exercice peut être réalisé sur un tableau ou sous format informatique projeté au tableau, en laissant à chaque individu la possibilité d'ajouter un terme et en lui demandant de justifier sa localisation dans une carte générale. Cet exercice a été demandé aux élèves de l'UTT ayant suivi la formation sous forme de jeu de rôle sur la thématique de MétalEurope (paragraphe n°2 de la partie 3). Ce type de réalisation permet aux élèves de construire ensemble une carte beaucoup plus riche, plus structurée et plus complète. Ce qui peut présenter plusieurs intérêts. Permettre à l'élève d'aborder des notions qu'il n'aurait peut être pas identifiées seul. Mais également d'argumenter et de discuter la position et les liaisons entre les termes. Cette étape lance un débat d'idées particulièrement riche car chaque individu se positionne différemment par rapport au développement durable. C'est donc une occasion de lancer un débat, tout en ayant une structure qui évite les digressions et qui favorise la discussion pour obtenir un consensus sous forme de schéma. Ce type d'activité peut s'avérer intéressante pour les débats citoyens, pour la mise en place d'Agenda 21, ou tout autre réunion de concertation nécessitant l'implication de différentes parties prenantes. On retrouve ici des approches type « *métaplan* » qui pourraient permettre une exploration plus profonde dans le cadre d'une approche matricielle (Godet, 2001).

L'utilisation des représentations schématiques des catégories sémantiques liées au développement durable pourrait être développée comme outil de formation. Il serait intéressant de réaliser ce type d'analyses dans diverses formations sur le développement durable en France. Cela pourrait donner un aperçu et une base de comparaison des thématiques abordées par ces formations voire déterminer les approches privilégiées et la conception du développement durable retenue par les élèves d'origines disciplinaires variées. Même si cet outil ne constitue pas un élément de comparaison absolue, il pourrait constituer une piste pour dégager les éléments retenus par les élèves en fonction du type d'activité pédagogique utilisé.

Parmi les perspectives d'évolution de cet outil, l'utilisation du traitement informatique constitue une piste très intéressante. L'informatisation de l'analyse des cartes a déjà été développée pour les études en didactique. Certains logiciels comme CMAP2 permettent le repérage automatique des variables et des liens communs à un groupe de cartes (Allard Poesi, 1996). Un autre logiciel (COPE) permet de dessiner des cartes, de faire une analyse structurelle, de rechercher les concepts centraux et d'analyser le nombre de liens entre ces concepts centraux (Allard Poesi, 1996). Ces logiciels utilisés par les chercheurs ne sont pas les seuls développés. D'autres outils informatiques ont été élaborés pour être utilisés directement par les étudiants. Par exemple, PUZZLE®5, outil informatique voisin de la cartographie cognitive, a été développé pour permettre à l'étudiant de réaliser lui-même sa représentation graphique afin de respecter la représentation idiosyncratique de chaque individu. L'objectif de ce logiciel est d'aider à l'élaboration d'une représentation d'une situation à partir d'informations fragmentaires, incomplètes et ambiguës (Lesca, 2000).

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

L'évolution progressive de la société vers des réflexions intégrant les principes de développement durable est perceptible. Cette mutation sociale induit également des transformations dans les enseignements présentés comme les éléments clés du changement. Dans cette perspective, l'ONU, a déclaré, parmi les objectifs prioritaires, la mise en place d'une Décennie des Nations Unies pour l'Education en vue du Développement Durable (2005-2014).

La déclaration proclamée à l'issue de la conférence internationale de Barcelone sur le développement durable (2004) et la formation des ingénieurs a mis l'accent sur le besoin d'un nouveau type d'ingénieur. C'est à dire un ingénieur capable d'avoir une approche systémique, une vision sur le long terme, une compréhension holistique qui va au-delà de la compréhension de sa spécialité ; mais aussi un ingénieur guidé par les principes d'éthique, de justice, d'équité et de solidarité (EESD, 2004).

Effectivement, de plus en plus d'universités et d'écoles essayent d'intégrer les principes du développement durable dans leurs formations. Etant donné les particularités liées à ce concept complexe, multidisciplinaire et évolutif, le terme « *intégrer* » ne suffit pas. Le concept de développement durable ne peut être assimilé à une connaissance supplémentaire à acquérir, il correspond à une prise de conscience, à un changement de paradigme. Une réflexion pédagogique doit donc être menée. Les enseignements basés sur la pensée linéaire, la logique cartésienne et non systémique doivent donc être réformés pour permettre à l'élève d'aborder cette notion de manière holistique tout en prenant en compte le caractère évolutif, les incertitudes et le questionnement éthique inhérent à cette notion.

Plusieurs possibilités d'évolutions des formations se dégagent : inclure le développement durable comme un cours supplémentaire ou intégrer cette thématique dans l'ensemble des cours comme cela est souvent préconisé. Dans les deux cas, des difficultés apparaissent. Intégrer le développement durable comme une entité à part entière peut limiter la compréhension systémique entre les différents domaines d'étude. Le choix du moment de l'intégration de ce cours dans la séquence pédagogique globale nécessite également une réflexion. La formation au développement durable doit-elle se situer en début de formation, en fin ou en position intermédiaire ? Dans le cas d'une intégration de cette thématique à l'ensemble des formations, une problématique de coordination se pose. Comment les enseignants de disciplines diverses qui ne communiquent pas forcément, peuvent-ils mener une action coordonnée ? Une sensibilisation, voire une formation des enseignants eux même serait essentielle. Etant donné le temps nécessaire à la mise en place d'une telle approche nécessitant une restructuration en profondeur du système éducatif, il est peut être souhaitable d'essayer de combiner les deux possibilités. C'est à dire, réfléchir à l'évolution vers une approche globale du développement durable dans les différentes disciplines tout en permettant à l'élève de structurer sa compréhension du concept dans un cours ciblé.

Les objectifs pédagogiques liés à l'introduction du développement durable sont complexes, déclinables en fonction du contexte et des élèves. A l'image du développement durable lui-même, ces objectifs ne peuvent être figés. Ils doivent évoluer et se diversifier lors de leur appropriation pour l'élaboration de formations. Aucune situation pédagogique ne peut être présentée comme meilleure par rapport à une autre, les possibilités d'approches sont multiples, elles dépendent des objectifs préalablement définis. L'essentiel restant « *le message* » ou plutôt les questionnements et l'ouverture d'esprit qu'une telle approche peut apporter à l'étudiant.

Plus qu'une acquisition de connaissance, la formation au concept de développement durable ouvre des perspectives plus larges qui ont trait aux principes moraux des individus, à leurs références culturelles et à leur capacité d'empathie. Il semble donc délicat d'imposer un point de vue. Le développement durable doit donc correspondre à une démarche d'appropriation personnelle de l'étudiant. La formation doit « *se contenter* » de favoriser une réflexion, une ouverture d'esprit sans imposer un positionnement. Ces éléments peuvent être favorisés dans le cadre de formation basée sur les pédagogies innovantes laissant une grande place à la dimension participative et à l'implication de l'étudiant. Les réflexions menées dans le cadre de cette thèse, nous ont amené à conclure sur l'intérêt d'utiliser ce type de pédagogie.

Cependant, prôner l'ouverture d'esprit, l'incertitude, les débats éthiques dans des structures d'enseignement technique comme les écoles d'ingénieur ne relèvent pas d'une démarche aisée. Les structures internes et les traditions sont difficiles à faire évoluer. Néanmoins, l'intérêt de ce type d'approches commence à être reconnu comme bénéfique pour les élèves. En effet, les nouvelles approches pédagogiques peuvent permettre aux élèves d'être plus directement opérationnel, de développer leur sens créatif, de développer des capacités d'adaptation pour qu'ils puissent faire face au monde du travail incertain et complexe (Germinet, 2004).

Dans le cadre de ce travail de thèse, une étude a plus particulièrement été menée sur les jeux de rôles. Les formations basées sur ce type de pédagogie qui ont été étudiées se sont avérées pertinentes à différents points de vue. Les sessions de jeu de rôle ont permis aux élèves d'être confrontés à des situations complexes, évolutives, conflictuelles. Les étudiants ont du faire preuve d'esprit critique, apprendre à communiquer, à s'organiser, à travailler en groupe, à négocier...

La problématique de l'évaluation se pose inéluctablement dans le domaine de la formation. Dans cette perspective nous avons développé un outil d'évaluation de la compréhension de ce concept dans sa dimension globale. L'utilisation de cet outil basé sur les cartes cognitives, s'est avéré efficiente à plusieurs niveaux. En effet, initialement utilisé pour évaluer la compréhension des élèves et la pertinence de la formation, les cartes ont ensuite été utilisées pour d'autres finalités. Elles peuvent en effet, être utilisées par l'enseignant dans un objectif d'amélioration de formation. Cette méthode peut permettre de mettre en évidence les notions relatives au développement durable non assimilées. Les cartes cognitives peuvent également être valorisées dans le cadre d'une approche métacognitive, en demandant à l'étudiant de réfléchir lui-même sur sa perception du développement durable.

Cet outil souple et évolutif favorise l'expression de point de vue individuel, il peut également être un support de réflexion collective sur le développement durable. Cette méthode a d'ailleurs été utilisée par Boutaud dans le cadre de son travail de thèse sur l'évaluation des politiques publiques de la Communauté urbaine de Lyon (Grand Lyon) au regard des critères du développement durable (Boutaud, 2005).

Parmi les perspectives, le développement d'une version informatique serait envisageable. Elle permettrait une utilisation facilitée et une analyse plus rapide des résultats en dégagant de nouvelles potentialités.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AFNOR (2003). SD 21000 Développement durable. Responsabilité sociétale des entreprises.

Aguirre, E., Jacqmot, C., Milgrom, E., Raucant, B., Soucisse, A., Trullemans, C., & Vander Borgh, C. (2001). Devenir ingénieur par apprentissage actif, Colloque : Pédagogie par projet dans l'enseignement supérieur : enjeux et perspectives", Brest, 1-7.

Aknin, A., Froger, G., Géronimi, V., Méral, P., & Schembri, P. (2002). Environnement et développement : quelques réflexions autour du concept de "développement durable". J.Y.Martins, Développement durable? Doctrine, pratiques, évaluations, IRD Editions, 51-71.

Allard Poesi, F. (1996). Cartes cognitives : pour ne pas jeter le bébé avec l'eau du bain, Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique, Lille.

Alpha Etudes et CGT (2003). Les informations sociales dans les rapports annuels : quelle application de la loi NRE? Une étude sur les sociétés du SBF 120.

Ancelin-Schützenberger, A. (1995). Le jeu de rôle, Collection "Formation Permanente en Sciences humaines", Paris, 100p.

Audet, M. (2003). Plasticité, instrumentalité et réflexivité. Cartes cognitives et organisations, Edition ADREG). Paris, 187-198.

Ausubel, D. P. (1968). Educational Psychology : A Cognitive View. Rinehart & Winston, New York : Holt.

Axelrod, R. (1976). Structure of decision. Princeton University Press.

Baillon, F. (1999). Intérêt d'un simulateur pédagogique de conduite de projet pour l'analyse de modèle hydrodynamiques. Thèse de 3^{ème} cycle, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne et Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.

Belot, L. (2003). Ambiguïté du développement durable. Le monde, 29 août 2003.

Boersema, J. J., Barendse, G. W. J., Bertels, J., & Wit, A. E. (2001). Is it all in the books? International Journal of Sustainability in Higher Education, 2, 349-367.

Boidin, B. (2003). Application de la loi NRE; Chronique. Développement Durable et Territoires.

Boidin, B. (2004). Les dimensions humaines et sociales du développement durable. Développement Durable et Territoires.

Bonhoure, G. & Fauqueur, C. (2004). Colloque International sur l'Education à l'Environnement pour le Développement durable, EGID.

Bourg, D. (1997). Nature et technique. Collection Optiques Philosophie, Hatier, Paris.

Bourg, D. (2002). Quel avenir pour le développement durable? Les petites Pommes du savoir, 61p.

Bourg, D. & Whiteside, K. H. (2004). Précaution : un principe problématique mais nécessaire. *Revue Le Débat : Les responsabilités de la science*, 129p.

Boutaud, A. (2002b). *Elaboration de Critères et Indicateurs de Développement Durable (CIDD) pour les collectivités locales (Rapport ADEME n°1)*.

Boutaud, A. (2002a). *Elaboration de Critères et Indicateurs de Développement Durable (CIDD) pour les collectivités locales (Rapport ADEME n°2)*.

Boutaud, A. (2003). *Développement durable : à la recherche des bons indicateurs. Problèmes économiques*, 1-3.

Boutaud, A. (2004). *La Communauté urbaine de Lyon : un exemple d'appropriation coopérative du développement durable via un outil d'évaluation (Rapport de thèse ADEME n°5)*.

Boutaud, A. (2005). *Le développement durable: penser le changement ou changer le pansement ? : Bilan et analyse des outils d'évaluation des politiques publiques locales en matière de développement durable en France: de l'émergence d'un changement dans les modes de faire au défi. Thèse de 3^{ème} cycle, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne*.

Brien, R. (2002). *Science cognitive & formation. (3ième ed.) Presse de l'Université du Québec*, 254p.

Brodhag, C. (1990). *Objectif terre. Les verts, de l'écologie à la politique*, Editions du Félin, Paris, 320p.

Brodhag, C. (1997). *Le développement durable un enjeu majeur pour les systèmes d'information, Conférence : Informatique pour l'environnement, Strasbourg*.

Brodhag, C. (2000). *Information, gouvernance et développement durable. International Political Science Review*, 21, 311-327.

Brodhag, C. (2002). *Ethique d'entreprise et développement durable. Cercle d'Ethique des Affaires*, 16.

Brodhag, C. (2003). *Genèse du concept de développement durable : dimensions éthiques, théoriques et pratiques. A. Da Cunha & J. Rugg, Développement durable et aménagement du territoire. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes*, 29-45.

Brodhag, C., Breuil, F., Gondran, N., & Ossama, F. (2004a). *Dictionnaire du développement durable. AFNOR*, 283p.

Brodhag, C. & Davoine, P. (2000). *Evaluation, rationalité et développement durable, Conférence : Société Française d'Evaluation*.

Brodhag, C., Gondran, N., & Delchet, K. (2004b). *Du concept à la mise en oeuvre du développement durable : les lignes directrices SD 21000. En cours de soumission*.

Brougère, G. (1995). *Jeu et éducation. L'Harmattan, Paris*.

Bruguière, C., Sivade, A., & Cros, D. (1994). Les représentations spatiales des concepts associés à l'énergie comme outil de formation des enseignants. *Didaskalia*, 5, 105-118.

Callon, M., Lascoumes, P., & Barthe, Y. (2001). *Agir dans un monde incertain*. Edition du seuil, Paris, 357p.

Carew, A. L. & Mitchell, C. A. (2002). Characterizing undergraduate engineering students' understanding of sustainability. *European Journal of Engineering Education*, 27, 349-361.

Chamberland, G. & Provost, G. (1996). *Jeu, Simulation et jeu de rôle*. Presse de l'Université du Québec, 178p.

Champy, P., Etévé, C., Durand-Prinborgne, C., Hassenforder, J., & De Singly, F. (1994). *Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation*, Nathan, 1097p.

Chastang, S. (2002). Un défi pour le temps. *Les cahiers pédagogiques*, 405, 11p.

Chateauvieux, F. (2000). *Environormes 2000*. DPE Edition, Lyon, 88p.

Clergue, G. (1997). *L'apprentissage de la complexité*. Editions Hermes, Paris, 159p.

Clift, R. (1998). Engineering for the environment: The new model engineer and her role. *Institution of Chemical Engineers*, 76, 151-160.

CMED (1989). *Notre avenir à tous*. Les éditions du fleuve, Montréal.

CNISF (1997). *Le métier de l'ingénieur un métier en devenir*. <http://www.cnisf.org>

CNISF (2001). *Charte d'Ethique de l'Ingénieur*. <http://www.cnisf.org>

CNUED (1992a). *Agenda 21, Conférence de Rio de Janeiro, 3-14 juin 1992*.

CNUED (1992b). *Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, Conférence de Rio de Janeiro, 3-14 juin 1992*.

CNUED (1992c). *Convention sur la diversité biologique, Conférence de Rio de Janeiro, 3-14 juin 1992*.

CNUED (1992d). *Déclaration de Rio, Conférence de Rio de Janeiro, 3-14 juin 1992*.

CNUED (1992e). *Une déclaration de principe relative aux forêts, Conférence de Rio de Janeiro, 3-14 juin 1992*.

Commission européenne (2001). *Promouvoir un cadre européen pour la responsabilité sociale des entreprises - Livre vert*. (Vols. Direction générale de l'emploi et des affaires sociales), Luxembourg.

- Corbeil, P. (1995). *Entreprendre par le jeu*. Les Editions Transcontinentale inc et la Fondation de l'Entrepreneurship, 240p.
- Corbeil, P. & Laveault, D. (1994). Descriptive research, innovation and epistemology: 10 years of lessons learned on the use of simulation games. *International Play Journal*, 2, 122-134.
- Corcoran, P. B., Calder, W., & Clugston, R. M. (2002). Introduction: higher education for sustainable development. *Higher Education Policy*, 15, 99-103.
- Cossette, P. (1994). *Cartes cognitives et organisations*. Paris, 229p.
- Cossette, P. (2001). A systematic Method to Articulate Strategic Vision : An illustration with a Small Business Owner-Manager. *Journal of Enterprising Culture*, 9, 173-199.
- Courau, S. (1993). *Les outils d'excellence du formateur : Pédagogie et animation*, ESF, Paris, 127p.
- Cox, B. M. (1999). Achieving intercultural communication through computerized business simulation/games. *Simulation & Gaming*, 30, 38-50.
- Crampes, M. & Saussac, G. (1999). *Facteurs qualité et composantes de scénario pour la conception de simulateurs pédagogiques à vocation comportementale*. Hermes Science Publications, Sciences et techniques éducatives), Paris, 11-36.
- Cres, F.-N. (1989). *Contribution des systèmes à bases de connaissances en sciences de l'eau; PROMISE : un simulateur de projet; Moïse : un système de diagnostic en assainissement autonome*. Thèse de 3^{ème} cycle, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne.
- Crofton, F. S. (2000). Educating for sustainability: Opportunities in undergraduate engineering. *Journal of Cleaner Production*, 8, 397-405.
- Cuello Nieto, C. (1997). *Toward a holistic approach to the ideal of sustainability*. Technical Society for Philosophy and Technology, 2, 41-48.
- Da Cunha, A. (2003). *Développement durable : éthique du changement, concept intégrateur, principe d'action*. Da Cunha, A. & J. Ruegg, *Développement durable et aménagement du territoire*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes, 13-28.
- Dalongeville, A. & Hubert, M. (2000). *Se former par les situations-problèmes : des déstabilisations constructives*. Chronique Sociale, Lyon, 202p.
- Daly, H. E. (2002). *Sustainable development: definitions, principles, policies.*, Available on Internet http://www.worldbank.org/wbi/B-SPAN/docs/essd_hdaly.pdf, The World Bank, Washington, DC.
- De Backer, P. (1998). *Le management vert*. (2^{ème} édition), Dunod, Paris, 265p.
- De Gaudemar, J.-P. (2004). *Généralisation d'une éducation à l'environnement pour un développement durable (EEDD) - Rentrée 2004* (bulletin officiel n°28 du 15 juillet 2004).

- Delchet, K. (2004). Qu'est-ce que le développement durable ?, AFNOR, 59p.
- Denis-Lempereur, J. & Dbouk, M. (1998). Enquête sur l'éducation à l'environnement et au développement durable, Rapport la Commission Française du Développement Durable, 70p.
- Desachy, C. (1996). Les déchets, sensibilisation à une gestion écologique. Edition Lavoisier, 89p.
- Disingers, J. F. (1990). Environmental education for sustainable development? Journal of Environmental Education, 21, 3-6.
- Doyle, D. & Brown, W. F. (2000). Using a business simulation to teach applied skills - the benefits and the challenges of using student teams from multiple countries. Journal of European Industrial Training, 24, 330-336.
- Eagan, P., Cook, E., & Joeres, E. (2002). Teaching the importance of culture and interdisciplinary education for sustainable development. International Journal of Sustainability in Higher Education, 3, 48-66.
- Edmond, M. (1996). Se former en groupe. Sciences Humaines, 12, 215-222.
- EESD (2004). Declaration of Barcelona, Conference : "Engineering Education in Sustainable Development", 29/10/2004.
- Erkman, S. (1998). Vers une écologie industrielle : comment mettre en pratique le développement durable dans une société hyper-industrielle. Charles Léopold Mayer, Paris, 147p.
- Flipo, F. (2004). Les tensions constitutives du "développement durable". Revue Développement Durable et Territoires, Dossier n°3.
- Fussler, C. & James, P. (1996). Driving eco innovation. Pitman Publishing.
- Gardner, H. (1993). Histoire de la révolution cognitive, la nouvelle science de l'esprit. Edition Payot , Paris, 487p.
- Gay, P. (1926). Le rôle social de l'ingénieur, Imprimerie des Arts et Manufactures, Paris, 1-16.
- Genlot, D. (1992). Manager dans la complexité. INSEP Editions, Paris, 327p.
- Germinet, R. (1997). L'apprentissage de l'incertain. Editions Odile Jacob, Paris, 216p.
- Germinet, R. (2004). L'ingénieur au chevet de la démocratie. Editions Odile Jacob, 190p.
- Germinet, R. & Harismendy, P. (2003). La république des ingénieurs. Editions Jacob-Duvernet, 183p.
- Gervais, M. (2002). Quatre problèmes pédagogiques. Cahiers pédagogiques, 405, 20-21.

- GIEC (2001). Bilan 2001 des changements climatiques : Rapport de synthèse.
- Giordan, A. (1998). Apprendre ! Belin, Paris, 255p.
- Giordan, A. (2001). De la prise de conscience à l'action. Education permanente, 148p.
- Godard, O. (1994). Le développement durable : paysage intellectuel. Natures, Sciences, Sociétés, 2, 309-324.
- Godard, O. (1997). La démarche de développement durable à l'échelle des régions urbaines. Pouvoirs locaux, 34p.
- Godard, O. (2001). Le développement durable et la recherche scientifique, ou la difficile conciliation des logiques de l'action et de la connaissance. M.Jollivet, Le développement durable de l'utopie au concept : De nouveaux chantiers pour la recherche. Nature Science et Sociétés, 61-81.
- Godard, O. (2003). Pourquoi seules certaines entreprises se soucient-elles du développement durable? Problèmes économiques, 3-8.
- Godard, O. & Salles, J.-M. (1991). Entre nature et société. Les enjeux de l'irréversibilité dans la construction économique et sociale du champ de l'environnement. Edition de l'école des haute études en sciences sociale, Les figures de l'irréversibilité en économie. Paris, 233-272.
- Godet, M. (2001). Manuel de prospective stratégique : Une discipline intellectuelle. Dunod Paris, 270p.
- Gondran, N. (2001). Système de diffusion d'information pour encourager les PME-PMI à améliorer leurs performances environnementale Thèse : INSA de Lyon - ENSM-SE, 376p.
- Gondran, N. & Kammen, D. M. (2004). De la pluridisciplinarité pour les ingénieurs généralistes vers une interdisciplinarité à la mesure d'ingénieur éco-citoyens. Didaskalia, 24.
- Graillot, D. (1986). Faisabilité d'un système d'ingénierie pour la réalisation de projets d'aménagement en eau à partir du modèle de simulation : MISE (Modèle Intégré de Stratégie de l'Eau. Thèse d'Etat : Université des sciences et techniques du Languedoc.
- Graillot, D. & Davoine, P. (1986). Un modèle pédagogique assisté par ordinateur MISE Modèle intégré de Stratégie de l'eau. European Journal of Engineering Education, 11, 177-185.
- Grand, B. & Grill, P. (2003). L'ambivalence des organisations face aux enjeux éthiques, Conférence de l'AIMS, Angers.
- Grégoire, P. & Mercier, C. (2003). La présence d'informations chiffrées en matière d'environnement dans les rapports d'activité 2001 de 150 grandes entreprises françaises. Paris: Institut français de l'environnement, 25p.

Guillemin, C., Hocquet, G., Bathélemy, F., Byramjee, R. J., Julia, M., Bernard, R. F., & Brodhag, C. (1991). Conseil d'évaluation scientifique : audit environnement, 25p.

Guillermin, V. & Gillot, M. (1921). L'Ecole Nationale des Mines de Saint-Etienne. Saint-Etienne: La Société des Anciens Elèves, 62p.

Hageman, J. J., Van Der Boom, J. J., & Venselaar, J. (2002). Integrating sustainable development in engineering education. The case for chemistry and chemical engineering, Conference Engineering Education in Sustainable development, 23-31.

Harribey, J.-M. (1998). Le Développement Soutenable, Ed Economica.

Jacobi, D., Boquillon, M., & Prévost, P. (1994). Les représentations spatiale de concepts scientifiques : inventaire et diversité. Didaskalia, 5, 11-24.

Jickling, B. (1994). Studying sustainable development : Problems and possibilities. Canadian Journal of Education, 19, 231-240.

Jucker, R. (2002). ``Sustainability? Never heard of it!'' Some basics we shouldn't ignore when engaging in education for sustainability. International Journal of Sustainability in Higher Education, 3, 8-18.

Komocar, J. M. (2003). Cartes causales d'un milieu de travail. In Edition ADREG, Cartes cognitives et organisations). Paris, 227-269.

Kusko, B. H. & Franklin, W. E. (1998). Analyse du cycle de vie - Réalisation de l'inventaire. Techniques de l'Ingénieur, traité Génie industriel, G 5 500.

Laforest, V. (1999). Technologies propres : Méthode de minimisation des rejets et choix des procédés de valorisation des effluents. Application aux ateliers de traitement de surface. Thèse : INSA de Lyon - ENSM-SE, 276p.

Laforest, V. (2004). Production Plus Propre et Meilleures Techniques Disponibles, Rapport Interne (ENSM-SE).

Laforest, V. & Berthéas, R. (2004). Ambiguïté entre technologies propres et meilleures techniques disponibles. L'Eau, l'Industrie, les Nuisances, A paraître.

Larderel (Aloisi De), J. (1994). Conférence prononcée à Globe 94, Vancouver.

Le Moigne, J.-L. (1990). La modélisation des systèmes complexes. Dunod, 258p.

Le Ny, J.-F. (1992). Le grand dictionnaire de psychologie. Larousse, 136p.

Leal Filho, W. (2000). Dealing with misconceptions on the concept of sustainability. International Journal of Sustainability in Higher Education, 1, 9-19.

Leal Filho, W. (2002a). Teaching sustainability : some current and future perspectives. Teaching sustainability at Universities Frankfurt: Peter Lang, 15-24.

- Leal Filho, W. (2002b). Teaching sustainability at Universities. Frankfurt: Peter Lang, 576p.
- Ledoit, M. (2002). Peut mieux faire! Les cahiers pédagogiques, 405, 35-36.
- Lefevre, J.-C. (1991). Des certitudes de l'expert au doute du scientifique. In Environnement science et politique. Paris, 95-108.
- Legrand, E. (2000). Utilisation pragmatique de cartes mentales comme outil d'évaluation en éducation relative à l'environnement. In Education relative à l'environnement, 74-95.
- Lesca, N. (2000). Processus de construction du sens à partir de signes d'alerte précoce : proposition d'un nouvel outil d'aide à la production de connaissance PUZZLE®.5, Montpellier.
- Loh, J. (2002). Rapport "Planète vivante", WWF, 43p.
- Lourdé, N., Gondran, N., Laforest, V., & Brodhag, C. (2004a). Introduction of Sustainable Development in engineer's curricula : problematic and evaluation methods, International Conference : Engineering Education in Sustainable Development, Barcelona (à paraître dans International Journal of Sustainability in Higher Education)
- Lourdé, N., Gondran, N., Laforest, V., Debray, B., & Brodhag, C. (2004b). Evaluation of student comprehension of sustainable development : use of cognitive map as indicator, European Roundtable on Sustainable Consumption and Production, Bilbao (à paraître dans Journal of Cleaner Production).
- Lourdé, N., Harpet, C., Laforest, V., Gondran, N., & Brodhag, C. (2004c). Sustainable development training by simulation of an industrial crisis situation, International Conference : Engineering Education in Sustainable Development, Barcelona (en cours de soumission).
- Malaval, F. & Vigneron, J. (2003). Innovations et environnement : Quelles perspectives en 2003 ? Economica, Paris, 246p.
- Marchand, C. (1997). Intérêt des cartes sémantiques dans l'éducation du patient. Le bulletin d'éducation du Patient, 19, 33-36.
- Marechal, J.-P. (1996). L'écologie de marché, un mythe dangereux. Le Monde Diplomatique (11/11/1996).
- Markham, K. M., Mintzes, J., & Jones, G. M. (1994). The concept map as research and evaluation tool : further evidence of validity. Journal of Research in Science Teaching, 31, 91-101.
- Matsuura, K. (2004). Colloque International sur l'Education à l'Environnement pour le Développement durable, EGID.
- McKeown, R., Hopkins, C., Rizzi, R., & Chrystalbridge, M. (2004). Education for Sustainable Development Toolkit. <http://www.esdtoolkit.org/>

- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. (1992). Halte à la croissance : les limites de la croissance. (1972, rééd. 1992) Club de Rome.
- Meadows, D. L. (1999). Learning to be simple : My odyssey with games. *Simulation & Gaming*, 30, 342-351.
- MEDD (2002). Dossier d'information pour Johannesburg.
- Meirieu, P. (1993). Outils pour apprendre en groupe. *Chroniques sociale*, Lyon, 201p.
- Merieu, P. (1994). L'école mode d'emploi : des "méthodes actives" à la pédagogie différenciée. ESF, Paris, 186p.
- Morandi, F. (2001). Modèles et méthodes en pédagogie. Paris: Nathan, 127p.
- Morin, E. (1990). Introduction à la pensée complexe. ESF, 159p.
- Morin, E. (1999). Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur, Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, 67p.
- Morin, E., Motta, R., & Ciurana, E.-R. (2003). Eduquer pour l'ère planétaire. La pensée complexe comme Méthode d'apprentissage dans l'erreur et l'incertitude humaines. Balland, 157p.
- Mucchielli, R. (1985). Les méthodes actives dans la pédagogie des adultes, ESF, 175p.
- Novak, J. D. (1990). Concept mapping : A useful tool for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 937-949.
- Noyé, D. & Piveteau, J. (1993). Guide pratique du formateur : Concevoir animer et évaluer une formation. INSEP Edition, Paris, 160p.
- ORSE (2004). Développement durable et entreprises, un défi pour les managers. Paris: AFNOR.
- Painter, D. J. (2003). Forty-nine shades of green: ecology and sustainability in the academic formation of engineers. *Ecological Engineering*, 20, 267-273.
- Partant, F. (1983). La fin du développement : Naissance d'une alternative? La Découverte-Maspéro, 188p.
- Passet, R. (2000). Comment parvenir au développement durable? *Problèmes économiques*, 2653, 23-27.
- Pellaud, F. (2000). L'utilisation des conceptions du public lors de la diffusion d'un concept complexe, celui de développement durable, dans le cadre d'un projet de muséologie. Thèse Université de Genève.
- Pellaud, F. (2001). Approche didactique du "développement durable" un concept entre utopie et réalité. *Education permanente*, 148, 1-9.

- Pellaud, F. (2002). Société, école, complexité...malaises! *Educateur*, 3.
- Pellaud, F. & Giordan, A. (2004). Une étude de conceptions en liason avec les savoirs complexes: le cas du développement durable. *Didaskalia*, 24, 9-28.
- Petranek, C. F. (1994). Written debriefing: The next vital step in learning with simulations *Simulation & Gaming*, 31, 108-118.
- Piaget, J. (2004). L'éducation morale à l'école : De l'éducation du citoyen à l'éducation internaionale. *Anthropos*, Paris, 186p.
- Piro, P. (2002). Développement durable. Un concept a géométrie très variable. *Politis*.
- Pivot, A. & Leroy, P. (2001). La transdisciplinarité un mythe ou une réalité? *Natures, Sciences, Sociétés*, 9, 66-70.
- Prévost, P. & Jacobi, D. (1994). Les cartes conceptuelles ; outil cognitif, instrument de communication ou moyen de recherche. *Didaskalia*, 5, 119-123.
- Pruneau, D., McLaughlin, E., Langis, J., & Gravel, H. (2002). Education for liveable cities. Environmental and pedagogical actions at the university level. *Teaching sustainability at Universities*. Frankfurt: Peter Lang, 45-59.
- Raynal, F. & Rieunier, A. (1997). *Pédagogie : dictionnaire des concepts clés*. Apprentissages, formation et psychologie cognitive. ESF, 405p.
- Reynaud, E. (2003). Développement durable et entreprise : vers une relation symbiotique?, Conférence de l'AIMS, Angers.
- Ricard, M. (2004). Colloque International sur l'Education à l'Environnement pour le Développement durable, EGID, 82p.
- Rumpala, Y. (1999). Questions écologiques, réponses économiques. Les changements dans la régulation publique des problèmes d'environnement au tournant des années 1980 et 1990, une analyse intersectorielle. Thèse : IEP de Paris.
- Saadani, L. & Bertrand-Gastaldy, S. (2000). Cartes conceptuelles et Thésaurus : essai de comparaison entre deux modèles de représentation issus de différentes traditions disciplinaires, *ACSI 2000 : Les dimensions d'une science de l'information globale*, 1-31.
- Sachet-Milliat, A. (2003). L'ambivalence des organisation face aux enjeux ethiques, Conférence de l'AIMS, Angers.
- Sachs, I. (1997). *L'écodéveloppement, Startégie pour le 21^{ème} siècle* . Paris: Edition La Découverte & Syros, 122p.
- Sachs, I. (1999). Une approche du développement durable, 6e rencontres du développement durable, Aix en Provence.

- Savan, B. & Bell, D. V. J. (2002). Curriculum development for community sustainability. W.Leal Filho, Teaching sustainability at Universities). Frankfurt: Peter Lang, 303-321.
- Sébastien, L. & Brodhag, C. (2004). A la recherche de la dimension sociale du développement durable. *Revue Développement Durable et Territoires*, 3.
- Senge, P. & Gauthier, A. (1991). *La cinquième discipline*. (First Edition) Paris, 462p.
- Sierra, A. M. (2002). Quelle éducation pour quel développement? *Cahiers pédagogiques*, 405, 12-14.
- Simon, A. (2002). Education : environnement contre développement? *Cahiers pédagogiques*, 405, 15-16.
- SMDD (2002a). Plan d'action du Sommet Mondial pour le Développement Durable, Johannesburg du 26/08 au 4/09/2002.
- SMDD (2002b). Rapport du Sommet mondial pour le développement durable, Johannesburg du 26/08 au 4/09/2002.
- Soini, K. (2001). Exploring human dimensions of multifunctional landscapes through mapping and map-making. *Landscape and Urban Planning*, 57, 225-239.
- Stephany, D. (2003). Développement durable et performance de l'entreprise. *Liasons*, Paris, 265p.
- Stephenson, J. & Yorke, M. (1991a). Creating the conditions for the development of capability. Kogan Page, *Capability & Quality in higher education*, Londres, 193-225.
- Stephenson, J. & Yorke, M. (1991b). The concept of capability and its importance in higher education. Kogan Page, *Capability & Quality in higher education*, Londres.
- Strandberg, L. & Brandt, N. (2001). Sustainable development in theory and practice. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2, 220-225.
- Sylla, A. (2003). L'environnement et le monde en développement. Quelle stratégie pour inciter à un comportement respectueux de l'Environnement? <http://www.agora21.org/>
- Tauty, C. (2002). Notre système de formation en question. *Les cahiers pédagogiques*, 405, 37-38.
- Theys, J., Liber, V., & Palacios, M.-P. (1991). *Environnement science et politique*. Paris, 11-14.
- Thom, D. (1996). Sustainability and Education : To sink or to swim? *European Journal of Engineering Education*, 21, 347-352.
- Thomas, I. (2004). Sustainability in tertiary curricula: what is stopping it happening? *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 5, 33-47.

- Tiberghien, A. (1994). Choix sous-jacents à la construction de représentations spatiales de concepts. *Didaskalia*, 5, 53-62.
- Tochon, F. (1990). Les cartes de concepts dans la recherche cognitive sur l'apprentissage et l'enseignement. *Repères bibliographiques*, 21, 87-105.
- Tolman, E. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55p.
- Torres, M. & Macedo, J. (2000). Learning sustainable development with a new simulation game. *Simulation & Gaming*, 31, 119-126.
- Tsai, C.-C. & Huang, C.-M. (2002). Exploring students' cognitive structures in learning science : a review of relevant methods. *Journal of Biological Education*, 36, 163-169.
- UNDP (2002). Human Development Report 2002 : Deepening democracy in a fragmented world.
- UNEP (1994). United Nations Environment Program, Industry and Environment centre, Government Strategies and Policies for Cleaner Production.
- UNESCO (2002). Éducation pour un avenir viable. Enseignements tirés d'une décennie de travaux, depuis Rio jusqu'à Johannesburg.
- UNESCO (2004). Projet de programme d'application de la décennie des Nations Unies pour l'éducation en vue du développement durable (2005-2014).
- Van Berkel, R. (2000). Cleaner production for process industries, CHEMECA 2000, Perth WA, 9-12 July 2000.
- Van Gigch, J. P. (1987). Decision making about decision making. *Metamodels and metasystems*. Cambridge, 293p.
- Van Zele, E., Lenaerts, J., & Wieme, W. (2004). Improving the usefulness of concept maps as a research tool for science education. *International Journal of Science Education*, 26, 1043-1064.
- Velazquez, L. E. (2002). A mexican model for teaching sustainability in universities. W.Leal Filho, *Teaching sustainability at Universities*. Frankfurt: Peter Lang, 347-362.
- Vial, J. (1986). Histoire et actualité des méthodes pédagogiques. Les Editions ESF, 206p.
- Vigneron, J. & Bourg, D. (2003). Eco-conception : A la croisée des chemins de l'écologie industrielle et du développement durable. In *Eco-conception : Appliquer et Communiquer*, Paris: Economica, 17-31.
- Villeneuve, C. (1998). Qui a peur de l'an 2000? Guide d'éducation relative à l'environnement pour le développement durable. *Multimondes*, 303p.
- Von Weizäcker, E., Lovins, A., & Lovins, H. (1997). Facteur 4: Deux fois plus de bien-être en consommant deux fois moins de ressources. *Terre Vivante*, Mens, 320p.

Voynet, D. (1998). Les outils et démarche en vue de la réalisation d'Agendas 21 locaux, Dossier de présentation. MATE.

Wackernagel, M. & Rees, W. (1999). Notre empreinte écologique, 207p.

Wade, J. A. (1999). Students as environmental change agents. *International Journal of Contemporary Hospitality*, 11, 251-255.

Washbush, J. B. & Gosen, J. (1998). Total enterprise simulation performance and participant learning. *Journal of Workplace Learning*, 10, 314-319.

Wenzler, I. & Chartier, D. (1999). Why do we bother with games and simulations: An organizational learning perspective. *Simulation & Gaming*, 30, 375-384.

Zairi, M. & Peters, J. (2002). The impact of social responsibility on business performance. *Managerial Auditing Journal*, 17, 174-178.

ANNEXES

Annexe n° 1 : Les 27 principes de la Déclaration de Rio¹

L'homme est au centre des préoccupations (1) dans le respect des générations présentes et futures (3).

Les Etats, qui doivent coopérer de bonne foi (27), ont le droit souverain d'exploiter leurs ressources sans nuire aux autres Etats (2) qu'ils doivent avertir de toute catastrophe (18) ou activités dangereuses pouvant les affecter (19).

La protection de l'environnement est partie intégrante du processus de développement (4) elle est conditionnée par la lutte contre la pauvreté (5) et concerne tous les pays (6) selon des responsabilités communes mais différenciées (7). Les modes de production et de consommation non viables (non durables) doivent être éliminés (8) au profit de ceux qui seraient viables dont la diffusion doit être favorisée (9).

Le public doit être impliqué dans les décisions (10) dans le cadre de mesures législatives efficaces (11), économiques en internalisant les coûts grâce au principe pollueur payeur (16), par des études d'impact (17), toutes mesures qui ne doivent pas constituer des barrières injustifiées au commerce (12) tout en assurant la responsabilité de ceux qui causent les dommages (13) et en évitant le transfert d'activités polluantes (14).

Le principe de précaution (15) doit être mis en oeuvre.

Un certain nombre de groupes majeurs ont un rôle particulier à jouer : les femmes (20), les jeunes (21), les communautés locales et autochtones (22).

La paix, le développement et la protection de l'environnement sont interdépendants et indissociables (25) les règles d'environnement doivent être respectées en temps de guerre (24) et pour les populations occupées ou opprimées (23). Les différends d'environnement doivent être résolus pacifiquement (26).

¹ Tiré d'agora21 : <http://www.agora21.org/>

Annexe n° 2 : Décret n° 2002-221 du 20 février 2002²

(pris pour l'application de l'article L. 225-102-1 du code de commerce et modifiant le décret no 67-236 du 23 mars 1967 sur les sociétés commerciales)

Le Premier ministre,
Sur le rapport de la garde des sceaux, ministre de la justice,
Vu le code de commerce, notamment son article L. 225-102-1 ;
Vu le code du travail ;
Vu le décret no 67-236 du 23 mars 1967 modifié sur les sociétés commerciales ;
Le Conseil d'Etat (section de l'intérieur) entendu,
Décrète :

Art. 1er. - Dans le décret du 23 mars 1967 susvisé, il est rétabli, après l'article 148-1, un article 148-2 ainsi rédigé :

« Art. 148-2. - Figurent en application du quatrième alinéa de l'article L. 225-102-1 du code de commerce, dans le rapport du conseil d'administration ou du directoire, les informations sociales suivantes :

1o a) L'effectif total, les embauches en distinguant les contrats à durée déterminée et les contrats à durée indéterminée et en analysant les difficultés éventuelles de recrutement, les licenciements et leurs motifs, les heures supplémentaires, la main-d'oeuvre extérieure à la société ;

b) Le cas échéant, les informations relatives aux plans de réduction des effectifs et de sauvegarde de l'emploi, aux efforts de reclassement, aux réembauches et aux mesures d'accompagnement ;

2o L'organisation du temps de travail, la durée de celui-ci pour les salariés à temps plein et les salariés à temps partiel, l'absentéisme et ses motifs ;

3o Les rémunérations et leur évolution, les charges sociales, l'application des dispositions du titre IV du livre IV du code du travail, l'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes ;

4o Les relations professionnelles et le bilan des accords collectifs ;

5o Les conditions d'hygiène et de sécurité ;

6o La formation ;

7o L'emploi et l'insertion des travailleurs handicapés ;

8o Les oeuvres sociales ;

9o L'importance de la sous-traitance.

Le rapport expose la manière dont la société prend en compte l'impact territorial de ses activités en matière d'emploi et de développement régional.

Il décrit, le cas échéant, les relations entretenues par la société avec les associations d'insertion, les établissements d'enseignement, les associations de défense de l'environnement, les associations de consommateurs et les populations riveraines.

² <http://www.environnement.gouv.fr/infoprat/bulletin-officiel/bo-200203/A0030061.htm>

Il indique l'importance de la sous-traitance et la manière dont la société promeut auprès de ses sous-traitants et s'assure du respect par ses filiales des dispositions des conventions fondamentales de l'Organisation internationale du travail.

Il indique en outre la manière dont les filiales étrangères de l'entreprise prennent en compte l'impact de leurs activités sur le développement régional et les populations locales. »

Art. 2. - Dans le même décret, il est inséré, après l'article 148-2, un article 148-3 ainsi rédigé :

« Art. 148-3. - Figurent dans les mêmes conditions, dans le rapport du conseil d'administration ou du directoire, les informations suivantes relatives aux conséquences de l'activité de la société sur l'environnement, données en fonction de la nature de cette activité et de ses effets :

1o La consommation de ressources en eau, matières premières et énergie avec, le cas échéant, les mesures prises pour améliorer l'efficacité énergétique et le recours aux énergies renouvelables, les conditions d'utilisation des sols, les rejets dans l'air, l'eau et le sol affectant gravement l'environnement et dont la liste sera déterminée par arrêté des ministres chargés de l'environnement et de l'industrie, les nuisances sonores ou olfactives et les déchets ;

2o Les mesures prises pour limiter les atteintes à l'équilibre biologique, aux milieux naturels, aux espèces animales et végétales protégées ;

3o Les démarches d'évaluation ou de certification entreprises en matière d'environnement;

4o Les mesures prises, le cas échéant, pour assurer la conformité de l'activité de la société aux dispositions législatives et réglementaires applicables en cette matière ;

5o Les dépenses engagées pour prévenir les conséquences de l'activité de la société sur l'environnement ;

6o L'existence au sein de la société de services internes de gestion de l'environnement, la formation et l'information des salariés sur celui-ci, les moyens consacrés à la réduction des risques pour l'environnement ainsi que l'organisation mise en place pour faire face aux accidents de pollution ayant des conséquences au-delà des établissements de la société ;

7o Le montant des provisions et garanties pour risques en matière d'environnement, sauf si cette information est de nature à causer un préjudice sérieux à la société dans un litige en cours ;

8o Le montant des indemnités versées au cours de l'exercice en exécution d'une décision judiciaire en matière d'environnement et les actions menées en réparation de dommages causés à celui-ci ;

9o Tous les éléments sur les objectifs que la société assigne à ses filiales à l'étranger sur les points 1o à 6o ci-dessus. »

Art. 3. - Le ministre de l'économie, des finances et de l'industrie, la ministre de l'emploi et de la solidarité, la garde des sceaux, ministre de la justice, le ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement et le secrétaire d'Etat à l'industrie sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Annexe n° 3 : Liste des principales normes de la série 14000³

ISO 14001 : (1996) Système de management environnemental - Spécifications et lignes directrices pour son utilisation

ISO 14004 : (1996) Système de management environnemental - Lignes directrices générales concernant les principes, les systèmes et les techniques de mise en oeuvre.

ISO 14010 : 1996 Lignes directrices pour l'audit environnemental - Principes généraux (remplacée par ISO 19011)

ISO 14015 : (2001) Management environnemental - Evaluation environnementale de sites et d'organismes

ISO 14020 : 1998 Etiquettes et déclarations environnementales - Principes généraux

ISO 14021 : 1999 Marquage et déclarations environnementaux - Autodéclarations environnementales (étiquetage de type II)

ISO 14024 : 1999 Marquage et déclarations environnementaux - Étiquetage environnemental de type I - Principes et méthodes

ISO 14025 : 2000 Marquage et déclarations environnementaux - Déclarations environnementales de type III

ISO 14031: (1999) Management environnemental - Évaluation de la performance environnementale - Lignes directrices

ISO/TR 14032 : (1999) Management environnemental - Exemples d'évaluation de la performance environnementale (EPE)

ISO 14040 : (1997) Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Principes et cadre

ISO 14041 : (1998) Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Définition de l'objectif et du champ d'étude et analyse de l'inventaire

ISO 14042 : (2000) Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Évaluation de l'impact du cycle de vie

ISO 14043 : (2000) Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Interprétation du cycle de vie

ISO/TR⁴ 14047 : (2003) Management environnemental - Evaluation de l'impact du cycle de vie - Exemples d'application de l'ISO 14042

³ <http://www.iso.ch/>

ISO/TS⁵ 14048 : (2002) Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Format de documentation de données

ISO 14049 : (2000) Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Exemples d'application de l'ISO 14041 traitant de la définition de l'objectif et du champ d'étude et analyse de l'inventaire

ISO 14050 : (2002) Management environnemental - Vocabulaire (plus de 100 définitions)

ISO/TR 14061: (1998) : Information pour assister les organismes forestiers dans l'utilisation des normes ISO 14001 et ISO 14004 relatives aux systèmes de management environnemental

ISO/TR 14062 : (2002) Management environnemental - Intégration des aspects environnementaux dans la conception et le développement de produit

⁴ TR désigne un Rapport Technique, document informatif contenant des informations de nature différente (par exemple recueil de données) de celles normalement publiées dans une Norme internationale.

⁵ TS désigne une Spécification Technique

Annexe n° 4 : Coursus d'un élève ingénieur au sein de l'Ecole nationale supérieurs des Mines de St-Etienne

1^{ère} année

Approfondissement des connaissances scientifiques de base (390 h)

Pôle
Mathématique

Pôle
Informatique

Pôle
Physique

Pôle Management
de l'entreprise

Langues

Communication et compétence
professionnelle

2^{ème} année

Acquisition des compétences : 1 élément au choix dans chaque axe (120h chaque)

Axes scientifiques

- axe Procédés
- axe Ingénierie des systèmes informatiques
- axe Matériaux
- axe Energétique
- axe Mécanique

Axes transverses 1

- axe Procédés et systèmes industriels
- axe Processus naturels
- axe Méthodes statistiques et actuariat
- axe Instrumentation
- axe Eléments finis et structures

Axes managériaux

- axe Gestion-finance
- axe Entrepreneuriat et création
- axe Economie industrielle
- axe Management des hommes évolution des structures
- axe Ecologie industrielle et management environnemental

Axes transverses 2

- axe Elaboration et transformation des matériaux
- axe Génie des systèmes industriels
- axe Méthodes physiques pour la caractérisation de la matière
- axe Cindynique
- axe Décision et optimisation pour les processus industriels
- axe Informatique

Langue ; Communication et compétence professionnelle

3^{ème} année

Choix d'un profil métier

Informatique

Matériaux et
mécanique

Procédés et
énergétique

Environnement

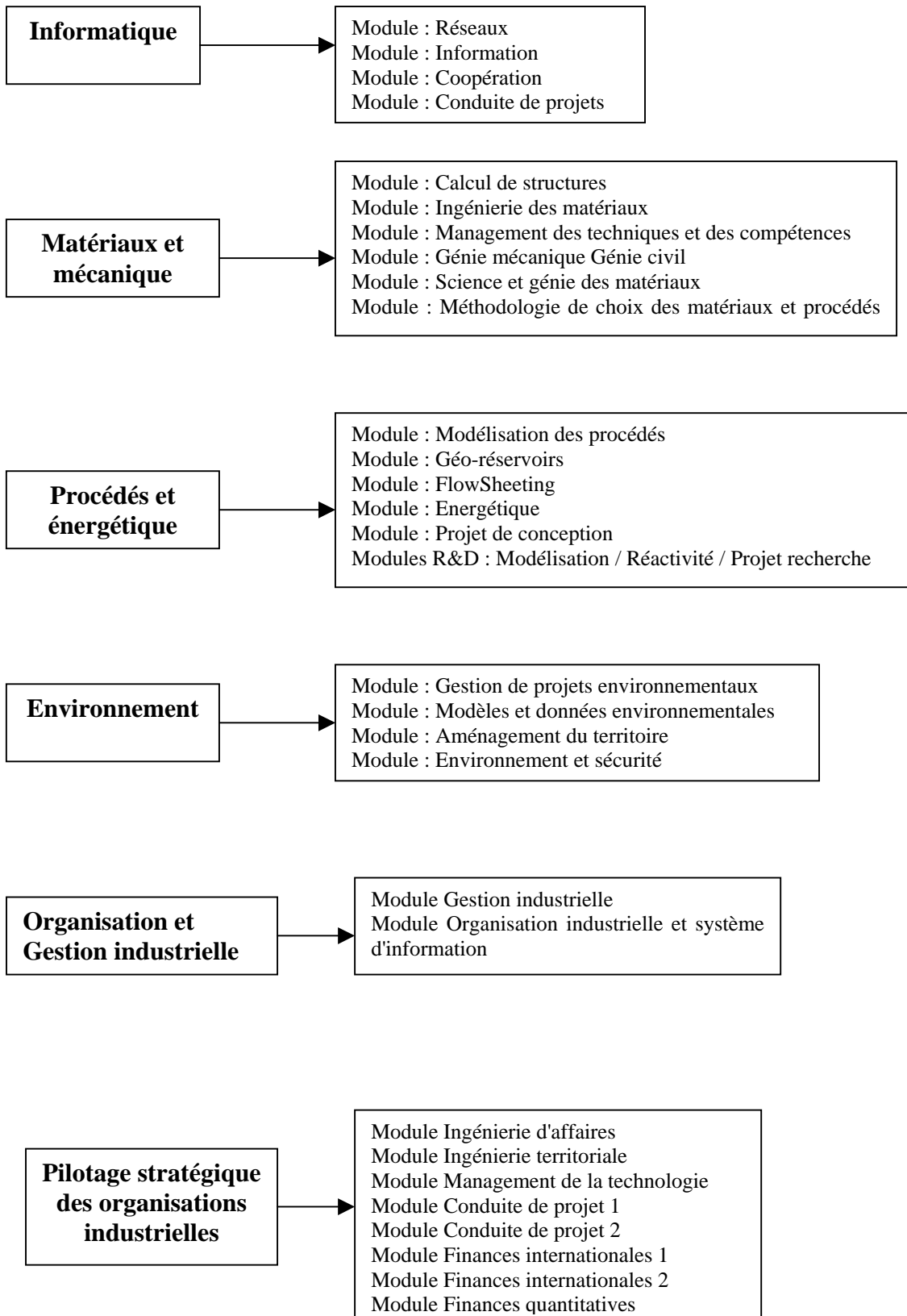
Organisation et Gestion
industrielle

Pilotage stratégique
des organisations
industrielles

Choix de 4 modules de 90 heures parmi ceux disponibles dans chaque profil dont un consacré à un projet industriel

INGENIEUR CIVIL DES MINES

Détails des modules possibles pour les différent profil métiers des élèves ingénieur de 3^{ème} année



Annexe n° 5 : Questionnaire semi-dirigé sur l'évolution du rôle et des formations d'ingénieur

1. Vous êtes à l'école depuis combien de temps ? Quel parcours ? Année du diplôme d'ingénieur ?
2. Au cours de ces 20-30 dernières années, pensez-vous que le rôle de l'ingénieur ait beaucoup évolué ?
3. Selon votre expérience et à votre connaissance : quand et comment (sous forme optionnelle et ou généralisée) ont été introduites les problématiques économiques dans la formation des Ingénieurs Civils ?
4. Quand et comment les aspects sociaux et sociologiques ont-ils été introduits dans les enseignements ?
5. Quand et comment ont été introduites les problématiques managériales et organisationnelles ?
6. Quand et comment les problèmes d'environnement ont-ils été introduits ?
7. A quel moment avez vous été interpellés pour l'introduction du développement durable dans les cursus ?
8. Pensez-vous que le développement durable doit avoir une place importante dans la formation actuelle des ingénieurs ? Si oui laquelle ? Pourquoi ?
9. Pour vous, que signifie qu'un *"ingénieur doive inscrire ses actes dans une démarche de développement durable"* ? (charte du CNISF)
10. Est-ce que vous avez l'impression que certain cours manquent actuellement à la formation des ingénieurs ?

Annexe n° 6 : Liste des personnes interrogées pour le questionnaire sur l'évolution du rôle et des formations d'ingénieur

| Nom | Fonction | Centre | Service | Anciens élèves |
|--------------------------|---|-----------------------------|---|-------------------|
| GERMINET Robert | Directeur général de l'Ecole | ADMIN | Direction générale | - |
| SOUSTELLE Michel | Directeur adjoint | ADMIN SPIN ⁶ | Direction générale SPIN-Direction-Secrétariat- Services | - |
| BOURGOIS Jacques | Professeur - Adjoint au directeur de la recherche Responsable du département MIRI ⁷ | ADMIN- SITE ⁸ | Direction de la recherche | Non |
| CARRARO Laurent | Professeur - Directeur adjoint chargé de la formation | ADMIN | Direction de la formation | - |
| BOUDAREL Marie-Reine | Responsable du département Management | ADMIN | Direction de la formation | - |
| LEONARDON Jori | Responsable du service Scolarité | ADMIN | Direction de la formation | - |
| JULLIEN Bertrand | Adjoint au directeur de la direction de la formation | ADMIN | Direction de la formation | Oui |
| GIRARDOT Jean-Jacques | Responsable du département RIM | G2I ⁹ | G2I-Réseaux, information, multimédia (RIM) | Oui |
| ROELENS Marc | Enseignant-chercheur | G2I | G2I-Méthodes scientifiques pour la gestion industrielle (MSGI) | Oui |
| MATHON Albert | Professeur de gestion industrielle | G2I | G2I-Organisation et modélisation des systèmes industriels (OMSI) | Non (Mines Paris) |
| VALDIVIESO François | Maître-assistant | SMS ¹⁰ | SMS-Céramiques spéciales (CES) | Non |
| LE COZE Jean | Professeur | SMS | SMS-Rhéologie, mécanismes, microstructures, matériaux modèles (R3M) | Oui |
| BIGOT Jean-Pierre | Enseignant-chercheur | SPIN | Géochimie, Environnement, Ecoulements, Réacteurs et Cristallisation (GENERIC) | Oui |

⁶ SPIN : Centre Sciences des processus industriels et naturels

⁷ MIRI : Maîtrise des Impacts Environnementaux et des Risques Industriels

⁸ SITE : Centre Sciences, Information et Technologies pour l'Environnement

⁹ G2I : Centre Génie Industriel et Informatique

¹⁰ SMS : Centre Sciences des matériaux et des structures

| Nom | Fonction | Centre | Service | Anciens élèves |
|-------------------|--|---------------|--|-----------------------|
| GUY Bernard | Enseignant-chercheur | SPIN | SPIN-Géochimie, Environnement, Ecoulements, Réacteurs et Cristallisation (GENERIC) | Non (Mines Paris) |
| COURNIL Michel | Directeur du centre SPIN | SPIN | SPIN-Direction-Secrétariat-Services | Oui |
| THOMAS Gérard | Adjoint au directeur du centre SPIN Responsable de l'équipe "Compression des poudres" | SPIN | SPIN-Direction-Secrétariat-Services SPIN-Procédés d'Evolution des Systèmes comportant des Solides (ProcESS) | - |
| GRAILLOT Didier | Directeur du centre SITE | SITE | SITE-Direction-Secrétariat | - |
| BRODHAG Christian | Directeur de recherche | SITE | SITE-IDEE ¹¹ | Oui |
| LAFORREST Valérie | Chargée de recherche | SITE | SITE-MIRI | - |
| VAILLANT Hervé | Ingénieur de recherche | SITE | SITE-MIRI | - |

Personnes ayant travaillé au sein de l'école et actuellement à la retraite :

| Nom | Fonction | Centre/Département¹² | Service | Anciens élèves |
|------------------|-----------------|--|---|-----------------------|
| BISCONDI Michel | Professeur | SMS | Mécanique physique et interface | Oui |
| COINDE Alexandre | Professeur | STRAD : Stratégie du développement | | Oui |
| DAVOINE Philippe | Professeur | SITE | SIG : science de l'information géographique | - |
| ROELENS Jean | Professeur | STRAD : Stratégie du développement | | Oui |

¹¹ IDEE : Information, Décision et Evaluation Environnementale

¹² Depuis juin 1994, les départements ont été transformés, l'école est maintenant divisée en centre.

Annexe n° 7 : Questionnaire sur la compréhension du développement durable par le grand public

Renseignements

Age :

Sexe :

Niveau d'études :

Profession :

Développement durable

- Avez-vous déjà entendu parler du développement durable? Dans quelles circonstances ?
Quand ?

- Pourriez-vous en donner une définition ? (si la personne n'en est pas capable, lui demander uniquement des mots-clés)

- Selon vous, qui doit s'impliquer pour mettre en place le développement durable ?

Annexe n° 8 : Instructions pédagogiques pour la généralisation d'une éducation à l'environnement pour un développement durable (EEDD) - rentrée 2004¹³

CIRCULAIRE N°2004-110 DU 8-7-2004

(bulletin officiel [B.O.] n°28 du 15 juillet 2004 - sommaireMENE0400752C)

Texte adressé aux rectrices et recteurs d'académie ; aux inspectrices et inspecteurs d'académie, directrices et directeurs des services départementaux de l'éducation nationale ; aux chefs d'établissement ; aux directrices et directeurs d'école

La présente circulaire remplace celle du 29 août 1977 (n° 77-300) et vise à donner une dimension pédagogique nouvelle à l'éducation à l'environnement en l'intégrant dans une perspective de développement durable. Elle s'inscrit dans la stratégie nationale en faveur du développement durable, adoptée par le Gouvernement en juin 2003, qui souligne le rôle déterminant du système éducatif. Elle s'appuie sur les recommandations du rapport de l'inspection générale de l'éducation nationale remis au ministre en 2003 et sur les conclusions de l'expérimentation menée en 2003-2004 dans les écoles et établissements de dix académies.

L'éducation à l'environnement pour un développement durable doit être une composante importante de la formation initiale des élèves, dès leur plus jeune âge et tout au long de leur scolarité, pour leur permettre d'acquérir des connaissances et des méthodes nécessaires pour se situer dans leur environnement et y agir de manière responsable.

La prise de conscience des questions environnementales, économiques, socioculturelles doit, sans catastrophisme mais avec lucidité, les aider à mieux percevoir l'interdépendance des sociétés humaines avec l'ensemble du système planétaire et la nécessité pour tous d'adopter des comportements propices à la gestion durable de celui-ci ainsi qu'au développement d'une solidarité mondiale.

Selon le souhait du Président de la République, la Charte de l'environnement intégrée à la Constitution française aux côtés des droits de l'homme et du citoyen de 1789 et des droits économiques et sociaux de 1946 implique la responsabilité de tous ; c'est pourquoi "l'éducation et la formation à l'environnement doivent contribuer à l'exercice des droits et des devoirs" définis par la Charte (art. 8).

L'environnement peut être défini comme "l'ensemble, à un moment donné, des aspects physiques, chimiques, biologiques et des facteurs sociaux et économiques susceptibles d'avoir un effet direct ou indirect, immédiat ou à terme, sur les êtres vivants et les activités humaines" (circulaire n° 77-300 du 29 août 1977). D'une façon plus générale, l'environnement est constitué de "l'ensemble des éléments qui, dans la complexité de leurs relations, constitue le cadre, le milieu, les conditions de vie pour l'homme" (Pierre George, géographe).

¹³ <http://www.education.gouv.fr/bo/2004/28/MENE0400752C.htm>

Conformément à la stratégie nationale, l'étude de l'environnement doit donc se placer dans la perspective du développement durable, défini comme "un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs" (selon les termes du rapport Brundtland de 1987, "Notre avenir à tous").

Le concept de développement durable revêt une dimension éducative particulièrement riche, en ce qu'il conduit à prendre en compte :

- les différentes échelles de temps et d'espace ;
- la complexité du domaine dont les multiples composantes, interagissant entre elles, appellent une approche systémique ;
- les différents axes d'analyse scientifique qui fondent un développement durable (composantes environnementales, économiques, sociales, culturelles) ;
- la complexité des questions et des réponses envisagées, ce qui implique une approche critique et met en valeur l'importance des choix et la responsabilité de chacun dans ces choix.

L'éducation à l'environnement pour un développement durable intègre pleinement, par le regard porté aux territoires, les valeurs associées à un développement solidaire.

Cette nouvelle dimension pédagogique doit permettre de mieux identifier et d'organiser une éducation cohérente et progressive à l'environnement pour un développement durable au bénéfice de tous les élèves, sur l'ensemble de leur parcours de l'école primaire au lycée.

1 - Une éducation ancrée dans toutes les disciplines

À compter de la rentrée 2004, les élèves bénéficieront d'une éducation à l'environnement pour un développement durable qui leur assurera une formation progressive tout au long de leur cursus scolaire.

L'éducation à l'environnement pour un développement durable ne constitue pas une nouvelle discipline. Elle se construit de façon cohérente et progressive tant à l'intérieur de chaque discipline ou champ disciplinaire (entre les différents niveaux d'enseignement) qu'entre les différentes disciplines (à chaque niveau).

Elle doit donc s'appuyer :

- sur les enseignements disciplinaires dont les objectifs sont définis par les programmes scolaires, chaque discipline contribuant à l'analyse des situations avec ses contenus et ses méthodes spécifiques ; la souplesse introduite dans certains programmes et les thèmes laissés au choix des enseignants doivent être pleinement utilisés ;
- sur les croisements des apports disciplinaires préconisés dans les programmes et adoptant une approche systémique ;
- sur les dispositifs transversaux inscrits dans les grilles horaires et permettant la mise en œuvre de démarches de projets : itinéraires de découverte au collège, travaux personnels encadrés dans la voie générale des lycées, projets pluridisciplinaires à caractère professionnel au lycée professionnel. En effet, il convient également de développer l'expérience concrète et directe permettant de susciter des prises de conscience susceptibles d'engendrer des comportements responsables ;
- sur les temps de débat organisés à l'école, au collège et au lycée dans le cadre notamment des séances de "vivre ensemble" ou d'éducation civique.

À l'école primaire, l'éducation au développement durable est fondée sur l'acquisition de connaissances et de comportements ancrés dans une démarche d'investigation des problématiques liées à l'environnement. Les programmes de l'école primaire arrêtés le 25 janvier 2002 (B.O. hors-série n°1 du 14 février 2002) fournissent de nombreuses occasions d'aborder les questions se rapportant à l'environnement et au développement durable.

Au collège et au lycée, l'ensemble des disciplines doit concourir à l'éducation à l'environnement pour un développement durable.

Outre des entrées inscrites dans les programmes d'enseignement, comme la biodiversité, les changements climatiques, la gestion des ressources..., l'environnement pour un développement durable doit intégrer certaines dimensions de l'éducation à la santé et au risque, à la citoyenneté et, plus généralement, au développement solidaire. Ainsi, les élèves seront capables de mesurer les conséquences de leurs actes sur l'environnement.

2 - Une éducation aux modalités diversifiées

Compte tenu de sa spécificité, l'environnement pour un développement durable doit reposer sur des démarches pédagogiques diversifiées privilégiant des situations concrètes qui développeront chez les élèves la sensibilité, l'initiative, la créativité, le sens des responsabilités et de l'action.

Les sorties scolaires sous toutes leurs formes (y compris les classes de mer, de neige, les classes vertes...) constituent dans cette optique un cadre particulièrement favorable. En fonction des ressources locales, les enseignants mettront en place des partenariats propres à enrichir les démarches pédagogiques. La pratique des partenariats a été largement développée dans le cadre des actions culturelles et éducatives (notamment les ateliers de culture scientifique et technique). Il conviendra donc de s'en inspirer.

Depuis 1993, date du deuxième protocole d'accord entre les ministères en charge de l'éducation et de l'environnement, la collaboration interministérielle se décline localement, avec des services déconcentrés des ministères concernés, des collectivités territoriales et locales, des institutions internationales, de grands organismes et les réseaux du secteur associatif. Les initiatives prennent les formes les plus diverses : éducation à l'environnement, politique culturelle, charte territoriale ou européenne, création de pôles de ressources spécifiques ou mise en place de formations avec des centres ou des instituts spécialisés.

Un certain nombre d'actions éducatives conduites depuis plusieurs années en concertation avec d'autres ministères (agriculture, environnement, culture, justice) ou avec des collectivités, peuvent entrer dans les orientations présentées ici. Reposant sur l'engagement des enseignants et des élèves, elles gagneront à être inscrites au projet d'école ou d'établissement, en liaison directe avec la réflexion menée sur les enseignements.

Les ressources et partenariats, dans leur diversité, doivent contribuer à servir les objectifs d'une éducation à l'environnement pour un développement durable, tels qu'ils sont fixés par le ministère de l'éducation nationale. Au niveau national, diverses instances comme le Centre national de documentation pédagogique, participeront activement à cette démarche. Au niveau régional, dans le cadre de démarches partenariales contractuelles, seront développés des relais pour le recueil et la diffusion des ressources relatives à l'EEDD.

3 - La généralisation de l'éducation à l'environnement pour un développement durable

L'éducation à l'environnement pour un développement durable est généralisée dès la rentrée 2004. La prérentrée offrira l'opportunité de travailler, dans les écoles et les établissements scolaires, à une mise en œuvre concertée et cohérente de cette démarche.

Dans ce cadre, les équipes pédagogiques sont appelées à définir de manière collégiale des temps forts et des points d'ancrage dans chaque discipline pour construire une progression coordonnée. Dans le premier degré, le projet d'école définit, au niveau de chaque cycle, une programmation annuelle des thèmes à aborder et des projets. Au collège et au lycée, l'environnement pour un développement durable participe au projet d'établissement : sensibilisation à l'écoresponsabilité, élaboration de projets conjoints avec d'autres écoles ou établissements scolaires en France ou à l'étranger, construction de partenariats. L'investissement des personnels non enseignants renforcera la dimension éducative, favorisera la transmission intergénérationnelle et encouragera des comportements exemplaires hors de la classe.

Un document d'accompagnement pédagogique élaboré par l'inspection générale et la direction de l'enseignement scolaire apportera des éléments méthodologiques et présentera les points d'ancrage dans les programmes. La généralisation de l'environnement pour un développement durable sera également accompagnée par des actions de formation, tant dans le cadre du programme national de pilotage que dans celui des plans académiques de formation.

Les recteurs sont invités à prendre toutes les dispositions nécessaires pour assurer la mise en œuvre de l'éducation à l'environnement pour un développement durable.

Pour le ministre de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche
et par délégation,
Le directeur de l'enseignement scolaire
Jean-Paul de GAUDEMAR

Annexe n° 9 : Questionnaire d'évaluation de la formation par élèves de l'ENSM-SE

Afin de nous permettre d'améliorer ce cours, merci de prendre quelques minutes pour remplir ce questionnaire.

Question concernant le jeu de rôles :

- Est-ce que ce type de travail sous forme de jeu de rôles vous paraît adapté à une formation sur le développement durable ? Pourquoi ?
- Est-ce que ce jeu de rôle vous a apporté des éléments nouveaux par rapport aux cours traditionnels ? Expliquez
- Est-ce que vous aviez des idées préalables sur le développement durable avant cet exercice ? Lesquelles ? Ont-elles été modifiées par cet exercice?
- Est-ce que vos perspectives vis-à-vis du développement durable ont changé ?
oui non

Par exemple, est-ce que le jeu de rôles vous a permis de mieux comprendre ces notions :

| | Fortement | Moyennement | Faiblement | Pas du tout |
|--|-----------|-------------|------------|-------------|
| Identification des parties intéressées | | | | |
| Transparence et la crédibilité | | | | |
| Nécessité d'accroître la communication | | | | |
| Elargissement de la responsabilité sociale des industriels | | | | |
| Management environnemental | | | | |
| Prévention | | | | |
| Principe de participation | | | | |
| Principe de précaution | | | | |
| Législation et politiques environnementale française | | | | |
| Problématique du développement local | | | | |
| Autres | | | | |

- De quel groupe d'acteurs faisiez vous partie ?

- Avez vous eu de la difficulté à comprendre et à atteindre vos objectifs ? oui non
Quels éléments vous auraient aidé à mieux réussir ?

- Qu'avez-vous pensé des rencontres bilatérales et de la rencontre finale ?

- Quel est le point qui vous a le plus marqué en réalisant cet exercice ?

- Que nous suggérez-vous pour améliorer ce programme de formation ?

Annexe n° 10 : Fiches guides distribuées aux différents groupes d'acteurs au début du jeu de rôle de l'ENTE

Groupe des industriels

Félicitation, vous venez d'être engagés par le grand groupe « *France Construction* ». Ce grand groupe cimentier vient de racheter une cimenterie de la Vallée d'Azergues (Rhône-Alpes). Cette usine qui n'est plus aux normes est maintenant sous votre direction.

Votre mission est importante, vous devez réussir à faire fonctionner cette entreprise de manière rentable. Mais vous devez également penser aux conséquences environnementales (vous devez y porter une grande attention, en effet la réglementation est de plus en plus stricte et les habitants de la commune ne vous pardonneraient pas si vous polluiez la région). Attention, si vous échouez, les conséquences seront très désastreuses pour les habitants de la région ; vous seriez à l'origine de 500 licenciements.

Un des éléments très importants pour notre société « *France Construction* » est de s'inscrire dans une démarche de développement durable. Vous devez donc prendre en compte tous les éléments du développement durable dans vos choix. Un élément important que nous souhaiterions que vous mettiez en place est l'incinération des farines animales dans le four de la cimenterie, ce n'est pas forcément facile mais ça présente beaucoup d'avantages (financiers notamment...)

Pour vous aider dans la démarche de développement durable, nous avons engagé pour vous un groupe de consultants qui vous aideront. Pour faciliter votre travail nous vous confions des documents, vous pouvez également faire une recherche sur Internet.

Afin de développer au mieux l'entreprise, vous devez prendre en compte l'avis des autres groupes d'acteurs impliqués dans ce projet :

- la société civile (les habitants de la région, les associations...)
- les acteurs publics (le maire de la commune, le représentant de la région, le représentant de la DRIRE : Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement)

Afin de mieux comprendre leurs attentes mais aussi afin de récupérer des informations, vous devrez rencontrer les 2 autres groupes. Vous ne pourrez les rencontrer qu'une seule fois, à vous de bien préparer la réunion. Vous pouvez les rencontrer dans l'ordre que vous souhaitez, et aller les voir pour fixer les rendez-vous.

La direction vous donne pour commencer les travaux de rénovation et vous demande de programmer l'évolution future de l'entreprise (1 million d'euros). Cependant nous attendons de vous des résultats que vous devez nous présenter lors de notre prochaine réunion qui aura lieu jeudi matin.

Nous attendons également, un petit bilan de ce que vous souhaitez faire par rapport au développement durable et un bilan de ce que vous avez compris des attentes des autres groupes.

Plusieurs rôles possibles au sein de votre équipe :

- Un responsable environnement ;
- Un responsable développement économique ;
- Un responsable procédés techniques ;
- Un représentant syndical.

Documents fournis (merci de prendre soin des documents nous les récupérons) :

- Le premier rapport de développement durable du groupe cimentier Lafarge « Construire un monde durable » 2001 ; le rapport d'activité de cette société ;
- Deux rapports environnementaux : « Produire et protéger, produire et prévoir » Ciments Calcia et « Lafarge et l'environnement »
- Un arrêté portant sur une autorisation préfectorale pour l'incinération des farines animale.
- Un programme de principe et savoir-faire en terme d'aménagement des carrières (Lafarge)
- Des articles de revues et de journaux

Les représentants de la société civile :

Vous représentez la société : les habitants de cette région, les riverains de cette usine qui vient d'être rachetée et qui a plusieurs projets très inquiétants. En effet, il semble que ces industriels souhaitent gagner de l'argent en incinérant des farines animales juste à côté de chez vous, de l'école de vos enfants.. A vous de voir si vous les laisserez faire....

Cette usine rachetée par un grand groupe prétend entrer dans une démarche de développement durable. A vous de vérifier si réellement cette promesse de respect social, environnemental et de développement économique est réelle. Pour vous aider, vous avez à votre disposition plusieurs documents. Vous pouvez également faire des recherches sur Internet.

Plusieurs rôles sont possibles pour vous :

- Un représentant d'une association prônant la décroissance soutenable;
- Un représentant d'une ONG de votre choix (exemple Greenpeace)
- Citoyens.

Afin de donner votre avis et de défendre votre point de vue, mais aussi de récupérer des informations vous devrez rencontrer les 3 autres groupes. Les autres groupes sont :

- les industriels
- les acteurs publics (le maire de la commune, le représentant de la région, le représentant de la DRIRE : direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement)
- les consultants engagés par les industriels pour mettre en place une démarche de développement durable.

Vous ne pourrez les rencontrer qu'une seule fois, à vous de bien préparer la réunion. Vous pouvez les rencontrer dans l'ordre que vous souhaitez ou aller les voir pour fixer les rendez-vous.

Vous devez nous présenter lors de notre prochaine réunion qui aura lieu jeudi matin une grille d'analyse multicritère. Afin de résumer votre avis et ce que vous avez compris des attentes des autres groupes, nous souhaitons que vous fassiez un petit texte pour jeudi matin. Ce texte vous aidera pour la discussion finale avec tous les participants. La décision pour ce projet aura lieu jeudi.

Est-ce que ces industriels vont décider seuls de l'avenir de votre ville et de vos enfants ?
Ca dépend de vous ! Bonne chance.

Documents fournis (merci de prendre soin des documents, nous les récupérons) :

- Articles de presse ;
- Articles de Greenpeace sur les effets de l'incinération des déchets sur la santé humaine;
« *Entreprises : totalement responsable* »
- Articles d'une Association prônant la décroissance soutenable.

Groupe les acteurs publics :

Vous représentez les acteurs publics. C'est à dire les élus politiques (maire, représentant de la région) mais aussi les services de l'état (DRIRE direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement). Vous avez été élus ou engagé par la population pour assurer aux mieux le bien être de la région.

Le rachat d'une cimenterie de la Vallée d'Azergues (Rhône-Alpes) est au cœur du problème pour lequel on vous a convoqué aujourd'hui. En effet les industriels proposent de remettre en état cette usine, ce qui pourra perpétuer l'activité et les emplois de vos habitants. Et bien sûr, profiter à toute la région par le biais des taxes professionnelles que cela rapportera. D'un autre côté, les industriels projettent d'y incinérer des farines animales... Les associations environnementales, et certains habitants sont inquiets.

La région souhaite mettre en avant une politique de développement durable. Vous devrez donc vous informer sur ce sujet et vérifier que le projet industriel est en accord avec les normes en vigueur et les principes du développement durable. Pour vous aider vous avez des documents à votre disposition. Vous pouvez également aller chercher des informations complémentaires sur internet.

Afin de récupérer des informations et de pouvoir donner votre avis sur ce projet industriel vous devrez rencontrer les 3 autres groupes :

- les industriels
- les consultants engagés par les industriels pour mettre en place une démarche de développement durable.
- la société civile (les habitants de la région, les associations...)

Vous ne pourrez les rencontrer qu'une seule fois, à vous de bien préparer la réunion. Vous pouvez les rencontrer dans l'ordre que vous souhaitez, aller les voir pour fixer les rendez-vous.

Vous devez nous présenter lors de notre prochaine réunion qui aura lieu jeudi matin une grille d'analyse multicritère.

Suite à ces rencontres pour vous préparer à la réunion finale regroupant tous les participants vous devrez rédiger un petit texte regroupant votre avis par rapport au projet industriel et au développement durable ainsi qu'une liste des attentes des autres groupes.

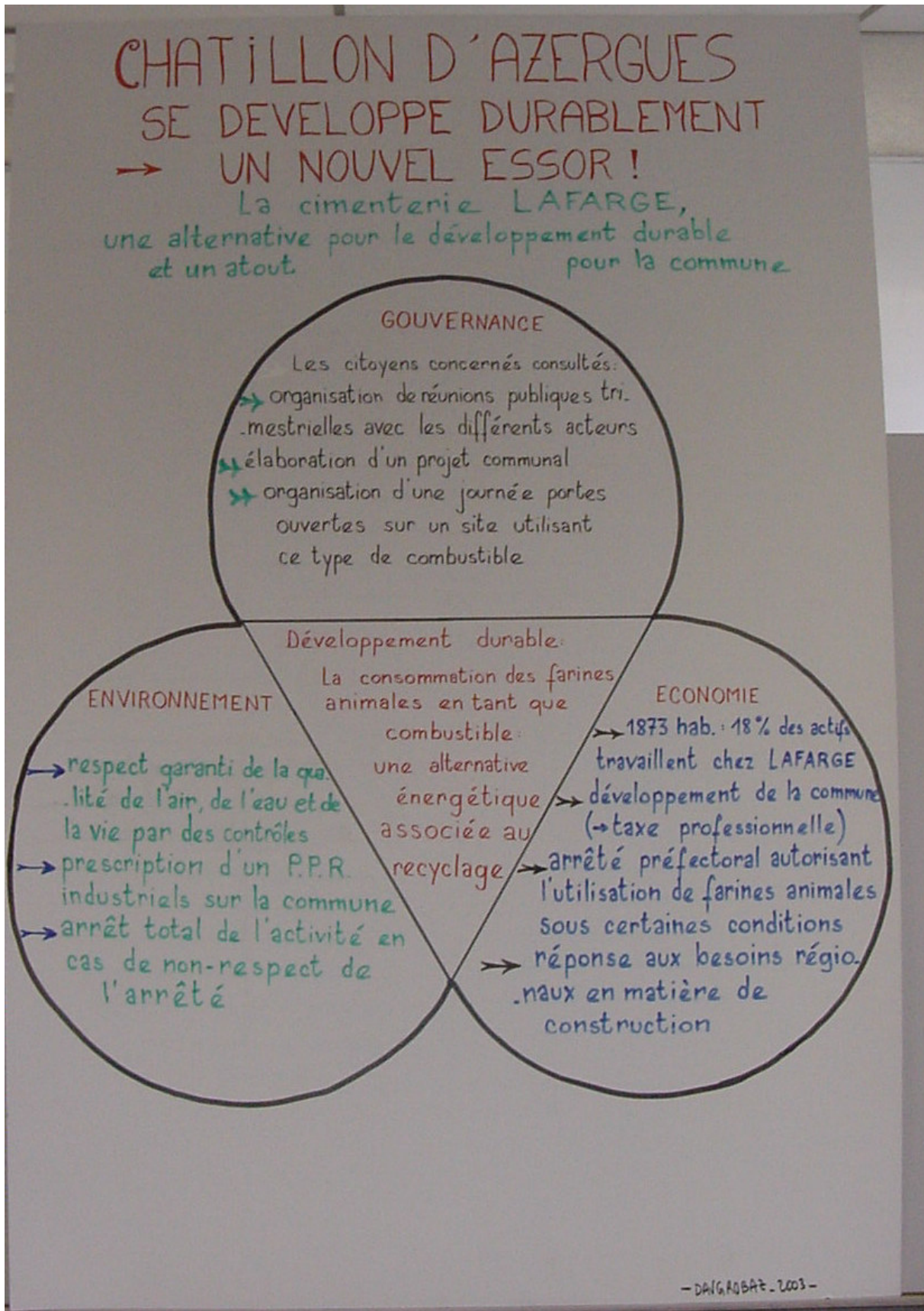
Au sein de votre groupe plusieurs rôles sont possibles :

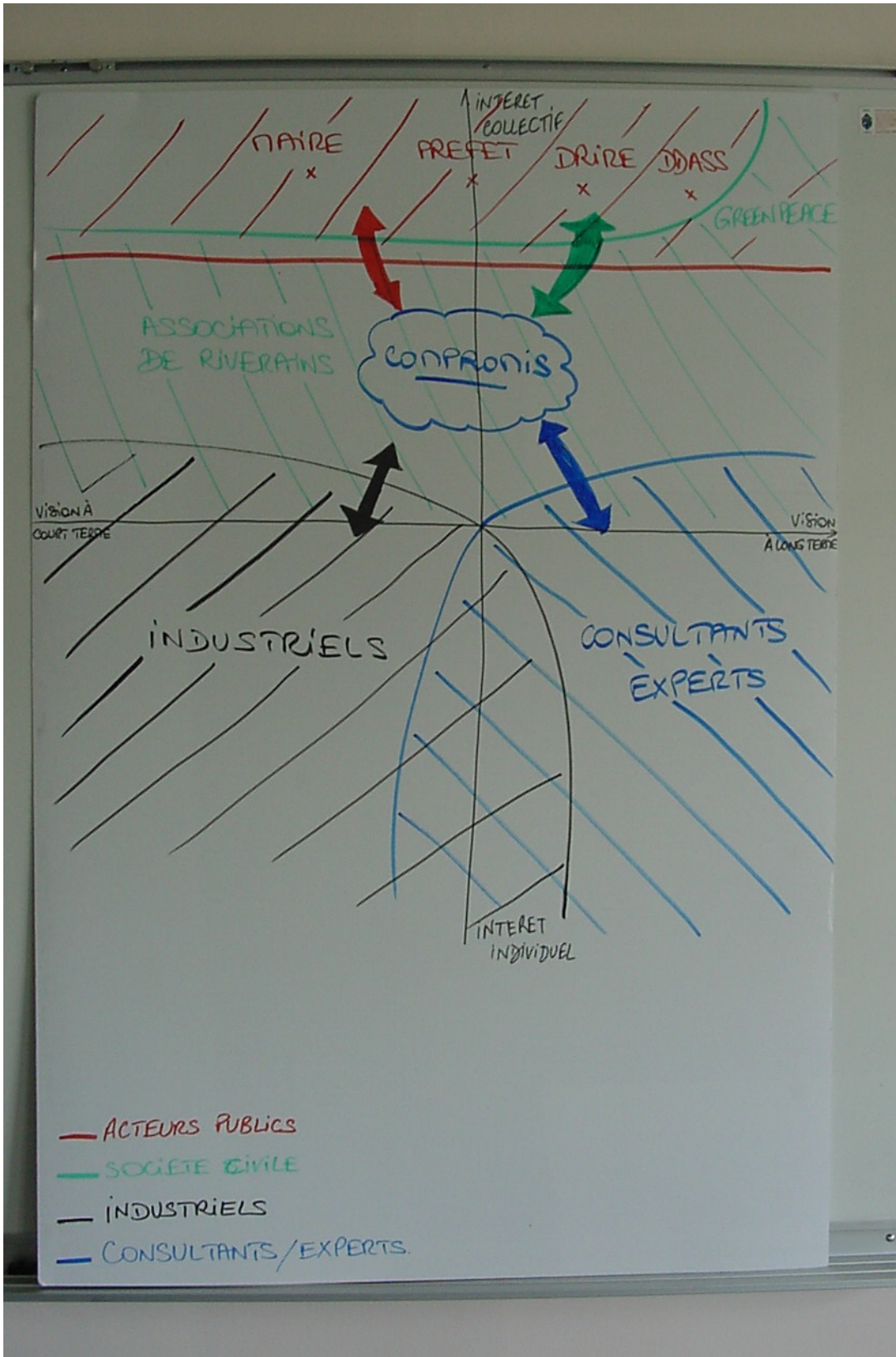
- Un représentant du service de l'état (DRIRE);
- Un représentant municipal (maire) ;
- Un représentant région Rhône-Alpes.

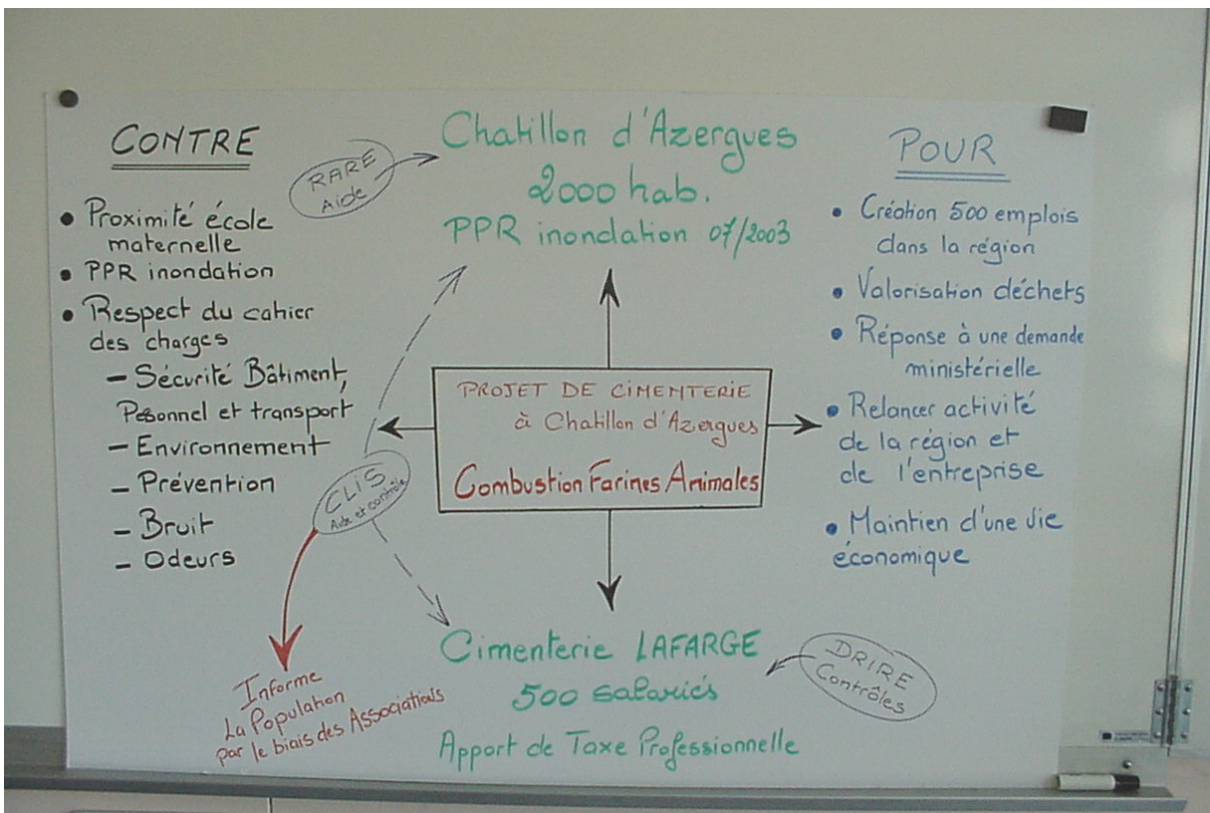
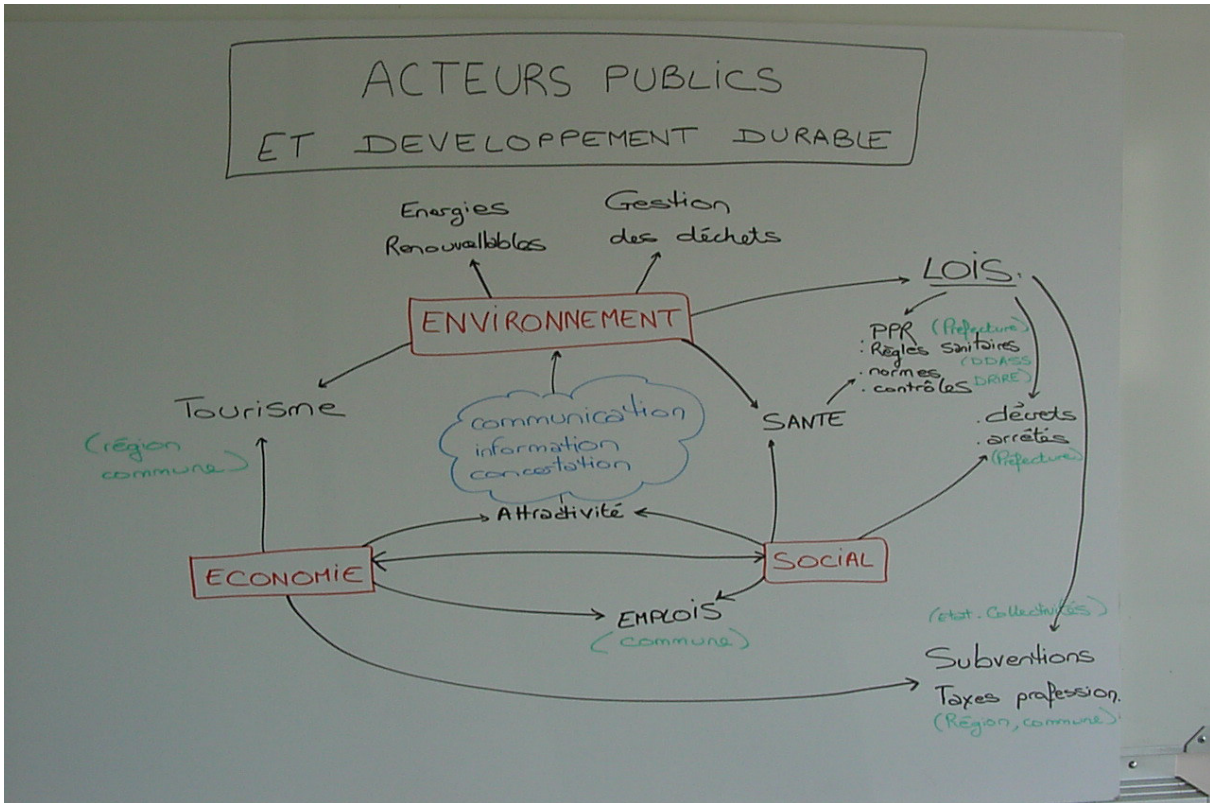
Documents fournis (merci de prendre soin des documents, nous les récupérerons) :

- Un arrêté préfectoral sur l'activité de valorisation des farines animales d'une cimenterie existante;
- « *Le développement durable une autre politique pour les territoires ?* » document du Réseau des Agences Régionales de l'énergie et de l'environnement (RARE)
- Des articles de revues et de journaux

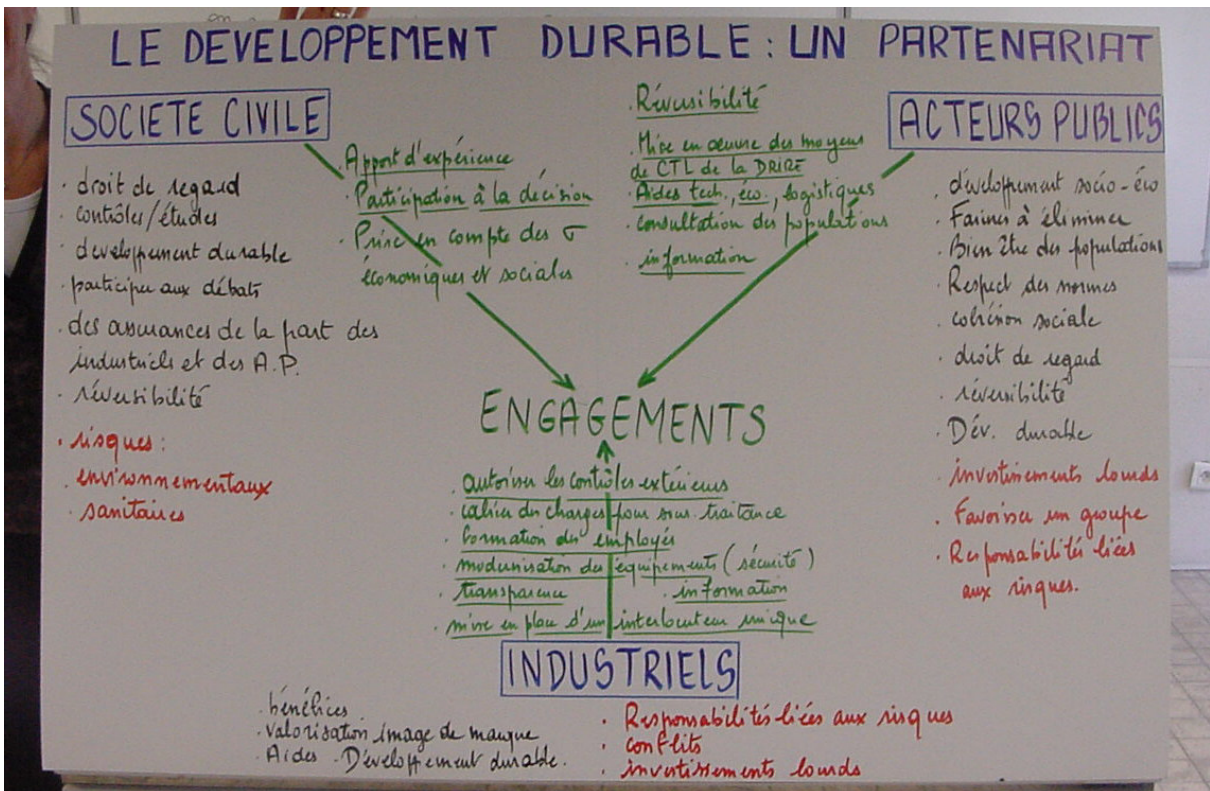
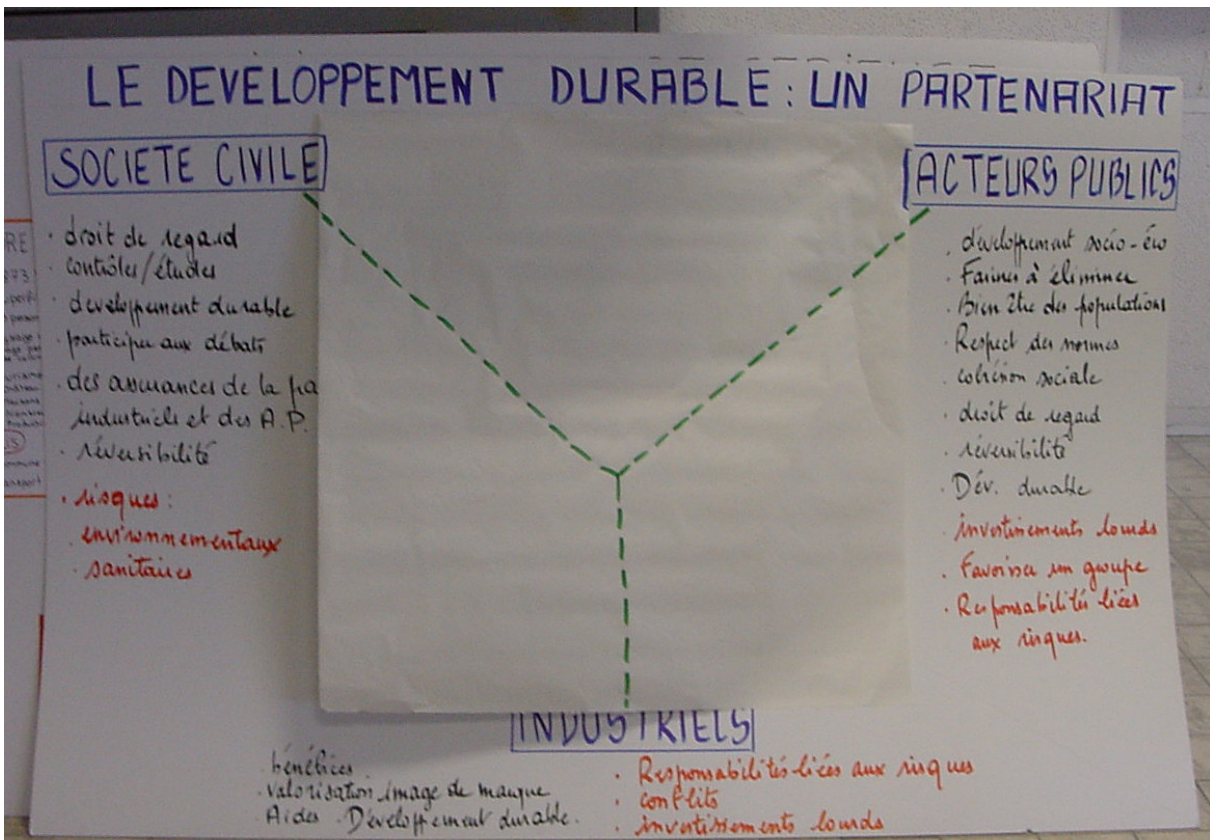
Annexe n° 11 : Poster réalisé par les élèves de l'ENTE suite au jeu de rôle : groupe des acteurs public

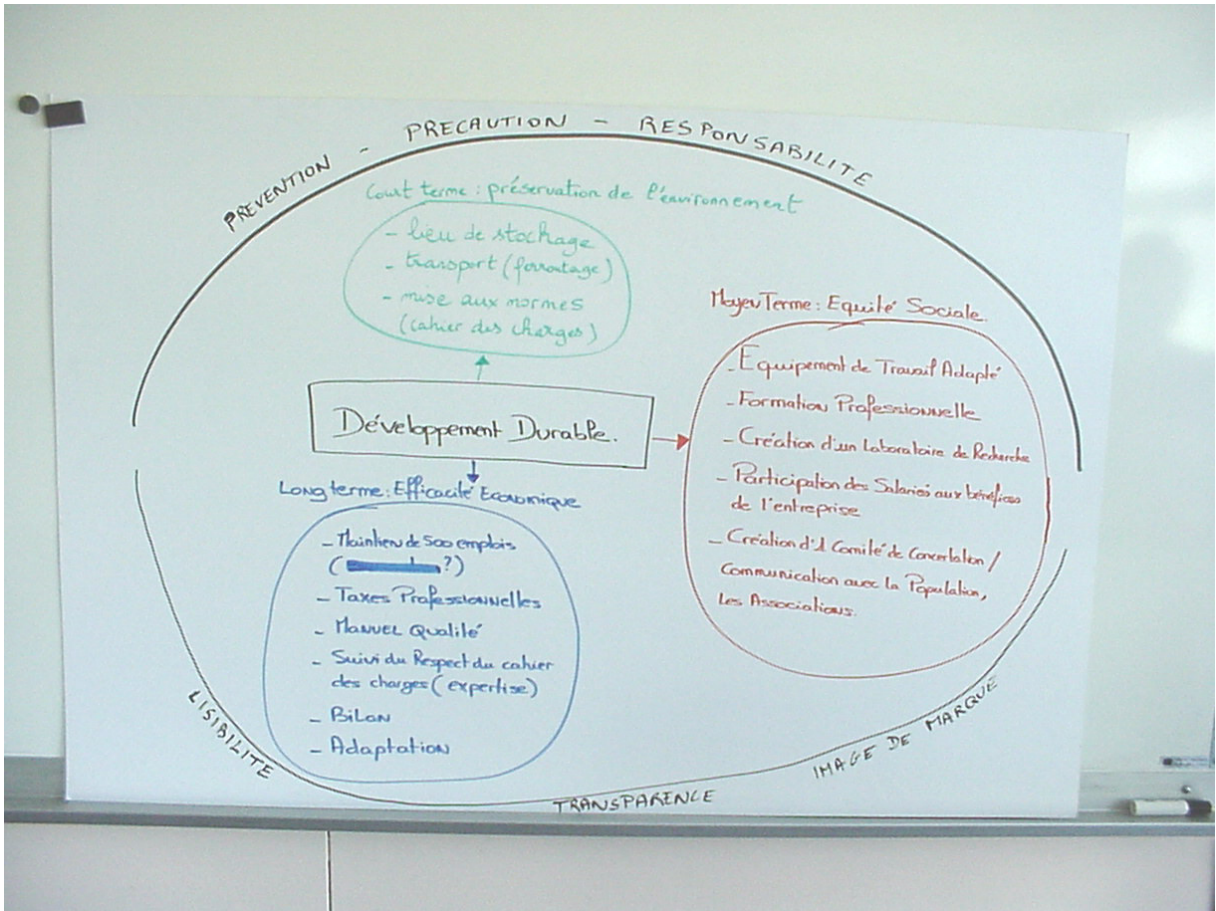


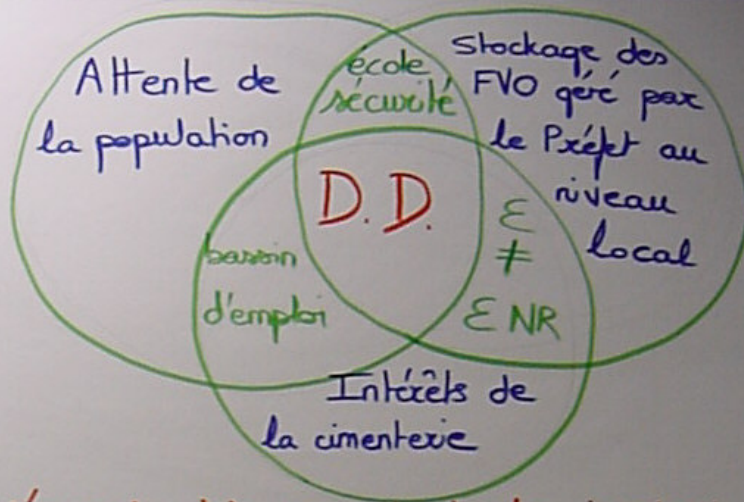




Annexe n° 12 : Poster réalisé par les élèves de l'ENTE suite au jeu de rôle : groupe des consultants







La démarche \Rightarrow au sein de la cimenterie :

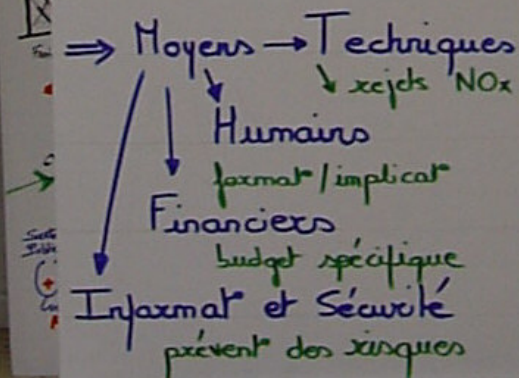
Pourquoi s'axer sur le traitement des FVO ?

Ligne de conduite : effets positifs sur

- \hookrightarrow eau : circuit de refroidissement, traitement rejets
- \hookrightarrow air : traitement rejets
- \hookrightarrow sol : zone de stockage, retombée des poussières

FF TRANSPARENCE

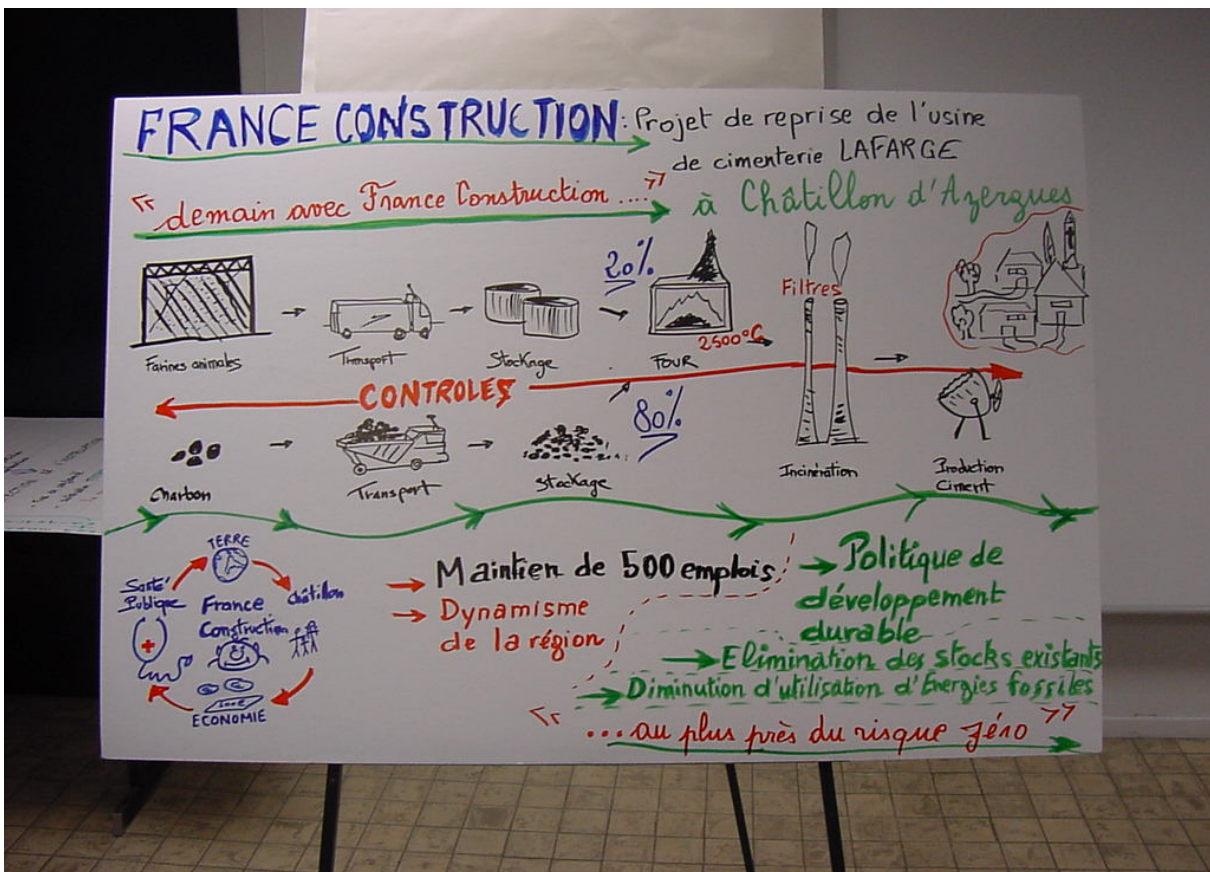
CLIS, contrôle et mesures



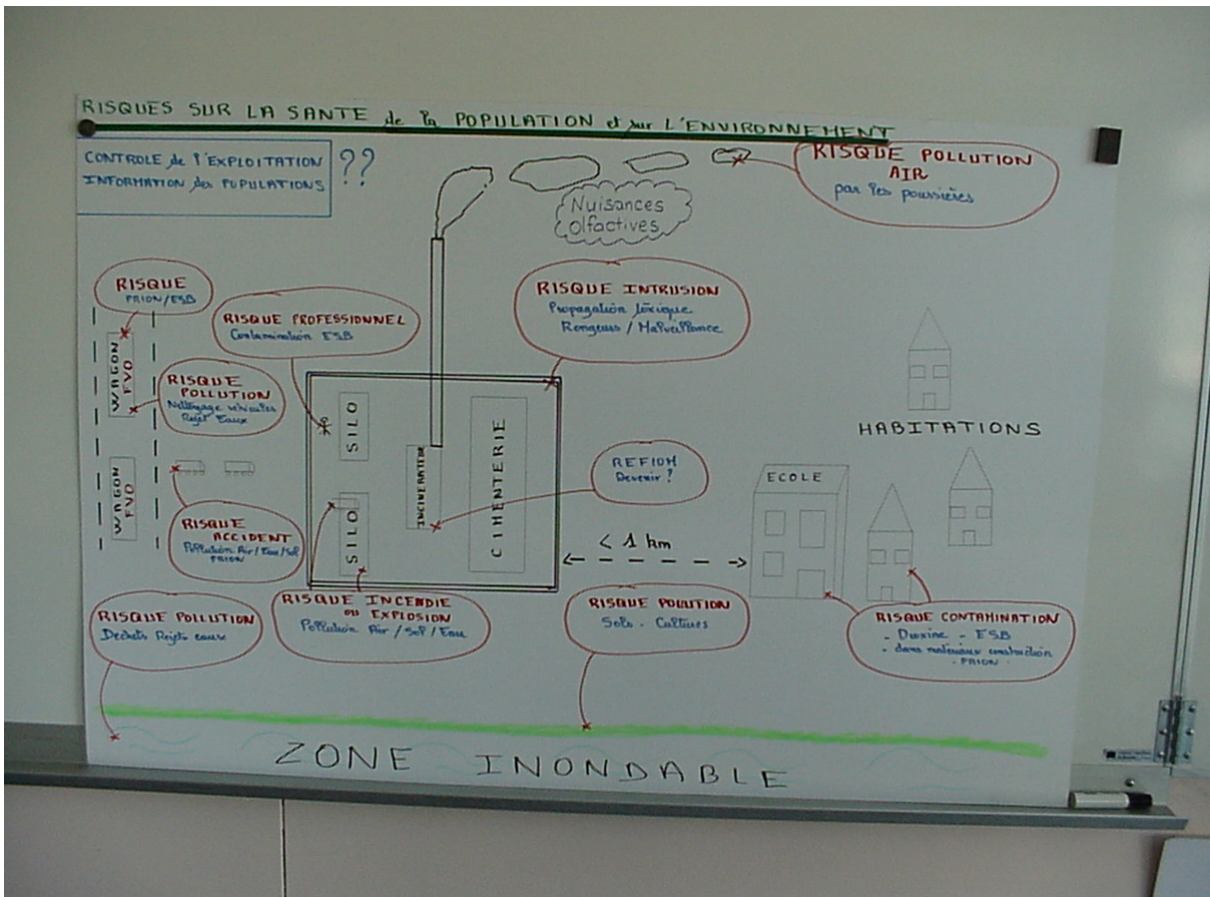
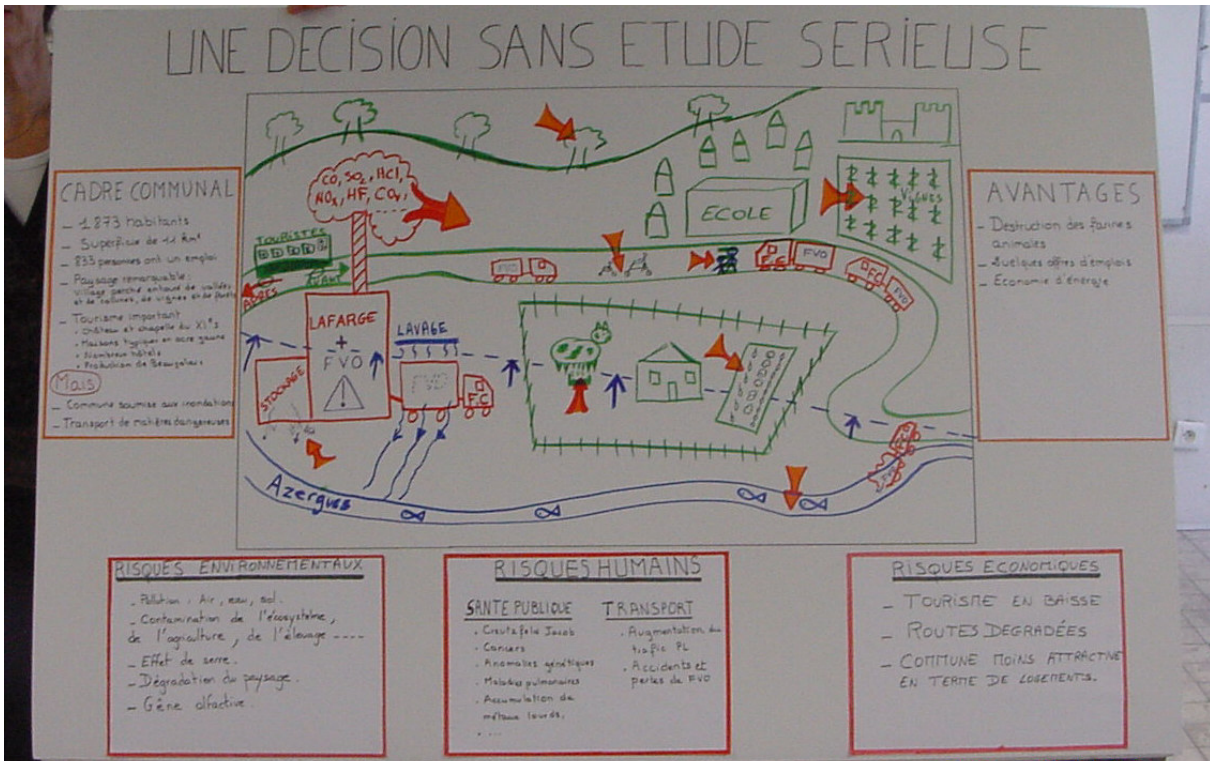
Prise en compte de l'environnement

- humain : plan de prévention et d'évacuation, erreurs socio-économiques
- naturel : réhabilitation de la carrière, meilleure gestion des ressources

Annexe n° 13 : Poster réalisé par les élèves de l'ENTE suite au jeu de rôle : groupe des industriels



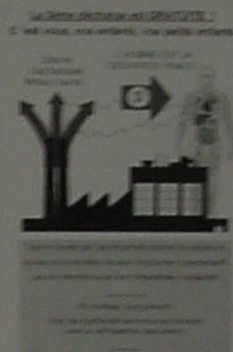
Annexe n° 14 : Poster réalisé par les élèves de l'ENTE suite au jeu de rôle : groupe de la société civile



? L'ARGENT OU LA VIE?

BAS RISQUE ≠ RISQUE ZERO

Intérêts économiques vis-à-vis de la santé publique : L'argent est-il plus important que la VIE ?



Taxes Professionnelles

500 emplois conservés



Développement Communal
Possibilités d'extension

MOINS D'1K€

250 élèves

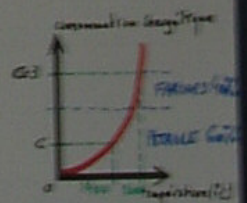
mort infantile par cancer x2



anomalies orofaciales
départitionnement de l'école

Les Elus sont les garants de la SANTÉ PUBLIQUE

- Où sont les économies d'énergie ?
- Solutions alternatives ?
- Quelles sont les garanties ?



Annexe n° 15 : Présentation des posters par les élèves de l'ENTE lors de la séance de débat final





Annexe n° 16 : Questionnaire d'évaluation du jeu de rôle distribué aux élèves de l'ENTE

Afin de nous permettre d'améliorer ce cours, merci de prendre quelques minutes pour remplir ce questionnaire.

Questions concernant le jeu de rôles :

- Est-ce que ce type de travail sous forme de jeu de rôles vous paraît adapté à une formation sur le développement durable ? Pourquoi ?
- Est-ce que ce jeu de rôle vous a apporté des éléments nouveaux par rapport aux cours traditionnels ? Expliquez
- Est-ce que vous aviez des idées préalables sur le développement durable avant cet exercice ? Lesquelles ? Ont-elles été modifiées par cet exercice?
- Est-ce que vos perspectives vis-à-vis du développement durable ont changé ?
oui non

Par exemple, est-ce que le jeu de rôles vous a permis de mieux comprendre ces notions :

| | Fortement | Moyennement | Faiblement | Pas du tout |
|--|-----------|-------------|------------|-------------|
| Identification des parties intéressées | | | | |
| Transparence et la crédibilité | | | | |
| Nécessité d'accroître la communication | | | | |
| Elargissement de la responsabilité sociale des industriels | | | | |
| Management environnemental | | | | |
| Prévention | | | | |
| Principe de participation | | | | |
| Principe de précaution | | | | |
| Législation et politiques environnementale française | | | | |
| Problématique du développement local | | | | |
| Autres | | | | |

- De quel groupe d'acteurs faisiez vous partie ?
- Avez-vous pu utiliser les capacités suivantes lors de ce jeu ? Est-ce que vous avez l'impression de vous être améliorés dans ces domaines ? (compléter le tableau)

| Capacité | Utilisation de ces capacités | | | | Amélioration | |
|---|------------------------------|--------|-------------|----------|--------------|-----|
| | Pas du tout | un peu | moyennement | beaucoup | oui | non |
| Dialogue et obtention de consensus | | | | | | |
| Esprit critique | | | | | | |
| Capacité à définir vos objectifs de travail | | | | | | |
| Capacité à travailler en groupe | | | | | | |
| Avoir une réflexion globale | | | | | | |
| Avoir une réflexion éthique | | | | | | |
| Capacité d'appropriation du rôle attribué dans le jeu | | | | | | |
| Capacité de prise de recul par rapport au rôle | | | | | | |
| Capacité de recul par rapport à vos propres valeurs | | | | | | |
| Capacité de gérer l'information | | | | | | |
| Capacité de gérer les conflits | | | | | | |

- Avez vous eu de la difficulté à comprendre et à atteindre vos objectifs ? oui non
Quels éléments vous auraient aidé à mieux réussir ?
- Qu'avez-vous pensé des rencontres bilatérales et de la rencontre finale ?
- Quel est le point qui vous a le plus marqué en réalisant cet exercice ?
- Que nous suggérez-vous pour améliorer ce programme de formation ?

Annexe n° 17 : Feuilles d'objectifs pour les élèves de l'UTT, 1^{ère} phase de jeu. Epoque 1 : année 1980

Epoque 1 : 1980

Groupe 1 : les acteurs publics : Maire, élus, préfet...

Vous représentez les acteurs publics. Vous avez le choix dans la répartition des rôles entre les élus politiques : maire, représentant de la région, mais aussi les services de l'état (DRIRE, direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement) du Nord. Vous avez été élus ou engagés par la population pour assurer aux mieux le bien être de la région.

Vous avez sur votre commune de Noyelles-Godault, une société : Eurométal. Il s'agit d'un des plus grandes fonderies d'Europe. Cette société emploie la majorité des habitants de votre région. 830 employés dans l'usine elle-même et près de 2 000 autres (si l'on élargit le décompte aux intérimaires et sous-traitants de l'entreprise). Ce qui représente beaucoup de familles et donc de nombreux électeurs. Etant donné le taux de chômage (25%) dans votre région, cette activité industrielle est primordiale.

Vous devez faire face à un problème : les associations environnementales, et certains habitants sont inquiets. Pour essayer de résoudre le problème et de prendre la meilleure décision vous aurez, le 13 novembre, à 10H, une réunion avec des représentants du monde associatif et les industriels.

Vous devrez essayer d'aplanir la situation afin de perpétuer l'activité et les emplois de vos habitants ; mais aussi perpétuer une activité qui ramène à toute la région des taxes professionnelles importantes. De plus, les industriels projettent d'augmenter les activités de cette usine.

Pour vous aider à avoir une meilleure vision de la situation et des enjeux, vous avez ces documents à votre disposition.

Vous ne pourrez rencontrer les industriels et les associations qu'une seule fois, à vous de bien préparer la réunion qui aura lieu le 13 novembre.

A l'issue de la réunion du 13 novembre, vous serez demandés :

- Un résumé de la position tenue par votre groupe
- Une note sur le positionnement des autres groupes

Ces éléments vous serviront pour la discussion finale avec tous les participants qui aura lieu à 15h le même jour.

Documents fournis (merci de prendre soin des documents nous les récupérons) :

- Des articles de revues et de journaux.

Epoque 1 : année 1980

Groupe 2 : Industriels dirigeants

Directeur d'usine, président du groupe

Félicitation, vous venez d'être engagé pour diriger la société Eurométal. Votre mission est importante, vous devez réussir à faire fonctionner cette entreprise de manière rentable. Mais vous devez également penser aux conséquences environnementales. Vous devez y porter une grande attention, en effet la réglementation est de plus en plus stricte et les habitants des communes locales commencent à émettre des protestations. Attention, vous devez prendre la pleine mesure du contexte socio-économique pour éviter d'avoir à subir des conséquences dramatiques pour l'activité du groupe. N'oubliez pas que vous employez plus de 2 000 personnes dans la région.

Pour faciliter votre travail, nous vous confions des documents, dont vous êtes les seuls destinataires ; pour l'intérêt de notre groupe industriel, vous devez vous assurer de la confidentialité de ces informations.

Afin de développer au mieux l'entreprise, vous devez prendre en compte l'avis des autres groupes d'acteurs impliqués dans ce projet :

- Des représentants de la société civile (les habitants de la région, les associations...)
- Des acteurs publics (maire de commune, un représentant de la région, un représentant de la DRIRE : direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement)

A partir des éléments qui vous sont confiés, votre mission consiste à rappeler la stratégie de notre groupe et d'établir un argumentaire à soutenir face aux représentants de la société civile et des pouvoirs publics.

En effet, une réunion d'échange avec ces acteurs est fixée au 13 novembre à 10H.

Ce sera l'occasion pour vous de mieux cerner les attentes de ces acteurs, d'en extraire des informations sur les contraintes qui peuvent peser sur notre activité. Vous ne pourrez les rencontrer qu'une seule fois durant 20 minutes.

A vous de bien préparer la réunion !

Sachez par ailleurs que la direction du groupe Eurométal France est prête à vous accorder une enveloppe budgétaire de 1 million de francs pour l'année 1981. Il vous revient de procéder à une analyse de vos besoins pour justifier de la demande de cet investissement.

Vous serez tenu nous présenter lors de notre prochaine réunion qui aura lieu le 13 novembre à 15h l'analyse de vos besoins un rapport de situation et une note de restitution de la réunion avec les autres acteurs.

Plusieurs rôles possibles au sein de votre équipe :

- Un responsable environnement ;
- Un responsable développement économique ;
- Directeur d'usine ;

Documents fournis (merci de prendre soin des documents nous les récupérons) :

- Des articles de revues et de journaux

Epoque 1 : 1980

Groupe 3 : Les représentants de la société civile : Association de défense et protection de l'environnement

Vous représentez la société civile qui comprend les habitants de cette région et les riverains des installations industrielles. Comme vous le savez, l'usine Eurométal a plusieurs projets très inquiétants. En effet, il semble que ces industriels souhaitent gagner de l'argent en développant la production de plomb juste à côté de chez vous, de l'école de vos enfants.. Les taux de plomb dans la région sont déjà trop élevés.. A vous de voir si vous les laisserez faire....

Cette usine filiale d'un grand groupe prétend entrer dans une démarche de qualité. A vous de vérifier si réellement cet engagement prend en compte les aspects environnementaux.

En vue d'une rencontre prochaine fixée au 13 novembre à 10h avec des représentants de l'industrie EuroMétal et des pouvoirs publics, vous devez préparer des questions et établir un argumentaire de défense de vos droits pour une meilleure qualité de vie. C'est pourquoi vous avez à votre disposition plusieurs documents. Les documents qui vous sont confiés sont votre meilleur atout pour déstabiliser les autres groupes et faire entendre votre avis.

Veillez à les maintenir confidentiels !

Plusieurs rôles sont possibles pour vous :

- Un représentant d'une association de pêche et de protection de la nature;
- Un représentant d'une ONG de leur choix (exemple Greenpeace)
- Un représentant des citoyens de la région.

Vous ne pourrez les rencontrer qu'une seule fois pendant 20 minutes, à vous de bien préparer la réunion.

A l'issue de la réunion du 13 novembre, vous seront demandés :

- Un résumé de la position tenue par votre groupe
- Une note sur le positionnement des autres groupes

Ces éléments vous serviront pour la discussion finale avec tous les participants qui aura lieu à 15h le même jour.

Est-ce que ces industriels vont décider seul de l'avenir de votre ville et de vos enfants ?
Ca dépend de vous ! Bonne chance.

Documents fournis :

- Articles de presse ;
- Articles de Greenpeace sur les « *Entreprises : totalement responsables* »

Annexe n° 18 : Feuilles d'objectifs pour les élèves de l'UTT, 2^{ème} phase de jeu. Epoque 2 : année 1990

Groupe 4 : Association Humaniste

Vous représentez des acteurs de la société civile qui sont membres actifs d'une association humaniste. Vous avez le choix dans la répartition des rôles entre ces membres actifs (président d'association, directeur, expert ou référent de l'association). Vous êtes particulièrement impliqués et engagés dans les actions menées par l'association pour la promotion et la défense des droits de l'homme sous toutes ses formes. L'histoire de l'association localement lui assure une certaine notoriété et reconnaissance de la part des populations.

L'usine de Eurométal à Noyelles-Godault emploie un effectif important de personnes de la région. Mais cette fonderie qui compte parmi les plus grandes d'Europe, a aussi fait l'objet de plusieurs accidents à travers l'histoire. Les conditions de travail y sont particulièrement éprouvantes pour les hommes et méritent de sérieuses améliorations. L'embauche des salariés pour assurer l'emploi ne peut pas se justifier par des manquements au respect de certaines conditions d'hygiène, de sécurité de ces travailleurs. Si l'on compte les 830 employés et les 2 000 autres (intérimaires et sous-traitants de l'entreprise) cela représente une population élevée susceptible d'être exposée à des risques non négligeables. En outre, les résidants dans le secteur, les riverains, les familles de ces employés sont aussi susceptibles de connaître des expositions aux risques sanitaires et environnementaux.

Votre association pour la promotion et le respect des droits de l'homme doit se mobiliser sur ce dossier. Qu'en est-il des conditions de travail des salariés, des mesures adoptées par cette entreprise dans ce domaine dans la prévention ? Quels sont les études disponibles et les engagements du côté des industriels ?

Pour essayer de poser ces problèmes et obtenir des informations sur ces questions, vous êtes conviés à assister à une réunion le 13 novembre à 10H avec des représentants des collectivités locales et de l'industrie concernée.

Vous ne devez pas hésiter à soulever les questions épineuses à propos des conditions de travail des personnels mais aussi des risques pour les populations riveraines. Sans remettre en question l'activité elle-même, assurant le développement local et le maintien de l'emploi, il vous revient néanmoins de définir et de fixer les conditions optimales de préservation de la santé des personnes. Il vous revient de recueillir suffisamment d'informations pour défendre la position de votre association et faire reconnaître la légitimité de son action.

Pour vous aider à avoir une meilleure vision de la situation et des enjeux, vous avez ces documents à votre disposition. Vous êtes les seuls destinataires de ces documents. Vous devez donc vous assurer de la confidentialité de ces informations. Vous ne pourrez rencontrer les industriels et les acteurs publics qu'une seule fois, à vous de bien préparer la réunion qui aura lieu le 13 novembre. A l'issue de la réunion du 13 novembre, vous serez demandés :

- Un résumé de la position tenue par votre groupe
- Une note sur le positionnement des autres groupes

Ces éléments vous serviront pour la discussion finale avec tous les participants qui aura lieu à 15 h le même jour.

Documents fournis : Des articles de revues et de journaux.

Epoque 2 : année 1990

Groupe 5 : Experts en santé publique

Directeur DRIRE, Directeur INSERM

Votre fonction au sein d'un organisme de recherche et d'une administration sous tutelle de l'Etat vous porte à considérer au plus près le dossier de l'industrie locale Eurométal. Cette installation du secteur de la métallurgie, de par sa taille, de par la nature de son activité, par les conditions de fonctionnement relatives à cette catégorie d'industrie nécessite aujourd'hui une prise en compte sérieuse des aspects sanitaires et environnementaux.

Dans le cadre de vos activités et fonctions, relevant du domaine public, les travaux et données relatives à ces aspects et portant spécifiquement sur l'activité de l'usine de Noyelles-Godault, devront faire l'objet d'un exposé à l'occasion d'une réunion de concertation.

Votre tâche consiste à exprimer clairement les résultats des travaux entrepris, antérieurs ou en cours, touchant les questions d'ordre sanitaire, de sécurité des personnes, employées et non employées (riverains) et relevant des impacts environnementaux.

Il vous revient d'insister sur les contraintes réglementaires existantes, sur leur respect impératif, sur les moyens à mettre en œuvre pour se conformer aux textes en vigueur.

Le contexte local connaît désormais une certaine tension, avec la mobilisation d'organismes et d'associations exprimant des inquiétudes sur la préservation de la santé publique et de la qualité de l'environnement.

Vous devez prendre la pleine mesure du contexte socio-économique local et considérer l'activité d'Eurométal comme essentielle pour l'emploi, mais sans que cela puisse justifier des manquements au respect de la loi, des atteintes à la sécurité des personnes, à la préservation de la santé publique et de l'environnement.

Pour faciliter votre travail, nous vous confions des documents, dont vous êtes les seuls destinataires. Vous devez vous assurer de la confidentialité de ces informations.

Afin de mieux considérer le contexte dans lequel s'inscrit cette démarche vous aurez une réunion avec les acteurs suivants:

- De représentants d'une association locale
- De représentants de l'industrie concernée

A partir des éléments qui vous sont confiés, votre mission consiste à faire valoir les aspects relatifs à la santé publique, aux obligations légales dans le domaine de la sécurité des personnes, de la prévention des risques, de la préservation de l'environnement.

L'argumentaire que vous utiliserez doit reposer sur ces éléments. Vous devrez définir l'état actuel des connaissances et les mesures adoptées. Enfin, la concertation doit déboucher sur un certain nombre de prises de mesures adaptées pour satisfaire à ces exigences.

A cet effet, la réunion d'échange avec ces acteurs est fixée au 13 novembre à 10H.

Ce sera l'occasion pour vous de mieux cerner les avis, les positions et les mesures adoptées ou attendues par ces acteurs en fonction des contraintes qui pèsent sur chacune des populations concernées (industriels, employés de l'industrie, riverains). Vous ne pourrez les rencontrer qu'une seule fois durant 20 minutes. Vous serez tenu de présenter lors d'une réunion le 13 novembre à 15h une note de restitution de la réunion avec les autres acteurs.

Documents fournis : Des articles de revues et de journaux

Epoque 2 : 1990

Groupe 6 : Représentants de l'industrie
Responsable Hygiène, Sécurité, Environnement
Directeur de production

Vous représentez l'industrie Eurométal au titre de responsables Hygiène, Sécurité, Environnement et de la production métallurgique.

Vos fonctions tiennent à veiller au respect des contraintes réglementaires en matière de sécurité des personnes, internes ou externes, sur le site et aux abords du site.

Au-delà des aspects réglementaires, une démarche de management au travers des systèmes de certification doit permettre d'assurer l'amélioration continue de notre organisation, de notre productivité et de nos procédés de production.

Vous contribuez de façon notable à la réussite de notre industrie et à son maintien dans une activité économique viable et rentable. Il vous revient bien entendu de veiller à ce que les externalités générées par notre activité ne soient pas préjudiciables à notre développement, notamment en ce qui concerne l'hygiène, la sécurité et la préservation de l'environnement.

Vous devez y porter une grande attention, en effet la réglementation est de plus en plus stricte et les habitants des communes locales commencent à émettre des protestations. Attention, vous devez prendre la pleine mesure du contexte socio-économique pour éviter d'avoir à subir des conséquences dramatiques pour l'activité du groupe. N'oubliez pas que Eurométal emploie plus de 2 000 personnes dans la région.

Une réunion d'échange avec des acteurs, représentants d'une association humaniste locale ainsi que des experts de la fonction publique (DRIRE, INSERM) se tiendra le 13 novembre à 10H.

Cette réunion a pour objectif d'établir une concertation entre des acteurs sur les questions relatives à la sécurité des personnes exposées aux risques industriels.

Ce sera l'occasion pour vous de mieux cerner les attentes de ces acteurs, d'en extraire des informations sur les contraintes qui peuvent peser sur notre activité. Vous ne pourrez les rencontrer qu'une seule fois durant 20 minutes.

Pour faciliter votre travail, nous vous confions des documents, dont vous êtes les seuls destinataires ; pour l'intérêt de notre groupe industriel, vous devez vous assurer de la confidentialité de ces informations.

A partir des éléments qui vous sont confiés, votre mission consiste à rappeler la stratégie de notre groupe, des actions menées allant dans le sens de la prise en compte des aspects sanitaires, de sécurité et de préservation de l'environnement. Il vous revient d'établir un argumentaire à soutenir face aux représentants de la société civile et des pouvoirs publics.

A vous de bien préparer la réunion !

Vous serez tenu de nous présenter lors de notre prochaine réunion qui aura lieu le 13 novembre à 15h l'analyse de vos besoins un rapport de situation et une note de restitution de la réunion avec les autres acteurs.

Documents fournis (merci de prendre soin des documents nous les récupérons) :

- Des articles de revues et de journaux

Annexe n° 19 : Feuilles d'objectifs pour les élèves de l'UTT, 3^{ème} phase de jeu. Epoque 3 : année 2003

Epoque 3 : 2003

Groupe 7 : Actionnaires

Vous représentez le club des actionnaires du Groupe Eurométal France. Vos investissements et placements effectués jusqu'à ce jour ont pu profiter à l'activité et au développement de l'industrie métallurgique. Le contexte économique et financier est désormais défavorable au développement de cette activité.

La décision, prise le 17 janvier dernier par le groupe d'actionnaires, de fermer sans préavis l'usine de Eurométal Nord, publiée par voie de communiqué de presse, de ne pas octroyer de nouveaux financements à sa filiale EuroMétal Nord de Noyelles-Godault (Pas-de-Calais), doit assurer la stabilité financière du groupe. Ce dépôt de bilan doit exonérer le groupe de mettre en place un plan social, trop lourd à supporter.

La situation de Eurométal est particulièrement défailante dans la tenue de sa trésorerie et en termes d'endettement lourd et désormais historique.

En tant que représentants des actionnaires, vous êtes conviés à une réunion de concertation le 13 novembre prochain à 10 heures en présence d'acteurs de la société civile (collectif d'associations) et de représentants des pouvoirs publics.

Il vous reviendra d'expliquer et d'expliciter l'adoption de ces mesures prises par le groupe d'actionnaires dans le contexte actuel de cessation d'activité et de fermeture à terme du site. Vous devrez faire mention des tentatives effectuées pour maintenir l'activité du groupe et de cette installation, notamment en vous référant aux éléments économiques à votre disposition.

Pour vous aider à avoir une meilleure vision de la situation et des enjeux, vous avez ces documents à votre disposition. Vous êtes les seuls destinataires de ces documents. Vous devez donc vous assurer de la confidentialité de ces informations.

Vous ne pourrez rencontrer les représentants du monde associatif local et des pouvoirs publics qu'une seule fois.

A l'issue de la réunion du 13 novembre, vous serez demandés :

- Un résumé de la position tenue par votre groupe
- Une note sur le positionnement des autres groupes

Ces éléments vous serviront pour la discussion finale avec tous les participants qui aura lieu à 15h le même jour.

Documents fournis (merci de prendre soin des documents nous les récupérons) :

- Des articles de revues et de journaux.

Epoque 3 : année 2003

Groupe 8 : Collectif d'associations

(défense des employés et famille de Eurométal).

Vous représentez la société civile qui comprend les employés de l'usine de Eurométal Nord, des habitants sympathisants, des familles des personnels, des riverains des installations industrielles. Comme vous le savez, l'usine EuroMétal risque de fermer ses portes de manière imminente. D'un jour à l'autre, ce sont 830 personnes qui seront au chômage, et donc près de 500 familles sans revenus. Il faut y ajouter tous les personnels de la sous-traitance (intérimaires), ce qui élève la population touchée à plus de 2 000 personnes.

C'est un drame social. Ensuite, il semble que la position des actionnaires soit défavorable au maintien de cette activité pour des raisons fallacieuses. En outre, le drame s'étend à d'autres aspects : l'activité historique de l'usine a engendré des risques professionnels dont les effets commencent à être mesurés sur le plan sanitaire et environnemental.

En vue d'une rencontre prochaine fixée au 13 novembre à 10 h avec des représentants de l'industrie EuroMétal (actionnaires) et des pouvoirs publics, vous devez préparer des questions et établir un argumentaire de défense des droits des salariés et de leurs familles, de conditions de placement et de dédommagement des personnes. C'est pourquoi vous avez à votre disposition plusieurs documents. Les documents qui vous sont confiés sont votre meilleur atout pour déstabiliser les autres groupes et faire entendre votre avis.

Veillez à les maintenir confidentiels !

Plusieurs rôles sont possibles pour vous :

- Un représentant de l'association Chœur de fondeurs
- Un représentant d'une association de protection de l'environnement
- Un représentant des citoyens de la région.

Vous ne pourrez les rencontrer qu'une seule fois pendant 20 minutes, à vous de bien préparer la réunion.

A l'issue de la réunion du 13 novembre, vous seront demandés :

- Un résumé de la position tenue par votre groupe
- Une note sur le positionnement des autres groupes

Ces éléments vous serviront pour la discussion finale avec tous les participants qui aura lieu à 15h le même jour.

Est-ce que l'avenir de votre région doit tenir au bon vouloir des actionnaires et autres spéculateurs ? C'est à vous de prendre en main l'avenir des citoyens et de rappeler leurs droits à la dignité, au travail, au respect de leur santé et des générations futures ?

Ca dépend de vous ! Bonne chance.

Documents fournis (merci de prendre soin des documents nous les récupérons) :

- Articles de presse ;

Epoque 3 : 2003

**Groupe 9 : Représentants des pouvoirs publics
Ministère de l'industrie, Ministère de l'action sociale,
Ministère de l'environnement, Préfecture de région**

Vous êtes des représentants des pouvoirs publics interpellés par la situation et l'avenir de l'industrie Eurométal. L'enjeu est de taille puisque l'usine de Noyelle-Godault est susceptible d'être fermée. Le contexte socio-économique est particulièrement fragile dans le secteur. Vous avez le choix dans la répartition des rôles entre : Ministre de l'action sociale, Ministre de l'industrie, Ministre de l'environnement, Préfet de région.

L'usine de Noyelles-Godault dans le Nord, filiale du groupe Eurométal France, est l'une des plus grandes fonderies d'Europe. Cette société emploie la majorité des habitants de la région. 830 employés dans l'usine elle-même et près de 2 000 autres (si l'on élargit le décompte aux intérimaires et sous-traitants de l'entreprise). Ce qui représente beaucoup de familles et donc de nombreux électeurs. Etant donné le taux de chômage (25%) dans cette région, cette activité industrielle est primordiale.

Vous devez faire face à une situation de crise : la mobilisation citoyenne des employés, du mouvement associatif se portant solidaire, de la population locale en général, est importante. Le maintien de cette activité industrielle constitue l'enjeu majeur pour ces populations. Mais il semble que la mécanique économique soit enrayée par un retrait des actionnaires du soutien au maintien de cette activité. Votre mission d'état consiste à prendre la pleine mesure de ce contexte de tension croissante, d'établir une concertation locale avec des acteurs afin d'apporter une réponse politique en situation de crise. Cette crise semble s'étendre à trois dimensions fortement préoccupantes : économique dans une région fortement touchée par le chômage et les fermetures d'industries lourdes - sociale par la paupérisation et la précarité des familles - sanitaire et environnementale- dimensions liées aux conditions de production et de fonctionnement de l'industrie.

Pour cerner les enjeux, apporter un éclairage et un message politique fort dans ce contexte, vous êtes conviés à vous rendre à une réunion de concertation le 13 novembre à 10 h une réunion avec des représentants du monde associatif local et les représentants de l'industrie.

Pour vous aider à avoir une meilleure vision de la situation et des enjeux, vous avez ces documents à votre disposition. Vous êtes les seuls destinataires de ces documents. Vous devez donc vous assurer de la confidentialité de ces informations.

Vous ne pourrez rencontrer les représentants du groupe Eurométal et du collectif d'associations qu'une seule fois.

A l'issue de la réunion du 13 novembre, vous seront demandés :

- Un résumé de la position tenue par votre groupe
- Une note sur le positionnement des autres groupes

Ces éléments vous serviront pour la discussion finale avec tous les participants qui aura lieu à 15 h le même jour.

Documents fournis : Des articles de revues et de journaux.

Annexe n° 20 : Fiche d'observation distribuée aux participants du jeu de rôle MetalEurope qui occupent une position d'observateur

Fiche d'observation

Nom, prénom :

Votre groupe :

Le groupe que vous observez :

Afin de mieux analyser cette réunion, essayez d'observer et de faire des observations sur les points suivants :

- **Remarques sur le fond du discours** : idées avancées pertinentes ? références utilisées, valeurs mises en avant, finalité recherchée, méthodes et moyens proposés...

- **Remarques sur la forme du discours** : quel vocabulaire (scientifique, économiste, profane...), est ce qu'il y a un échange réel ou une confrontation sous dialogue ? recherche d'un consensus ?

- **Remarques sur le comportement** :

Annexe n° 21 : Questionnaire d'évaluation du jeu de rôle MetalEurope distribué aux élèves le l'UTT

Afin de nous permettre d'améliorer ce cours, merci de prendre quelques minutes pour remplir ce questionnaire.

Question concernant le jeu de rôles :

- Est-ce que ce type de travail sous forme de jeu de rôles vous paraît adapté à une formation sur le développement durable ? Pourquoi ?
- Est-ce que ce jeu de rôles vous a apporté des éléments nouveaux par rapport aux cours traditionnels ? Expliquez
- Quelles notions théoriques vous sont maintenant plus familières ?
- Est-ce que ce déroulement des 3 séances de jeux sous forme chronologique vous a aidé à mieux appréhender les notions d'évolution d'un projet dans le temps ? Pourquoi ?
- Est-ce que vous aviez des idées préconçues sur le développement durable avant cet exercice ? Lesquelles ? Ont-elles été modifiées par cet exercice?
- Avez vous eu de la difficulté à comprendre et à atteindre vos objectifs ? oui non
Quels éléments vous auraient aidé à mieux réussir ?
- Pensez-vous que la durée du jeu de rôle était suffisante ?
- De quel groupe d'acteurs faisiez vous partie ?

- La documentation vous a-t-elle paru suffisante et pertinente ? Avez vous apprécié d'avoir eu les documents avant le début du jeu?
- Est-ce que vos perspectives vis-à-vis du développement durable ont changé ?
oui non

Par exemple, est-ce que le jeu de rôles vous a permis de mieux appréhender ces notions :

| | Fortement | Moyennement | Faiblement | Pas du tout |
|--|-----------|-------------|------------|-------------|
| La notion de consensus | | | | |
| La transparence et la crédibilité | | | | |
| La nécessité d'accroître la communication | | | | |
| Elargissement de la responsabilité sociale des industriels | | | | |
| La prise de décision collective | | | | |
| Prévention | | | | |
| La transversalité | | | | |
| Principe de précaution | | | | |
| Les notions d'éthique | | | | |
| Autres | | | | |

- Etes-vous d'accord avec le choix et le nombre des groupes d'acteurs qui ont été proposés?
- Qu'avez-vous pensé du système vous plaçant en tant qu'observateur de la séance ?
- Avez vous réussi à sortir de ce contexte de jeu lors du débriefing final ? Avez-vous réussi à mieux imaginer les implications des principes de développement durable dans un contexte réel ?
- Qu'avez-vous pensé des rencontres avec les deux autres groupes et de la rencontre finale ?
- Quel est le point qui vous a le plus marqué en réalisant cet exercice ?
- Que nous suggérez-vous pour améliorer ce programme de formation ?

Annexe n° 22 : Récapitulatif des principes du développement durable qui devraient être à la base de la formation sur le développement durable dispensée aux ingénieurs d'après (Carew et al., 2002)

1. Recognition and respect for the limits of nature's capacity for regeneration, and limits to society and the economy (Thom, 1996)
2. Recognition of the interdependence and intradependance of ecosystem, socio-system and economy (Clift, 1998). The more extreme view explicitly rejects the notion of nature existing to provide human needs or wants (anthropocentrism) and promotes a view of interconnected and interdependent relations between human and non human entities (Cuello Nieto, 1997)
3. Intergenerational equity, in other words the right of the future (Crofton, 2000; Thom, 1996; Clift, 1998; Crofton, 2000) generation to inherit a healthy and ecologically balanced environment from present generation (Clift, 1998; Cuello Nieto, 1997)
4. Intragenerational equity, for example redistribution of wealth, power and opportunity with a view to reducing current interpersonal and international disparity (Crofton, 2000; Cuello Nieto, 1997)
5. Respect for social and cultural freedom (Crofton, 2000; Cuello Nieto, 1997), with concomitant acceptance of the responsibilities inherent in social and cultural freedom (Thom, 1994)
6. Meaningful involvement of stakeholders in decision –making processes, inducing the public and private sector, international and local representative, and non human agents power amongst all stakeholders in decision-making (Nieto 1999)
7. Equal representation for economic, environmental and social priorities in decision-making (Thom, 1996; Clift, 1998)
8. Recognition of the unique contextual factors in each decision-making situation (Clift, 1998).
9. Taking responsibility for the impact resulting from one's decisions (Thom 1994; Clift, 1998).

Annexe n° 23 : Répartition en catégorie des mots utilisés dans le chapitre n°2 du rapport Brundtland (CMED, 1988)

Total : 312 mots

| Mots utilisés dans la catégorie Environnement | Nombre de fois utilisés |
|---|-------------------------|
| eau | 5 |
| limites écologiques | 4 |
| sol | 4 |
| air/ atmosphère | 3 |
| écosystème | 3 |
| forêts | 3 |
| ressources | 3 |
| accès aux ressources (limitées) | 2 |
| combustibles fossiles | 2 |
| disparition de ressources | 2 |
| énergie | 2 |
| environnement | 2 |
| épuisement | 2 |
| exploitation des ressources | 2 |
| minerais | 2 |
| ressources non renouvelables | 2 |
| ressources renouvelables | 2 |
| seuil d'exploitation | 2 |
| accroissement naturel | 1 |
| agriculture sédentaire | 1 |
| appauvrir les écosystèmes | 1 |
| autres éléments | 1 |
| banc de poisson | 1 |
| biens gratuits | 1 |
| capacité de l'environnement | 1 |
| capacité de régénération | 1 |
| catastrophe écologique | 1 |
| consommation d'énergie | 1 |
| disparition d'espèces | 1 |
| économie des ressources | 1 |
| effets nuisibles | 1 |
| émission de chaleur | 1 |

| Mots utilisés dans la catégorie Environnement | Nombre de fois utilisés |
|---|-------------------------|
| épuisement des ressources | 1 |
| épuisement des sols | 1 |
| érosion | 1 |
| espèces animales | 1 |
| espèces végétales | 1 |
| être vivants | 1 |
| extinction d'espèces | 1 |
| extraction minière | 1 |
| gaz toxique | 1 |
| importance critique de la ressource | 1 |
| les systèmes naturels | 1 |
| matières premières | 1 |
| minimiser l'épuisement | 1 |
| modification des écosystèmes | 1 |
| moyens écologiques | 1 |
| nature | 1 |
| planète | 1 |
| prélèvement | 1 |
| préserver la base écologique | 1 |
| pression | 1 |
| récupération possible | 1 |
| réduire diversité des espèces | 1 |
| réduire les stocks | 1 |
| renouveler | 1 |
| répartition des ressources | 1 |
| surexploiter les ressources | 1 |
| total : | 87 |

| Mots utilisés dans la catégorie : Social | Nombre de fois utilisés |
|---|--------------------------------|
| besoin | 9 |
| satisfaire /satisfait | 7 |
| besoins essentiels | 4 |
| aspiration | 3 |
| social/socialement | 3 |
| accroissement/évolution démographique | 2 |
| démographie/que | 2 |
| équité | 2 |
| amélioration du niveau de vie | 1 |
| culturellement | 1 |
| démunis | 1 |
| égalité des chances pour tous | 1 |
| minimum vital | 1 |
| niveau de vie supérieur | 1 |
| Non-exploitation d'autri | 1 |
| pauvreté | 1 |
| se loger | 1 |
| se nourrir | 1 |
| se vêtir | 1 |
| système social | 1 |
| travailler | 1 |
| vie meilleure | 1 |
| Total | 46 |

| Mots utilisés dans la catégorie : Economie, science et technique | Nombre de fois utilisés |
|---|--------------------------------|
| croissance économique | 3 |
| accroître la productivité | 1 |
| activité | 1 |
| activité de développement | 1 |
| amélioration des connaissances | 1 |
| amélioration des technologies | 1 |
| augmentation des coûts | 1 |
| baisse de la rentabilité | 1 |
| base économique soutenue et autonome | 1 |
| cadre stratégique | 1 |
| compétences techniques | 1 |
| consommation | 1 |
| croissance | 1 |
| développement économique | 1 |
| développement technologique | 1 |
| distribution coût | 1 |
| échanges | 1 |
| économie de marché | 1 |
| économie planifiée | 1 |
| économique | 1 |
| efforts technologiques | 1 |
| excédent | 1 |
| exploitation commerciale | 1 |
| financement | 1 |
| investissements | 1 |
| limitations techniques | 1 |
| manipulations génétiques | 1 |
| méthode | 1 |
| méthode de recyclage | 1 |
| mode de consommation | 1 |
| orientation des techniques | 1 |
| potentiel de croissance | 1 |
| potentiel de productif | 1 |
| productivité | 1 |
| produit de remplacement | 1 |
| solutions nouvelles | 1 |
| substituts convenables | 1 |
| système de production | 1 |
| système économique | 1 |
| système technologique | 1 |
| techniques | 1 |
| Total | 43 |

| Mots utilisés dans la catégorie : Aspect temporel | Nombre de fois utilisés |
|--|--------------------------------|
| rythme (exploitation) | 3 |
| future/à venir | 4 |
| actuel/actuellement | 2 |
| avenir | 2 |
| présent | 2 |
| année 80 | 1 |
| durée | 1 |
| long terme | 1 |
| soudain | 1 |
| temps | 1 |
| total | 18 |

| Mots utilisés dans la catégorie : approches procédurales et politiques | Nombre de fois utilisés |
|---|--------------------------------|
| cadre socio-politique | 1 |
| changements institutionnels | 1 |
| organismes politiques | 1 |
| politique de développement | 1 |
| système administratif | 1 |
| système politique | 1 |
| total | 6 |

| Mots utilisés dans la catégorie : Moyen d'exécution | Nombre de fois utilisés |
|--|--------------------------------|
| répondre (aux besoins) | 3 |
| tenir compte des effets | 3 |
| conditions | 2 |
| limiter intervention effets | 2 |
| processus de transformation | 2 |
| résoudre des problèmes | 2 |
| sans compromettre | 2 |
| solution | 2 |
| soutenables/soutenabilité | 2 |
| actions correctrices | 1 |
| alléger les pressions | 1 |
| assurer | 1 |
| auto corriger | 1 |
| coexister | 1 |
| conservation | 1 |
| consolider | 1 |
| définir un seuil d'exploitation | 1 |
| efficacité | 1 |
| maintenir intact | 1 |
| participation dans la prise de décision | 1 |
| pas mettre en danger | 1 |
| préserver l'intégrité | 1 |
| priorité | 1 |
| promouvoir des valeurs | 1 |
| ralentir | 1 |
| réduire effets | 1 |
| réorienter | 1 |
| respect des principes | 1 |
| respecter | 1 |
| s'accorder | 1 |
| surveiller | 1 |
| trouver des solutions | 1 |
| total | 41 |

| Mots utilisés dans la catégorie : notions spatiales | Nombre de fois utilisés |
|--|--------------------------------|
| endémique | 2 |
| ensemble du système | 2 |
| internationaux | 2 |
| nationaux | 2 |
| pays en développement | 2 |
| monde | 1 |
| pays | 1 |
| pays développé | 1 |
| région | 1 |
| système international | 1 |
| tous les pays | 1 |
| un endroit/autre | 1 |
| total | 17 |

| Mots utilisés dans la catégorie : acteurs | Nombre de fois utilisés |
|--|--------------------------------|
| être humain/ homme | 3 |
| habitants/ membre | 2 |
| citoyen | 1 |
| humanité | 1 |
| organisations sociales | 1 |
| société | 2 |
| génération | 4 |
| population | 1 |
| total | 15 |

| Mots non classé en catégorie | Nombre de fois utilisés |
|---|--------------------------------|
| développement | 7 |
| objectif | 3 |
| capacité | 2 |
| concept | 2 |
| développement déséquilibré/ inapproprié | 2 |
| harmonie/harmonieuse | 2 |
| utiliser | 2 |
| avantages | 1 |
| compatible | 1 |
| complexe | 1 |
| concret | 1 |
| dépassement de limite | 1 |
| draconienne | 1 |
| élément commun | 1 |
| en pâtir | 1 |
| entraîner | 1 |
| épuiser | 1 |
| exploitation | 1 |
| grave problème | 1 |
| indigence | 1 |
| inévitables | 1 |
| intensifier | 1 |
| interprétation | 1 |
| intervention de l'homme | 1 |
| mal | 1 |
| marginaliser | 1 |
| menaçante | 1 |
| minimum | 1 |
| notion | 1 |
| notion fondamentale | 1 |
| prétendre | 1 |
| raisonnablement | 1 |
| se manifester | 1 |
| signifier | 1 |
| sincérité | 1 |
| suffire | 1 |
| système souple | 1 |
| terme | 1 |
| varier | 1 |
| vivre | 1 |
| crise du développement | 1 |
| total | 54 |

Annexe n° 24 : Répartition en catégorie des mots utilisés dans l'agenda 21 (introduction et sommaire détaillé)

Total : 522 mots

| Mots utilisés dans la catégorie Environnement | Nombre de fois utilisés |
|---|-------------------------|
| environnement | 5 |
| Gestion écologiquement rationnelle | 5 |
| utilisation des ressources | 4 |
| eau | 3 |
| coût écologique | 2 |
| déchets dangereux | 2 |
| mers | 2 |
| recyclables | 2 |
| ressources | 2 |
| audits d'environnement | 1 |
| conditions écologiques | 1 |
| considérations écologiques | 1 |
| déchets nocifs | 1 |
| déchets radioactifs | 1 |
| déchets solides | 1 |
| écologique | 1 |
| écologiquement rationnelles | 1 |
| écosystèmes fragiles | 1 |
| élimination (déchet) | 1 |
| exploitation des ressources naturelles | 1 |
| gestion de l'environnement | 1 |
| Gestion des écosystèmes fragiles | 1 |
| Lutte contre la désertification | 1 |
| Lutte contre le déboisement | 1 |
| minimiser ou éviter les déchets | 1 |
| montagnes | 1 |
| nécessités écologiques | 1 |
| pratiques écologiques | 1 |
| Préservation de la Diversité Biologique | 1 |
| Préserver la qualité de l'environnement. | 1 |
| problèmes écologiques | 1 |

| Mots utilisés dans la catégorie Environnement | Nombre de fois utilisés |
|---|-------------------------|
| produits polluants | 1 |
| produits toxiques, dangereux | 1 |
| Protection de l'Atmosphère | 1 |
| Protection des océans | 1 |
| Protection des ressources | 1 |
| qualité (eau) | 1 |
| recyclage des résidus et élimination | 1 |
| réduire au minimum les déchets | 1 |
| réduire la quantité de déchets rejetés | 1 |
| réduire les déchets | 1 |
| réemploi | 1 |
| respect de l'environnement | 1 |
| ressources biologiques | 1 |
| sécheresse | 1 |
| sécurité (environnement) | 1 |
| substances chimiques toxiques | 1 |
| systèmes de gestion de l'environnement | 1 |
| Terres | 1 |
| un rapport annuel résultats écologiques | 1 |
| utilisation de l'énergie | 1 |
| utilisation des ressources naturelles | 1 |
| utilisation rationnelle | 1 |
| zones côtières | 1 |
| total | 72 |

| Mots utilisés dans la catégorie : Social | Nombre de fois utilisés |
|---|--------------------------------|
| formation | 3 |
| information | 3 |
| éducation | 2 |
| protection de la santé | 2 |
| social | 2 |
| améliorer leurs moyens d'existence | 1 |
| besoins importants | 1 |
| connaissances | 1 |
| démographique | 1 |
| développement social | 1 |
| dialogue | 1 |
| équitable | 1 |
| ouverture | 1 |
| ouverture et le dialogue | 1 |
| programmes d'apprentissage | 1 |
| promotion de la santé | 1 |
| santé | 1 |
| santé humaine | 1 |
| sensibilisation du public | 1 |
| transformation des systèmes sociaux | 1 |
| Lutte contre la pauvreté | 1 |
| total | 28 |

| Mots utilisés dans la catégorie : aspect temporel | Nombre de fois utilisés |
|--|--------------------------------|
| durabilité | 2 |
| Durable | 2 |
| 21ème siècle | 1 |
| à long terme. | 1 |
| aujourd'hui | 1 |
| durée | 1 |
| problèmes urgents | 1 |
| siècle prochain | 1 |
| un moment crucial | 1 |
| total | 11 |

| Mots utilisés dans la catégorie : Economie, science et technique | Nombre de fois utilisés |
|---|--------------------------------|
| Industrie | 15 |
| sociétés transnationales | 15 |
| commerce | 14 |
| entreprise | 10 |
| entreprises commerciales | 7 |
| commerciales | 6 |
| gestion | 5 |
| petites et moyennes entreprises | 5 |
| production moins polluante | 4 |
| technologie | 4 |
| innovation | 3 |
| procédés de production moins polluants | 3 |
| recherche-développement | 3 |
| rendement | 3 |
| associations industrielles | 2 |
| cycle de vie des produits | 2 |
| développement économique | 2 |
| économique | 2 |
| efficace | 2 |
| gestion rationnelle (entreprise) | 2 |
| pratiques de gestion | 2 |
| procédés | 2 |
| production | 2 |
| technologies écologiquement rationnelles | 2 |
| trafic illicite | 2 |
| accroître l'efficacité | 1 |
| activités commerciales | 1 |
| activités industrielles | 1 |
| améliorer la compétitivité | 1 |
| améliorer le rendement | 1 |
| améliorer les systèmes de production | 1 |
| applications (technologique) | 1 |
| associations commerciales | 1 |
| assurer la viabilité (eco) | 1 |
| bases de données existantes (système de production) | 1 |
| Biotechniques | 1 |
| commercialisation | 1 |
| compétences | 1 |
| compétences locales. | 1 |
| comptabilité | 1 |
| concurrence | 1 |

| Mots utilisés dans la catégorie : Economie, science et technique | Nombre de fois utilisés |
|---|--------------------------------|
| coopération entre entreprises | 1 |
| coopération technique | 1 |
| coûts | 1 |
| décisions d'investissement | 1 |
| dépenses supplémentaires | 1 |
| Développement | 1 |
| Développement Agricole et Rural | 1 |
| développement du marché | 1 |
| développement professionnel | 1 |
| développement rural | 1 |
| échange de données d'expérience | 1 |
| échanges (entre entreprise) | 1 |
| efficacité optimale | 1 |
| emploi | 1 |
| emplois non agricoles | 1 |
| établissements scientifiques et techniques | 1 |
| évaluation des activités | 1 |
| évaluation des coûts | 1 |
| filiales | 1 |
| Financement | 1 |
| fixation des prix. | 1 |
| gestion des entreprises | 1 |
| gestion rationnelle des entreprises. | 1 |
| grand groupe | 1 |
| incitations économiques | 1 |
| industrie chimique | 1 |
| industrie sociétés transnationales. | 1 |
| industrielles | 1 |
| infrastructures | 1 |
| instruments économiques | 1 |
| intrants | 1 |
| investissements | 1 |
| investissements étrangers. | 1 |
| les organisations (entreprises) | 1 |
| les sociétés transnationales | 1 |
| limiter les risques | 1 |
| marché | 1 |
| mauvais rendement | 1 |
| mécanismes du marché | 1 |
| mécanismes financiers | 1 |

| Mots utilisés dans la catégorie : Economie, science et technique | Nombre de fois utilisés |
|---|--------------------------------|
| mobilisation de capitaux | 1 |
| modes de consommation | 1 |
| modes de gestion | 1 |
| modes opératoires | 1 |
| moyens d'existence (eco) | 1 |
| outils économiques | 1 |
| payer le surcoût | 1 |
| perfectionnements | 1 |
| politiques de production moins polluante. | 1 |
| politiques d'entreprise | 1 |
| prix des biens et services | 1 |
| procédés de production | 1 |
| processus de développement | 1 |
| produire moins de déchets | 1 |
| produire plus avec moins | 1 |
| produits | 1 |
| programmes de gestion rationnelle | 1 |
| Prosperité | 1 |
| recensement (procédés) | 1 |
| réduction des répercussions | 1 |
| remplacer les procédés de fabrication | 1 |
| rentables | 1 |
| réorienter les activités | 1 |
| résidus non réutilisés | 1 |
| savoir-faire | 1 |
| savoir-faire technologique | 1 |
| science | 1 |
| scientifiques | 1 |
| société mère | 1 |
| stratégies | 1 |
| stratégies préventives | 1 |
| suites des produits | 1 |
| techniques | 1 |
| techniques de production moins polluantes | 1 |
| Transfert de techniques | 1 |
| transferts technologiques | 1 |
| utilisation du produit | 1 |
| total | 212 |

| Mots utilisés dans la catégorie : Moyen d'exécution | Nombre de fois utilisés |
|--|--------------------------------|
| renforcement de leur rôle | 8 |
| participation | 4 |
| mise en valeur | 3 |
| initiatives volontaires. | 2 |
| Planification | 2 |
| prévention | 2 |
| améliorer | 1 |
| améliorer continuellement | 1 |
| améliorer leur comportement | 1 |
| appliquer des concepts et méthodes | 1 |
| appliquer développement durable | 1 |
| approches intégrées | 1 |
| changer leurs modes de fonctionnement | 1 |
| Conception intégrée | 1 |
| consultation | 1 |
| coopération | 1 |
| coopérer | 1 |
| encourager | 1 |
| évaluation | 1 |
| évaluations de conformité | 1 |
| la prise de conscience | 1 |
| les conseils | 1 |
| méthodes d'exécution | 1 |
| mise en œuvre | 1 |
| mise en place | 1 |
| Modification | 1 |
| nouveau partenariat | 1 |
| opérer de manière responsable | 1 |
| Partenaires | 1 |
| participer | 1 |
| prendre des initiatives | 1 |
| Reconnaissance du rôle | 1 |
| renforcer les responsabilités | 1 |
| collaboration | 5 |
| comportement responsable | 1 |
| total | 54 |

| Mots utilisés dans la catégorie : approches procédurales et politiques | Nombre de fois utilisés |
|--|--------------------------------|
| politiques | 5 |
| Agenda 21 | 3 |
| Action 21 | 2 |
| auto réglementation | 2 |
| ONUDI | 2 |
| normes | 2 |
| accords de participation | 1 |
| Banque d'informations industrielles et technologiques (INTIB) | 1 |
| Bureau international de l'environnement (BIE) | 1 |
| Centre international d'échange d'informations sur une production moins polluante | 1 |
| Chambre de commerce internationale (CCI) | 1 |
| Charte de développement durable | 1 |
| chartes | 1 |
| codes | 1 |
| codes de conduite | 1 |
| Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement | 1 |
| conseils nationaux | 1 |
| critères du développement durable. | 1 |
| dispositions législatives institutionnels | 1 |
| institutions d'assistance financière multilatérale et bilatérale | 1 |
| Instruments et mécanismes juridiques | 1 |
| La Conférence internationale sur un développement industriel | 1 |
| Mécanismes nationaux | 1 |
| mesures normatives | 1 |
| PNUE | 1 |
| politiques de développement durable. | 1 |
| politiques nationales | 1 |
| principes (du développement durable) | 1 |
| prise de décisions | 1 |
| procédures administratives | 1 |
| Processus de Prise de Décisions | 1 |
| programmes de développement durable. | 1 |

| Mots utilisés dans la catégorie : approches procédurales et politiques | Nombre de fois utilisés |
|---|--------------------------------|
| réalisation (programme d'action21) | 1 |
| réglementaires | 1 |
| réglementations | 1 |
| règlements | 1 |
| total | 47 |

| Mots utilisés dans la catégorie : notions spatiales | Nombre de fois utilisés |
|--|--------------------------------|
| à l'étranger | 1 |
| chaque pays. | 1 |
| Coopération internationale | 2 |
| international | 2 |
| internationalement | 1 |
| internationaux | 3 |
| le monde | 1 |
| local | 1 |
| monde entier | 1 |
| mondial | 2 |
| national | 2 |
| nations | 1 |
| nombreux pays | 1 |
| pays | 3 |
| pays en développement | 4 |
| régional | 1 |
| total | 27 |

| Mots utilisés dans la catégorie : acteurs | Nombre de fois utilisés |
|--|--------------------------------|
| dirigeants d'entreprises commerciales | 1 |
| gouvernement | 10 |
| organisations internationales | 8 |
| entrepreneurs | 5 |
| femmes | 4 |
| milieux universitaires | 3 |
| chefs d'entreprise | 2 |
| jeunes | 2 |
| organisation non gouvernementales | 2 |
| public | 2 |
| Syndicats | 2 |
| Travailleurs | 2 |
| employés | 2 |
| agriculteurs | 1 |
| autorités nationales | 1 |
| Collectivités Locales | 1 |
| dirigeants | 1 |
| enfants | 1 |
| L'humanité | 1 |
| organismes des Nations Unies | 1 |
| populations autochtones | 1 |
| secteur privé | 1 |
| fournisseurs | 1 |
| communautés | 1 |
| grand public | 1 |
| population | 1 |
| consommateurs | 2 |
| Communauté scientifique et technique | 1 |
| autorité locales | 2 |
| total | 63 |

| Mots non classé en catégorie | Nombre de fois utilisés |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| activités | 1 |
| choix variés | 1 |
| établissements humains | 1 |
| évolution | 1 |
| modèle viable | 1 |
| universités | 1 |
| utilisation | 1 |
| systèmes d'information | 1 |
| total | 8 |

Annexe n° 25 : Classement sémantique des mots utilisés par les élèves

Catégorie 1 : Aspects sociaux-culturel (18 mots)

Social, éducation, développement social, égalité, fraternité, liberté, communautarisme, individualisme, augmentation du bien être, santé, assistanat, équité Nord/Sud, égalité entre les habitants d'un même pays, coopération, équité, répartition des richesses, respect, emploi.

Catégorie 2 : Aspects environnementaux (11 mots)

Environnement, animaux, nature, énergies renouvelables, être vivants, empreinte écologique, protection de la ressource, économie d'énergie, air sol, eau.

Catégorie 3 : Aspects économiques, sciences et techniques (11 mots)

Economie, développement économique, taxe, banque, économique, amélioration continue, roue de Deming, hygiène et sécurité, qualité, Meilleures technologies disponibles (MTD), stratégie pro-active : anticipation.

Catégorie 4 : Approches procédurales et politiques (17 mots)

Rapport Brundtland, conférences internationales, Rio, Kyoto, Johannesburg, Sommet, Agenda 21, gouvernance, politique, Droite, gauche, extrême droite, vert, communisme, image, population active (décision), réglementation,

Catégorie 5 : Approches multidimensionnelles du concept (complexité, relations temporelles, dimensions spatiales), information et aspects cognitifs (22 mots)

Génération futures, générations actuelles, action locales, actions globales, principes, principe de précaution, principe de prévention, préservation, pollueur-payeur, penser global agir local, principe du développement durable, développement local, préservation pour les générations futures, décroissance soutenable, long terme, information, agora 21, difficulté à intégrer le concept, indicateurs, rapport de développement durable, communication, transparence.

Catégorie 6 : Acteurs (14 mots)

Stakeholders, Nord, Sud, être humains, industriels (difficulté à intégrer le concept), 1/3 monde, Hommes, association : Zao ecolo, consultants, entreprises, acteurs publics, employé, public industriel, collectivité locales.

Non classés : (2 mots)

Christian Brodhag, victimes.

Total : 10 personnes interrogées : 95 mots

Annexe n° 26 : Classement sémantique des mots utilisés par les chercheurs

Catégorie 1 : Aspects sociaux-culturel (57 mots)

Social, culture, projet de société, développement personnel, enseignement, culture, société, santé, équité, solidarité, lien, diversité culturelle, emploi, aménité, loisir, sport, plaisir, sourire, respect, qualité de vie, effort, prise en compte des besoins, éducation, vulgarisation, durabilité sociale, accès au plus grand nombre, altruisme, collaboration, responsabilisation, coopération, éthique, altruisme, partage, comportement citoyen, consensus social, connaissances, apprentissage, approche sociétale, réduction de la pauvreté, accès au patrimoine, richesses immatérielles satisfaction des besoins de tous, convivialité, amour de l'autre, mépris de l'autre, inéquité de la répartition des revenus, relations humaines, vivable, valeurs, solidarité, lutte contre la pauvreté, équitable, inégalité nord/sud, patrimoine, culturel, évaluation de la qualité de vie, pauvreté.

Catégorie 2 : Aspects environnementaux (56 mots)

Environnement, impacts, faune, flore, ressources, eau, matières 1eres, pollutions, énergies, nature, préservation, protection, diversité, perturbation, équilibre, exploitations, abus, air pur, animaux, plantes, appauvrissement, antigaspillage, inconnu, péril, besoin d'un maximum de ressources, gènes, protection et gestions des ressources, exploitation raisonnée et adaptée, préservation de l'environnement, Terre, maîtrise et respect de l'environnement, respect de la nature, gaspillage, recyclage, économie des ressources, paysage, sol, biodiversité, milieux, menaces environnementales globales, naturel, artificiel, pollutions locales, nuisances, artificiel, lutte contre la déforestation, écolabels, lutte contre la dégradation des écosystèmes, diminution des pollution de l'eau de l'air., agriculture, changements climatiques, limites, contraintes, système écologique, contraintes environnementales, biosphère.

Catégorie 3 : Aspects économiques, sciences et techniques (58 mots)

Technologies propres, développement industriel, gain, croissance, système, modèle, critères de développement, projet, microéconomie, macroéconomie, maîtrise, économie, projet industriel, développement, amélioration, contrôle des activités, prise en compte des impacts, adéquation des impacts et besoins, amélioration continue avec retour, économique, innovation, progrès, rentabilité, développement scientifique et technique, procédés, commerce équitable, partage des richesses, consommation, désirs, avidité, pauvres, riches, Hygiène-Qualité-Environnement, système de management environnemental, achats durable, consom'acteur, investissement socialement responsable, innovation, science, technologie, service, produit, outils, méthodes, scénarios, outils de production des biens, activités, moyens, condition limite, quantification, évaluation, technologie, management, coût, rentabilité, investissement, taxe, recherche.

Catégorie 4 : Approches procédurales et politiques (29 mots)

Gouvernance, politiques, administration, participation, enquêtes publiques, démocratie, conflit d'intérêt, arbitrage, décision, collective, rapport Brundtland, conférence, Rio, Johannesburg, conventions, Agenda 21, image de marque, perte des véritables enjeux, plan d'action éthique, législation, cadre de loi, normes, prise de décision concertée, PNUE, PNUD, responsabilité, partenariat public-privé, négociation, pouvoir.

Catégorie 5 : Approches multidimensionnelles du concept (complexité, relations temporelles, dimensions spatiales), informations (60 mots)

Evolution à long terme, principes, développement, précaution, prévention, global, local, système d'information, indicateurs, enjeux, durabilité, temps, acceptabilité du risque, principe de solidarité, information, principe de précaution, problématique, prise de conscience, plan d'action, passé, présent, futur, danger, que restera-t-il ?, risques, réflexion, interrogations, génération futures, concept, approche globale des problème, pérennité des activités humaines, rupture, changements, pluridisciplinarité, avenir, richesse, difficultés, diversité, pérennité, avenir de l'humanité, transparence, viabilité, aide au développement, durée, mondialisation, information imparfaite, court terme, long terme, international, 21ieme siècle, avenir, pollueur-payeur, réseaux, opportunités, gagnant-gagnant, dialogue, système d'informations, globalité, Nord/sud, territoire,

Catégorie 6 : Acteurs (16 mots)

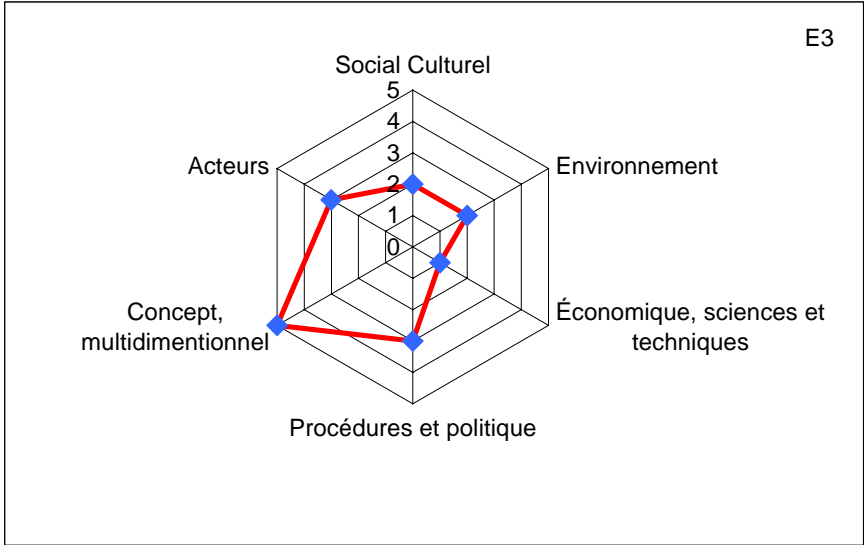
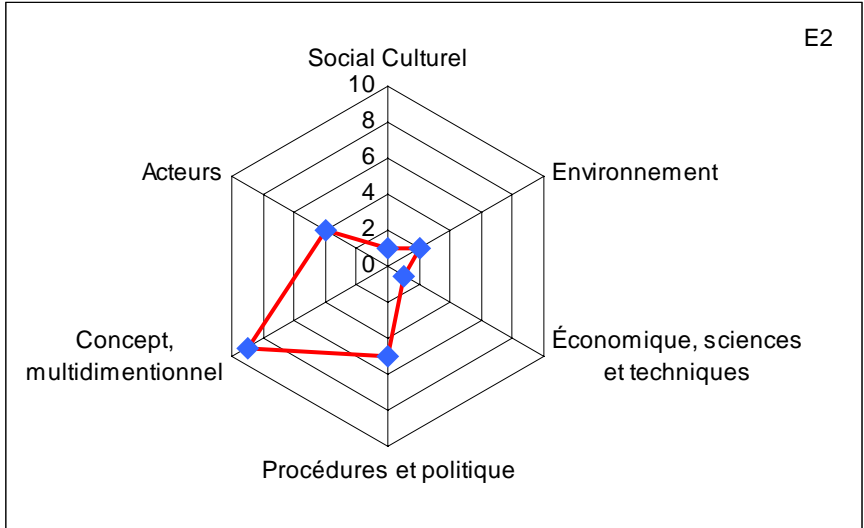
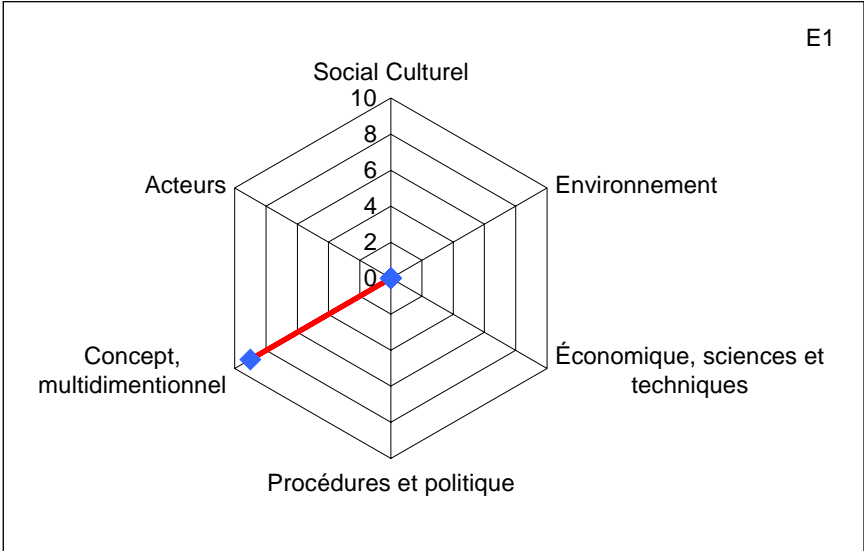
Acteurs, parties intéressées, collectivités locales, enfants, nous aussi, implications de tous, entreprise, Hommes, tous concernées, Etats, ONG, citoyen, collectivités, institutions, experts, industries,

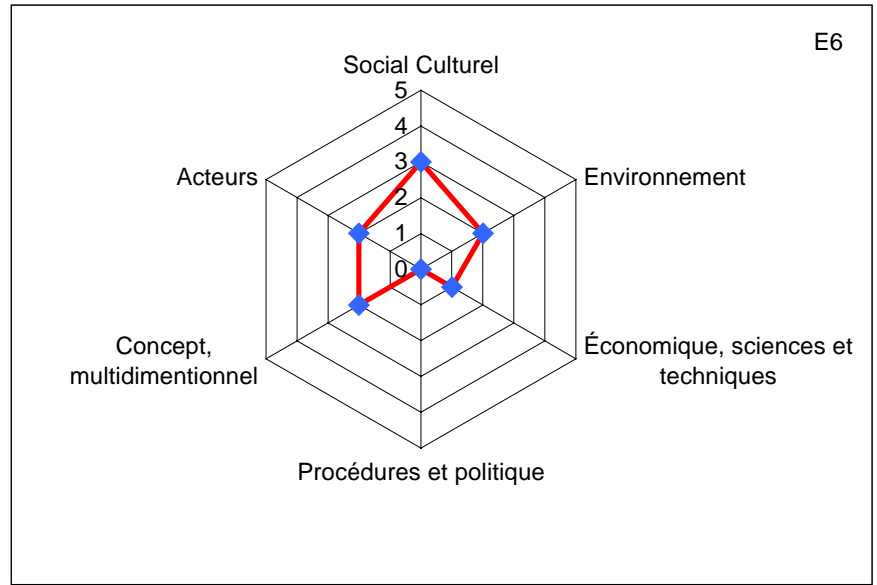
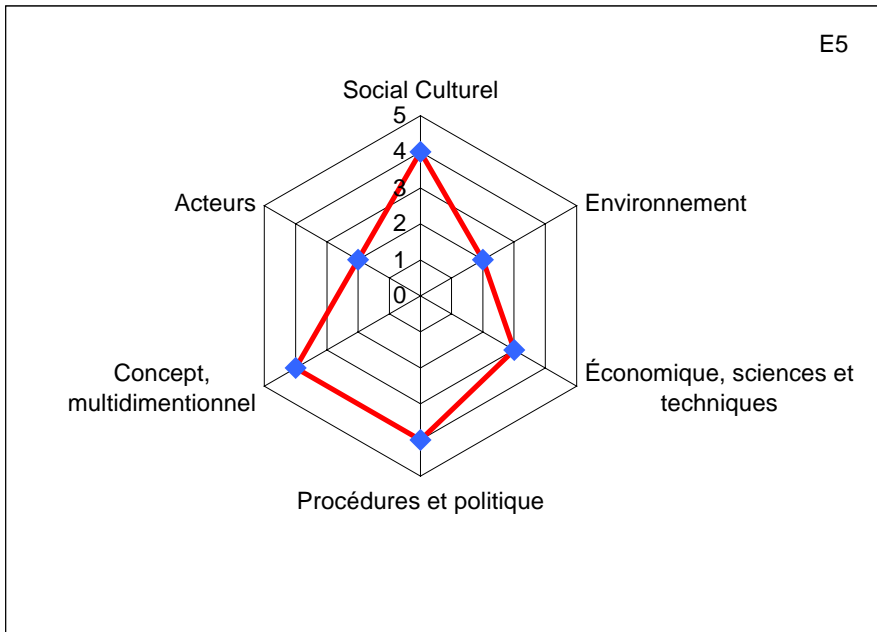
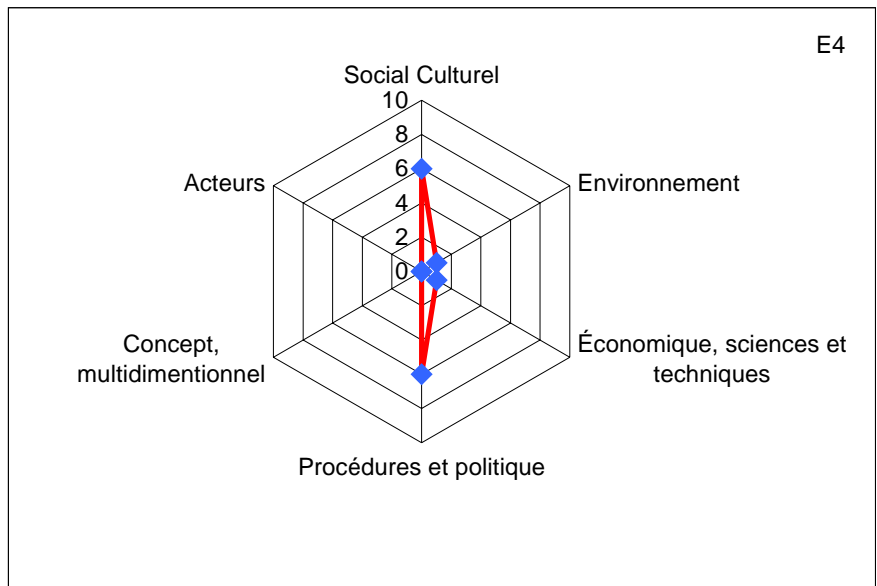
Non classés : (7 mots)

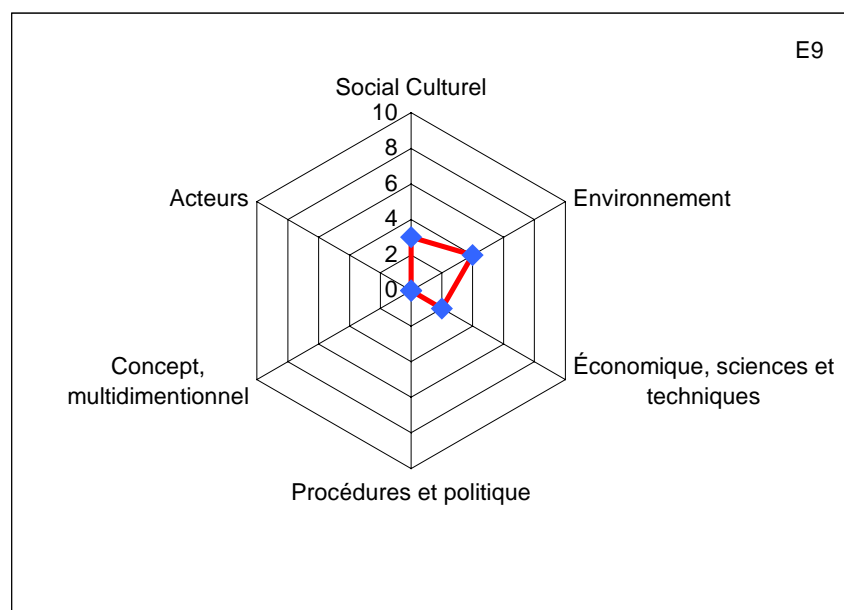
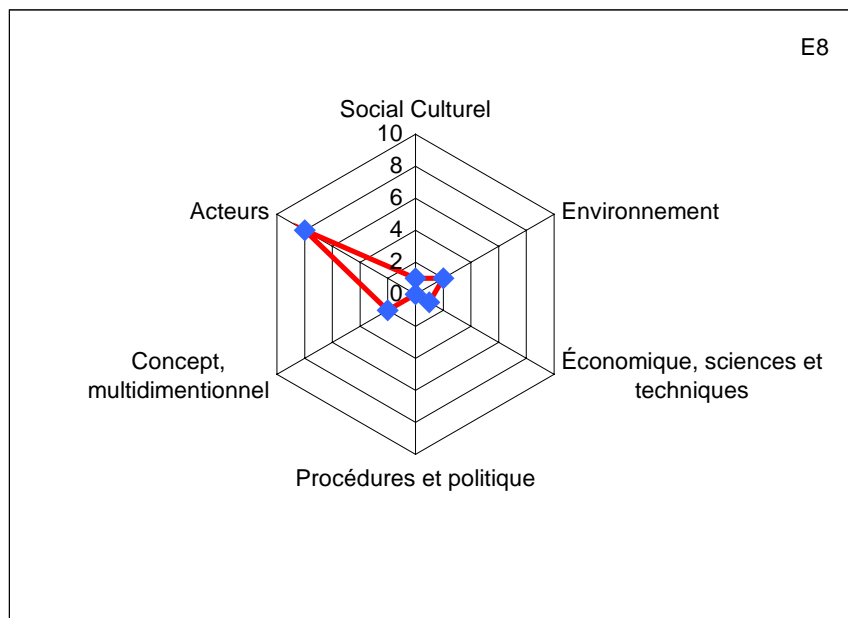
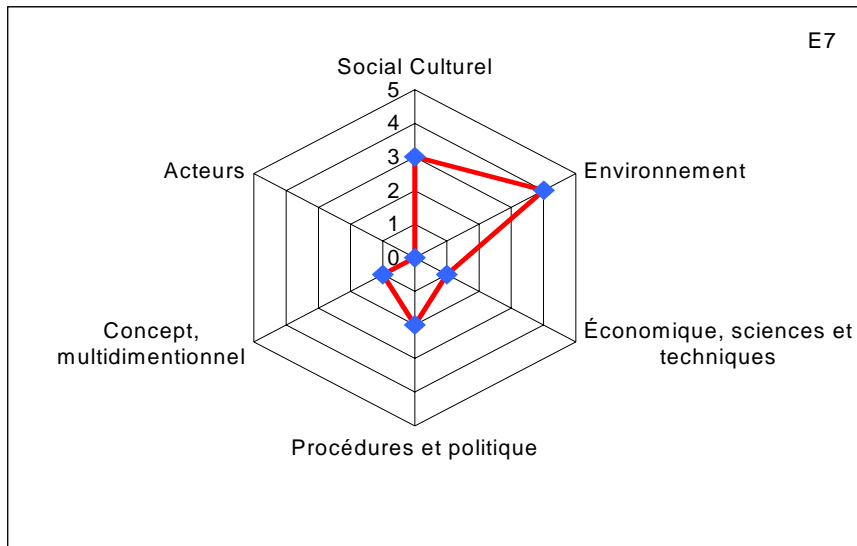
Volonté, modifications finalement mineures, sagesse, bon sens, pratiques, sens de la vie, influence,

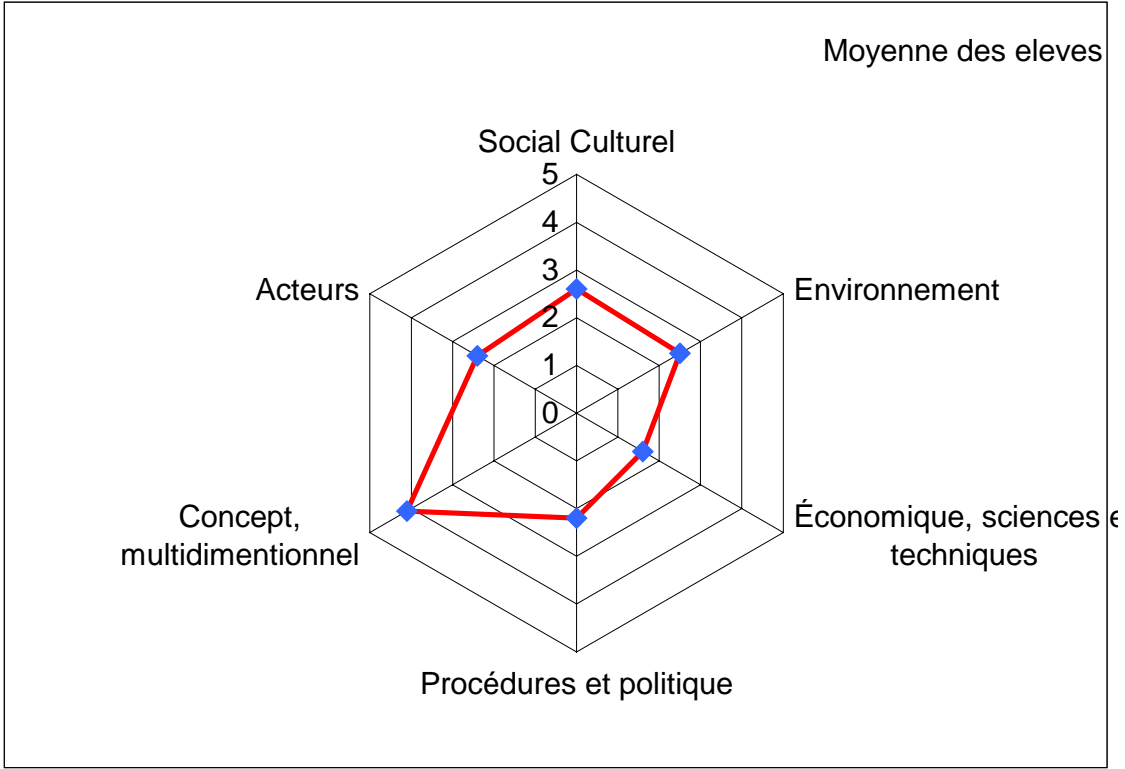
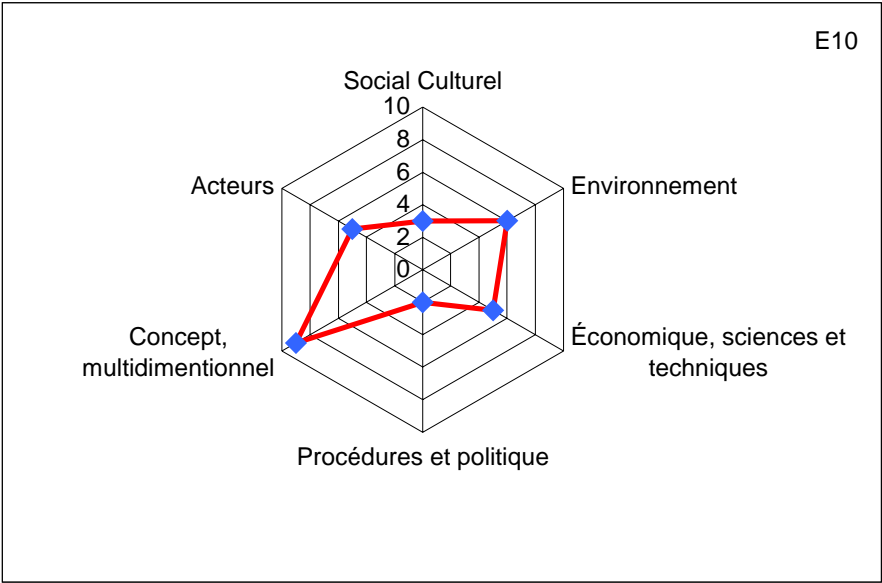
Total : 17 personnes interrogées : 283 mots

Annexe n° 27 : Représentation schématique des cartes cognitives des élèves

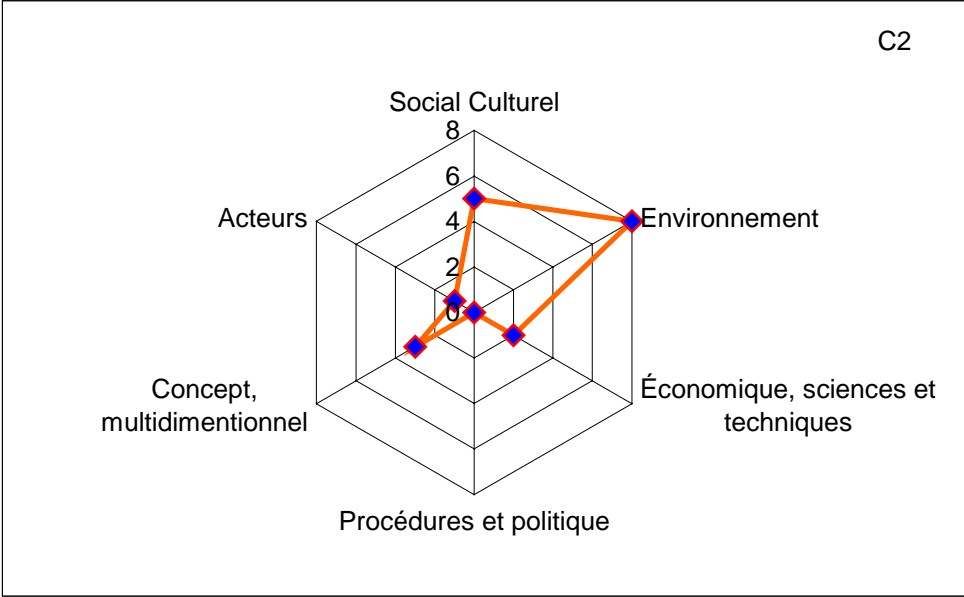
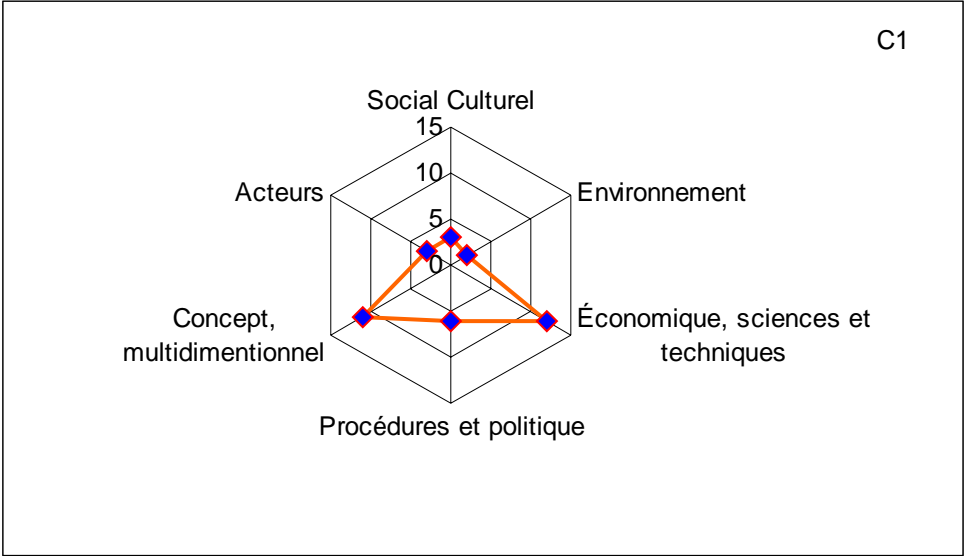




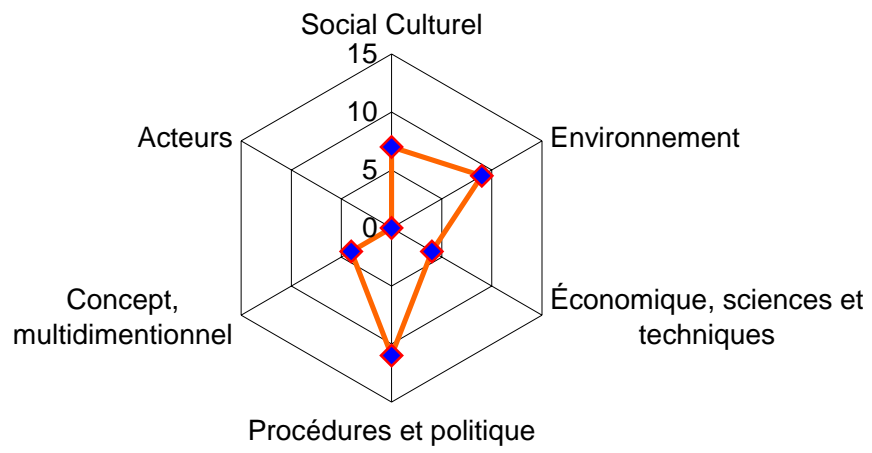




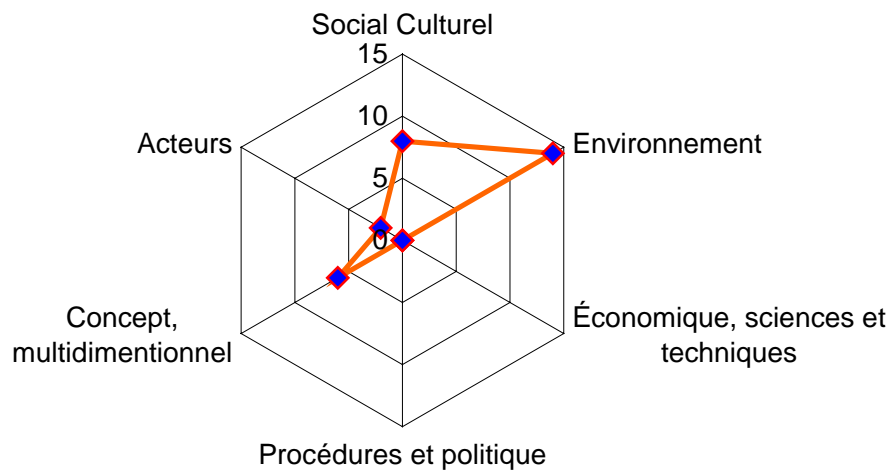
Annexe n° 28 : Représentation schématique des cartes cognitives des chercheurs



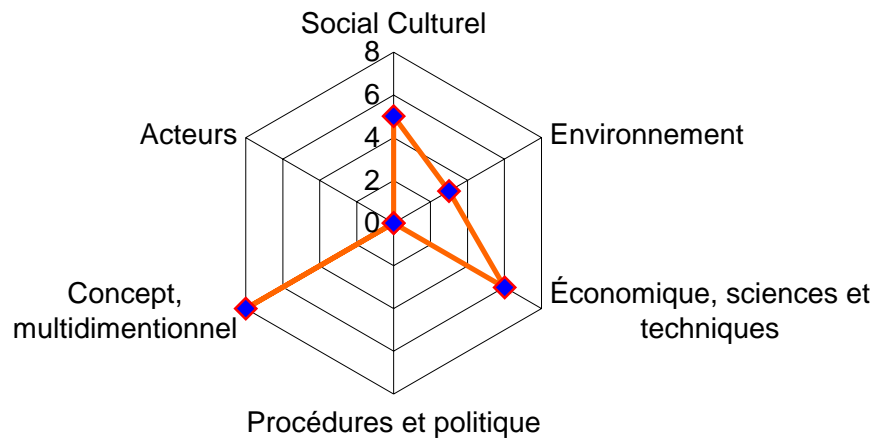
C3



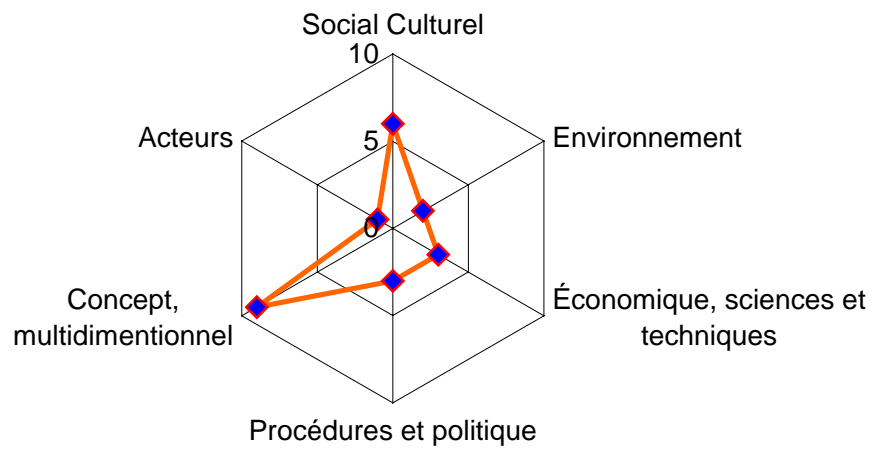
C4



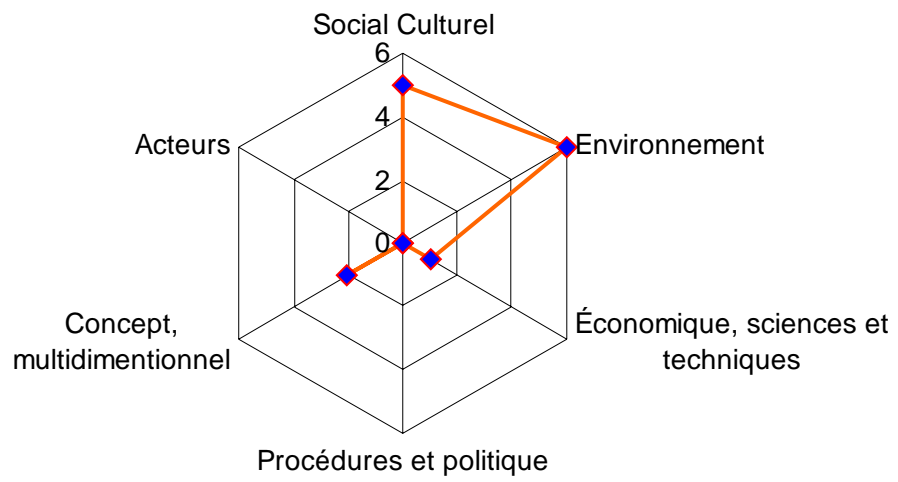
C5



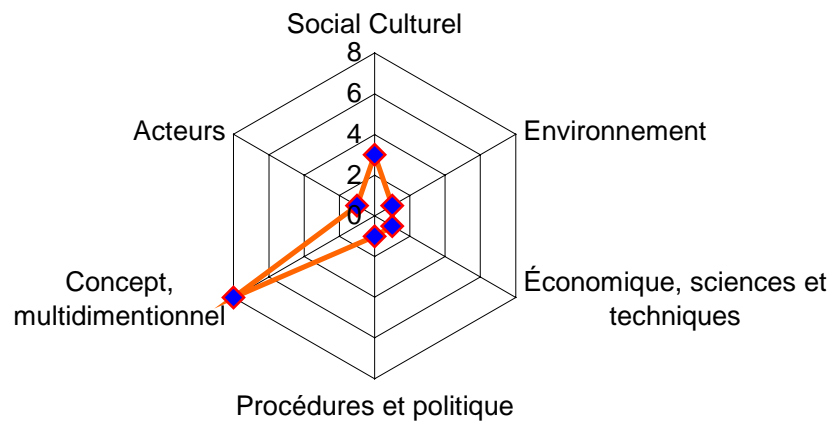
C6



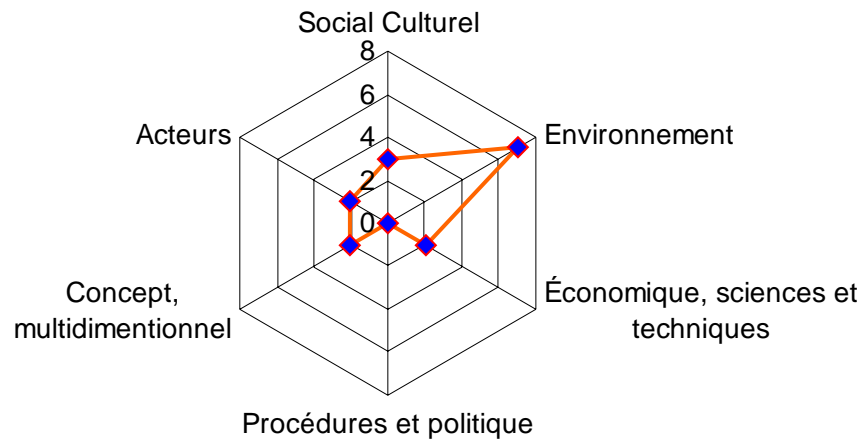
C7



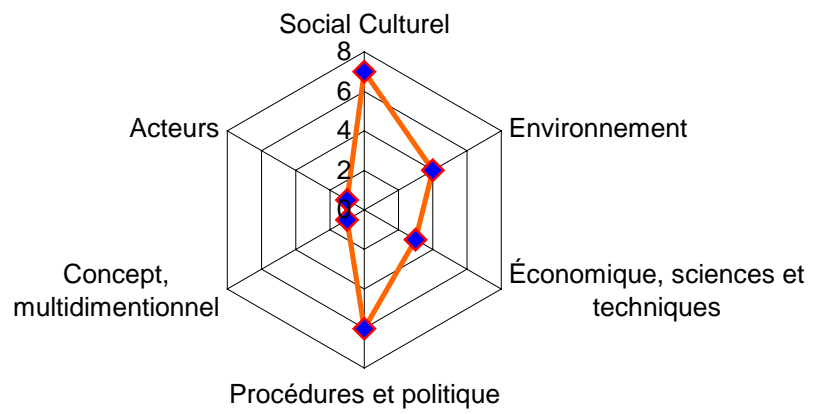
C8



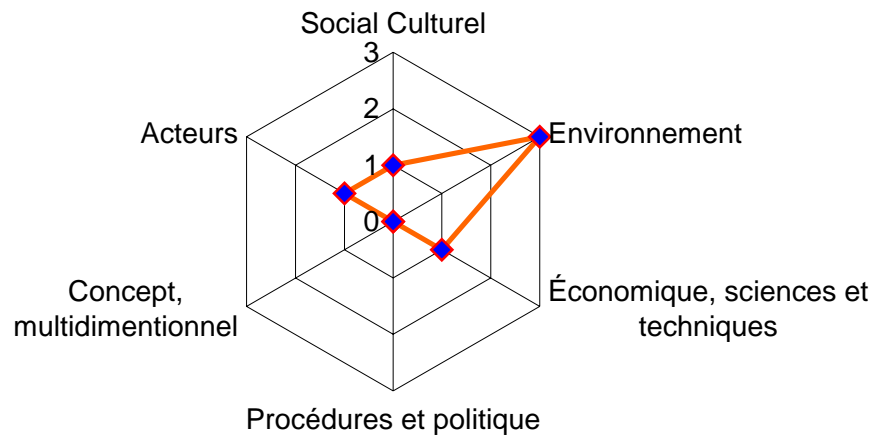
C9



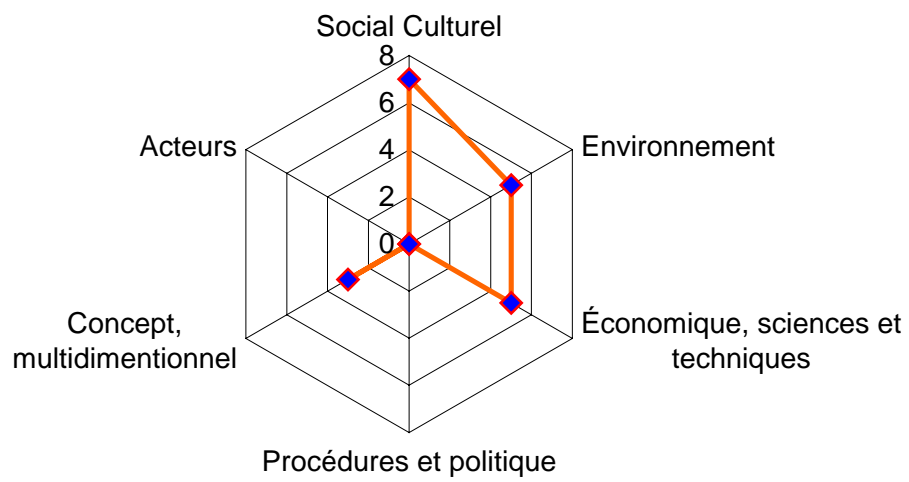
C10



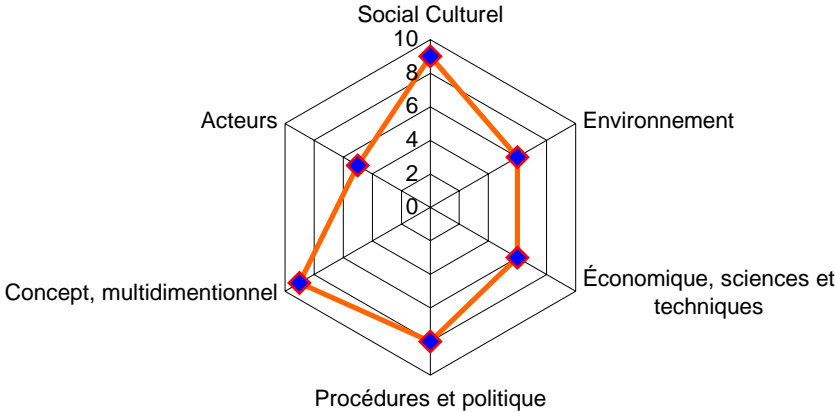
C11



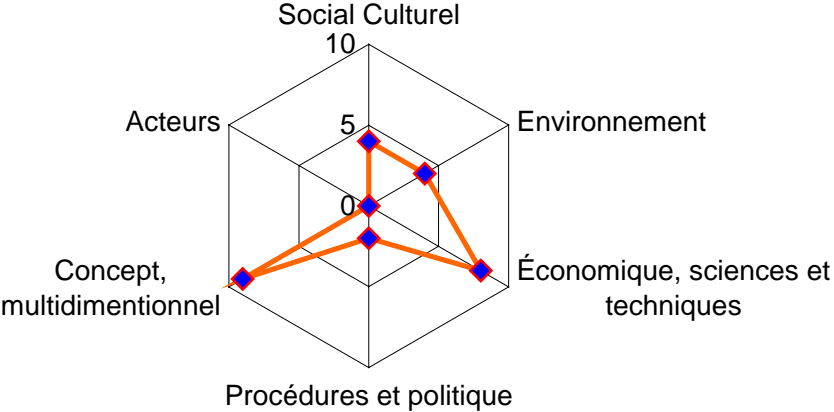
C12



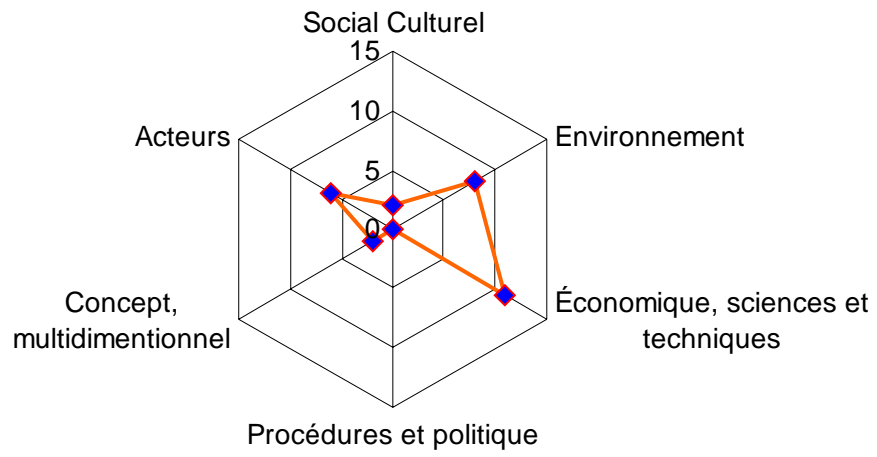
C13



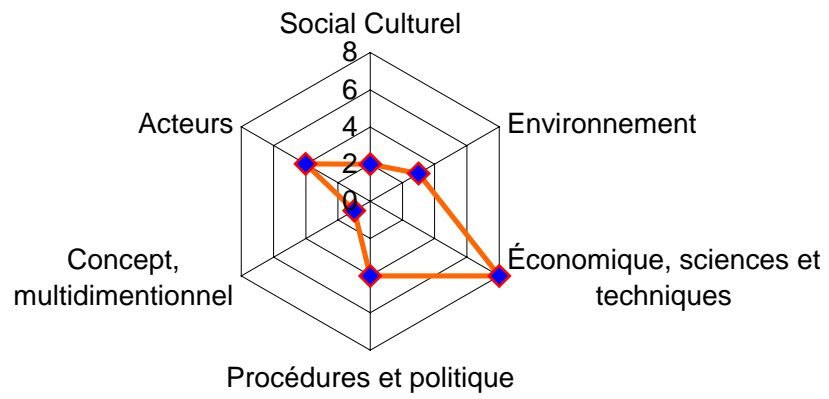
C14



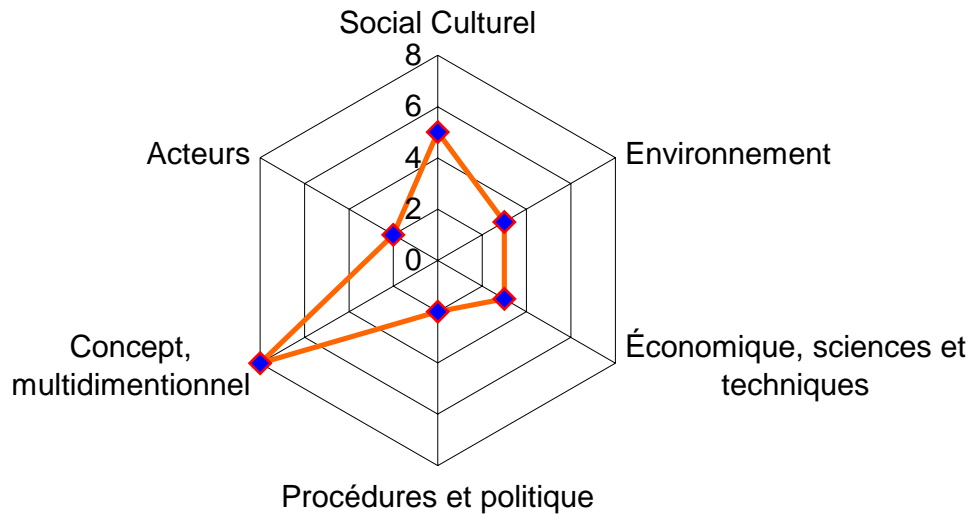
C15



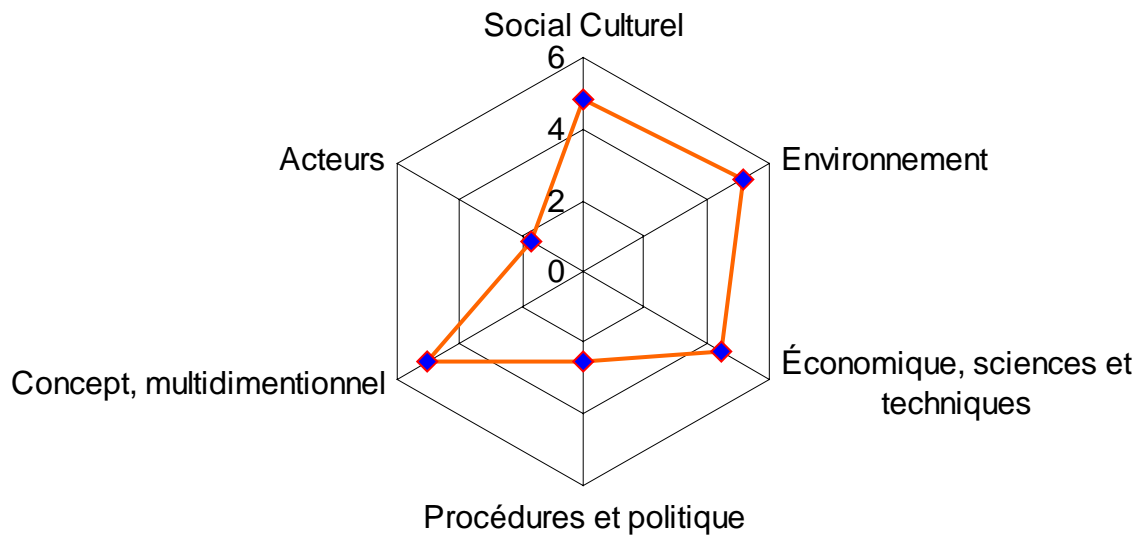
C16



C17



Moyenne des chercheurs



Annexe n° 29 : Récapitulatif de l'analyse des cartes cognitives réalisées par les élèves de l'ENTE avant leur formation sur le développement durable

| Elèves | Social Culturel | Environnement | Économique, sciences et techniques | Procédures et politique | Concept, multidimensionnel | Acteurs | Non classés | total |
|--------|-----------------|---------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------|-------------|-------|
| N° 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 8 | 0 | 0 | 12 |
| N° 2 | 0 | 10 | 5 | 0 | 2 | 0 | 0 | 17 |
| N° 3 | 0 | 8 | 0 | 3 | 8 | 4 | 1 | 24 |
| N° 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 9 |
| N° 5 | 1 | 9 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 14 |
| N° 6 | 1 | 5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 8 |
| N° 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 8 | 1 | 5 | 3 | 2 | 2 | 3 | 0 | 16 |
| N° 9 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| N° 10 | 1 | 5 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 11 |
| N° 11 | 1 | 6 | 3 | 2 | 3 | 0 | 0 | 15 |
| N° 12 | 1 | 10 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 15 |
| N° 13 | 1 | 5 | 5 | 0 | 3 | 0 | 0 | 14 |
| N° 14 | 0 | 8 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 14 |
| N° 15 | 0 | 3 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 9 |
| N° 16 | 2 | 6 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 11 |
| N° 17 | 0 | 8 | 6 | 0 | 3 | 0 | 0 | 17 |
| N° 18 | 0 | 8 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 13 |
| N° 19 | 0 | 4 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 8 |
| N° 20 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| N° 21 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 |
| N° 22 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 | 6 |
| N° 23 | 4 | 9 | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 19 |
| N° 24 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| N° 25 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| N° 26 | 2 | 14 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 20 |
| N° 27 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| N° 28 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 |
| N° 29 | 1 | 6 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 13 |
| N° 30 | 2 | 12 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 17 |
| N° 31 | 1 | 7 | 2 | 0 | 2 | 8 | 0 | 20 |
| N° 32 | 2 | 2 | 3 | 0 | 0 | 2 | 1 | 10 |
| N° 33 | 0 | 2 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 7 |
| N° 34 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 |

| Elèves | Social Culturel | Environnement | Économique, sciences et techniques | Procédures et politique | Concept, multidimensionnel | Acteurs | Non classés | total |
|-----------------|-----------------|---------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------|-------------|-------|
| N° 35 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 8 |
| N° 36 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 6 |
| N° 37 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 6 |
| N° 38 | 0 | 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 |
| N° 39 | 1 | 4 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 8 |
| N° 40 | 1 | 7 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 11 |
| N° 41 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 10 |
| N° 42 | 0 | 4 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 9 |
| N° 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| N° 45 | 0 | 2 | 1 | 3 | 5 | 0 | 0 | 11 |
| N° 46 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 6 |
| N° 47 | 0 | 3 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| N° 48 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| N° 49 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 |
| N° 50 | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| N° 51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 53 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 |
| N° 54 | 0 | 3 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 | 8 |
| N° 55 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| N° 56 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| N° 57 | 1 | 10 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 12 |
| N° 58 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| N° 59 | 1 | 4 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 11 |
| N° 60 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| N° 61 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 |
| moyenne | 0,67 | 3,97 | 1,64 | 0,46 | 1,48 | 0,43 | 0,07 | |
| variance | 0,72 | 10,70 | 2,53 | 0,79 | 2,62 | 1,52 | 0,06 | |
| ecartype | 0,85 | 3,27 | 1,59 | 0,89 | 1,62 | 1,23 | 0,25 | |

Annexe n° 30 : Récapitulatif de l'analyse des cartes cognitives réalisées par les élèves de l'ENTE après leur formation sur le développement durable

| Elèves | Social Culturel | Environnement | Économique, sciences et techniques | Procédures et politique | Concept, multidimensionnel | Acteurs | Non classés | total |
|--------|-----------------|---------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------|-------------|-------|
| N° 1 | 3 | 12 | 5 | 2 | 5 | 0 | 0 | 27 |
| N° 2 | 7 | 3 | 5 | 0 | 6 | 0 | 0 | 21 |
| N° 3 | 3 | 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 14 |
| N° 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 5 | 0 | 1 | 12 |
| N° 5 | 2 | 4 | 3 | 1 | 6 | 0 | 3 | 19 |
| N° 6 | 6 | 11 | 9 | 0 | 6 | 0 | 0 | 32 |
| N° 7 | 3 | 2 | 4 | 1 | 4 | 0 | 0 | 14 |
| N° 8 | 9 | 8 | 3 | 0 | 5 | 2 | 0 | 27 |
| N° 9 | 1 | 9 | 10 | 2 | 7 | 0 | 0 | 29 |
| N° 10 | 11 | 6 | 3 | 3 | 0 | 6 | 0 | 29 |
| N° 11 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 |
| N° 12 | 8 | 12 | 10 | 0 | 3 | 1 | 0 | 34 |
| N° 13 | 7 | 9 | 3 | 1 | 6 | 1 | 0 | 27 |
| N° 14 | 3 | 5 | 2 | 3 | 2 | 4 | 0 | 19 |
| N° 15 | 2 | 2 | 1 | 4 | 7 | 0 | 1 | 17 |
| N° 16 | 3 | 2 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 10 |
| N° 17 | 2 | 8 | 6 | 2 | 3 | 1 | 0 | 22 |
| N° 18 | 3 | 5 | 6 | 6 | 9 | 5 | 0 | 34 |
| N° 19 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 2 | 0 | 14 |
| N° 20 | 6 | 5 | 6 | 0 | 6 | 0 | 0 | 23 |
| N° 21 | 5 | 8 | 3 | 0 | 3 | 1 | 0 | 20 |
| N° 22 | 0 | 2 | 1 | 0 | 7 | 0 | 0 | 10 |
| N° 23 | 4 | 6 | 3 | 1 | 10 | 8 | 0 | 32 |
| N° 24 | 1 | 3 | 4 | 1 | 3 | 0 | 0 | 12 |
| N° 25 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 16 |
| N° 26 | 1 | 2 | 7 | 5 | 3 | 4 | 0 | 22 |
| N° 27 | 8 | 12 | 10 | 0 | 2 | 0 | 0 | 32 |
| N° 28 | 3 | 3 | 2 | 1 | 5 | 8 | 0 | 22 |
| N° 29 | 2 | 5 | 5 | 4 | 1 | 2 | 4 | 23 |
| N° 30 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 0 | 21 |
| N° 31 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 0 | 18 |
| N° 32 | 2 | 3 | 3 | 0 | 8 | 4 | 1 | 21 |

| Elèves | Social Culturel | Environnement | Économique, sciences et techniques | Procédures et politique | Concept, multidimensionnel | Acteurs | Non classés | total |
|-----------------|-----------------|---------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------|-------------|-------|
| N° 33 | 2 | 8 | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 18 |
| N° 34 | 0 | 7 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 11 |
| N° 35 | 0 | 4 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 8 |
| N° 36 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| N° 37 | 3 | 3 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 11 |
| N° 38 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 0 | 1 | 12 |
| N° 39 | 3 | 3 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 10 |
| N° 40 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 5 |
| N° 41 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 |
| N° 42 | 2 | 2 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 9 |
| N° 43 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 0 | 0 | 9 |
| N° 44 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 7 |
| N° 45 | 6 | 6 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| N° 46 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 0 | 14 |
| N° 47 | 1 | 1 | 2 | 5 | 1 | 5 | 0 | 15 |
| N° 48 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0 | 2 | 10 |
| N° 49 | 0 | 1 | 2 | 0 | 8 | 0 | 0 | 11 |
| N° 50 | 2 | 2 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 8 |
| N° 51 | 0 | 1 | 2 | 4 | 1 | 0 | 0 | 8 |
| N° 52 | 1 | 1 | 6 | 2 | 2 | 0 | 1 | 13 |
| N° 53 | 2 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 8 |
| N° 54 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 9 |
| N° 55 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 6 |
| N° 56 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 8 |
| N° 57 | 5 | 5 | 5 | 1 | 0 | 2 | 0 | 18 |
| N° 58 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 0 | 0 | 9 |
| N° 59 | 5 | 4 | 2 | 0 | 5 | 6 | 0 | 22 |
| N° 60 | 4 | 5 | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 17 |
| N° 61 | 5 | 2 | 1 | 6 | 7 | 1 | 0 | 22 |
| moyenne | 2,98 | 3,97 | 3,28 | 1,39 | 3,39 | 1,21 | 0,26 | |
| variance | 5,52 | 9,50 | 5,34 | 2,58 | 5,81 | 4,24 | 0,53 | |
| ecartype | 2,35 | 3,08 | 2,31 | 1,60 | 2,41 | 2,06 | 0,73 | |

Annexe n° 31 : Récapitulatif de l'analyse systémique des cartes cognitives réalisées par les élèves de l'ENTE avant leur formation sur le développement durable

| Richesse systémique | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------|---|-------|
| Elèves | Nb de lien inter catégories | Quotient : | Nb de configuration | | |
| | | <u>Nb de cat</u> | T | C | Total |
| | | Nb liens inter cat | | | |
| N° 1 | 6 | 1 | 3 | 0 | 3 |
| N° 2 | 7 | 0,86 | 2 | 0 | 2 |
| N° 3 | 5 | 1,2 | 3 | 1 | 4 |
| N° 4 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| N° 5 | 3 | 2 | 2 | 3 | 5 |
| N° 6 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 8 | 5 | 1,2 | 1 | 1 | 2 |
| N° 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 10 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| N° 11 | 4 | 1,5 | 0 | 0 | 0 |
| N° 12 | 4 | 1,5 | 3 | 1 | 4 |
| N° 13 | 4 | 1,5 | 0 | 0 | 0 |
| N° 14 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| N° 15 | 1 | 6 | 0 | 2 | 2 |
| N° 16 | 4 | 1,5 | 1 | 2 | 3 |
| N° 17 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 |
| N° 18 | 5 | 1,2 | 2 | 0 | 2 |
| N° 19 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| N° 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 23 | 2 | 3 | 2 | 0 | 2 |
| N° 24 | 2 | 3 | 0 | 3 | 3 |
| N° 25 | 1 | 6 | 0 | 1 | 1 |
| N° 26 | 7 | 0,86 | 2 | 6 | 8 |
| N° 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 28 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 |

| Elèves | Nb de lien inter catégories | Quotient : $\frac{\text{Nb de cat}}{\text{Nb liens inter cat}}$ | Nb de configuration | | |
|------------|-----------------------------|--|---------------------|-----|-------|
| | | | T | C | Total |
| N° 29 | 5 | 1,2 | 1 | 2 | 3 |
| N° 30 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| N° 31 | 4 | 1,5 | 3 | 0 | 3 |
| N° 32 | 3 | 2 | 0 | 1 | 1 |
| N° 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 35 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| N° 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 39 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| N° 40 | 4 | 1,5 | 0 | 4 | 4 |
| N° 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 42 | 2 | 3 | 0 | 4 | 4 |
| N° 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 53 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 54 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| N° 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 57 | 5 | 1,2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 58 | 3 | 2 | 0 | 5 | 5 |
| N° 59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 60 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 |
| N° 61 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| Moyenne | 1,7 | 1,7 | 0,5 | 0,6 | 1,1 |
| Ecart type | 2,0 | 2,1 | 0,9 | 1,3 | 1,7 |

Annexe n° 32 : Récapitulatif de l'analyse systémique des cartes cognitives réalisées par les élèves de l'ENTE après leur formation sur le développement durable

| Richesse systémique | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------|---|-------|
| Elèves | Nb de lien inter catégories | Quotient : | Nb de configuration | | |
| | | <u>Nb de cat</u> | T | C | Total |
| | | Nb liens inter cat | | | |
| N° 1 | 7 | 0,86 | 1 | 1 | 9 |
| N° 2 | 7 | 0,86 | 2 | 0 | 9 |
| N° 3 | 17 | 0,35 | 2 | 6 | 25 |
| N° 4 | 2 | 3,00 | 0 | 0 | 2 |
| N° 5 | 7 | 0,86 | 3 | 4 | 14 |
| N° 6 | 5 | 1,20 | 0 | 0 | 5 |
| N° 7 | 4 | 1,50 | 1 | 0 | 5 |
| N° 8 | 10 | 0,60 | 1 | 2 | 13 |
| N° 9 | 2 | 3,00 | 0 | 0 | 2 |
| N° 10 | 6 | 1,00 | 1 | 0 | 7 |
| N° 11 | 10 | 0,60 | 4 | 0 | 14 |
| N° 12 | 13 | 0,46 | 3 | 1 | 17 |
| N° 13 | 14 | 0,43 | 4 | 7 | 25 |
| N° 14 | 8 | 0,75 | 0 | 1 | 9 |
| N° 15 | 14 | 0,43 | 1 | 2 | 17 |
| N° 16 | 12 | 0,50 | 1 | 6 | 19 |
| N° 17 | 7 | 0,86 | 0 | 0 | 7 |
| N° 18 | 11 | 0,55 | 4 | 1 | 16 |
| N° 19 | 5 | 1,20 | 2 | 0 | 7 |
| N° 20 | 8 | 0,75 | 1 | 4 | 13 |
| N° 21 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0 |
| N° 22 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0 |
| N° 23 | 6 | 1,00 | 5 | 0 | 11 |
| N° 24 | 7 | 0,86 | 3 | 0 | 10 |
| N° 25 | 13 | 0,46 | 1 | 4 | 18 |
| N° 26 | 11 | 0,55 | 3 | 5 | 19 |
| N° 27 | 11 | 0,55 | 2 | 0 | 13 |
| N° 28 | 5 | 1,20 | 0 | 3 | 8 |

| Elèves | Nb de lien inter catégories | Quotient : Nb de cat Nb liens inter cat | Nb de configuration | | |
|------------|-----------------------------|---|---------------------|-----|-------|
| | | | T | C | Total |
| N° 29 | 19 | 0,32 | 3 | 10 | 32 |
| N° 30 | 11 | 0,55 | 4 | 0 | 15 |
| N° 31 | 12 | 0,50 | 1 | 0 | 13 |
| N° 32 | 4 | 1,50 | 0 | 0 | 4 |
| N° 33 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0 |
| N° 34 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0 |
| N° 35 | 1 | 6,00 | 0 | 0 | 1 |
| N° 36 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0 |
| N° 37 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0 |
| N° 38 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0 |
| N° 39 | 1 | 6,00 | 0 | 0 | 1 |
| N° 40 | 4 | 1,50 | 0 | 4 | 8 |
| N° 41 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0 |
| N° 42 | 2 | 3,00 | 0 | 4 | 6 |
| N° 43 | 15 | 0,40 | 2 | 9 | 26 |
| N° 44 | 4 | 1,50 | 0 | 6 | 10 |
| N° 45 | 4 | 1,50 | 2 | 2 | 8 |
| N° 46 | 7 | 0,86 | 1 | 2 | 10 |
| N° 47 | 1 | 6,00 | 1 | 0 | 2 |
| N° 48 | 4 | 1,50 | 1 | 0 | 5 |
| N° 49 | 0 | 0,00 | 0 | 1 | 1 |
| N° 50 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0 |
| N° 51 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0 |
| N° 52 | 6 | 1,00 | 0 | 9 | 15 |
| N° 53 | 2 | 3,00 | 0 | 0 | 2 |
| N° 54 | 2 | 3,00 | 0 | 0 | 2 |
| N° 55 | 7 | 0,86 | 0 | 5 | 12 |
| N° 56 | 6 | 1,00 | 0 | 4 | 10 |
| N° 57 | 9 | 0,67 | 2 | 6 | 17 |
| N° 58 | 9 | 0,67 | 0 | 4 | 13 |
| N° 59 | 3 | 2,00 | 2 | 2 | 7 |
| N° 60 | 8 | 0,75 | 3 | 4 | 15 |
| N° 61 | 15 | 0,40 | 0 | 4 | 19 |
| Moyenne | 6,2 | 1,1 | 1,1 | 2,0 | 9,3 |
| Ecart type | 5,0 | 1,4 | 1,4 | 2,7 | 7,7 |

Annexe n° 33 : Récapitulatif du nombre moyen de mots utilisés par les élèves avant la formation pour chaque catégorie

| Elèves | Social Culturel | | | Environnement | | | Économique, sciences et techniques | | |
|--------|-----------------|-------|------------|---------------|-------|------------|------------------------------------|-------|------------|
| | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence |
| N° 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | -2 |
| N° 2 | 0 | 0 | 0 | 6 | 10 | -4 | 0 | 5 | -5 |
| N° 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | -7 | 0 | 0 | 0 |
| N° 4 | 0 | 2 | -2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | -1 |
| N° 5 | 0 | 1 | -1 | 3 | 9 | -6 | 0 | 2 | -2 |
| N° 6 | 1 | 1 | 0 | 1 | 5 | -4 | 0 | 1 | -1 |
| N° 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 8 | 1 | 1 | 0 | 1 | 5 | -4 | 0 | 3 | -3 |
| N° 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | -3 | 0 | 0 | 0 |
| N° 10 | 1 | 1 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 3 | -3 |
| N° 11 | 0 | 1 | -1 | 2 | 6 | -4 | 4 | 3 | 1 |
| N° 12 | 0 | 1 | -1 | 1 | 10 | -9 | 1 | 2 | -1 |
| N° 13 | 0 | 1 | -1 | 5 | 5 | 0 | 5 | 5 | 0 |
| N° 14 | 0 | 0 | 0 | 2 | 8 | -6 | 1 | 5 | -4 |
| N° 15 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | -2 | 0 | 4 | -4 |
| N° 16 | 0 | 2 | -2 | 1 | 6 | -5 | 0 | 2 | -2 |
| N° 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | -8 | 0 | 6 | -6 |
| N° 18 | 0 | 0 | 0 | 3 | 8 | -5 | 0 | 4 | -4 |
| N° 19 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | -2 | 1 | 2 | -1 |
| N° 20 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | -1 | 5 | 0 | 5 |
| N° 21 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 22 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | -1 |
| N° 23 | 0 | 4 | -4 | 2 | 9 | -7 | 1 | 4 | -3 |
| N° 24 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | -1 | 1 | 3 | -2 |
| N° 25 | 0 | 2 | -2 | 0 | 3 | -3 | 3 | 1 | 2 |
| N° 26 | 0 | 2 | -2 | 0 | 14 | -14 | 1 | 1 | 0 |
| N° 27 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 28 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| N° 29 | 0 | 1 | -1 | 2 | 6 | -4 | 1 | 5 | -4 |
| N° 30 | 0 | 2 | -2 | 0 | 12 | -12 | 0 | 1 | -1 |
| N° 31 | 1 | 1 | 0 | 1 | 7 | -6 | 0 | 2 | -2 |
| N° 32 | 0 | 2 | -2 | 1 | 2 | -1 | 5 | 3 | 2 |

| Elèves | Social Culturel | | | Environnement | | | Économique, sciences et techniques | | |
|-------------------|-----------------|-------|------------|---------------|-------|------------|------------------------------------|-------|------------|
| | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence |
| N° 33 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | -2 | 2 | 1 | 1 |
| N° 36 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | -1 | 1 | 1 | 0 |
| N° 37 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | -2 | 1 | 1 | 0 |
| N° 38 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | -2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| N° 40 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 3 | -1 |
| N° 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 43 | 2 | 0 | 2 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| N° 44 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 4 | 0 | 4 |
| N° 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 46 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | -2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 47 | 0 | 1 | -1 | 1 | 10 | -9 | 2 | 0 | 2 |
| N° 48 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| N° 49 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | -3 | 1 | 1 | 0 |
| N° 50 | 0 | 2 | -2 | 1 | 2 | -1 | 3 | 2 | 1 |
| N° 51 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | -1 | 2 | 0 | 2 |
| moyenne | 0,25 | 0,67 | -0,41 | 1,49 | 4,10 | -2,61 | 1,02 | 1,65 | -0,63 |
| variance | 0,27 | 0,79 | 0,93 | 2,05 | 12,21 | 12,64 | 2,14 | 2,91 | 4,40 |
| Ecart type | 0,52 | 0,89 | 0,96 | 1,43 | 3,49 | 3,56 | 1,46 | 1,71 | 2,10 |

| Elèves | Procédures et politique | | | Concept, multidimensionnel | | | Acteurs | | |
|--------|-------------------------|-------|------------|----------------------------|-------|------------|------------|-------|------------|
| | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence |
| N° 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 8 | -6 | 0 | 0 | 0 |
| N° 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 3 | 0 | 3 | -3 | 1 | 8 | -7 | 0 | 4 | -4 |
| N° 4 | 0 | 1 | -1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | -1 |
| N° 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | -1 | 1 | 0 | 1 |
| N° 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| N° 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 8 | 0 | 2 | -2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 3 | -3 |
| N° 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 10 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 2 | 0 | 1 | -1 |
| N° 11 | 0 | 2 | -2 | 1 | 3 | -2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 12 | 0 | 1 | -1 | 0 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| N° 13 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 14 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 15 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| N° 16 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| N° 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | -3 | 0 | 0 | 0 |
| N° 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 |
| N° 19 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 20 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| N° 21 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| N° 22 | 0 | 1 | -1 | 3 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| N° 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 | 0 | 1 | -1 |
| N° 24 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| N° 25 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 26 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | -1 | 0 | 1 | -1 |
| N° 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| N° 28 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| N° 29 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| N° 30 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| N° 31 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 8 | -7 |
| N° 32 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 |
| N° 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 34 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 35 | 0 | 3 | -2 | 1 | 5 | -4 | 0 | 0 | 0 |
| N° 36 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| N° 37 | 0 | 3 | -3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 38 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | -2 | 0 | 0 | 0 |

| Elèves | Procédures et politique | | | Concept, multidimensionnel | | | Acteurs | | |
|-------------------|-------------------------|-------|------------|----------------------------|-------|------------|------------|-------|------------|
| | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence |
| N° 40 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| N° 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 43 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | -2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 44 | 0 | 3 | -3 | 0 | 1 | -1 | 0 | 1 | -1 |
| N° 45 | 0 | 1 | -1 | 0 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| N° 46 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 47 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| N° 48 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| N° 49 | 0 | 1 | -1 | 1 | 3 | -2 | 0 | 1 | -1 |
| N° 50 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| N° 51 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | -1 |
| moyenne | 0,16 | 0,47 | -0,20 | 1,20 | 1,45 | -0,25 | 0,18 | 0,51 | -0,33 |
| variance | 0,21 | 0,81 | 1,24 | 1,28 | 3,09 | 3,67 | 0,19 | 1,77 | 1,63 |
| Ecart type | 0,46 | 0,90 | 1,11 | 1,13 | 1,76 | 1,92 | 0,43 | 1,33 | 1,28 |

Annexe n° 34 : Récapitulatif du nombre moyen de mots utilisés dans les définitions et les cartes cognitives par les élèves après la formation pour chaque catégorie

| Elèves | Social Culturel | | | Environnement | | | Économique, sciences et techniques | | |
|--------|-----------------|-------|------------|---------------|-------|------------|------------------------------------|-------|------------|
| | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence |
| N° 1 | 3 | 3 | 0 | 4 | 12 | -8 | 1 | 5 | -4 |
| N° 2 | 3 | 7 | -4 | 3 | 3 | 0 | 3 | 5 | -2 |
| N° 3 | 4 | 3 | 1 | 1 | 5 | -4 | 1 | 2 | -1 |
| N° 4 | 1 | 2 | -1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | -1 |
| N° 5 | 2 | 2 | 0 | 1 | 4 | -3 | 2 | 3 | -1 |
| N° 6 | 4 | 6 | -2 | 2 | 11 | -9 | 1 | 9 | -8 |
| N° 7 | 4 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 4 | -1 |
| N° 8 | 6 | 9 | -3 | 1 | 8 | -7 | 1 | 3 | -2 |
| N° 9 | 3 | 1 | 2 | 5 | 9 | -4 | 0 | 10 | -10 |
| N° 10 | 3 | 11 | -8 | 3 | 6 | -3 | 1 | 3 | -2 |
| N° 11 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | -1 |
| N° 12 | 3 | 8 | -5 | 2 | 12 | -10 | 1 | 10 | -9 |
| N° 13 | 4 | 7 | -3 | 3 | 9 | -6 | 1 | 3 | -2 |
| N° 14 | 2 | 3 | -1 | 1 | 5 | -4 | 0 | 2 | -2 |
| N° 15 | 2 | 2 | 0 | 1 | 2 | -1 | 1 | 1 | 0 |
| N° 16 | 1 | 3 | -2 | 1 | 2 | -1 | 2 | 2 | 0 |
| N° 17 | 1 | 2 | -1 | 0 | 8 | -8 | 0 | 6 | -6 |
| N° 18 | 2 | 3 | -1 | 1 | 5 | -4 | 1 | 6 | -5 |
| N° 19 | 2 | 2 | 0 | 5 | 4 | 1 | 2 | 4 | -2 |
| N° 20 | 2 | 6 | -4 | 2 | 5 | -3 | 1 | 6 | -5 |
| N° 21 | 0 | 5 | -5 | 1 | 8 | -7 | 1 | 3 | -2 |
| N° 22 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | -1 |
| N° 23 | 1 | 4 | -3 | 1 | 6 | -5 | 0 | 3 | -3 |
| N° 24 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | -3 | 0 | 4 | -4 |
| N° 25 | 1 | 2 | -1 | 1 | 2 | -1 | 1 | 3 | -2 |
| N° 26 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | -1 | 1 | 7 | -6 |
| N° 27 | 2 | 8 | -6 | 3 | 12 | -9 | 1 | 10 | -9 |
| N° 28 | 1 | 3 | -2 | 1 | 3 | -2 | 1 | 2 | -1 |
| N° 29 | 1 | 2 | -1 | 1 | 5 | -4 | 1 | 5 | -4 |
| N° 30 | 1 | 3 | -2 | 1 | 4 | -3 | 0 | 3 | -3 |
| N° 31 | 1 | 4 | -3 | 2 | 4 | -2 | 1 | 3 | -2 |
| N° 32 | 0 | 2 | -2 | 0 | 3 | -3 | 0 | 3 | -3 |
| N° 33 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| N° 34 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | -1 |
| N° 35 | 2 | 6 | -4 | 0 | 6 | -6 | 1 | 2 | -1 |

| Elèves | Social Culturel | | | Environnement | | | Économique, sciences et techniques | | |
|-------------------|-----------------|-------|------------|---------------|-------|------------|------------------------------------|-------|------------|
| | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence |
| N° 36 | 1 | 3 | -2 | 1 | 2 | -1 | 2 | 3 | -1 |
| N° 37 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 |
| N° 38 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| N° 39 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | -1 |
| N° 40 | 0 | 2 | -2 | 0 | 2 | -2 | 0 | 3 | -3 |
| N° 41 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | -2 |
| N° 42 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 6 | -6 |
| N° 43 | 3 | 2 | 1 | 6 | 3 | 3 | 1 | 0 | 1 |
| N° 44 | 0 | 2 | -2 | 1 | 1 | 0 | 2 | 3 | -1 |
| N° 45 | 1 | 2 | -1 | 0 | 1 | -1 | 0 | 1 | -1 |
| N° 46 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | -2 |
| N° 47 | 1 | 5 | -4 | 2 | 5 | -3 | 1 | 5 | -4 |
| N° 48 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| N° 49 | 2 | 5 | -3 | 1 | 4 | -3 | 1 | 2 | -1 |
| N° 50 | 1 | 4 | -3 | 1 | 5 | -4 | 1 | 4 | -3 |
| N° 51 | 3 | 5 | -2 | 1 | 2 | -1 | 1 | 1 | 0 |
| moyenne | 1,86 | 3,22 | -1,35 | 1,61 | 4,08 | -2,47 | 0,96 | 3,49 | -2,53 |
| variance | 1,64 | 6,05 | 4,79 | 1,72 | 10,31 | 9,57 | 0,56 | 5,89 | 6,53 |
| Ecart type | 1,28 | 2,46 | 2,19 | 1,31 | 3,21 | 3,09 | 0,75 | 2,43 | 2,56 |

| Elèves | Procédures et politique | | | Concept, multidimensionnel | | | Acteurs | | |
|--------|-------------------------|-------|------------|----------------------------|-------|------------|------------|-------|------------|
| | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence |
| N° 1 | 0 | 2 | -2 | 2 | 5 | -3 | 1 | 0 | 1 |
| N° 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 6 | -6 | 1 | 0 | 1 |
| N° 3 | 0 | 1 | -1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| N° 4 | 1 | 1 | 0 | 3 | 5 | -2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 5 | 3 | 1 | 2 | 4 | 6 | -2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | -5 | 1 | 0 | 1 |
| N° 7 | 4 | 1 | 3 | 7 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| N° 8 | 2 | 0 | 2 | 2 | 5 | -3 | 0 | 2 | -2 |
| N° 9 | 0 | 2 | -2 | 2 | 7 | -5 | 0 | 0 | 0 |
| N° 10 | 1 | 3 | -2 | 1 | 0 | 1 | 5 | 6 | -1 |
| N° 11 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 12 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | -2 | 0 | 1 | -1 |
| N° 13 | 1 | 1 | 0 | 5 | 6 | -1 | 2 | 1 | 1 |
| N° 14 | 1 | 3 | -2 | 1 | 2 | -1 | 1 | 4 | -3 |
| N° 15 | 2 | 4 | -2 | 2 | 7 | -5 | 1 | 0 | 1 |
| N° 16 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | -2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 17 | 2 | 2 | 0 | 2 | 3 | -1 | 0 | 1 | -1 |
| N° 18 | 0 | 6 | -6 | 6 | 9 | -3 | 2 | 5 | -3 |
| N° 19 | 0 | 1 | -1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | -2 |
| N° 20 | 1 | 0 | 1 | 1 | 6 | -5 | 1 | 0 | 1 |
| N° 21 | 2 | 0 | 2 | 0 | 3 | -3 | 0 | 1 | -1 |
| N° 22 | 0 | 0 | 0 | 2 | 7 | -5 | 0 | 0 | 0 |
| N° 23 | 0 | 1 | -1 | 1 | 10 | -9 | 0 | 8 | -8 |
| N° 24 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 25 | 1 | 3 | -2 | 1 | 3 | -2 | 2 | 2 | 0 |
| N° 26 | 1 | 5 | -4 | 1 | 3 | -2 | 0 | 4 | -4 |
| N° 27 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 28 | 1 | 1 | 0 | 2 | 5 | -3 | 1 | 8 | -7 |
| N° 29 | 2 | 4 | -2 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| N° 30 | 1 | 3 | -2 | 1 | 4 | -3 | 1 | 4 | -3 |
| N° 31 | 1 | 3 | -2 | 2 | 3 | -1 | 1 | 1 | 0 |
| N° 32 | 1 | 0 | 1 | 3 | 8 | -5 | 4 | 4 | 0 |
| N° 33 | 3 | 1 | 2 | 3 | 5 | -2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 34 | 0 | 1 | -1 | 4 | 2 | 2 | 0 | 1 | -1 |
| N° 35 | 0 | 2 | -2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 36 | 0 | 2 | -2 | 1 | 3 | -2 | 0 | 1 | -1 |
| N° 37 | 0 | 5 | -5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 5 | -5 |
| N° 38 | 0 | 1 | -1 | 2 | 4 | -2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 39 | 0 | 0 | 0 | 2 | 8 | -6 | 0 | 0 | 0 |

| Elèves | Procédures et politique | | | Concept, multidimensionnel | | | Acteurs | | |
|-------------------|-------------------------|-------|------------|----------------------------|-------|------------|------------|-------|------------|
| | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence | Définition | Carte | Différence |
| N° 40 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| N° 41 | 0 | 4 | -4 | 6 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| N° 42 | 0 | 2 | -2 | 5 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| N° 43 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | -2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 44 | 1 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| N° 45 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N° 46 | 0 | 1 | -1 | 4 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| N° 47 | 0 | 1 | -1 | 3 | 0 | 3 | 0 | 2 | -2 |
| N° 48 | 4 | 3 | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | 0 | 2 |
| N° 49 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | -3 | 0 | 6 | -6 |
| N° 50 | 0 | 2 | -2 | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| N° 51 | 3 | 6 | -3 | 4 | 7 | -3 | 2 | 1 | 1 |
| moyenne | 0,84 | 1,59 | -0,75 | 2,37 | 3,73 | -1,35 | 0,63 | 1,43 | -0,80 |
| variance | 1,21 | 2,77 | 3,27 | 2,48 | 6,20 | 8,15 | 1,12 | 4,77 | 4,28 |
| Ecart type | 1,10 | 1,66 | 1,81 | 1,57 | 2,49 | 2,86 | 1,06 | 2,18 | 2,07 |