

Synthèse sur l'insertion du concept de développement durable et de l'écoconception dans le système éducatif français

Catherine PERPIGNAN

ESPE d'Aquitaine - Université de
Bordeaux

160 Avenue de Verdun
Mérignac – France

catherine.perpignan@u-bordeaux.fr

Vincent ROBIN

Laboratoire IMS – Université de
Bordeaux

351 Cours de la Libération
Talence – France

vincent.robin@u-bordeaux.fr

Philippe GIRARD

Laboratoire IMS – Université de
Bordeaux

351 Cours de la Libération
Talence – France

philippe.girard@u-bordeaux.fr

Résumé— *Aujourd'hui, les entreprises se doivent de respecter de plus en plus de lois et de normes environnementales dans le cadre de stratégies de développement dites durables. Ces nouvelles législations ont fait émerger un besoin grandissant de compétences dans le domaine du développement durable. Pour répondre à ce besoin, les enseignements primaires et secondaire mais surtout l'enseignement supérieur devraient proposer des formations adaptées pour que les diplômés soient rapidement opérationnels dans les entreprises. Or, nous remarquons depuis quelques années que les programmes et les cursus universitaires se limitent à une approche de sensibilisation qui ne permet pas d'entrevoir la notion de développement durable dans son ensemble et de façon cohérente. Le développement durable est souvent intégré par « petites touches » aux différentes disciplines dans leurs référentiels respectifs. Ainsi les ingénieurs ou les techniciens diplômés sont souvent des spécialistes dans leur domaine technique mais ne possèdent pas une vision systémique de la durabilité. Cet article interroge l'organisation du système éducatif français du collège à l'université pour préparer les futurs ingénieurs aux enjeux du développement durable et de l'écoconception. Notre objectif est de mettre en avant les forces et les faiblesses de l'intégration du développement durable dans les formations technologiques.*

Mots-clés— *écoconception, curriculum de formation, sciences de l'ingénieur, éducation au développement durable.*

I. INTRODUCTION

Le concept développement durable tel que défini par le rapport Brundtland [1] s'appuyant sur les trois piliers économique, social et environnemental est de plus en plus ancré dans les programmes de formation internationaux et la France n'échappe pas à la règle. Les prochaines générations de citoyens (et d'ingénieurs pour ce qui nous intéresse surtout) se doivent d'être formées dans le cadre du développement durable dans une perspective internationale pour participer à la résolution des problèmes de durabilité à l'échelle à la fois locale, régionale mais aussi mondiale. C'est ainsi que la France et d'autres pays européens ont fait évoluer leurs systèmes éducatifs en vue d'intégrer les concepts de développement

durable. L'EDD apparaît donc, sous une forme ou sous une autre, dans les programmes de l'école primaire à l'université avec pour objectif d'aider les enfants, les adolescents et les étudiants à identifier : les « valeurs durables » et faire des liens entre les connaissances, les comportements et la réalité en matière de développement durable en vue d'améliorer leur pensée complexe avec des visions prospectives et systémiques des problèmes à résoudre.

Il est reconnu que la construction progressive de cette culture du « développement durable » passera par une phase d'éducation, de formation et de sensibilisation en amont des écoles d'ingénieurs et des universités. Pour que nos sociétés s'engagent avec efficacité dans une transition industrielle innovante, nous proposons une analyse des évolutions à mener dès aujourd'hui dans les systèmes éducatifs pour que les futurs ingénieurs ou techniciens soient en capacité, in fine, d'appréhender les concepts du développement durable et ceux d'écoconception et d'éco-innovation.

L'objectif de notre recherche est de mener une réflexion globale sur un continuum de formation allant du collège jusqu'à l'enseignement supérieur en vue de proposer une démarche et des outils pour aider les enseignants et les ingénieurs de formation à construire des modules et des offres de formation qui contribuent à faire acquérir progressivement aux apprenants des compétences en développement durable et en particulier en écoconception. Cette recherche s'inscrit dans la sous-thématique « éducation au développement durable » de l'équipe de recherche Ingénierie de la Conception du laboratoire IMS (Intégration du matériau au système), UMR CNRS 5218 de l'Université de Bordeaux. Cette sous-thématique faisant partie d'une recherche plus globale relative au pilotage de la performance d'un développement territorial durable (conduite de 3 piliers interagissant et contribuant à un développement territorial durable : 1. Education au DD, 2. Evolution durable des entreprises – RSE, 3. Gouvernance territoriale – politiques publiques durables).

La première étape pour atteindre notre objectif de recherche est de faire un état des lieux sur la situation actuelle de l'éducation au développement durable en France et en particulier dans l'enseignement technologique. Nous allons donc dans cet article nous focaliser sur la description et la mise en perspective des éléments programmatiques et des démarches d'apprentissage relatives en EDD et en écoconception tout au long du cursus de formation des élèves. Ainsi, dans les deux sections suivantes de l'article, nous définirons les enjeux de l'éducation au développement durable pour ensuite mettre plus précisément l'accent sur leur traduction dans les programmes de l'école primaire et de l'enseignement secondaire. Notre étude portant sur les filières techniques, une attention particulière sera portée à l'enseignement de l'écoconception qui est un élément central de l'enseignement technique secondaire en France. Nous compléterons notre étude des curricula par l'analyse des formations en développement durable et en écoconception dans l'enseignement supérieur et la mise en évidence des difficultés liées au manque de cohérence dans les programmes et de continuum de formation entre le collège, le lycée et les établissements d'enseignement supérieurs. Enfin, nous terminerons cet article par une synthèse de nos travaux et nos perspectives de recherche en vue d'intégrer les principaux concepts liés au développement durable tout au long du cursus de formation pour que les futurs ingénieurs ou techniciens acquièrent et mettent à profit un mode de « pensée durable » dans la gestion de leurs futurs projets.

II. L'EDD ET L'ECOCONCEPTION DANS LES PROGRAMMES D'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE ET SECONDAIRE FRANÇAIS

La compréhension du monde et de ses enjeux, la résolution de problèmes locaux puis globaux et une certaine « culture » du développement durable ne peuvent se construire que très progressivement au fur et à mesure des évolutions intellectuelles et cognitives des apprenants. Il faut laisser le temps aux enfants d'appréhender les notions de temps et d'espace avant d'entrevoir la possibilité de leur parler du monde et de son évolution.

Le paragraphe suivant montre comment cette culture est progressivement construite dans la formation de l'école primaire jusqu'au collège.

A. *Le concept de développement durable de l'école primaire au collège*

L'Éducation au Développement Durable est un axe fort de la stratégie nationale pour une transition écologique et le développement durable. Ainsi L'EDD correspond à une insertion contemporaine d'un projet et d'une vision politique du développement durable dans le domaine de l'éducation. Dans le contexte français, l'EDD apparaît dans les programmes en 2007 comme une approche transversale entre les disciplines existantes et non pas comme une nouvelle discipline. Les programmes mettent l'accent sur le fait qu'il est nécessaire « de créer des liens entre les différentes disciplines, en considérant un problème local ou global, pour aider les élèves à comprendre les interdépendances et la complexité du monde ».

Dans les programmes de l'école primaire et de l'enseignement secondaire, l'EDD est intégrée dans les disciplines existantes et

traite essentiellement de quatre pôles : la biodiversité, l'évolution des territoires, la gestion des milieux et des écosystèmes, et la production durable. Ces pôles se réfèrent à différents domaines tels que : l'agriculture et la pêche, la forêt, le climat, l'énergie, la faune et la flore, le patrimoine, la pollution, les relations entre les hémisphères nord et sud, le commerce équitable, l'éco-citoyenneté, la santé, le tri des déchets, etc... L'objectif est de présenter la complexité du monde et les différents leviers d'action du développement durable. L'étude de ces pôles et les choix de domaines dépendent de chaque professeur et ils sont généralement basés sur une approche plutôt « environnementale ». En un mot, même si le développement durable est une question d'équilibre ou d'harmonisation entre les dimensions sociales, environnementales et économiques, il est généralement présenté sous l'angle particulier de l'environnement. En conséquence, l'école primaire prépare les enfants plus aux écogestes pour protéger l'environnement qu'à la compréhension systémique du monde et de ses enjeux. Ce positionnement de réaction n'aide pas vraiment les élèves à avoir à une réflexion plus globale, plus proactive sur le développement durable.

Les élèves du secondaire, au collège, sont quant à eux confrontés à une vision souvent conceptuelle et aux contours relativement mal définis du développement durable orientée sur : le rôle de l'homme dans les modifications de l'environnement, les interdépendances des hommes dans la société, la nécessité de faire des choix responsables et le besoin d'une solidarité à l'échelle mondiale. Ces concepts sont présentés dans différentes disciplines et les interactions entre les disciplines sont peu ou pas effectives. Les connaissances que les élèves ont déjà pu (ou non) acquérir à l'école primaire ne sont-elles aussi quasiment jamais mobilisées et réinvesties. En effet, il n'existe pas vraiment un continuum de l'EDD entre l'école primaire et le collège. De plus, la complexité des interdépendances et l'action de faire un choix, de prendre une décision « au mieux » en sachant qu'il n'y a pas de « solution miracle » font souvent apparaître chez les élèves un sentiment contre-productif de culpabilité et d'impuissance.

Ainsi, les concepts de développement durable ne sont bien souvent pas vraiment compris par les élèves (les cinq enjeux de l'EDD, la pensée complexe et prospective, la vision systémique, etc.). Dans l'enseignement secondaire, de nombreuses disciplines abordent le concept de développement durable avec leur propre vision (à savoir une vision non intégrée). En ce qui concerne par exemple les sciences de l'ingénieur ou la technologie, le développement durable apparaît avec la notion d'écoconception dans les référentiels scolaires. Dans les paragraphes suivants, nous intéresserons plus particulièrement à la place de l'écoconception dans les programmes du collège et du lycée et au continuum qu'il peut exister sur cet enseignement à l'université et en école d'ingénieurs.

B. *L'enseignement de l'écoconception au collège*

La dernière décennie a vu des restructurations et des réformes générales des curricula de formation en sciences et de technologie dans plus de la moitié des pays européens (étude du réseau Euridyce menée en 2011, [2]), elles encouragent :

- Des méthodes d'apprentissage basées sur le développement des compétences (démarche d'investigation, de résolution de problèmes, de projet),
- Un enseignement intégré des sciences et de la technologie,
- L'utilisation des problématiques liées de plus en plus à des questions sociétales.

En 2008, les premières notions sur le développement durable apparaissent dans le programme du collège en France. L'écoconception était l'une de ces notions et était un élément de l'éducation de la technologie. L'écoconception était considérée comme une succession d'éléments de connaissances à apprendre sans lien entre procédés de fabrication, propriétés de matériaux, énergie, utilisation ou élimination d'un produit (ce qui induisait de nombreux biais).

Aujourd'hui, de nouveaux cadres pour les formations d'écoconception tentent de limiter ces biais et de briser les barrières disciplinaires entre les sciences et la technologie afin d'encourager les élèves à explorer les relations entre les disciplines tout en mettant en évidence les concepts de développement durable qui leurs sont liées. Sur le plan international les programmes STEM (Science, Technologie, Ingénierie et Mathématiques) ont contribué depuis les années 90 à cette nouvelle intégration de l'enseignement des disciplines scientifiques et techniques. En France un programme similaire l'EIST (Enseignement Intégré des Sciences et de la Technologie) est conduit au collège pour les élèves de 6ème (élèves de 11-12 ans) depuis 2011. A partir de septembre 2016, un nouveau référentiel de connaissances et de compétences s'appliquera à tous les élèves de 6ème avec pour objectif de favoriser l'EIST et de permettre de repenser les curricula de formation et en particulier dans l'enseignement de la technologie par la création d'un nouveau cycle scolaire faisant le lien entre l'école primaire et le collège (nouveau cycle 3). Ce continuum devra également être construit entre le collège et le lycée avec ce nouveau référentiel.

C. L'enseignement de l'écoconception au lycée

Au lycée, la volonté d'intégrer le concept de développement durable et la refonte des référentiels d'enseignements de l'école secondaire ont été particulièrement importantes depuis 2011. Les options technologiques « création et innovation technologique » et « sciences de l'ingénieur » proposées en classe de seconde sont centrées sur la gestion de projet technologique mettant en avant les innovations répondant aux problématiques sociétales en respectant les nouvelles contraintes ou normes de durabilité. Après la classe de seconde les élèves ont la possibilité d'intégrer des formations en sciences et technologie de l'industrie qui ont évolué afin de favoriser l'acquisition de compétences transversales technologiques dans tous les domaines industriels et d'apporter une vaste expertise dans un domaine spécifique. Aujourd'hui, la réforme du baccalauréat technologique offre aux élèves l'accès à un baccalauréat dédié aux « sciences et technologies pour l'industrie et du développement durable » (Bac STI2D) avec la possibilité de se spécialiser selon les options suivantes : « L'innovation technologique et écoconception », « Systèmes

d'information et numériques », « Energie et environnement » et « Architecture et construction ». Dans cette formation, l'apprentissage est ciblé sur l'acquisition d'une culture technique avec une approche globale de systèmes technologiques multiples et complexes. L'écoconception est présentée comme un concept qui intègre les multiples aspects de la conception de produits et de systèmes complexes et des considérations environnementales. L'objectif est de créer des solutions durables qui répondent aux besoins et désirs humains. En France, le postulat est que les élèves doivent non seulement savoir comment recycler ou séparer les déchets mais aussi apprendre à comprendre comment ils peuvent produire moins de déchets et ainsi réduire la consommation d'énergie en créant une technologie plus propre.

A la fin du lycée, les élèves ayant obtenu le baccalauréat STI2D possèdent une approche technique parcellaire de l'écoconception centrée sur les problématiques environnementales. Les impacts économiques, sociaux et éthiques ne sont généralement pas étudiés parce qu'ils se réfèrent à des disciplines non-techniques et les enseignants ne sont pas formés à cela. Actuellement peu d'enseignants, car pas initialement formés sur ce domaine, sont capables de proposer des modules de formation en écoconception qui prennent en compte tous les enjeux du développement durable. Les cours d'écoconception conduisent souvent à une culture technique globale et superficielle intégrant des contraintes du développement durable. Ainsi, quand les élèves titulaires d'un baccalauréat STI2D vont à l'université ou en classes préparatoires en vue d'intégrer une école d'ingénieurs, ils n'ont pas acquis une vision claire du développement durable et de l'écoconception ou ils ont une vision biaisée de ce que représentent ces deux concepts. Il faut souligner aussi que l'écrasante majorité des autres bacheliers n'a pas suivi d'enseignements en EDD et en écoconception alors que ces bacheliers vont représenter la majeure partie des étudiants et étudiantes qui s'inscriront à l'université et intégreront les écoles d'ingénieurs. Finalement, 80 à 85% des élèves à la fin du lycée sont peu ou pas sensibilisés au développement durable et à l'écoconception car ils n'ont simplement pas suivi des filières de formation dispensant ces cours (ces cours apparaissant uniquement dans certaines filières de baccalauréats techniques ou professionnels suivies selon les statistiques de l'Education Nationale par 15% des élèves et de plus, une faible partie de ces élèves poursuivent leurs études dans l'enseignement supérieur).

Comme l'université doit intégrer tous les élèves, des cours sur le DD et l'écoconception sont généralement menés dès le début de leur cursus, en reprenant tous les éléments de base et en occultant souvent les éventuels pré-acquis des étudiants. De plus un autre problème lié à l'université apparaît. En effet celle-ci est organisée selon les disciplines enseignées il n'est donc pas évident de promouvoir une approche multidisciplinaire dans les cours liés au DD et répondre aux cinq enjeux de l'EDD. Dans les écoles d'ingénieurs, le problème semble être moins prégnant qu'à l'université parce que la nécessité d'adopter une approche intégrée pour répondre aux questions d'EDD est souvent acceptée.

III. L'ÉCOCONCEPTION DANS LES ÉCOLES D'INGÉNIEURS ET À L'UNIVERSITÉ

Les universités et les écoles d'ingénieurs forment les étudiants qui seront les futurs décideurs des entreprises dans lesquelles ils auront à définir et gérer des stratégies intégrant le développement durable. Ainsi, les étudiants doivent avoir une vision globale de ce concept et doivent également être en mesure de fournir des réponses spécifiques aux problèmes environnementaux, sociaux et/ou économiques en fonction de leurs activités dans les entreprises. Les universités et les écoles d'ingénieurs doivent promouvoir dans la formation des étudiants une large vision du développement durable et des éléments techniques en relation avec les spécificités de chaque cursus (écoconception, éco matériaux, éco énergétiques, économie circulaire, etc.). Contrairement aux collèges et aux lycées, les universités et les écoles d'ingénieurs n'ont pas un programme de formation construit par les instances de l'état. Les programmes de formation sont donc souvent construits sur la base des besoins exprimés par le terrain (i.e. le monde socio-économique) et des normes ou textes de loi, des méthodes et/ou des approches en vigueur dans les entreprises. Ainsi, l'écoconception est souvent présentée comme « une approche préventive qui intègre le facteur environnemental à la conception des produits et services » [AFNOR, 2003, XP ISO/TR 14062] qui « vise à réduire les impacts environnementaux des produits et services tout au long de leur cycle de vie, tout en préservant ou améliorant les qualités d'usage de ceux-ci » [ISO/TR 14062]. De nombreuses universités utilisent aussi le système de management environnemental et d'audit (EMAS) mis au point par la Commission européenne avec comme point de questionnement avec les étudiants : « quelle est la signification du développement durable pour une entreprise ? ». EMAS est un outil de gestion pour les entreprises et les organisations afin d'évaluer, de rendre compte et d'améliorer leur performance environnementale [3]. Un tel outil est souvent complété par des normes telles que l'ISO 14031 (gestion environnementale, évaluation de la performance environnementale, lignes directrices), l'ISO 14001 (systèmes de management environnemental, Exigences et lignes directrices pour l'utilisation), l'ISO 26000 (Lignes directrices sur la responsabilité sociale), l'ISO 14040 (management environnemental, Vie évaluation du cycle, Principes et cadre) ou l'ISO 14020 (Normes et déclarations environnementales, Principes généraux).

Malgré tout, comme l'a montré Flore Vallet dans ses travaux [4], le positionnement institutionnel basé sur les normes semble généralement bien adapté afin de permettre aux élèves de construire leur propre vision du développement durable même si l'écoconception n'y prend souvent en considération que deux des trois piliers du Développement Durable, en intégrant seulement des contraintes environnementales et économiques au Processus de Développement de Produit (PDP). Au-delà de la prise en compte des éléments normatifs, certains cursus de formation sont complétés par la proposition de Silvius et Schipper recensant les dimensions invariantes de la durabilité dans la gestion du projet [5] et/ou les trois facettes de la méta-

discipline science et ingénierie de Hokanson et Mihelcic [6, 7]. Ces dimensions permettent de fournir aux étudiants une vision synthétique et systémique du concept de l'écoconception pour être adaptables et performants quand ils arriveront dans différentes entreprises. L'objectif est de faire apparaître les interdépendances entre chaque objectifs/dimensions pour aider les élèves à acquérir la pensée complexe, la réflexion prospective et comprendre l'intérêt d'adopter une vision systémique des problèmes. Les universités et les écoles d'ingénieurs complètent souvent cette vision un peu « théorique » de l'écoconception par une vision plus « technique » en s'appuyant sur des cours se référant à des méthodes et outils utilisés dans les entreprises (Figure 1) [8]. Les différentes utilisations de ces outils d'écoconception créent des spécificités dans les formations en écoconception entre les institutions. Il n'y a pas qu'une seule façon de parler et de faire de l'écoconception dans les universités et les écoles d'ingénieurs.

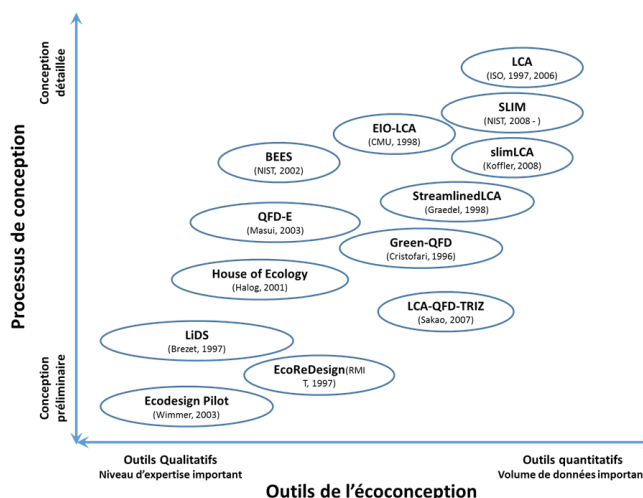


Figure 1. CARTOGRAPHIE DES OUTILS LES PLUS UTILISÉS EN ÉCOCONCEPTION [8]

IV. SYNTHÈSE DU TRAVAIL DE RECHERCHE MÈNE

Nous proposons dans le tableau 1 une synthèse de l'EDD et des formations d'écoconception du collège à l'université.

Nous avons fait, dans ce tableau, un parallèle entre les injonctions ou propositions des programmes institutionnels (colonne "se concentrer sur") et les dimensions invariantes de la durabilité dans la gestion de projet [5] pour montrer comment toutes les dimensions sont enseignées dans tous les programmes. Ce tableau met également en évidence la richesse des programmes (qui se traduit par une certaine complexité) ainsi que le grand nombre de concepts et leur dispersion à travers les différents cursus. La cohérence entre les programmes et les concepts que les étudiants sortant de l'université ou des écoles d'ingénieurs doivent acquérir pour avoir une « sensibilité durable » dans leur façon de manager et de gérer des projets relève d'une grande complexité. Le concept de développement durable est développé dans les programmes mais il est associé à de nombreuses approches et disciplines différentes.

<i>Les dimensions de durabilité selon Silvius and Schipper's</i>	<i>Collège</i>	<i>Lycée (Filière STI2d)</i>	<i>Université / Ecole d'ingénieur</i>
	<i>De 11 à 15 ans</i>	<i>De 16 à 18 ans</i>	<i>18 ans et plus</i>
	<i>"Se concentrer sur"</i>	<i>"Se concentrer sur"</i>	<i>"Se concentrer sur"</i>
<i>Economique</i>	Commerce équitable et mondialisation des échanges	Mondialisation des échanges, économie circulaire	Mondialisation des échanges, économie circulaire
<i>Sociale</i>	Responsabilité envers l'environnement	Santé, commerce équitable	Santé, commerce équitable, gestion des ressources humaines
<i>Ecologique</i>	Evolution de la faune et de la flore, évolution de la biodiversité	Climat, pollution, déchets, recyclage, biodiversité	Climat, gaz à effets de serre, pollution des eaux, déchets, recyclage
<i>Temporelle</i>	Le rôle de l'Homme dans l'évolution de la Terre (climat, paysage, etc.)	Le rôle de l'Homme dans l'évolution de la Terre	Evolution future possible
<i>Ethique</i>	Responsabilité envers l'humanité	Responsabilité envers l'humanité	Ethique, responsabilité sociale
<i>Géographique</i>	Evolution des paysages (mécanismes des actions humaines sur les paysages)	Climat et évolution des territoires	Influence mondiale des projets
<i>Performance</i>	Les ressources, les énergies	Ecoconception , analyse des risques	Prospective, analyse des risques, Ecoconception
<i>Communication</i>	Ecocitoyenneté, être à l'écoute	Relations avec les sous-traitants	Management, communication, éthique
<i>Déchets</i>	Production d'énergie, recyclage, pollution des eaux, matériaux	Production d'énergie, recyclage, , matériaux, Ecoconception .	Eco-management des organisations et des produits
<i>Transparence</i>	Ecocitoyenneté	Ecocitoyenneté	Processus de prise de décision, management
<i>Responsabilité</i>	Ecocitoyenneté	Ecocitoyenneté	Processus de prise de décision, gestion des risques
<i>Culturelle</i>	Patrimoine, questions politiques et économiques dans le monde	Questions culturelles, politiques et économiques dans le monde	Vision systémique, sensibilisation internationale
<i>Risques</i>	Indentification des risques de base, Relation causes/effets	Interdépendances entre les phénomènes complexes	Gestion des risques, prospective
<i>Politique</i>	Organisation politique globale du monde	Les politiques menées par l'UE	Sciences politiques, étude des stratégies

Tableau 1. L'EDD ET LES FORMATIONS EN ECOCONCEPTION DU COLLEGE A L'UNIVERSITE EN FRANCE

	<i>Collège</i>	<i>Lycée (filière STI2d)</i>	<i>Université / Ecole d'ingénieur</i>
	<i>de 11 à 15 ans</i>	<i>de 16 à 18 ans</i>	<i>18 ans et plus</i>
<i>Méthodologies, outils, documents, normes, etc. (en plus des éléments institutionnels)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Etude de cas réel • Approche mystère • Lecture d'articles scientifiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Etude de cas réel complexe • Approche de gestion de projet collaborative • Analyse d'articles scientifiques 	<ul style="list-style-type: none"> • PMBOK • ISO 14... • ISO 26000 • EMAS
<i>Organisations et projets pour la classe/l'écoles (en plus des éléments institutionnels)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Petit éco-projets dans les classes et l'école • Conférences et séminaires sur le développement durable • Visites d'entreprise • Partenariat avec les entreprises, les institutions, les associations, etc. • Collaborations des classes de pays étrangers • Participation à des concours 	<ul style="list-style-type: none"> • Collaborations avec des écoles et des universités étrangères • Eco-projets complexes dans les classes et l'école • Conférences et séminaires sur le développement durable, visites d'entreprise • Partenariat avec des entreprises et les institutions • Périodes de stage pour les étudiants dans leur pays et à l'étranger (entreprises, associations, institutions, etc.) • Approche de modélisation systémique et méthodes prospectives • Outils d'analyse de cycle de vie 	

Tableau 2. METHODOLOGIES, OUTILS, DOCUMENTS ET PROJETS ASSOCIES A L'EDD ET DE L'ECOCONCEPTION

Pour compléter notre synthèse et en guise de prémices à notre réflexion quant à notre ambition d'aider les enseignants et les formateurs, nous décrivons dans le Tableau 2 les démarches pédagogiques les plus couramment utilisées par les enseignants et préconisées par les institutions pour présenter le concept de développement durable et l'écoconception aux élèves. Toutefois notre étude doit nous permettre d'affiner et de compléter cette liste en multipliant les échanges de pratiques et d'analyses dans les différents types d'établissements à différents niveaux d'apprentissage. De plus il faudra également s'interroger sur la multiplicité des dispositifs et s'assurer de la cohérence dans la mise en œuvre de chacun d'eux afin de permettre la compréhension de l'objectif global et de l'intérêt d'une telle organisation pour les élèves et les étudiants.

V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Notre analyse de l'EDD et de l'écoconception des formations souligne que même s'il est clair qu'aujourd'hui la prise en compte des « valeurs durables » est une question clé pour l'enseignement de la conception [9], nous déplorons qu'il n'y ait pas encore d'intégration des concepts et des disciplines d'une part et qu'il n'y ait pas de continuum de formation entre le collège, le lycée et l'université d'autre part. Le système éducatif français propose bien dans ses programmes des sous-objectifs orientés développement durable mais qui sont souvent bâtis pour s'adapter et s'intégrer aux disciplines historiques. Ainsi, si nous considérons qu'il est essentiel que les diplômés en ingénierie soient formés de telle sorte qu'ils aient des connaissances, des attitudes et des compétences pour répondre efficacement aux défis futurs de la société [10], il est nécessaire de développer progressivement chez les apprenants la capacité d'aborder globalement toutes les dimensions du développement durable avant leur entrée dans le monde professionnel. Il faut pouvoir proposer une approche intégrée pour résoudre les problèmes et les ingénieurs doivent être prêts à relever des défis qui vont au-delà de leurs seules compétences disciplinaires propres. Ainsi tout en restant compétitif dans leur domaine de prédilection, une vision plus large de l'enseignement technique doit permettre aux futurs ingénieurs de devenir des leaders dans la durabilité mondiale [11]. Sur la base de ces premières constatations qui sont encore à approfondir, nos perspectives et questions de recherche pour aider les décideurs du système éducatif, les enseignants et les formateurs vont concerner :

1. Les liens entre connaissance et action : comment faire en sorte que les apprenants n'apportent pas de réponses simples à des problèmes complexes (rapidité et facilité sont souvent préférés à la qualité) ?
2. Les valeurs et l'éthique : comment introduire dans des cours disciplinaires les notions polysémiques de valeurs, d'éthique et de pluriculturalisme alors que les injonctions institutionnelles nous renvoient souvent à des visions orientées de ces notions ?
3. La pensée complexe : comment éviter qu'un grand nombre d'apprenants développe des compétences non systémiques (ils ont souvent pour habitude de fournir des réponses simples en appliquant des méthodes déterministes) ?

4. La capacité de construire leurs propres problèmes : comment aider les apprenants à identifier les problèmes à résoudre et la/les façons de les résoudre ?

5. Développer une réflexion prospective : comment développer chez les apprenants cette compétence au-delà de la sphère personnelle, dans le domaine de l'éducation ?

VI. REFERENCES

- [1] Brundtland G.H. : Our Common Future (Notre avenir à tous), Rapport de la Commission Mondiale sur l'environnement et le développement de l'ONU (1987).
- [2] Commission européenne : L'enseignement des sciences en Europe – Politique de l'Éducation (2011) http://bookshop.europa.eu/is-bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/EU-Bookshop-Site/fr_FR/-/EUR/ViewPublication-Start?PublicationKey=EC3011289
- [3] The EU Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) - http://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm.
- [4] Vallet, Flore. Caractérisation des bonnes pratiques en écoconception pour la formation des ingénieurs-concepteurs : synthèse des dimensions, méthodes, activités et outils. Compiègne, 2012.
- [5] Silvius, A.J.G., Schipper, R.: Sustainability in project management: a literature review and impact analysis. *Social Business*, Vol. 4, n°1, pp. 63-96 (2014).
- [6] Mihelcic, J.R., Hokanson, D.R.: Educational Solutions: For a more Sustainable Future. In *Environmental Solutions*, Eds Nemerow and Agardy, Elsevier, pp. 25-58 (2005).
- [7] Hokanson, D.R., Mihelcic, J.R., Phillips, L.D.: Educating Undergraduate & Graduate Engineers to Achieve a More Sustainable Future: Education & Diversity Initiatives with a Global Perspective. *Int. Journal of Eng. Education*, Vol. 23, n°2, pp. 254–265 (2007).
- [8] Ramani K., Ramanujan D., Bernstein W.Z., Zhao F., Sutherland J., Handwerker C., Choi J-K, Kim H, Thurston D., *Integrated Sustainable Life Cycle Design: A Review*, *Journal of Mechanical Design*, Vol. 132 (2010).
- [9] Fuchs, V.J., Mihelcic, J.R.: Engineering Education for International Sustainability: Curriculum Design under the Sustainable Futures Model. *Proceedings of 5th Annual ASEE Global Colloquium on Engineering Education*, Rio de Janeiro, Brazil (2006).
- [10] World Federation of Engineering Organisations (WFEO) (2007), <http://www.wfeo.org/> (visited on 01/05/2016).
- [11] Capewell, I., Norman, E.W.L.: The Sustainable Design Award: Supporting 16 plus Students in Addressing Sustainable Design Issues. *The Journal of Design and Technology Education*, Vol. 8, n°2, pp. 82-90 (2003).