Vers une formation au développement durable dès le secondaire

CATHERINE PERPIGNAN *, VINCENT ROBIN **, PHILIPPE GIRARD **

Aujourd'hui, les entreprises se doivent de respecter davantage de lois et normes environnementales dans le cadre de stratégies de développement dites durables, d'où l'émergence d'un besoin grandissant de compétences. Pour y répondre, les enseignements primaires et secondaires, mais surtout l'enseignement supérieur, devraient proposer des formations adaptées pour que les diplômés soient rapidement opérationnels dans les entreprises.

MOTS-CLÉS

éducation, développement durable, écoconception, référentiel et programme

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.

Depuis 2014, le 7e Programme d'action pour l'environnement de l'Union européenne (EAP) « Vivre bien, dans les limites de notre planète » oriente la politique européenne de l'environnement. Un des éléments de cette politique de l'environnement est l'éducation pour le développement durable (EDD), qui devrait être central dans l'éducation et la formation en vue de « doter tous les citoyens européens des connaissances, des compétences et des attitudes nécessaires pour comprendre et relever les défis et les complexités de la vie moderne, tout en tenant compte des implications environnementales, sociales, culturelles et économiques, et ainsi assumer leurs responsabilités mondiales [1] ».

Parallèlement, le Programme d'action global sur l'EDD approuvé par l'Unesco a identifié deux objectifs principaux à atteindre :

– réorienter l'éducation et l'apprentissage afin que chacun ait la possibilité d'acquérir les connaissances, les compétences, les valeurs et les attitudes qui lui permettent de contribuer au développement durable et d'agir en conscience ;

– renforcer l'éducation et l'apprentissage dans tous les agendas, programmes et activités en faveur du développement durable.

Ainsi, 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 jusqu'à l'université, avec pour objectif d'aider les enfants, les adolescents et les étudiants à identifier les « valeurs durables » et de 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.

S'appuyant sur cet objectif, l'enseignement supérieur s'est attaché à intégrer le développement durable dans les sciences de l'ingénieur dès 2010, que ce soit au niveau national ou international [1]. Les universités ont été jusqu'à proposer des outils aux enseignants pour qu'ils puissent au mieux intégrer l'EDD dans leurs enseignements [2, 3].

Plus en amont, si nous regardons la situation de l'intégration du concept de développement durable dans les enseignements au collège et au lycée, nous pouvons mettre en évidence qu'en France des adaptations des référentiels d'enseignement ont eu lieu notamment depuis 2011. Ainsi, la réforme du baccalauréat technologique propose aux lycéens l'accès à la formation aux sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D). Les options technologiques proposées en seconde mettent aussi l'accent sur l'évolution de certains processus et activités dans la conduite de projet technologique par le fait de l'apparition de nouvelles démarches ou contraintes liées au développement durable. De la même façon, les nouveaux cycles du collège permettent également de repenser les curriculums de formation.

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

* Éspe d'Aquitaine, université de Bordeaux.
** Université de Bordeaux, Laboratoire IMS, CNRS UMR 5218.

universités. Pour que nos sociétés s'engagent avec efficience 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.

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 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 curriculums par l'analyse des formations en développement durable et en écoconception dans l'enseignement supérieur et la mise en évidence des difficultés liées à la mise en œuvre des programmes et au manque de continuum de formation entre le collège, le lycée et les établissements d'enseignement supérieur. 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.

L'EDD ne doit pas être une nouvelle discipline

Les enjeux de l'éducation au développement durable

Depuis plusieurs années, de nombreux pays ont accordé une place prépondérante à l'éducation au développement durable (EDD) dans leurs programmes scolaires. Ainsi, dès leur plus jeune âge et tout au long de leur cursus de formation, les apprenants sont appelés à comprendre les enjeux environnementaux, économiques et sociaux, à être formés à la sélection et à la prise de décision [1]. Pour acquérir de telles compétences, les injonctions institutionnelles indiquent que l'EDD ne doit pas être une nouvelle discipline, mais une intégration qui oblige à créer une nouvelle organisation des disciplines existantes [2]. Cette nouvelle organisation doit être développée autour d'au moins cinq enjeux majeurs de l'EDD [4] :

– Analyser les liens entre les connaissances et l'action en encourageant les activités pédagogiques fondées sur l'action des apprenants. Favoriser le projet et étudier des situations et/ou des événements réels [3]. Au cours de ces activités, les disciplines qui permettent d'atteindre les objectifs fixés doivent être combinées. Le risque est d'être superficiel et de s'enfermer dans une apparente logique de bon sens, car les apprenants peuvent être trop focalisés sur l'action et moins sur la réflexion [5].

– Identifier les valeurs et l'éthique qui sont fondamentales au développement durable : la solidarité, l'ouverture d'esprit, la justice, l'égalité et la

1. Conclusions du Conseil du 19 novembre 2010 sur l'éducation au développement durable, https://goo.gl/gdDcKX

responsabilité. Au cours de la prise de décision et dans l'action, ces valeurs génèrent souvent des conflits avec d'autres, tels que le profit, le plaisir individuel ou la préservation des acquis personnels.

– Développer la pensée complexe. Les publications relatives à la pensée complexe se concentrent souvent sur le développement d'une compétence systémique. Cette compétence consiste à décrire un système selon plusieurs dimensions ou un schéma et à utiliser cette représentation pour formuler des actions possibles [6, 7].

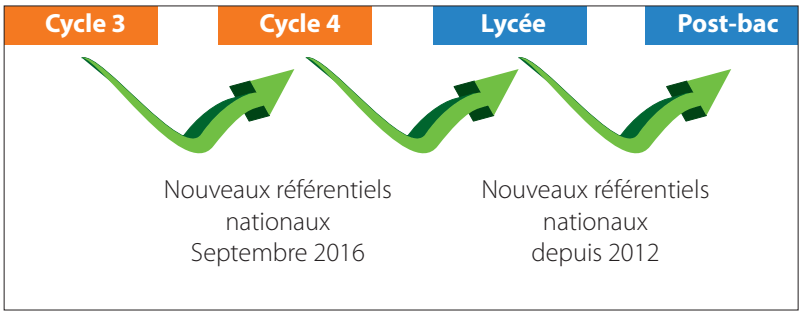
– Développer la capacité de construire le problème sur lequel les apprenants doivent travailler. Les objectifs sont de fournir aux apprenants des méthodes, des approches et des outils pour analyser les situations qu'ils rencontrent et pour qu'ils apprennent à se poser des questions critiques et réflexives dans le monde réel « problématique ». La réflexion porte sur le choix du couple situation-problème, de la controverse, du débat et de l'insertion dans un paradigme [8].

– Développer une pensée prospective, c'est-à-dire avoir la capacité d'imaginer non pas un avenir mais différents futurs possibles. Le développement de la réflexion prospective oblige à tenir compte de la société du risque, de l'incertitude ou du concept de prospective [9]. La réflexion prospective renvoie également à la notion du libre arbitre qui doit être mis en place durant le cursus scolaire des élèves comme une dimension nécessaire pour raisonner le développement durable et avoir la capacité d'agir.

Pour mettre en œuvre ces cinq enjeux majeurs et rendre efficiente l'EDD, l'organisation des disciplines et la place de l'EDD doivent être construites et réfléchies de l'école primaire à l'université 1. Les élèves doivent être sensibilisés et éduqués le plus tôt possible à ces questions et ces concepts. L'objectif est de les aider à acquérir progressivement la maturité et une certaine profondeur de réflexion sur le développement durable. Pour mettre en évidence cette notion de progressivité dans le système éducatif français, nous présentons la place de l'EDD et de l'écoconception dans les programmes de l'école primaire et secondaire, puis dans l'enseignement supérieur.

L'EDD et l'écoconception dans les programmes d'enseignement

Le concept de développement durable tel que défini par le rapport Brundtland [10] 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) se doivent d'être formées au 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. La compréhension du monde et de ses enjeux, la résolution de problèmes locaux puis globaux 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. Nous allons montrer comment cette construction d'une « culture » du développement durable se fait progressivement dans la formation, de l'école primaire jusqu'au collège.



1 L'enseignement technique en France

En France, l'EDD apparaît dans les programmes en 2007

Le concept de développement durable de l'école primaire au collège

L'éducation pour le développement durable 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 ». L'EDD est un axe fort de la stratégie nationale pour une transition écologique et le développement durable.

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'écocitoyenneté, 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 fondés 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 davantage les enfants 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 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 et commencent tout juste à apparaître dans la réforme du collège, à travers les enseignements pratiques interdisciplinaires (EPI). Les connaissances que les élèves ont déjà pu (ou non) acquérir à l'école primaire ne sont que très rarement mobilisées et réinvesties. 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.

En conclusion, il n'existe pas vraiment un continuum de l'EDD entre l'école primaire et le collège. Bien souvent, les concepts de développement durable ne sont pas vraiment bien 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 souvent le concept de développement durable avec leur propre vision (à savoir une vision non intégrée). En ce qui concerne notamment les sciences de l'ingénieur ou la technologie, le développement durable apparaît avec la notion d'écoconception.

L'enseignement de l'écoconception au collège

La dernière décennie a vu des restructurations et des réformes générales des curriculums de formation en sciences et technologie dans plus de la moitié des pays européens (étude du réseau Euridyce menée en 2011) [11]. Ces réformes encouragent :

– des méthodes d'apprentissage fondées sur le développement des compétences (démarche d'investigation, de résolution de problèmes, démarche de projet) ;

Il n'existe pas vraiment un continuum de l'EDD entre l'école primaire et le collège

– 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.

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 leur sont liés. Sur le plan international, les programmes Stem (science, technologie, ingénierie et mathématiques) ont contribué depuis les années 1990 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 6e et 5e depuis 2011 [2].

À partir de septembre 2016, un nouveau référentiel de connaissances et de compétences s'appliquera à tous les élèves de 6e avec pour objectif de favoriser l'EIST et de permettre de repenser les curriculums de formation, 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 pour le cycle 4.

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

2. *Bulletin officiel* n° 26 du 30 juin 2011 : www.education.gouv.fr/cid56640/mene1115481c.html

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 : « Innovation technologique et écoconception », « Systèmes d'information et numériques », « Énergie 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.

À 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. Aujourd'hui, 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 développement durable 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'Éducation nationale [3] par 15 % des élèves et, de plus, une faible partie de ces élèves poursuivent leurs études dans l'enseignement supérieur).

L'objectif de l'écoconception est de créer des solutions durables

Comme l'université doit intégrer tous les élèves, des cours sur le développement durable et l'écoconception sont généralement menés dès le début de la formation. Cependant, 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 développement durable 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.

L'écoconception dans les écoles d'ingénieurs et à l'université

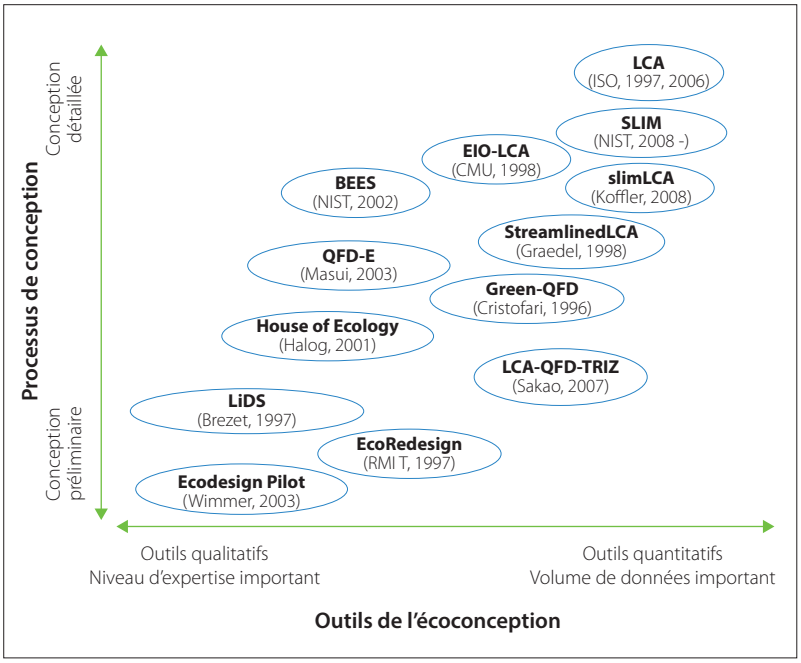
Les universités et les écoles d'ingénieurs forment les étudiants qui seront les futurs décideurs des entreprises dans lesquelles ils auront à définir et gérer des stratégies intégrant le développement durable. Ainsi, les étudiants doivent avoir une vision globale de ce concept et doivent également être 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, écomatériaux, écoénergétiques, 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 (c'est-à-dire 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 [...] 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 [4] ». 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 pour les étudiants : « Quelle

3. http://cache.media.education.gouv.fr/file/2015/66/8/depp_rers_2015_eleves_second_degre_454668.pdf

4. Afnor, XP ISO/TR 14062, Management environnemental – Intégration des aspects environnementaux dans la conception et le développement de produit, 2003 , https://goo.gl/11daLc

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 [12]. 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 [13], le positionnement institutionnel fondé sur les normes semble généralement bien adapté afin de permettre aux élèves de construire leur propre vision du développement durable, même si l'écoconception ne 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 [14] et/ou les trois facettes de la métadiscipline science et ingénierie de Hokanson et Mihelcic [15, 16]. 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 2 [17]. 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.



2 **Cartographie des outils les plus utilisés en écoconception**

Synthèse du travail de recherche mené

Nous proposons dans le tableau 3 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 [14] 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.

Il n'y a pas qu'une seule façon de faire de l'écoconception

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 4 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.

Les dimensions de durabilité selon Silvius et Schipper's	Collège	Lycée (filière STI2d	Université/école d'ingénieur
	de 11 à 15 ans	de 16 à 18 ans	18 ans et plus
	« Se concentrer sur »	« Se concentrer sur »	« Se concentrer sur »
Économique	Commerce équitable et mondialisation des échanges	Mondialisation des échanges, économie circulaire	Mondialisation des échanges, économie circulaire
Sociale	Responsabilité envers l'environnement	Santé, commerce équitable	Santé, commerce équitable, gestion des ressources humaines
Écologique	Évolution de la faune et de la flore, évolution de la biodiversité	Climat, pollution, déchets, recyclage, biodiversité	Climat, gaz à effet de serre, pollution des eaux, déchets, recyclage
Temporelle	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	Évolution future possible
Éthique	Responsabilité envers l'humanité	Responsabilité envers l'humanité	Éthique, responsabilité sociale
Géographique	Évolution des paysages (mécanismes des actions humaines sur les paysages)	Climat et évolution des territoires	Influence mondiale des projets
Performance	Les ressources, les énergies	Écoconception, analyse des risques	Prospective, analyse des risques, écoconception
Communication	Écocitoyenneté, être à l'écoute	Relations avec les sous-traitants	Management, communication, éthique
Déchets	Production d'énergie, recyclage, pollution des eaux, matériaux	Production d'énergie, recyclage, matériaux, écoconception	Écomanagement des organisations et des produits
Transparence	Écocitoyenneté	Écocitoyenneté	Processus de prise de décision, management
Responsabilité	Écocitoyenneté	Écocitoyenneté	Processus de prise de décision, gestion des risques
Culturelle	Patrimoine, questions politiques et économiques dans le monde	Questions culturelles, politiques et économiques dans le monde	Vision systémique, sensibilisation internationale
Risques	Indentification des risques de base, relation causes/effets	Interdépendances entre les phénomènes complexes	Gestion des risques, prospective
Politique	Organisation politique globale du monde	Les politiques menées par l'Union européenne	Sciences politiques, étude des stratégies

3 **L'EDD et les formations en écoconception du collège à l'université en France**

	Collège	Lycée (filière STI2D)	Université/école d'ingénieur
	de 11 à 15 ans	de 16 à 18 ans	18 ans et plus
Méthodologies, outils, documents, normes, etc. (en plus des éléments institutionnels)	Étude de cas réel Approche mystère Lecture d'articles scientifiques	Étude de cas réel complexe Approche de gestion de projet collaborative Analyse d'articles scientifiques	PMBOK ISO 14… ISO 26000 Emas
Organisations et projets pour la classe/l'école (en plus des éléments institutionnels)	Petits écoprojets 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	Collaborations avec des écoles et des universités étrangères Écoprojets complexes dans les classes et l'école Conférences et séminaires sur le développement durable, visites d'entreprise Partenariat avec des entreprises et des 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	

4 **Méthodologies, outils, documents et projets associés à l'EDD et à l'enseignement de l'écoconception**

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 [18], 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 ils 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 [19], 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 compétitifs 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 [20]. 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 :

– 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) ?

– 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 ?

Permettre aux futurs ingénieurs de devenir des leaders en développement durable

– 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) ?

– la capacité de construire leurs propres problèmes : comment aider les apprenants à identifier les problèmes à résoudre et la ou les façons de les résoudre ?

– le développement d'une réflexion prospective : comment développer chez les apprenants cette compétence au-delà de la sphère personnelle, dans le domaine de l'éducation ? ■

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] **D. Orange-Ravachol, S. Doussot**, « Engager l'école dans l'EDD risque-t-il de la dédisciplinariser ? », *Penser l'éducation*, Hors-série, p. 81-96, 2013.

[2] **M. Musset**, « L'éducation au développement durable », *Dossier d'actualité de la VST*, vol. 56, 2010. http://ife.ens-lyon.fr/vst/DA-Veille/56-septembre-2010-integrale.pdf, consulté le 01/05/2016.

[3] **F. Audigier**, « Éducation en vue du développement durable et didactiques », dans L'éducation en vue du développement durable : sciences sociales et élèves en débats, *Cahiers de la section des sciences de l'éducation*, vol. 130, p. 47-71, 2011.

[4] **A. Pache, V. Robin**, PEERS (Projet d'étudiants et d'enseignants-chercheurs en réseaux sociaux) : un dispositif de formation en EDD basé sur la méthode *Lesson study*, Congrès international « Pratiques et formations dans les éducations », Hammamet, Tunisie, 2015.

[5] **N. Lebatteux, A. Legardez**, « Rapport aux savoirs sur le développement durable en contexte scolaire : obstacles à la mise en œuvre d'un Agenda 21 en France », dans *Éducation en vue du développement durable, École et formation des enseignants : enjeux, stratégies et pistes*, A. Pache, P.-P. Bugnard et P. Haeberli (eds.), p. 179-199, 2011.

[6] **O. Assaraf, N. Orion**, « Development of system thinking skills in the context of Earth system education ». *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 45, n° 5, p. 518-560, 2005.

[7] **A. Remplfler, R. Uphues**, « System Competence in Geography Education. Development of competence models, diagnosing pupil's achievement », *European Journal of Geography*, vol. 3, n° 1, p. 6-22, 2012.

[8] **H. Janzi, A. Sgard**, « Le "savoir des questions" : comment problématiser avec les élèves ? Un exemple d'élément déclencheur : des éoliennes dans le paysage genevois ». *Penser l'éducation*, Hors Série, p. 205-221, 2013.

[9] **M. Callon, P. Lascoumes, Y. Barthe**, *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*, Paris, Seuil, 2001.

[10] **G.H. Brundtland**, « Our Common Future (Notre avenir à tous) », Rapport de la Commission Mondiale sur l'environnement et le développement de l'ONU, 1987.

[11] Commision 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

[12] The EU Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) http://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm, consulté le 01/05/2016.

[13] **F. Vallet**, « Caractérisation des bonnes pratiques en écoconception pour la formation des ingénieurs-concepteurs : synthèse des dimensions, méthodes, activités et outils », Compiègne, 2012.

[14] **A.J.G. Silvius, R. Schipper**, « Sustainability in project management: a literature review and impact analysis », *Social Business*, vol. 4, n° 1, p. 63-96, 2014.

[15] **J.R. Mihelcic, D.R. Hokanson**, « Educational Solutions: For a more Sustainable Future », dans *Environmental Solutions*, Nemerow and Agardy, eds, Elsevier, p. 25-58, 2005.

[16] **D.R. Hokanson, J.R. Mihelcic, L.D. Phillips**, « 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, p. 254-265, 2007.

[17] **K. Ramani, D. Ramanujan, W.Z. Bernstein, F. Zhao, J. Sutherland, C. Handwerker, J.-K. Choi, H. Kim, D. Thurston**, « Integrated Sustainable Life Cycle Design: A Review », *Journal of Mechanical Design*, Vol. 132, 2010.

[18] **V.J. Fuchs, J.R. Mihelcic**, « 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.

[19] World Federation of Engineering Organisations (WFEO), 2007, http://www.wfeo.org/, consulté le 01/05/2016.

[20] **I. Capewell, E.W.L. Norman**, « The Sustainable Design Award: Supporting 16 plus Students in Addressing Sustainable Design Issues », *The Journal of Design and Technology Education*, vol. 8, n° 2, p. 82-90, 2003.