





## Charte de non-plagiat

Je, soussigné Vincent ROUET étudiant à l'IDCE en 2009-2010 (année d'étude), certifie que le texte présenté comme dossier (validé officiellement dans le cadre d'un diplôme d'Etat) est strictement le fruit de mon travail personnel. Toute citation (sources internet incluses) doit être formellement notée comme telle, tout crédit (photo, illustration diverse) doit également figurer sur le document remis. Tout manquement à cette charte entraînera la non prise en compte du dossier.

Fait à ANGERS le 17 mai 2010

Signature

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Vincent Rouet', written in a cursive style. The signature is positioned below the word 'Signature' and is slightly slanted to the right.

## Remerciements

Pour sa présence et son soutien, son professionnalisme et ses valeurs humaines je tiens tout particulièrement à remercier M Louis PERCHAI, qui, dans les moments de doutes, a su m'aider à trouver les ressources qui m'ont permis de réaliser ce parcours de certification de consultant en management à l'IDCE.

Un merci particulier à

**M Raphaël DINELLI**, Navigateur, Fondation OCEAN VITAL, Sans cette rencontre extraordinaire qui m'a permis de prendre la dimension des enjeux environnementaux, je n'aurais certainement jamais orienté ce mémoire sur ces problématiques.

**M Jean-Luc GUICHETEAU**, WEBASTO sc, Directeur R&D

**M Christian MOIROUD**, WEBASTO sc, Responsable R&D

**M Nicolas BLANC**, ADEME, Service économie et prospective

**Mme Isabelle BLANC**, MINES-PARITECH, pour ses conseils et son expertise concernant les sujets se rapportant aux cycles de vie, ainsi que pour les différents outils partagés.

**M Rodolphe ULLIUS**, BASF, "Key account manager", pour sa connaissance de l'industrie pétrochimique et des matériaux.

**M Frédérique CHEREAU**, LIBRE ENERGIE, directeur associé, spécialiste des installations photovoltaïques.

Pour les informations et les compétences qu'ils m'ont fait partager et l'aide qu'ils m'ont apporté dans la rédaction de ce mémoire.

Enfin je remercie tous ceux qui au cours de ces 9 mois m'ont accompagné, soutenus et aidé dans l'accomplissement de ce parcours riche d'humanité, mes compagnons de route de l'IDCE. Tous ceux qui lors des APC ont apporté leur regards respectueux, critiques, constructifs et bienveillants sur mon travail et la construction de mon identité de consultant.

---

## Préambule

---

En avril 2008, j'ai décidé de m'orienter vers une activité de consultant. Mes aptitudes d'analyses de situations industrielles et de créativité dans les recherches de solutions appuyées sur mes 20 années d'expérience dans l'industrie ont orienté mes choix en matière de produits conseil.

Mes expériences réussies dans les domaines de la conception à coûts objectifs et les optimisations produit-process sont un des socles de ma nouvelle activité.

Cependant, l'étude de marché et les formations dispensées dans le cadre du cursus de l'I.D.C.E m'ont donné une vision plus large de mes domaines d'expertise. Les responsables d'entreprises rencontrés m'ont aussi convaincu d'élargir mon offre.

La formation m'a permis d'intégrer que les aspects managériaux (dans leur acception anglo-saxonne) sont essentiels au fonctionnement d'une entreprise.

La performance et la valeur des entreprises sont surtout issus du travail des hommes et des femmes qui la composent. La composante managériale et la prise en compte des compétences disponibles font aussi partie des arbitrages quotidiens des chefs d'entreprises.

Il existe, particulièrement dans un environnement économique difficile, une opportunité de développer les activités de management de la valeur prenant en considération les ressources de l'entreprise et les impacts sur l'environnement.

Ce mémoire a donc pour objet de faire un point sur les évolutions de fond dans la prise en compte des contraintes environnementales dans les entreprises et de proposer une approche globale.

C'est aussi l'occasion de mettre en avant la valeur ajoutée du consultant : sa capacité à analyser une situation, son aptitude à apporter son expertise, à formaliser clairement des solutions et proposer un accompagnement personnalisé pour chaque dirigeant d'entreprise.

---

## Table des matières

Préambule .....	7
Introduction.....	4
Environnement, confrontation de valeurs .....	5
Politique environnementales et réglementaire .....	6
Ambitions politique et volonté citoyenne .....	6
Différents points de vue, des approches politiques divergentes.....	7
Les réglementations.....	8
Approche circulaires des ressources.....	11
Des matières premières de plus en plus rares.....	11
Mise en perspective des réglementations sur l'utilisation matières .....	11
Classification des matières premières .....	12
Les matières dangereuses .....	12
Les matières neutres .....	12
Les matériaux "verts" .....	12
Matières Premières Recyclables les (MPR) .....	12
Matières recyclées .....	13
Politiques de gestion des déchets .....	15
Organisation des filières.....	15
Vers une nécessaire réduction des déchets ultimes.....	15
Le poids de la charge verte, Intégration verticale des coûts.....	16
Vers une approche circulaire des ressources.....	16
Analyse du cycle de vie.....	17
L'économie circulaire .....	20
Tous les secteurs sont concernés.....	21
Evolution des processus de conception .....	22
Prise en compte des facteurs de conception.....	22
Traditionnels.....	22
Intégration des facteurs environnementaux: l'éco-conception .....	23
Modifications autour du produit.....	24
Evolutions des produits .....	24
Des équilibres fragiles .....	24

---

Des nouvelles fonctions .....	24
Evolution des compétences & des comportements.....	25
Les compétences en conception .....	25
Evolutions des compétences.....	26
Les modes d'organisation pertinents et adaptés .....	27
Mutations et performances .....	28
Evolutions des comportements.....	29
Nécessaire performance des entreprises.....	30
Garantir la performance et la compétitivité .....	30
Recherche des équilibres de demain .....	30
Projet & mission .....	31
Analyse de la valeur & cycles de vies des matières.....	31
Analyse de la valeur & organisation de la conception.....	31
Mise en perspective de la performance économique de l'entreprise.....	31
Conclusion .....	32
Consolider les trois piliers du développement durable .....	33
Compléments prospectifs .....	34
Confiance.....	34
Assoir une croissance naturellement verte .....	34
L'écologie nécessairement économique .....	34
Bibliographie .....	35
Annexes .....	1
Annexe 1.....	1
Annexe 2: .....	3
Les pays participant du sommet de Copenhague : .....	3

---

Annexe 3 : .....	3
Définition de l'écobusiness.....	3
Résumé et mots clés.....	4

---

# Introduction

---

L'urgence et la nécessité de développer, de commercialiser et d'utiliser des produits prenant en compte l'épuisement des énergies fossiles et des matériaux qui y sont associés, ne sont plus à démontrer.

Les volontés affichées des états et des organisations supranationales de modifier nos comportements auront des impacts sur le quotidien de chacun de nous d'un point de vue économique.

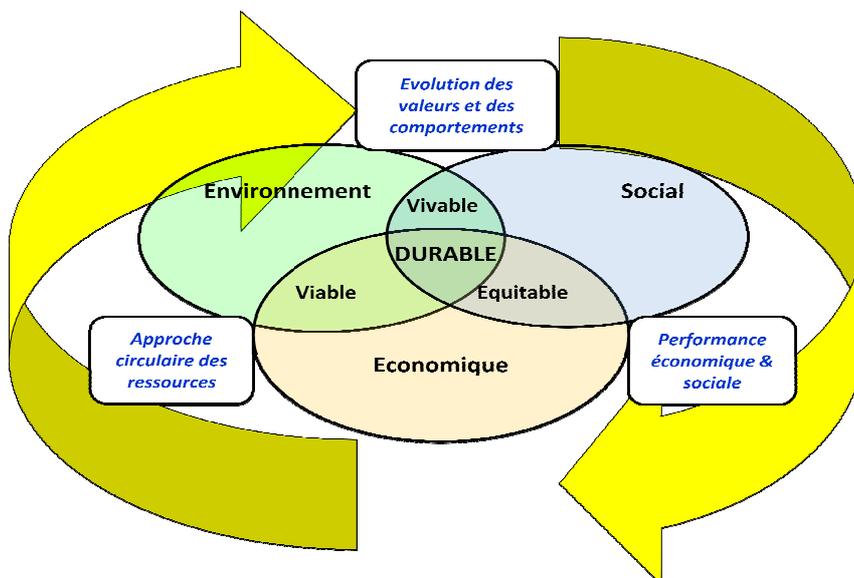
Cette révolution verte en marche aura des implications dans tous les domaines de nos activités ; transport, habitat, loisirs, alimentation.

L'émergence de nouveaux matériaux, la remise à la mode de certains, la mise en obsolescence enfin de certaines commodités auront des implications sur les marchés des matières premières, avec tous les risques de spéculations associés imaginables. Devrons-nous imaginer une approche circulaire des matières premières?

Certains pans entiers de nos économies auront à s'adapter pour ne pas disparaître avec les conséquences économiques, sociales, humaines ou en termes d'aménagement des territoires que ces mutations entraîneront. Quels seront les changements dans les caractéristiques et des modes de conception et de consommation des produits?

Demain se prépare aujourd'hui, il faut donc, dès à présent, imaginer les méthodes d'organisations et de management pertinents, les procédés et les matériaux que nous utiliserons dans les années à venir. Quels en seront les impacts sur les comportements au sein des entreprises.

Enfin pour qu'il soit durable et réaliste le modèle devra être performant économiquement.



L'intégration et la complémentarité des processus d'éco-conception et de conception à coûts objectifs dans l'objectif de maintenir et de développer la performance économique des entreprises est un des grands challenges actuel pour nos sociétés.

---

## **Environnement, confrontation de valeurs**

---

Le monde dans lequel nous vivons est en perpétuel mouvement et en évolution permanente. Il est difficile de saisir toutes les implications des bouleversements auxquels nous assistons. Mondialisation, émergences de nouvelles puissances économiques et politiques, changement des influences géopolitiques, apparition de nouvelles technologies, accélération permanente des flux des produits manufacturés, des informations et des hommes. Dans ce contexte pour le moins perturbé, les "vieilles" puissances prennent conscience de la nécessité de mettre la préservation de l'environnement au cœur de leurs préoccupations. Peut être nos sociétés ont compris que notre avenir passe par celui du respect de l'humanité et de son environnement.

Le génie de l'homme se manifeste quand les situations le contraignent à trouver des alternatives de survie. Nos sociétés postindustrielles sont arrivées à un stade avancé de mutation et il se pourrait que les schémas classiques de développements ne soient plus pertinents dans les années à venir. Sans tomber dans un pessimisme excessif, il semble réaliste de penser que nous allons devoir prendre en compte, d'une manière encore plus importante, la raréfaction de nos ressources. Que celles-ci soient naturelles, culturelles ou humaines, nous allons devoir faire preuve de sobriété dans leur utilisation.

Les démarches engagées par beaucoup de gouvernements et d'ONG vont dans le sens de ces nouveaux états d'esprit. Beaucoup de travaux ont déjà été réalisés de par le monde pour tenter de modifier nos façons de penser, de produire, de consommer.

Les pays en développement n'ont pas les mêmes préoccupations. Comme les sociétés occidentales des trente glorieuses, ces pays sont confrontés à de forts taux de croissance. La maîtrise de ces situations, avec parfois des systèmes culturels et politiques bien différents des nôtres, n'imposent pas les mêmes priorités à ces états.

Cependant, les forts taux de développement incitent et imposent à ces pays émergents d'avoir une approche inventive et pragmatique de l'utilisation des ressources. La Chine suivie par l'Inde ou le Brésil ont développé des pôles d'activités basés sur une approche circulaire de l'économie basée sur le renouvellement cyclique des ressources.

Les confrontations des points de vues économiques, culturelles, et sociétales expliquent en grande partie les échecs des sommets internationaux consacrés au climat et à l'environnement.

La perte de notre leadership productif nous impose de tendre vers une forme de sobriété inventive, c'est pour nous un impératif économique, environnemental, et, c'est peut être aussi notre responsabilité de démontrer que l'on peut asseoir notre développement durable sur un autre mode de fonctionnement que celui de la consommation en flux ouvert.

Apprendre de nos erreurs passées est une obligation de notre présent. Plus concrètement il ne s'agit pas seulement de préserver notre environnement actuel, mais surtout de garantir dans de bonnes conditions notre avenir.

Individuellement et collectivement nous sommes majoritairement prêts à ces changements de comportements. Ces évolutions ne se feront que si les équilibres économiques qui garantissent une certaine cohésion sociale sont, eux aussi, préservés.

---

## Politique environnementales et réglementaire

### Ambitions politique et volonté citoyenne

Le choc pétrolier du milieu des années 70 a sonné la fin d'un cycle de croissance débuté dans les années cinquante, après la 2<sup>nd</sup> guerre mondiale. Les trente ans qui suivirent furent l'occasion pour les sociétés occidentales de prendre conscience de la finitude des ressources que nous utilisons.

#### La chasse au gaspi des années 70 en France.



Tous les pays occidentaux se sont mobilisés afin de sensibiliser les citoyens à la nécessité d'économiser nos ressources. La relative bonne santé des économies dans les années 1990-2000 a placé au deuxième plan les ambitions écologiques. Cependant, petit à petit, nous avons accepté le fait que nous devons économiser de plus en plus nos ressources.

Certains pays ont agi plus vite que d'autres en matière réglementaire et législative. Sous la pression des associations écologiques et de défense de l'environnement, les gouvernements ont mis en place des dispositifs réglementaires permettant de tendre vers une moindre consommation d'énergie. (Aides fiscales, promotion des énergies renouvelables.. ;)

Il nous aura fallu plus de trente ans à nos générations pour que nous acceptions l'idée que nous devons imaginer l'avenir en réduisant nos consommations de matières premières, qu'elles soient énergétiques, agricoles ou extractives.

Il faut aussi cependant se souvenir que les pénuries de matières premières ne sont pas une situation nouvelle. Périodiquement certaines matières premières viennent à manquer. Par exemple à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle une pénurie de bois a poussé les armateurs anglais à utiliser l'acier pour construire les navires.

Cette lente évolution des mentalités permet aussi aux états de lancer avec plus de facilité les dispositions réglementaires nécessaires à l'encadrement des politiques environnementales et l'acceptation des contraintes associées à ces changements pour les citoyens et les entreprises.

---

## Différents points de vue, des approches politiques divergentes

Chaque pays ou groupe de pays cherche à défendre ses intérêts et ceux de ses citoyens. Dans ce contexte, il est souvent difficile d'harmoniser les politiques environnementales.

### **Une vision mondiale difficile**

Les organisations internationales (Nations unies, OCDE) tentent, parfois sans succès, de trouver les points de convergences (UNFCCC, Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, protocole de Kyoto) dans un monde à plusieurs vitesses et aux préoccupations divergentes.

Ces divergences de priorités expliquent en grande partie les "faibles" résultats du sommet de Copenhague consacré au réchauffement climatique en décembre 2009.

Il ne faut pourtant pas oublier que ces processus sont souvent longs et que les compromis sont difficiles à trouver. Suivant la position géostratégique, les points de vue sont spécifiques.

### **Les pays en voie de développement**

Chine, Brésil, Inde, Afrique du sud cherchent à assurer leur développement économique et refusent de ralentir leur croissance tout en tentant d'optimiser leurs ressources. Cela aboutit dans certains cas au développement d'une économie circulaire basée sur la régénération des produits et des déchets en ressources condition nécessaire pour assurer la pérennité de la croissance. Cette économie est basée essentiellement sur une volonté politique et est expérimenté de façon plus ou moins empiriques à l'échelle de territoires restreints aux grandes cités industrielles, voire de territoires. L'objectif est de passer d'un modèle classique linéaire de consommation de ressources, de production, de consommation et de rejets de déchets de masse à une approche introduisant la notion de limitation au strict minimum de déchets et de réutilisation maximum des produits et des matériaux consommés dans le cycle précédent. Ces stratégies développées en Chine sont en opposition avec l'image peu "écologique" que ces pays ont car ces expérimentations "circulaires" sont encore rares et font encore l'objet de mise au point.

### **Les pays producteurs d'énergies fossiles (Gaz, pétrole)**

Regroupé au sein de l'OPEP, ces pays cherchent à préserver les revenus issus du commerce de leurs sous sols.

Cette position n'exclut pas ces états d'être confrontés aux problèmes environnementaux, mais les équilibres de leurs économies sont basés sur l'exploitation et le commerce des ressources fossiles. Des politiques de recherches de diversification vers des activités plus écologiques sont à l'œuvre et des investissements dans les domaines associés aux technologies "vertes" se font en utilisant la manne financière du pétrole.

---

## Les occidentaux

USA, Japon, Australie, Nouvelle Zélande, Pays nordiques, L'Europe tentent de définir de nouveaux modèles de croissance qui intégreraient la dimension environnementale.

La France, comme d'autres pays, a décidé d'avoir une vision globale et de fédérer ses actions en 2007 avec "Le Grenelle de l'environnement". Six groupes de travail se sont constitués autour des thèmes suivants :

- Lutter contre le changement climatique et maîtriser la demande en énergie,
- Préserver la biodiversité et les ressources naturelles,
- Instaurer un environnement respectueux de la santé,
- Adopter des modes de production et de consommation durables,
- Construire une démocratie écologique,

Le groupe de travail VI portait sur la promotion des modes de développement écologiques et favorables à l'emploi et à la compétitivité. De ce groupe sont sortis 8 programmes visant à « construire un nouvel équilibre vertueux du point de vue économique, environnemental et social entre les activités de production, de consommation, de recherche et développement, d'innovation et de service en France et en Europe »

Les programmes proposés par le groupe VI portent en particulier sur la diffusion des règles d'éco-conception dans une démarche d'économie circulaire et de fonctionnalité (prog 7).

Cette démarche a aboutie en aout 2009, par l'adoption de la loi de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement-1. Cette loi a la volonté et l'ambition de répondre au constat partagé et préoccupant d'une urgence écologique.

## Les réglementations

Tous les pays se sont dotés depuis longtemps de textes de lois dans le but de préserver l'environnement. Ces textes, aux ambitions écologiques, répondent aussi la plupart du temps à des besoins stratégiques et économiques.

Les divergences entre pays et l'impossibilité structurelle de trouver des accords internationaux n'empêchent pas la mise en place d'outils et de réglementations portant sur certains domaines d'application.

Ces réglementations sont élaborées par les états ou les groupes d'états (UE). Elles sont le fruit de réflexions et de concertations des différents acteurs des domaines d'application. Quelque soient la communication associée à chacune de ces réglementations, elles définissent les règles auxquelles nous devons nous adapter pour concevoir, commercialiser, utiliser ou rebuter les produits et les services au quotidien.

---

## Textes de référence

Suivant le cadre législatif et la portée internationale de ces textes, ceux-ci ont différents statuts, des déclarations d'intentions pour les sommets internationaux aux règlements et aux lois dans les Etats.

Les principaux textes concernant les questions environnementales s'appliquent aux différents signataires suivant leur implication et leur accord ;

### Au niveau mondial

Les principaux accords multilatéraux élaborés sous l'égide des nations unies, sont répartis sous les thèmes suivants :

- L'air
- Le vivant
- Le milieu marin
- La désertification et la protection des écosystèmes
- Les déchets et substances dangereuses
- Les pollutions marines

Les principaux accords internationaux sont :  
Sommet de la terre Stockholm(1972) et Rio (1992)  
Le protocole de Montréal sur la couche d'ozone en 1987  
La convention de Bâle portant sur les déchets dangereux en 1989  
Les accords de Kyoto sur les changements climatiques 1992

Plus de 300 accords environnementaux multilatéraux (AEM) portant sur diverses questions environnementales sont actuellement en vigueur

La convention de Copenhague en 2009 sur le réchauffement climatique à mis au devant de la scène les doutes émis par certains scientifiques sur les évolutions probables du climat mondial. La crise mondiale de ces dernières années n'a pas non plus donné les conditions de sérénité nécessaires à l'élaboration d'un texte important.

---

## En Europe

Dans le cadre des processus d'application des grands textes internationaux, l'union Européenne crée les directives qui s'appliquent aux législations des états membres. Ces réglementations environnementales sont même une part importante des réglementations Européennes. Il doit être rappelé que le droit communautaire prévaut sur les droits des pays membres.

Ces textes portent sur plusieurs domaines, les principaux sont les suivants:

**EAP** : Environmental Action Program

**IPP** : Développement des marchés "verts" (Integrated Product Policies)

**2005 - EuP** : Eco-conception (eco-design for Energy using Products)

**2003 - RoHS**: Utilisation de matières dangereuses dans les équipements électriques et électroniques (Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment)

**2003 - WEEE** : Déchets électroniques (Waste Electrical and Electronic Equipment)

**1999 - REACH** : Substances chimiques dangereuses (Registration, Evaluation, Authorization and restriction of Chemical)

## En France

Les premiers principes généraux du droit de l'environnement datent de la loi Barnier de 1995, Bien sûr des textes existaient auparavant (loi sur l'eau par exemple), mais la France avait pris du retard dans ce domaine vis-à-vis des autres pays industrialisés. Depuis 2000, c'est le Code de l'environnement qui assure la cohérence des différents aspects de droit.

L'environnement fut élevé au niveau des droits constitutionnels avec la charte de l'environnement de Jacques CHIRAC en 2005.

Depuis 2007 les travaux du Grenelle de l'environnement ont abouti à la loi de programmation dite "Grenelle1" adoptée le 3 août 2009 relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement

Cette loi a pour objectif d'influer sur les actes afin de d'engager une démarche au niveau du pays en faveur de la préservation de l'environnement. Elle comporte plusieurs axes qui portent respectivement sur :

La lutte contre le changement climatique

Le maintien de la biodiversité, des éco systèmes, des milieux naturels

La prévention des risques environnementaux, la santé, la prévention des déchets

L'état exemplaire, Les modes de gouvernance, l'information et la formation

Les travaux préparatoires du "Grenelle" ont, particulièrement dans le groupe VI de réflexion, mis l'accent sur la nécessité d'associer la performance économique aux contraintes écologiques. *«Il s'agit donc de construire un nouvel équilibre vertueux du point de vue économique, environnemental, et social entre les activités de production, de consommation, de recherche-développement, d'innovation et de services en France et en Europe.»*

---

# Approche circulaires des ressources

---

## Des matières premières de plus en plus rares.

Depuis l'origine de la vie terrestre, les êtres vivants puisent dans leur environnement afin d'y trouver les ressources nécessaires à leur survie. L'humanité a su exploiter les ressources à disposition pour se nourrir, se loger, se déplacer. Les bouleversements des modes de vie apparus à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle ont accéléré les prélèvements. Le monde s'est organisé pour extraire, transformer, vendre et transporter les différentes matières que nous utilisons quotidiennement. Chaque fois que les cycles ont été perturbés, (guerres, crises...) les équilibres des marchés et les spéculations les plus folles furent d'actualité. Ces périodes donnèrent aussi l'occasion de créativité pour substituer les produits manquants. La prise en compte de l'émergence de nouveaux consommateurs et de nouveaux marchés dans des pays comme l'Inde et la Chine vont multiplier les besoins en approvisionnement de matières premières. La planète est un espace fini, les ressources nécessaires ne sont déjà plus disponibles. Nous avons constaté avant la crise de 2008 une envolée des prix de certaines matières premières liée aux tensions sur les approvisionnements. La crise par le ralentissement des économies, a masqué ces tensions structurelles. Il sera logique que la reprise, même progressive, des économies mondiales remette à jour ces tensions.

Les moyens mis en œuvre pour exploiter, extraire ces matières premières sont de plus en plus spectaculaires. Les coûts engendrés impactent bien entendu les prix des commodités. Les niveaux de prix atteints permettent maintenant d'envisager l'utilisation de matières "secondaires" ou recyclées issues du recyclage.

Les producteurs "historiques" de matières premières mènent aussi des études afin de préserver la pérennité économique de leurs activités.

## Mise en perspective des réglementations sur l'utilisation matières

Les différentes réglementations et textes de lois régissant l'utilisation des matières premières sont nombreux en fonction des utilisations. Chimie, Electronique,... Les bureaux d'études doivent intégrer depuis maintenant quelques années des processus de validation des matières utilisées dans les différentes nomenclatures.

Souvent sous la pression des donneurs d'ordre ces réglementations ont été anticipées dans leur application. Cependant il n'est pas toujours aisé de connaître avec précision les obligations réglementaires. Certains donneurs d'ordre préconisent régulièrement des matières afin de pouvoir communiquer sur l'aspect vert et écologique de leurs produits. Il est cependant difficile et rare de pouvoir réaliser l'équation produit "écologique" = produit économique.

Il paraît pourtant impératif que pour valider de façon rationnelle une matière "écologique" cette équation soit au moins à l'équilibre.

A ce stade il semble important de récapituler les différentes contraintes qui s'appliquent lors des choix de matières premières en phase de conception.

---

## Classification des matières premières

Nous pouvons définir 3 classes de matières et matériaux. Les matières et substances dangereuses interdites ou non, les matières "neutres" ou classiques ayant des impacts relativement limités sur l'environnement et enfin les matériaux "verts".

### Les matières dangereuses

#### Matières interdites

Cette première catégorie englobe toutes les matières et substances interdites pour raison de dangerosité et de nocivité pour les êtres vivants et pour l'environnement en général. Il est interdit d'utiliser ces matières

#### Matières à risques

Dans le cadre de la réglementation REACH il est fait obligation à échéance de déclarer les matières à risque, (Substance of Very High Concern, SVHCs). Ces systèmes déclaratifs sont normalisés, cependant tous les acteurs des différentes filières n'utilisent pas les mêmes circuits et procédures.

### Les matières neutres

Ni dangereuses, ni "vertes" ces matières sont les oubliées du débat. Pas assez dangereuses pour faire l'objet d'une déclaration, trop impactant pour l'environnement pour êtres considérées comme écologiquement "responsables".

Face aux matières à risques ou interdites apparaissent de nouvelles catégories de matières et matériaux: les matériaux "vert".

### Les matériaux "verts"

Avant d'être verts ces matériaux sont avant tout, pour une partie d'entre eux, des produits déjà intégrés dans les cycles de vie et recyclés ou recyclables. L'effet de mode du green washing (action de rendre "vert" et écologique les produits et leurs constituants dans un but marketing) à mis en avant de la scène ces matières qui ne sont pas forcément plus écolos qu'avant.

### Matières Premières Recyclables les (MPR)

Utilisées depuis longtemps ces matériaux classiques sont pour autant relativement facilement recyclables. Cela implique qu'ils possèdent intrinsèquement la capacité à être recyclés sans pertes significatives de caractéristiques physico-chimiques. C'est le cas depuis longtemps de l'aluminium, de l'acier, des cartons et papiers,... . La conception des produits utilisant ces matières implique de plus en plus la prise en compte des contraintes de marquages et de "démontabilité" des produits pour identification et recyclage effectif.

---

## Matières recyclées

Directement ou indirectement issues du recyclage des matières de première génération. Il peut s'agir de matériaux et de matières issues à 100% de recyclage de produits d'un cycle de vie précédent. Plus souvent on retrouve dans cette catégorie des matières vierges auxquelles il est ajouté un taux plus ou moins important de matière issues du recyclage. Dans certaines professions ce taux descend jusqu'à moins de 5% et est même depuis longtemps dans le processus de transformation de ces matières. Soit pour utiliser en interne les rebuts des processus d'autres pièces, soit pour améliorer les caractéristiques de transformation. Les fabricants matière sont à l'écoute de ces marchés car la disponibilité de matières à recyclés sont variables suivant les filières. Les taux de réutilisation sont très disparates et vont de 0% à plus de 80 % pour d'autres matières. Il est souhaitable en théorie qu'une grande diffusion des Matières Premières Recyclables (MPR) ainsi que la mise au point de techniques donnant la possibilité de produire ces MPR puisse réduire considérablement la pollution industrielle.

Le taux de recyclage n'implique pas forcément une production à la hauteur des attentes du marché: dont tensions sur les prix de ces matières... l'utilisation de ces matières recyclées (à 100 % ou partiellement) a aussi un impact sur la conception des produits car les performances et les caractéristiques techniques sont modifiées (parfois dégradées). Quel est alors l'intérêt, autre que marketing, en dehors de toute aide ou subvention, de payer plus cher une matière moins performante? Il existe aussi un risque lié aux capacités de productions de ces matières. Une attention particulière devra être apportée sur ce point particulier par les fabricants pour limiter les risques de tensions sur ces filières et conséquemment sur les prix de ces produits.

### De nouveaux matériaux

Les nouvelles contraintes environnementales, imposées ou non, contraignent les industriels à modifier les habitudes de conception. En effet sous la pression du marché au sens large, clients, donneurs d'ordre, les réglementations et les cahiers des charges des produits se sont modifiés. Plus de demande de matériaux recyclables, recyclés. Le besoin du "0 impact environnemental" est devenu une exigence. Ces évolutions font maintenant parti de nos quotidiens. (Papier recyclé, encres "écologiques", meubles fabriqués avec du bois issu d'exploitations forestières durables ...). Par conséquent les matières premières ont évoluées.

Cette famille de matériaux et de procédés de transformation est désignée par le terme d'Ecotechnologie: «Techniques, produits et services respectueux de l'environnement, dans les pays industrialisés comme dans les pays en développement(1)»

Ces matières issues des écotechnologies prennent en considération uniquement que les indicateurs en lien avec la protection de l'environnement.

«L'élimination des obstacles commerciaux et le «redressement des prix» en internalisant les coûts environnementaux dans les prix du marché sont donc essentiels pour exploiter pleinement le potentiel de l'écotechnologie et pour favoriser l'apparition d'incitations à l'intensification de la recherche et du développement dans ce domaine(1)»

Parmi les exemples, il y a les nouveaux matériaux cimentaires, les anodes réfractaires, la technologie de la cathode humide pour la production de l'aluminium, ainsi que la fusion réductrice pour fabrication du fer. L'utilisation de matières premières renouvelables (MPR) (d'origine végétale) en tant que produits de départ dans l'industrie est une pratique déjà bien établie dans certains secteurs spécifiques de l'industrie chimique. Nous assistons à la diffusion quasi quotidienne de nouveaux polymères écologiques (PLA, à base d'amidon de maïs...) ou de plastiques ayant des taux de charges végétales (Chanvre par exemple), imposés.

(1): Rapport de la commission européenne sur les écotechnologies-2002

---

### Paradoxes ou résistance à l'évolution des caractéristiques

L'utilisation de matières recyclées entraîne parfois les fabricants et les chimistes à doper ces produits recyclés pour retrouver les caractéristiques proches des standards connus, cela entraîne souvent une augmentation du coût de ces matières et un bilan environnemental pour le moins mitigé!

L'augmentation de la part de matériaux recyclés dans certaines industries, en métallurgie principalement, a permis de développer des alliages aux performances améliorées par rapport aux métaux issus de matières de première extraction.

### Quelques exemples

#### **Le cas de l'amiante :**

L'amiante, fibre minérale naturelle, fut une source de profits à court et moyen terme pour beaucoup d'industriels pendant des décennies. Il fallut beaucoup de temps pour comprendre l'importance des coûts induits par ce produit pour les industriels (Frais de justice, indemnités compensatoires, dépollution des sites industriels...) et pour la société (traitements médicaux, soins, indemnités journalières, pensions...).

Les obligations de produit de substitution ont poussé les industriels à trouver des solutions plus saines globalement, profitables à long terme ET avec des produits plus performants. Les avantages techniques et économiques entre les solutions de facilité nocives et les innovations "vertes" plus saines se sont souvent démontrées rapidement:

#### Deux exemples:

##### Les CFC

En 1987 le protocole de Montréal a conduit les états à légiférer pour imposer la réduction puis à terme la suppression de l'utilisation des gaz CFC (Chlorofluocarbure), utilisés pour les systèmes caloporteurs (climatisations, réfrigérateurs...), gaz propulseur des aérosols, comme solvants, ou comme extincteurs. Les industriels ont été contraints à trouver des produits de remplacement. Ces produits de substitution plus sains et plus écologiques se sont montrés rapidement moins chers à produire et plus profitables.

##### Les encres d'imprimantes "écologiques"

La mise en place d'encres dites "vertes" s'est faite très rapidement car ces nouveaux produits sont moins chers à produire et pour le même prix de vente la rentabilité est accrue.

---

## Politiques de gestion des déchets

Le plan d'actions déchets 2009-2012, issu des réflexions menées lors du Grenelle Environnement, et en articulation avec la transposition de la directive européenne du 19 novembre 2008 sur les déchets, s'appuie sur le principe que **"le meilleur déchet est celui qu'on ne produit pas"**.

Ce plan a pour objectif de réduire la production des déchets, augmenter et faciliter le recyclage des déchets valorisables pour diminuer le gaspillage, mieux valoriser les déchets organiques, réformer la planification, traiter efficacement la part résiduelle des déchets et mieux gérer les déchets du BTP.

### Organisation des filières

Depuis quelques années les filières de recyclage sont mises en place et participent à l'aménagement des territoires. Localement les filières se sont organisées pour collecter le maximum de produits recyclables.

Il semble logique de ne pas traverser la France, l'Europe ou la planète pour traiter un produit en fin de vie. C'est pourtant encore le cas de certains produits comme les déchets électroniques, ou les navires à ferrailler. Ces filières existent et sont économiquement à peu près viables mais ne sont pas particulièrement performantes en termes d'impact carbone ou d'un point de vue social (travail des enfants pour la récupération des constituants des cartes électroniques ou conditions de sécurité et sanitaires lors de la déconstruction des navires en Inde).

Les dernières réglementations concernant les traitements et la valorisation des déchets en France, en Europe et même dans les pays en voie de développement poussent à rendre plus supportables les conditions associées pour tous les acteurs. Les exigences éthiques des consommateurs et les cahiers des charges des grands donneurs d'ordres vont dans ce sens.

### Vers une nécessaire réduction des déchets ultimes

Il reste cependant vrai que la production de déchets ne cesse d'augmenter que ce soit dans les sociétés occidentales et a fortiori davantage dans les pays en fort développement.

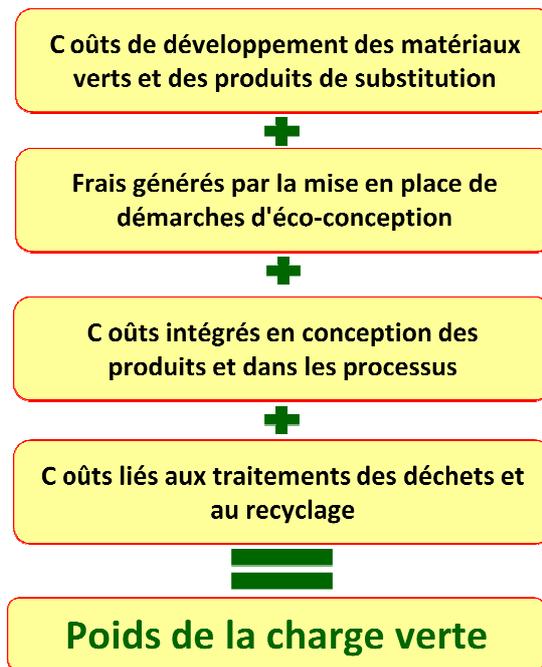
Une intensification des efforts pour la réutilisation des produits et des matières en fin de cycle devra être menée dans les années à venir. Pour ce faire il sera donc impératif que les produits de demain soient structurellement compatibles avec ces objectifs de recyclabilité maximum.

---

## Le poids de la charge verte, Intégration verticale des coûts

Les coûts nécessaires au recyclage des produits et des matières ou aux traitements des déchets ultimes, sont depuis plusieurs années pris en compte et impactés aux consommateurs à différents niveaux: dans le prix des produits; intégration par les producteurs des coûts de traitement des déchets, écotaxes, éco emballage,..., soit par les impôts et redevances de traitement des ordures ménagères.

Ces coûts, de plus en plus importants, pèsent et pèseront sur les prix de revient des produits au risque de voir la compétitivité des dits produits affaiblie. Il semble impératif de généraliser si possible la prise en compte de ces coûts directs et indirects lors des arbitrages technico-économiques en phase de conception (Lors des analyses de cycles de vie par exemple).



Cette charge se retrouve directement ou indirectement dans le prix final de tout produit et service, l'objectif étant de faire en sorte que ce poids devienne un gain généré par l'éco-conception. La difficulté reste d'agréger ces coûts et ces gains.

### **Vers une approche circulaire des ressources**

*Des matériaux en recyclage permanent plutôt que des déchets ultimes*

Une des premières règles que nous pourrions tenter de nous imposer repose sur l'ambition de faire disparaître de nos vocabulaires les notions de matières premières et de déchets. Cela ressemble à un vœu pieu, mais il n'est pas interdit de se donner l'ambition de tendre vers cette approche.

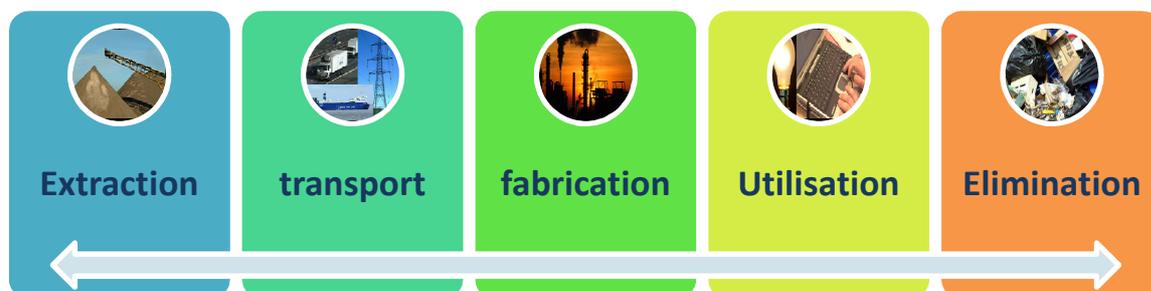
Une analyse synthétique des cycles de vie des matériaux pourrait nous permettre de mieux identifier les axes de travail et l'avancement des travaux déjà réalisés

---

## Analyse du cycle de vie

L'Analyse du Cycle de Vie (ACV) est un outil qui permet d'évaluer de manière scientifique et objective les impacts potentiels d'un produit, d'un procédé ou d'une activité sur l'environnement, et, est très utile pour évaluer l'aspect environnemental dans le cadre du développement durable.

C'est une analyse du produit/service/procédé du « berceau à la tombe » (cradle to grave)



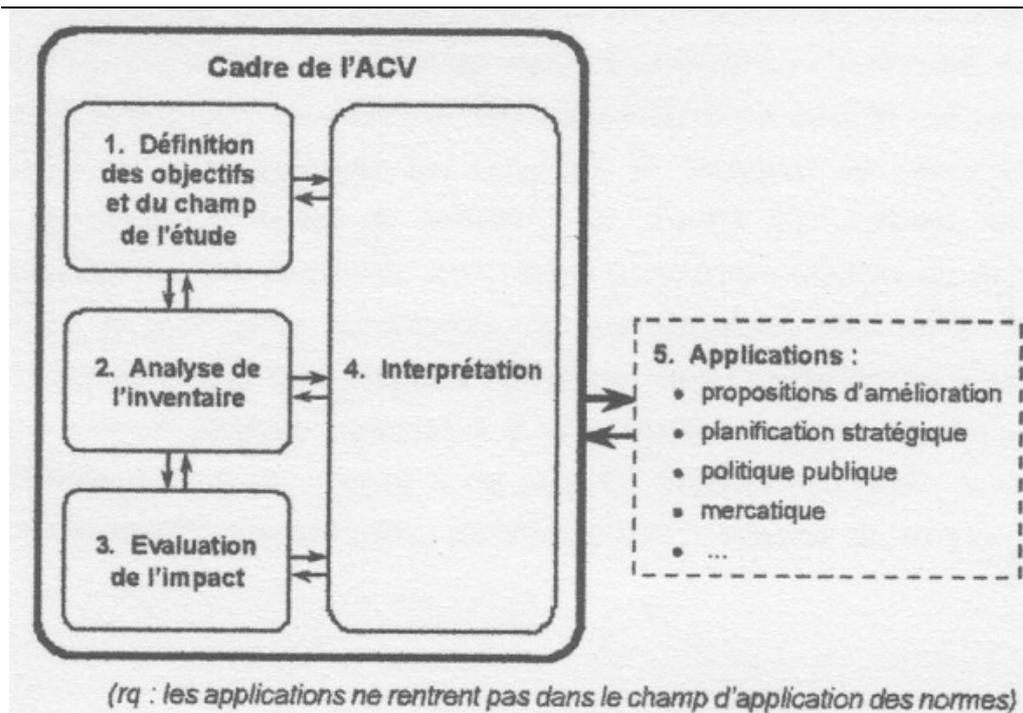
Cette approche globale d'un produit ou d'un service et des éléments de son système remonte au début des années 90, quand est apparue la nécessité d'avoir «des approches multi-critères (consommation de matières et d'énergies, émissions dans l'air et dans l'eau, déchets), prenant en compte l'ensemble des étapes du cycle de vie des produits, de leur fabrication à leur élimination finale en passant par leur phase d'utilisation : les écobilans (ce terme est encore souvent employé mais est aussi le nom commercial d'une entreprise Française). Cette approche, complète d'un point de vue environnemental, n'intègre pas les aspects sociaux et économiques.

Cette approche systémique est encadrée par une norme internationale ISO 14040 :

« *Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Principes et cadres* »

Il s'agit en fait d'une série de normes intégrées dans la série ISO 14000 : gestion de l'environnement qui précise les 4 phases de l'analyse. Soit respectivement:

Définition de l'objectif et des limites	(ISO 14 041)
Analyse de l'inventaire des données	(ISO 14 041)
Évaluation des impacts	(ISO 14 042)
Interprétation des résultats	(ISO 14 043)



Doc ADEME Note de synthèse externe mai 2005

Une cinquième phase (qui n'est pas dans le champ de la norme) concerne les applications.

#### Approche multi critères

La démarche d'analyse du cycle de vie d'un produit est une analyse multicritères; c'est à dire que sont pris en compte les interactions et les impacts environnementaux de chaque étape de la vie du produit. Ces interactions sont de deux ordres: consommation ou émission.

Consommation : il s'agit de mesurer et caractériser les prélèvements de ressources ou de matières (minerais, eau, ...) et d'énergie (Pétrole, gaz, ...) d'en évaluer les valeurs.

Emissions : sur la base d'informations disponibles, est réalisé un inventaire des émissions dans l'air et l'eau de chaque matière et l'estimation de la production de déchets solides.

L'étude doit conduire à la qualification de 5 à 10 critères d'impact potentiels.

IMPACT	UNITE	Option 1	Option 2
Effet de serre	Tonne équivalent CO2		
Acidification	g équivalent H+		
Eutrophisation	Kg équivalent phosphate		
Energie primaire	Méga joules		
Déchets	Kg Déchets I B		
Formation d'oxydants photochimiques	g équivalent éthylène		
Demande biologique d'oxygène	Grammes		

Ces résultats peuvent et sont souvent exploités pour apporter une pondération (normalisée ou monétarisée) afin de rendre exploitables ces données.

Des bases de données publiques ou publiées existent qui inventorient les informations pour les matières premières courantes. Certaines fédérations professionnelles ont synthétisé les impacts environnementaux de leurs matériaux tout au long de leurs cycles de vie.

### **Ecoinvent**

Une des bases de données technique les plus complètes des études de cycles de vie qui existe à ce jour est celle de "ECOINVENT" organisme basé en Suisse. [www.ecoinvent.ch](http://www.ecoinvent.ch)

### **Eco-indicator**

Il existe aussi un institut Hollandais qui travaille sur les éco indicateurs mais avec un point de vue plus sociologique; les facteurs de volonté agrégés, les définitions des différents types de consommateurs et de positionnement freins au développement des technologies d'éco conception. Ces travaux sont précisés dans un document de synthèse :

***99 éco-indicator methodology report 2001.*** [www.pre.nl/eco-indicator99](http://www.pre.nl/eco-indicator99)

Les résultats sont ensuite intégrés dans une démarche plus globale d'éco-conception .

## ACV & eco-conception

L'éco conception est une composante du management environnemental, et devient une part entière dans la stratégie de développement des entreprises. Cette démarche préventive, met l'accent sur les risques de pollution liés au produit et permet de mettre en place des mesures technologiques et organisationnelles pour éviter les impacts environnementaux.

Cette approche de la conception est encadrée par une norme ISO: **XP ISO/TR 14 062 (2002)**. Ce dispositif encadre la normalisation existante autour de l'approche produit.

Rappel des normes de l'approche produit.

	<b>NORMES</b>	
<b>Mise en œuvre d'une politique environnementale</b>	Prise en compte de l'environnement en conception	XP ISO/TR 14 062 (2002)
<b>Démonstration</b>	Etiquetage environnemental	ISO 14 020
<b>Outils d'évaluation</b>	Analyse de cycles de vie	ISO 14 040
<b>Terminologie</b>	Termes et définitions	ISO 14 050

Ces normes sont complémentaires aux normes concernant les sites de production (14001 ...)

Pour exprimer les résultats de l'analyse et comparer le comparable (c'est-à-dire raisonner à service rendu identique), on définit l'unité fonctionnelle. C'est un élément de mesure qui permet de quantifier la fonction remplie par le produit étudié. Cette unité fonctionnelle peut s'exprimer de la manière suivante

UF (Unité Fonctionnelle) = Quantité + Fonction + Temps

Quantité : Quantité de besoins concernés par la fonction

Fonction : S'exprime au moyen d'un verbe à l'infinitif

Temps : Durée de Vie Typique ou temps d'utilisation total du produit

### **Les phases du processus d'éco-conception**

Suivant les ambitions et les moyens à disposition des concepteurs différents outils pourront être utilisés.

La démarche d'éco-conception doit suivre un *fil conducteur* en plusieurs étapes:

*D'après les fiches de mémorisation F7 de l'ADEME (2001)*

- Définir l'**objectif** de la démarche  
*Améliorer un produit existant ou éco-concevoir un nouveau produit.*
- Considérer le **cycle de vie**  
*Evaluer les services rendus par le produit, le chiffrer (unités fonctionnelles), identifier les étapes du cycle de vie.*
- Identifier les **sources d'impacts**  
*Identifier les flux entrants et sortants et évaluer les impacts sur l'environnement.*
- Proposer des pistes d'**améliorations**  
*Chercher des paramètres dont dépendent les principaux impacts et proposer des pistes d'améliorations pour les réduire.*

### **L'économie circulaire**

«L'économie circulaire s'oppose à l'économie linéaire qui épuise d'un côté les ressources et accumule de l'autre les déchets. Cette approche cherche à rapprocher les écosystèmes industriels du fonctionnement quasi cyclique des écosystèmes naturels. Il s'agit de disjoindre la création de valeur des flux de matière et d'énergie qui la sous-tendent généralement. Plus précisément, il s'agit de conduire une double stratégie de dématérialisation : d'abord, en réduisant la quantité d'énergie et de matière par unité de biens produits, sans oublier la nécessité de décarboniser l'énergie - en recourant à des énergies de substitution ou en séquestrant à la source le carbone. Ensuite, l'objectif recherché est le bouclage des cycles de matières. Les voies disponibles sont alors multiples : l'utilisation des co-produits, sous-produits et déchets d'un type de production par d'autres productions, d'une industrie par une autre. A quoi s'ajoutent enfin la réutilisation, le *remanufacturing* et le recyclage. »

*Source éco-life*

Dans le cadre de ce mémoire il s'agit simplement d'intégrer à l'analyse du cycle de vie des produits la prise en compte des possibilités de réintroduction en amont des cycles suivants les matières, composants ou constituants des produits étudiés.

---

## Tous les secteurs sont concernés

Quel que soit le secteur d'activité, les réglementations s'appliquent, ou devront s'appliquer dans les années à venir. La préoccupation des bureaux d'études quant aux différentes matières premières à utiliser et de leurs impacts sur l'environnement; ces questionnements ont commencé et la prise en compte des contraintes environnementales en conception sont de plus en plus présentes. Pour fabriquer des avions, des voitures, des bateaux ou des maisons ces questions sont aujourd'hui pertinentes. Les matériaux ne sont pas, bien entendu, les mêmes mais les questions posées restent identiques:

Comment concevoir avec les matériaux "vert"?

Quels sont les évolutions de caractéristiques intrinsèques?

En quoi ces matériaux sont favorables à nos préoccupations environnementales?

Quels sont les ressources disponibles?

Comment faire des choix en conception?

Ces choix sont ils aussi pertinents en termes économiques?

Quelle part du cycle de vie doit être prise en compte dans ces arbitrages?

De quelles compétences complémentaires aura-t-on besoin ?

Quels seront les impacts sur les produits que nous concevrons?

La liste de ces questions pourrait être plus longue, je ne vais dans cette brève étude que m'attarder sur les points suivants:

La part du cycle de vie des matières et des produits

L'idée d'une approche circulaire de l'utilisation des matières

Les moyens d'arbitrage des choix

Les nécessaires adaptations des centres de Recherche et de Développement (R&D)

Les outils d'éco-conception existent déjà et je ne ferais que les rappeler afin de mettre en perspective leur mise en place effective et les implications sur les approches fonctionnelles et les choix technico-économiques que ces évolutions entraînent.

---

# Evolution des processus de conception

---

Comment les réglementations, les prescriptions des clients, influent sur les modes de conception des produits, quels sont les évolutions comportementales au sein des centres de recherche et de design ?

Comment peut on accompagner ces évolutions en anticipant les risques associés aux évolutions de compétences, à la prise en charge des cycles de vie (complets...), aux impacts environnementaux (carbone, économiques, sociaux) tout en préservant et si possible en améliorant la compétitivité des entreprises ?

Comment peut-on augmenter, sans impacter les coûts, l'utilisation de matières de deuxième génération (recyclées) ? La notion de matière première est elle encore pertinente ?

## Prise en compte des facteurs de conception

### Traditionnels

Traditionnellement les processus de conceptions intègrent le plus souvent différentes phases bien identifiées et plus ou moins respectées suivant l'importance et la complexité des produits. Le schéma ci-dessous reprend les principales phases de ce processus de conception:



Lors de ces différentes étapes, les équipes de recherche et développement recherchent avec les autres services supports (achats, industrialisation, projets, ...) à optimiser les différents aspects techniques et économiques du projet.

Les techniques d'analyse de la valeur et de pilotage technico-économiques de projets permettent de cerner très en amont les coûts associés aux spécifications et aux besoins fonctionnels du ou des cahiers des charges.

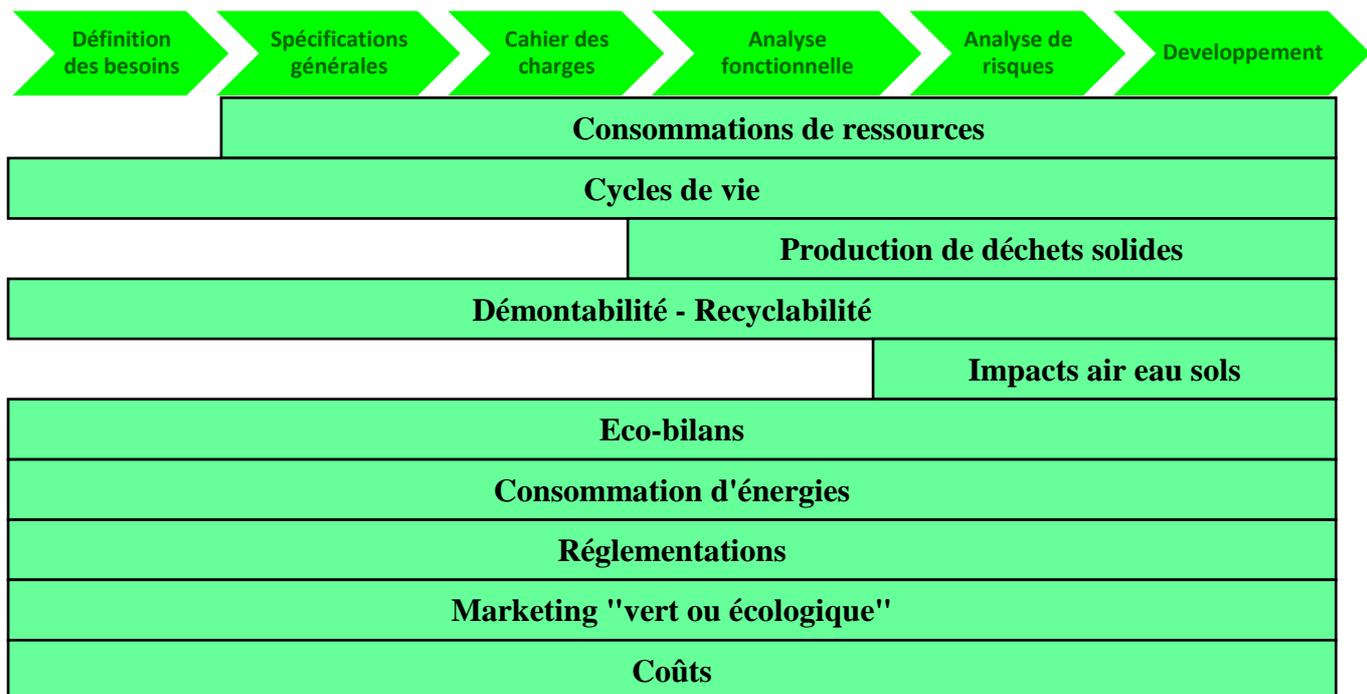
Les analyses de risques (AMDEC, Ishikawa...) sont de plus en plus utilisées pour anticiper les éventuelles difficultés de fabrication et d'utilisation de l'objet conçu.

Ces analyses, en dehors de quelques contraintes liées à la traçabilité des matériaux ou aux interdictions de certaines matières, n'intégraient pas, jusqu'à très récemment, et de manière formelle un aspect environnemental.

## Intégration des facteurs environnementaux: l'éco-conception

Depuis maintenant quelques années les règles d'éco-conceptions ont commencées à être diffusées plus largement. Sous l'impulsion des grands donneurs d'ordre et avec la multiplication des contraintes réglementaires, les techniques liées à la prise en compte des impacts environnementaux dans la conception sont en cours de diffusion dans les entreprises. Aux contraintes habituelles de conceptions évoquées plus haut sont ajoutées les contraintes environnementales.

Réglementations sur les matières recyclées, recyclables ou interdites, prise en compte de l'analyse des cycles de vie, intégration des impacts sur les sols, l'eau, l'air, impacts carbone, les multiples facettes environnementales pèsent sur le processus de conception. Ce véritable mille-feuilles est intégré avec plus ou moins de rigueur suivant les obligations légales qu'elles sous entendent. Suivant les produits fabriqués, les secteurs d'activité ou la pression mise par les donneurs d'ordre, les exigences sont même parfois contradictoires et les arbitrages des ingénieurs sont rendu difficiles. D'autant qu'il n'existe pas à ce jour de règles communes utilisables par tous permettant de mesurer les impacts environnementaux suivant que vous fabriquez des produits électronique, des automobiles, ou des meubles



Qui aujourd'hui peut encore s'y retrouver?

Les bureaux d'études sont ils préparés à assimiler les multiples métiers concernés par ce véritable sandwich environnemental ? Les fonctions initiales et intrinsèques des produits ne risquent-elles pas de disparaître derrière la forêt des obligations au point de déstabiliser les équilibres économiques déjà fragiles du fait de la concurrence mondiale (les contraintes environnementales sont elles équitables entre les pays) et la crise?

Derrière chaque ingénieur faut-il placer un chimiste, un spécialiste du droit de l'environnement ?

---

## Modifications autour du produit

### Evolutions des produits

Tous les produits qui nous entourent ont changé ces dernières années, le seul moyen de nous en rendre compte est généralement un logo sur le conditionnement (qui lui aussi diminue) et sur le produit; recyclable, sans CFC, ...

Les caractéristiques des matériaux employés (recyclés, verts...) ont et vont influencer sensiblement sur les spécifications intrinsèques des produits conçus ainsi que sur les modes de conception, de design et de fabrication associés.

Les objectifs imposés aux concepteurs évoluent aussi, les gains de poids n'ont pas seulement pour objectif de réduire l'impact environnemental, mais aussi de limiter les coûts liés à l'utilisation de matériaux de plus en plus coûteux. La rencontre des contraintes économiques liées à la hausse des prix des commodités et aux impératifs de performance économique des entreprises a déplacé le seuil d'intérêt pour les "solutions environnementales acceptables et durables".

### Des équilibres fragiles

Ces nouvelles technologies dites "vertes" envahissent nos objets quotidiens. L'alliance des technologies conventionnelles et des nouvelles technologies "vertes" s'effectue à marche forcée. Les impératifs environnementaux et la mode du "vert" s'imposent comme des axes marketing et de développement forts pour les entreprises. Il serait prudents cependant de modérer cet enthousiasme car les choix sont souvent arbitrés et décidés (par les entreprises ou par les individus) en fonction des performances économiques des solutions. Les différentes incitations fiscales destinées à supporter la diffusion et à aider à la baisse des prix à la production de ces solutions vertes ont pour effet pervers de masquer la réalité de la pertinence économique de ces choix. Afin que ces orientations soient durables, l'équilibre entre les performances économiques et écologiques doit être respecté.

### Des nouvelles fonctions

Ces préoccupations environnementales ont aussi fait émerger des marchés jusqu'alors considérés comme exotiques voir marginaux, Eolien, Solaire, véhicules électriques...

En quelques années ces produits se sont imposés et ont envahi notre environnement. Qui n'a pas ses balises de jardin solaires ? Quel constructeur ne développe pas son véhicule électrique. Des opportunités de marchés formidables ont vu le jour ces dernières années et la démocratisation de ces produits qui ne sont déjà plus innovants ont permis leur diffusion à très grande échelle. Les différentes aides gouvernementales ont eues des incidences sur la diffusion de ces produits. Cette économie de masse pas toujours maîtrisée en matière de qualité a principalement profité principalement aux pays émergents (Chine, Inde, Malaisie). Certains parlent "d'externalisation de nos internalités". Nos impôts financent aussi le développement de pans entiers d'industries dans des pays émergents.

Il serait pourtant socialement pertinent que le développement des technologies vertes et des applications associées se fasse aussi dans les pays consommateurs. Cette condition garantirait le respect du dernier pilier de toute économie durable, le pilier social.

---

## Evolution des compétences & des comportements

Quelles modifications dans les organisations et dans les méthodes de recherche et développement ?

En quoi ces contraintes font évoluer les besoins de compétences ou de formations. (Notion de substitution des métiers)

### Les compétences en conception

#### Les compétences obsolètes

Depuis quelques années maintenant les activités de maquettage et de prototypages sont victimes de la dématérialisation et des avancées des technologies numériques.

#### Les compétences à renforcer

Les systèmes de conception numérique intégrant de plus en plus de capacités de calculs et de modélisation, cela permet de dématérialiser de plus en plus dès la conception les nouveaux produits. Les validations et les choix à moindre coûts des différentes possibilités de matières et de procédés s'en trouvent facilités. Les compétences de veille technologiques sont aussi de plus en plus demandées,

L'accélération des rythmes des nouveaux développements imposent aussi des compétences accrues en matière de gestion de projets, de planning, et surtout d'animations d'équipes pluridisciplinaires regroupant des compétences de plus en plus qualifiées. La dimension managériale se fait de plus en plus prégnante dans les besoins des centres de conception. Il va de soit que les compétences nécessaires aux différents sont et seront encore plus axées sur les compétences humaines plutôt que techniques.

#### Les nouvelles compétences

Les compétences en lien avec les métiers de la chimie vont être appelées à se développer, car les déclarations de matières devront à moyen terme être justifiées, argumentées et les solutions de substitutions devront pouvoir s'anticiper.

Il n'est pas rare aujourd'hui de trouver au sein des bureaux d'études et de recherches des spécialistes dans les domaines des normes. Les différentes normes et réglementations directement liées aux produits sont en perpétuelles évolutions et les travaux de mise à jour des spécifications techniques demandent une attention particulière. Il sera certainement utile de compléter les dispositifs existants avec une veille accrue en terme de contraintes environnementales en matière de conception des produits, complémentaires à ce qui est déjà exigé dans le cadre des actions des services "sécurité – environnement" autour des activités de production.

Les questions juridiques liées aux responsabilités des entreprises prendront certainement plus de place qu'aujourd'hui et devront faire l'objet d'une surveillance particulière quant aux ressources mises à dispositions en interne.

---

## Evolutions des compétences

Ces évolutions des contraintes environnementales lors de la genèse des produits (et services) sont souvent agrégées sur des modes de fonctionnements "classiques" avec les acteurs habituels des organisations de conception ;

Pourtant plus qu'un changement, une véritable révolution est en cours, en effet les modes de fonctionnement des individus évoluent avec la société qu'ils composent et les impératifs environnementaux deviennent font parti des valeurs communes partagées, même si parfois des résistances subsistent quant à l'urgence de la situation globale. Les atermoiements autour des travaux et des avis du GIEC en sont la preuve.

Les métiers évoluent au même rythme que les technologies et les façons de les assimiler aux nouveaux produits. La sociologie et les modes de pensée sont en permanente évolution et Ces nouvelles compétences devront être intégrées et assimilées, ce qui est déjà en partie amorcé dans les structures importantes.

L'identification des futurs métiers doit rester une préoccupation dans les entreprises. La gestion prévisionnelle des ressources de l'emploi et des compétences reste un outil adapté à une approche dynamique de l'emploi. Cette gestion prévisionnelle doit permettre aux entreprises d'anticiper les futurs besoins auxquels elles auront à faire face dans le cadre de leur développement. Les questions liées aux compétences directement ou indirectement concernées par les problématiques environnementales seront au cœur des choix stratégiques à opérer en matière de recrutements ou de formations. Cette approche par la GPEC permettra aussi aux entreprises de mobiliser les compétences et les motivations internes des équipes pour affronter les mutations auxquelles nous assistons en matière d'approche environnementale dans la conception et la production. Cet accompagnement des équipes devra aussi sensibiliser sur l'aspect financier et de la rentabilité de toute activité qu'elle soit en lien ou pas, de près ou de loin avec l'environnement.

La prise en compte des besoins et des contraintes environnementaux dans les phases de conception des futurs produits (ou services) aura pour conséquence de généraliser une approche plus globale et plus large dans les Cahiers des Charges (CDC) fonctionnels. Ces mesures d'impacts environnementaux doivent être réalisées systématiquement lors de tout inventaire des fonctions d'un produit ou d'un service en intégrant lors des analyses de la valeur les coûts et les gains engendré par des fonctions environnementales.

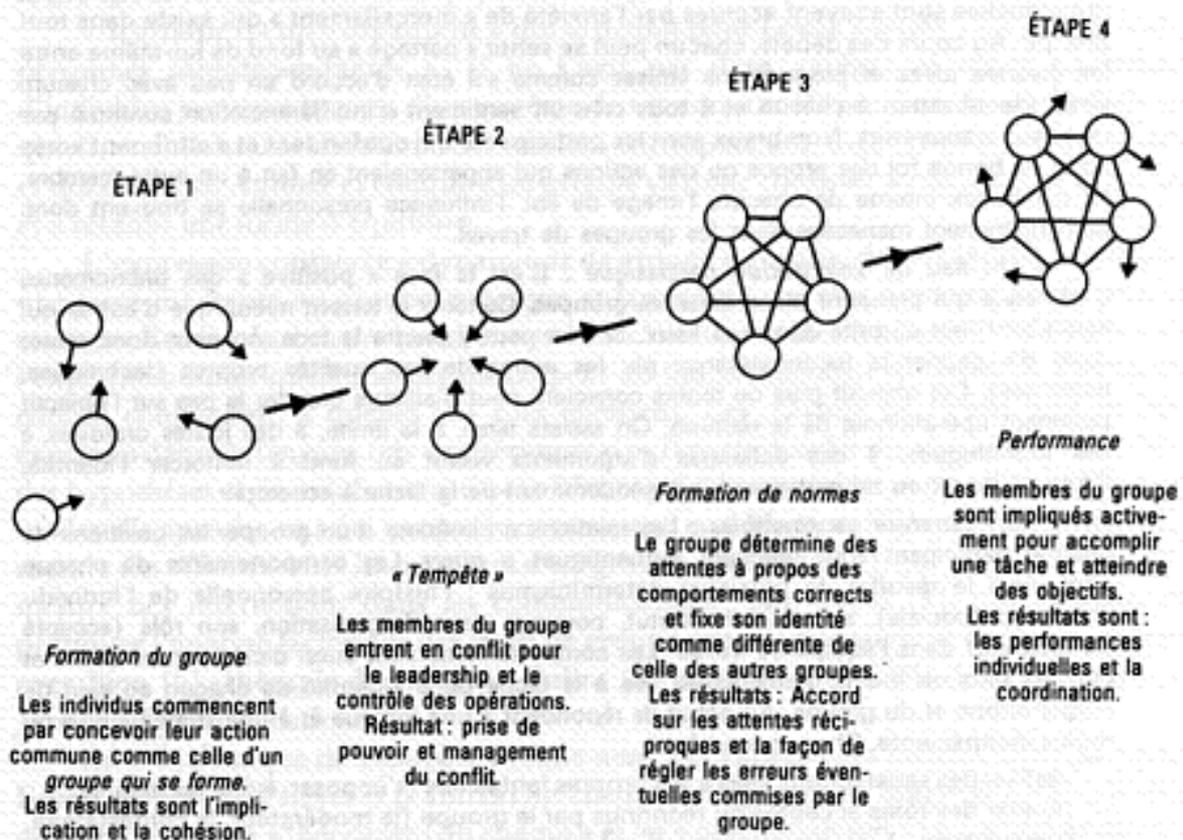
La prise en compte de la performance économique et écologique des produits de demain et d'après demain devra bien évidemment être soutenue par ce qui rend dynamique tout produit ou service, le maintien des capacités d'innovations des centres de recherches sans lesquelles l'avenir est rarement garanti. Voici le défi à relever, concevoir dans un environnement économique performant des produits innovants et réellement respectueux de l'environnement. Cette démarche déjà engagée est encore trop souvent teinté de marketing aguicheur à la limite du "green-washing" écologiquement correcte. Les ingénieurs de demain ont déjà intégrés ces trois valeurs. Reste à rendre possible la mise en application par des modes d'organisations le permettant.

## Les modes d'organisation pertinents et adaptés

L'intégration des contraintes environnementales sont à l'origine de modifications et d'évolution des cultures au sein même des centres de recherche et développement. En effet la cohabitation de spécialistes de métiers si différents que ceux historiquement "installés" touchants à la mécanique ou à l'électronique avec les spécialistes plus récemment "intégrés" que sont les chimistes, les spécialistes des réglementations ou des juristes peut entraîner des incompréhensions ou des écarts de points de vues qui déstabilisent le fonctionnement homogène du groupe. Ces modifications sociologiques impliquent une attention particulière en termes de management des hommes et des équipes.

Une des principales actions que notre métier de consultant en management doit nous permettre de mener, est l'accompagnement des dirigeants et des équipes à accepter et à mieux vivre ce type de changement. Ces évolutions ne s'opèrent pas instantanément et relèvent plus de la psychologie sociale que de l'organisation pure.

Le groupe que constitue le centre de recherche est intrinsèquement constitué de différents individus partageant un certain nombre de valeurs et de normes afin de poursuivre un objectif commun. Ce processus modélisé par B.W. TUCKMAN retrace en quatre étapes la formation d'un groupe



### Principales étapes du développement d'un groupe

(adapté de M.Sashkin et W.C Morris, *Organizational behavior concept and experiences*, Reston Van Reston publishing Cy, Inc., Prentice Hall, 1984 & JP Gruère, *management aspects humains et organisationnels* 2009)

---

Ces équilibres sont parfois difficiles à réaliser et sont souvent fragiles. Cependant la performance du groupe et des individus qui le composent repose sur la capacité des manager à atténuer les interactions perturbatrices au sein du système.

## Mutations et performances

Ce système (bureau d'étude, centre R&D), au sens de celui défini par Joël de ROSNAY, à savoir; *un ensemble d'éléments en interactions dynamique organisé en fonction d'un but*, dans la plupart des organisations est le fruit d'une évolution et une structuration qui s'est faite avec le temps et où les interactions et les équilibres humains, sociaux et hiérarchiques ont finis par trouver leur points d'équilibre interne et une cohérence de ses aux interactions de ce système avec leur environnement.

### Performance du groupe R&D

Le déplacement des ces points d'équilibres par l'introduction de nouvelles variables d'ajustement que sont les spécialistes des compétences liées aux contraintes environnementales demande aux managers une attention particulière sur les nouvelles interactions et les pertes de performances du groupe inévitables mais qui doivent restées transitoires.

Il est donc important de prendre en considération l'évolution des repères sociologiques liés à l'arrivée dans les centres de recherche et développement de personnes ayant des repères culturels, donc des comportements, liés aux "nouveau" métiers afin de limiter les résistances ou les oppositions potentielles de la part des membres "installés".

La prise en compte et l'intégration de ces nouveaux équilibres au sein des équipes de design auront aussi pour effets induits de modifier sur certains aspects la tonalité et les fondements des relations avec le reste des acteurs de l'entreprise. Les contraintes environnementales "designées" devront alors s'intégrer au fonctionnement des systèmes qui cohabitent dans les entreprises.

### Performance de l'entreprise

Il semble pertinent d'imaginer que la prise en compte des évolutions des règles de conception "éco-compatibles" associées à l'intégration dans les services de conception des produits modifierons d'une certaine manière les modes de management au sein des entreprises. L'intégration des contraintes environnementales ne se font pas instantanément. Beaucoup de résistances existent encore concernant la prise en compte des sujets de l'environnement et à fortiori d'attitudes "écologiques" qui osent le dire sont plus ressenties par certains dirigeants comme des attitudes d'oppositions idéologiques au fonctionnement performant des entreprises ou à des séries de réglementations contraignantes qui mettent en périls les difficiles équilibres financiers nécessaires à la survie des entreprises. L'aptitude des acteurs à accepter ces changements est une des clé qui permettra de modifier durablement les comportements individuels et collectifs complémentaires que sont écologie et performance économique des entreprises.

---

## Evolutions des comportements

### Comportements individuels & collectifs

Les multiples pressions sociales et sociétales auxquelles nous sommes soumis en matière de préservation de notre environnement sont autant de contraintes ou de conseils que nous devons nous efforcer de respecter. Individuellement nos convictions profondes nous dictent ce que nous considérons convenable et réalisable dans nos actes quotidiens. Dans un environnement de recherche et développement, idéalement orienté sur les domaines et les attitudes qui doivent favoriser la créativité et pousser les individus à l'innovation, la multiplicité des contraintes environnementales et réglementaires risquent de scléroser les mentalités et la créativité des concepteurs. La cohabitation de ces modes de fonctionnements rationnels pour certains et nécessairement quasi "anarchiques" pour d'autres ne va pas sans poser de problèmes d'un point de vue managérial. C'est déjà le cas des dualités entre les impératifs de création de solutions nouvelles et des contraintes de faisabilités ou économiques. La gestion de ces situations paradoxales entraîne parfois des arbitrages complexes pour les managers de bureau d'études.

### Rôle des équipes managériales

Face à ces contradictions fondamentales et souvent organisées (sectorisation par métiers, services, spécialité...) les managers des centres d'études sont parfois confrontés à des situations qui répondent au mieux du blocage, au pire de conflits entre les positions rationnelles et divergentes entre tel ou tels spécialistes ou métiers. Par exemple, il n'est pas rare de constater dans l'industrie automobile, que les spécialistes en charge des questions électroniques ne sont pas complètement intégrés au cœur des bureaux d'études. Ce positionnement en expert de technologies (parfois émergentes) est souvent l'expression du clivage qui peut exister au sein d'un même centre d'études. Depuis plusieurs années les organisations par "plateau" c'est-à-dire par regroupements fonctionnels des différentes composantes de la gestion de projets ont permis d'initier et de développer les approches multicritères en phase de conception, c'est particulièrement vrai dans le secteur automobile (constructeurs et équipementiers). Ces modes d'organisation fonctionnels ont démontrés une certaine efficacité et se développent aussi dans les autres secteurs industriels.

### Principe de réalité et changements

La prise en compte des multiples exigences environnementales ou non dans les processus de conception imposent aux responsables de ces unités une approche pragmatique et multicritères des différentes composantes technico-économiques et environnementales. Il est pourtant une constante qui reste impérative pour que les entreprises subsistent c'est leur nécessaire rentabilité. Sans performance économique, les ambitions environnementales resteront au niveau de concepts et de visions nécessaires mais idéalistes. Ces changements écologiques ne seront réalistes et réalisables que dans un contexte économique viable, c'est le fondement même de l'économie de marché. Ce principe de réalité ne doit jamais être oublié lorsque l'on aborde les problématiques environnementales.

---

# Nécessaire performance des entreprises

---

## Garantir la performance et la compétitivité

Nous l'avons constaté les outils complémentaires de prise en compte et de mesure des impacts environnementaux entraîne au sein des entreprises une nouvelle approche des arbitrages en phase de conception. Cela est aussi vrai dans les autres secteurs de l'entreprise mais rappelons ici que 70 % des économies réalisables à un moindre coût sur un projet le sont pendant la phase de gestation et de conception du futur produit.

Il est quasiment impossible de valoriser au fil de la conception les gains ou les coûts d'une démarche, par contre la comparaison avec les valeurs de référence de produits conçus de façon classique. Il est encore plus difficile aujourd'hui de valoriser économiquement les risques liés aux filières spécifiques et "intégrées". Les outils à notre disposition (analyse de la valeur, approches analytiques des coûts, éco-conception) sont parfois incomplets et demanderons certainement à être améliorés mais la pratique au quotidien de ces techniques permettrons de vulgariser l'approche éco-environnementale en conception.

Un des déficit de notre temps et de notre métier de consultant est d'accompagner et aider les acteurs des centres de conception à démontrer la pertinence technico-économique & environnementale dans leurs choix de solutions. Il faut pour cela vulgariser et démystifier les concepts économiques et écologiques.

Nous l'avons vu les comportements individuels et collectifs au sein des entreprises ont un impact direct sur les processus de création de valeur. La performance économique restant la seule contrainte acceptable pour les entreprises, celle-ci doit être intégrée dans les références collectives de tous les acteurs du développement.

## Recherche des équilibres de demain

Les produits de demain sont déjà en cours de conception, les technologies vertes continuent d'évoluer et de se démocratiser. Nous assistons cependant peut être à une maturation des modes de conceptions et des évolutions dans la considération de toutes les implications des choix en début de projet ou en évaluation de concept. La prise en compte des cycles de vie produits, l'intégration des données liées aux impacts environnementaux de ce que nous produisons participent à cette prise de conscience collective. Il faudra cependant rester vigilant quant à la mise en place effective dans les centres de recherche & développement de ces démarches tellement les compétences métiers et humaines que ces évolutions demandes sont parfois nouvelles et souvent déstabilisantes pour les équilibres des rôles internes et externes des individus et des organisations. Ces évolutions modifieront aussi les rapports à la performance des entreprises, avec pour impératif de ne jamais oublier que cette performance économique est la seule condition à de meilleures performances environnementales et sociales.

---

## Projet & mission

---

### **Analyse de la valeur & cycles de vies des matières**

Un des axes de la mission en cours est d'initier dans une entreprise les fondements et les règles d'utilisation de l'analyse de la valeur. Cette méthode vise à améliorer la conception ou le coût d'un produit en recherchant les composants et les moyens les mieux adaptés pour assurer les fonctions désirées. En clair ne mettre dans les produits que le strict nécessaire pour la satisfaction des besoins des clients. Elle a permis la mise au point de produits tels que le lanceur Ariane, l'éclairage des tunnels du métro parisien, équipement public, procédés d'emballage, la réorganisation d'une société d'assurance crédit. L'analyse de la valeur a pour objectif de définir les exigences de moyens et de prestations de soutien logistiques de systèmes, de leur conception jusqu'à leur retrait du service. Elle garantit le respect des exigences de disponibilité du système et recherche une optimisation du service rendu par rapport au coût du cycle de vie. (Exemple: Optimisation de la gestion des pièces détachées, etc.).

Cette méthode s'appuie sur un processus normalisé en 7 étapes.

Lors de la principale étape de ce processus une étude fonctionnelle est réalisée sur le système étudié. A cette occasion sont répertoriées les fonctions principales et les fonctions contraintes. Les préoccupations environnementales, de recyclabilités, réglementaires doivent être intégrées à la réflexion sur le produit.

Une prise en compte du ou des cycles de vie des matériaux contenus dans le produit devrait être pour le moins évoquée.

Enfin lors de l'évaluation des choix des solutions possibles, les impacts environnementaux doivent être intégrés dans les critères d'arbitrages au même titre, ou du moins de manière pondérée, que les incidences économiques.

L'objectif à terme sera d'intégrer plus globalement dans la réflexion les coûts de *démentellement* des produits et les coûts engendrés par le traitement des déchets ultimes.

### **Analyse de la valeur & organisation de la conception**

Les résultats attendus sont mesurés sur les axes économiques, commerciaux. La méthode participe au décloisonnement des services et des spécialités, à la diffusion de l'approche client et à la communication transversales dans l'entreprise. L'analyse de la Valeur propose donc d'ajuster le fonctionnement interne pour optimiser les prestations externes.

### **Mise en perspective de la performance économique de l'entreprise**

Par l'approche analytique, décloisonnement des performances individuelles pour intégrer la performance collective et transversale ; un mode de management participatif plus qu'une technique de comptabilité de gestion. Associer tous les acteurs de l'entreprise à la détection et l'amélioration continue des performances de l'entreprise. Cette mission plus large que la question technique initialement évoquée par la demande implicite du dirigeant m'a permis de prendre toute la dimension des ressorts humains et organisationnels qui régissent et participent à la performance d'une entreprise.

---

## **Conclusion**

---

---

## **Consolider les trois piliers du développement durable**

---

Les thématiques abordées dans ce mémoire se réfèrent aux piliers du développement durable, la nécessaire cohabitation et synergie entre les préoccupations environnementales, sociales et économiques.

Les réglementations déjà en place nous poussent à modifier les processus de conception et à intégrer au plus tôt la prise en compte des cycles de vie des matières et des produits ainsi que les impacts directs ou indirects sur notre environnement.

La raréfaction de beaucoup de matières premières doit nous pousser à engager les recherches pour substituer ou réutiliser les matières premières déjà produites afin de limiter nos prélèvements sur les ressources de notre planète. Une approche circulaire de la consommation de ces matériaux semble être une réponse au moins partielle à cette problématique. Cette réponse devra aussi intégrer une approche économique.

Cette approche de la consommation de ressources entraîne, et c'est déjà le cas pour certaines applications, une modification des règles de conception et des caractéristiques des applications.

La prise en compte des contraintes environnementales dans les processus de conception entraîneront des modifications sociologiques et culturelles au sein des centres de recherche et de développement. L'impact des ressorts humains et managériaux pour l'accompagnement de ces mutations n'est pas à négliger.

Enfin il sera nécessaire que la performance économique des nouvelles applications soit au rendez vous. Ce levier essentiel de la démarche "écologique" doit aussi être au cœur de toute démarche d'éco-conception. Sans la composante de la rentabilité et de la performance économique, les projets les plus ambitieux pour l'environnement ne resteront que de belles illusions sans lendemain.

La nécessaire complémentarité des techniques d'éco-conception et d'analyse de la valeur pour l'élaboration des produits de notre futur proche dans les centres de conception sera à la base de la performance économique et financière des entreprises qui produiront la richesse de demain.

---

# Compléments prospectifs

---

## Confiance

Les ambitions écologiques et environnementales ne seront considérées comme possibles et tolérables qu'à certaines conditions. Ces préalables ne dépendent pas seulement des individus et des arbitrages au sein des entreprises. Les réglementations et les lois ne sont pas non plus des dogmes en soit. Il apparaît actuellement qu'une des conditions d'acceptation des contraintes environnementales sera la part de confiance qu'ont les acteurs dans les institutions dans les indicateurs de l'état de la planète. Les doutes profiteront toujours aux septiques. Les experts du climat ont et auront un rôle primordiales à jouer pour la prise en compte des valeurs environnementales dans les équations économiques et le maître mot en sera la confiance.

Confiance dans les avis des différentes institutions, Confiance dans la possibilité de poursuivre le développement de nos économies, Confiance dans l'équité des efforts demandés à chaque pays, territoire, entreprise, individu. Sans cette confiance l'écologie retournera d'où elle est venue, c'est-à-dire des concepts politiquement et économiquement alarmistes qui perdrons toute crédibilité à culpabiliser les acteurs de ce changement en profondeur du fonctionnement du système global. Il en va de la responsabilité de tous et de chacun.

Si cette confiance existe, alors et seulement alors les données environnementales auront droit de cité dans les arbitrages que prendrons les collectivités, les entreprises et les individus au quotidien.

## Assoir une croissance naturellement verte

Il est utile que l'action politique appuie les mouvements de fond de l'économie verte. Il est même souvent nécessaire d'amorcer et d'accompagner les changements de comportements des citoyens par des incitations, c'est le privilège et le devoir de toute action politique. Il est pourtant du devoir des institutions de prendre en compte la réalité des impératifs économiques auxquels nous sommes tous confrontés. La viabilité des modèles de croissance verte proposés assurera automatiquement à terme la pérennité de leurs avenir. La prise en compte des leviers que sont les matières premières et la façon de concevoir les produits de demain participera à fiabiliser les modèles économique de notre avenir proche.

## L'écologie nécessairement économique

Le respect des environnements écologiques et économiques par une approche la plus circulaire possible de l'utilisation de nos ressources pérennisera notre modèle de société. Passer de la consommation de masse à l'optimisation de masse ne se fera pas sans soubresauts. Mais le seul moyen de respecter notre planète sera d'inventer les conditions du succès de l'approche environnementale, c'est aussi ce que les concepteurs des produits de demain devront naturellement intégrer, innover pour garantir la pérennité d'une véritable économie verte aux fondamentaux seins et assis sur de réelles performances écologiques et économiques.

---

# Bibliographie

---

## DOCUMENTS IMPRIMES :

### Un ouvrage, un auteur :

ENPC	Levy, JC. (2009). <i>L'économie circulaire: l'urgence écologique</i> Paris : presses de l'école nationale des Ponts & chaussées.
SEUIL	Rosnay (de), J (1975), <i>Le macroscope</i> , Seuil, Paris
PUF	Durand, D (1979). <i>La systématique</i> , PUF, Que sais-je? N° 1795

### Un ouvrage, plusieurs auteurs :

DUNOD	D'Herbemont, O., César, B., (1996). <i>La stratégie du projet latéral</i> . Paris : DUNOD.
PUF	Aubert N, Gruère JP, Jabes J, Laroche H, Enlart S; (1991) <i>Management; aspects humains et organisationnels</i> ; Paris, PUF Fondamental.
AUDENCIA	Bernardin, E; Sobczak,A, (2008), <i>Initier et piloter une démarche de responsabilité globale</i> , Nantes, les cahiers de la responsabilité globale, Audencia Nantes
DUNOD	AUTISSIER, D; MOUTOT, JM (2003) « <i>pratiques de la conduite du changement</i> » Editions DUNOD collection stratégie et management

### Un article de revue, un auteur :

Psychological Bulletin	Tuckman,B,W; <i>Development sequence in small groups</i> , Psychological Bulletin, 1965, 63, 384-384
------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------

## DOCUMENTS ELECTRONIQUES :

### Ouvrages en ligne :

ECO LIFE	Le journal de l'économie durable <a href="http://www.eco-life.fr">www.eco-life.fr</a> bL'économie circulaire
VHK	Kemna,R; van Elburg,M; Li,W; van Holsteijn,R; MEEUP: Methodology study Eco-design of Energy-Using Products, Final report for European commission (2005)
ECOINVENT	Base de données pour analyses de cycles de vie <a href="http://www.ecoinvent.ch">www.ecoinvent.ch</a>
Pré Consultant B.V	Goedkoop,M; Spriensma,R ; MEco-indicator 99 methodology report , 22 june 2001 , <i>document méthodologique pour les études d'impact</i>
UCO	Spitz V, " <i>La gestion des compétences Le casse tête incontournable des dirigeants de PME-PMI</i> ", (2008) <i>mémoire IDCE</i>

# **Annexes**

---

## Annexe 1

### L'économie Circulaire ( Source Eco-life, )

*L'économie circulaire s'oppose à l'économie linéaire, la nôtre, qui épuise d'un côté des ressources, et accumule de l'autre des déchets ; elle cherche à rapprocher nos écosystèmes industriels du fonctionnement quasi cyclique des écosystèmes naturels.*

Il s'agit de disjoindre la création de valeur des flux de matière et d'énergie qui la sous-tendent généralement. Deux chiffres permettent de prendre conscience des enjeux : seuls 7% des ressources utilisées pour obtenir des produits finis se retrouvent dans ces derniers ; 80% de ces mêmes produits ne donnent lieu qu'à un seul usage. Plus précisément, il s'agit de conduire une double stratégie de dématérialisation : d'abord, en réduisant la quantité d'énergie et de matière par unité de biens produits, sans oublier la nécessité de décarboniser l'énergie - en recourant à des énergies de substitution ou en séquestrant à la source le carbone. Ensuite, l'objectif recherché est le bouclage des cycles de matières. Les voies disponibles sont alors multiples : l'utilisation des co-produits, sous-produits et déchets d'un type de production par d'autres productions, d'une industrie par une autre. A quoi s'ajoutent enfin la réutilisation, le *remanufacturing* et le recyclage. L'évolution à venir des technologies, avec les génies moléculaire (nanotechnologies), génétique et informatique, pourrait permettre de rapprocher les techniques de production de l'agrégation à froid de la matière propre au vivant, et d'ouvrir ainsi des horizons nouveaux au bouclage des cycles.

L'étude du métabolisme des différents secteurs d'activité constitue donc la condition *sine qua non* à une stratégie générale de rééquilibrage des flux. Elle permet d'identifier les flux qui suscitent un impact environnemental significatif et de dégager des synergies entre les différents secteurs industriels afin de réduire de façon générale la quantité des ressources nécessaires à la fabrication des biens. Le Canton de Genève a par exemple fondé sa politique de développement durable sur une analyse préalable de tous les flux sur son territoire. Différentes actions sont depuis lors conduites en fonction des résultats de cette étude ; par exemple, l'obligation pour les constructions nouvelles en béton, de recourir pour moitié à du béton recyclé (recyclage des graves), le chauffage géothermique, grâce aux eaux du Lac, d'un quartier, l'appui à la recherche de synergies eco-efficaces pour les entreprises de la ville, etc.

La recherche de ces synergies peut être conduite de deux manières, non exclusives. En premier lieu, on peut chercher à dégager de nouveaux usages pour un flux de matière donné : tel est, par exemple, le cas de la valorisation énergétique des déchets gras des charcuteries industrielles à des fins de fabrication de vapeur ; les équeurisseurs recourent également à ce type de valorisation et songent en outre à utiliser leur flux de graisse pour la production d'électricité ; les poussières d'aciérie peuvent donner lieu à la production de pigments pour peinture, les boues de station d'épuration à la confection de briques, les bourres de grattage et de rasage de l'industrie textile à des mousses de conditionnement, etc. En second lieu, on peut chercher à mettre au point une méthodologie d'identification a priori de synergies inter-sectorielles.

©www.eco-life.fr

□ **Ecoparcs industriels et initiatives régionales**

---

L'écologie industrielle connaît différentes stratégies de déploiement. La plus connue est la création d'éco-parcs industriels. Le premier d'entre eux s'est construit progressivement dès le début des années 1960, sans dessein écologique, dans une ville portuaire danoise, Kalundborg. Une centrale thermique et une raffinerie échangent des flux d'eau et de vapeur ; l'unité de désulfuration de la centrale électrique immobilise sous forme de gypse le soufre contenu dans le charbon, ce gypse étant lui-même valorisé pour la construction de panneaux, etc. Une cinquantaine de parcs éco-industriels, sciemment construits, ont été développés depuis de par le monde, au Nord comme au Sud. Citons quelques chiffres relatifs à celui de Guigang en Chine : ce sont annuellement 60 millions de tonnes d'eau qui sont économisées, 200.000 tonnes de bagasse qui remplacent 600 à 660 m<sup>3</sup> de bois destinés à la production de papier, 93 % de la mélasse et des effluents liquides de la Région autonome de Guangxi qui sont valorisés pour la production d'éthanol, ce qui réduit la pollution des eaux de 134 mille tonnes de déchets organiques.

#### □ **La synergie entre entreprises**

Parallèlement au développement de ces éco-parcs, des organismes encouragent les synergies entre les différentes entreprises. Le *Business Council for Sustainable Development (Gulf of Mexico)*, a initié en 1997, sur la zone industrielle de la ville portuaire de Tampico (Mexique), un ensemble de synergies de sous-produits au sein de l'industrie chimique et pétrochimique. Le *Business Council for Sustainable Development (North Sea Region)* développe également, au Royaume-Uni, un programme de synergies industrielles dans la région de Birmingham. L'une des actions notables est l'association des deux industriels en vue de produire du biodiesel à partir d'huiles végétales usagées. L'*Institute for Eco-Industrial Analysis* de Heidelberg organise depuis les années 90, en Allemagne, des échanges de matières entre petites et moyennes entreprises de la région Rhein-Neckar. 3 Tel est le cas de la base ISIS (Industrie et synergies inter-sectorielles), mise au point par la branche Recherche et développement d'EDF et le Centre de recherches et d'études interdisciplinaires sur le développement durable (CREIDD) de l'Université de technologie de Troyes, qui répertorie l'ensemble des flux des différents secteurs d'activité. Des stratégies par filière se développent également. Les cimentiers utilisent, par exemple, depuis longtemps divers substituts énergétiques (des pneus aux farines animales) ou de matières secondaires. L'un des pôles de compétitivité français, le pôle « Industrie et agro-ressources » porté par la Champagne-Ardenne et la Picardie, relève de l'écologie industrielle en ce qu'il revendique l'objectif zéro déchet, fondé sur le principe d'une valorisation intégrale des plantes cultivées, via la valorisation de molécules promises à des usages substitutifs divers ; ce que l'on commence à savoir faire avec le blé, le chanvre, le lin, etc. C'est le développement du principe de la raffinerie végétale produisant des molécules promises à des usages divers : biomatériaux, chimie verte, pharmacie, cosmétiques et bioénergie. Enfin, l'avantage du principe de la raffinerie végétale est de réduire le problème posé par la concurrence des sols : l'usage des déchets ligno-cellulosiques pour produire des biocarburants permet par exemple de contourner en grande partie le problème attaché aux surfaces exclusivement dédiées à ce type de production. Il reste cependant à trouver des solutions réellement durables pour la part des cultures devant revenir au sol et les intrants de substitution.

©www.eco-life.fr

#### □ **Les leviers de développement de l'économie circulaire**

---

L'économie circulaire sera favorisée par :

- 1 - l'augmentation des prix des matières premières et de l'énergie
- 2 - celle du coût des déchets

Sur ces deux leviers la fiscalité peut jouer évidemment un rôle incitatif fort.

- 3 - l'évolution du cadre réglementaire

La réglementation française constitue un obstacle au développement de l'écologie industrielle : la valorisation d'un déchet dans une Installation classée pour l'environnement (ICPE), c'est-à-dire un site industriel soumis à des normes particulières pour protéger le voisinage, exige une procédure d'autorisation longue, lourde, et, donc, dissuasive, même si elle ne représente aucun danger. Par contraste, il est intéressant, de signaler que la Chine favorise l'économie circulaire par une directive cadre de novembre 2004.

©www.eco-life.fr

## **Annexe 2:**

Les pays participant du sommet de Copenhague :

Suède, Afrique du sud, Australie, Brésil, Canada, Chine, Etats-Unis, Inde, Japon, Nouvelle Zélande, Russie, Singapour, union Européenne.



## **Annexe 3 :**

Définition de l'écobusiness

le MoE (ministère japonais de l'Environnement) définit le marché de l'écobusiness comme « *la rencontre entre l'offre et la demande de produits et de services qui mesurent, préviennent, réduisent, minimisent ou améliorent les impacts négatifs sur l'environnement, y compris l'eau, l'air, le sol, ainsi que tous les problèmes liés aux déchets, au bruit et aux écosystèmes* » (Revue commerce international 7 juillet 2007)

---

## Résumé et mots clés

---

Ce mémoire a pour ambition de mettre en perspective les contraintes environnementales avec les problématiques liées aux nécessaires évolutions d'élaboration des futurs biens de consommation.

Cette étude porte dans un premier temps sur la nécessité de tendre vers plus de sobriété pour préserver les ressources naturelles par une approche circulaire de l'utilisation des matières premières.

La seconde phase de cette monographie tente de pointer dans les modes de conceptions les nécessaires adaptations et précautions managériales que ces évolutions entraînent au sein des entreprises.

Enfin cette étude rappelle le lien entre l'éco-conception avec les impératifs de performances économiques auxquelles sont contraintes les entreprises.