

Université Libre de Bruxelles
Institut de Gestion de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire (IGEAT)
DES en gestion de l'environnement

Nécessité du développement durable en entreprise
Cas des polyuréthanes appliqué à "Shell Chemicals"

Travail de Fin d'Etudes présenté par
Karin Debras
En vue de l'obtention du grade académique de
Diplômé d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement

Année Académique: 2001-2002

Directeur: Prof. Walter Hecq

Discret et dans l'ombre de chaque page, je remercie mon mari.

Je remercie également la société Shell de m'avoir permis l'élaboration de ce travail et plus particulièrement M. Eric-Jack Gérard.

Je tiens enfin à remercier M. Hecq pour son encadrement.

Table des matières

Partie 1: Le concept du développement durable	1
Chapitre 1: Genèse	1
Chapitre 2: Définitions	4
Chapitre 3: De la définition du concept à sa concrétisation	5
Chapitre 4: Un acteur clé - l'entreprise	7
Partie 2: Le développement durable - un nouveau défi pour les entreprises	9
Chapitre 1: Le développement durable en entreprise	11
Section 1: Evolution des économies de marché	11
a. De l'exploitation maximale au développement optimal.....	12
b. Evolution du mode de consommation des individus.....	13
c. Les pouvoirs publics.....	16
Section 2: Changement de mentalité des dirigeants	17
a. Principe de précaution	20
b. L'éthique et l'entreprise.....	22
Chapitre 2: La mise en œuvre du développement durable en entreprise.....	24
Section 1: La stratégie de mise en œuvre	24
Section 2: Les raisons d'une mise en œuvre.....	25
Section 3: Les mesures prises pour la mise en œuvre	26
Section 4: Les défis du développement durable	28
Chapitre 3: Spécificités du secteur chimique	29
Section 1: L'industrie chimique en Europe	29
Section 2: Le programme Responsible Care	30

Section 3: La Recherche et Développement.....	32
Partie 3: Etude de cas: Les polyuréthanes au sein de "Shell Chemicals"	33
Chapitre 1: Le groupe Royal Dutch / Shell	33
Section 1: Historique	33
Section 2: Aperçu des Activités.....	34
Chapitre 2: Le développement durable au sein du groupe Royal Dutch/Shell	36
Section 1: Emergence du développement durable.....	36
a. Prise de conscience.....	36
b. Intégration du concept de développement durable dans la stratégie du groupe Royal Dutch/Shell	39
Section 2: Stratégie du groupe vis-à-vis du développement durable.....	40
a. Stratégie au niveau du groupe Royal Dutch/Shell.....	40
b. Stratégie au niveau de « Shell Chemicals ».....	44
Chapitre 3: Stratégie de développement durable appliquée à la Recherche et au Développement – Les Polyuréthanes.....	50
Section 1: Présentation des Polyuréthanes	51
a. L'isocyanate.....	53
b. Le polyol.....	53
c. Les additifs	54
Section 2: Présentation du « business » Polyuréthane.....	55
Section 3: Exemples concrets de projets de recherche et développement.....	56
a. Technologie d'incorporation d'un nouvel agent gonflant auxiliaire, le CO ₂ liquide	56
b. Amélioration du procédé de l'élaboration des mousses par le remplacement du catalyseur	64

c. Le danger potentiel lié au transport et à la manipulation du toluène di-isocyanate (TDI).....	69
Section 4: Visibilité de ces changements auprès du grand public.....	73
Conclusions.....	76
Bibliographie	
Annexes	

Schémas et tableaux :

Schéma 1 : Présentation du « business » polyuréthane.

Schéma 2 : Diagramme de phase du CO₂.

Schéma 3 : Variation de la quantité de CO₂ à diluer dans le polyol en fonction de la pression et de la température.

Schéma 4 : Illustration du phénomène de flux à froid.

Tableau 1 : Exemples d'indicateurs utilisés dans le groupe Shell.

Tableau 2 : Potentiel de réduction de l'ozone et potentiel de réchauffement climatique pour quelques agents gonflants.

Tableau 3: Tableau comparatif des avantages/inconvénients des deux agents gonflants auxiliaires.

Résumé

Comme illustré dans le schéma de la page suivante, ce travail procure une vision balayant la notion du développement durable, sa mise en œuvre en entreprise (Royal Dutch/Shell et « Shell Chemicals »), et enfin l'illustration de son intégration au niveau du département de la Recherche et Développement des polyuréthanes.

La vulgarisation du concept de développement durable s'est faite par le biais du Rapport Brundtland dans lequel figure la définition la plus reconnue de tous, à savoir ;

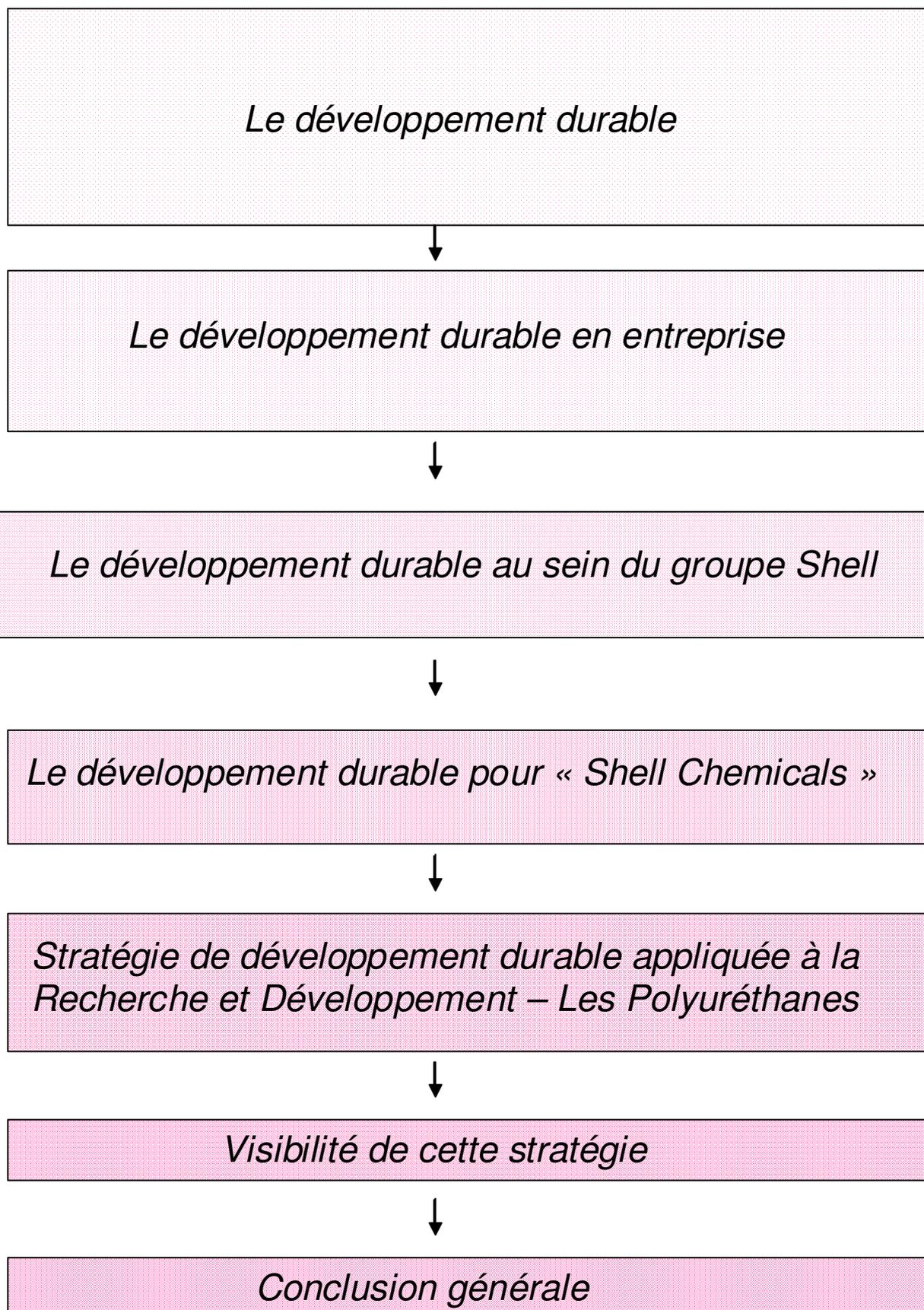
« Un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ».

Ce concept s'inscrit dans une démarche de progrès voulant réconcilier les aspects économiques, sociaux et environnementaux de notre développement. Il doit être considéré comme une démarche de progrès et non une fin en soi. Ce qui importe le plus, est le sens donné à cette démarche et non une recherche de performance à un instant donné.

L'incorporation du développement durable est un concept relativement récent dans les entreprises pétrochimiques et plus précisément dans le secteur chimique.

Les stratégies au niveau du groupe Shell et au niveau de « Shell Chemicals » ont l'ambition d'intégrer les trois dimensions du développement durable dans la manière de gérer les activités au quotidien. Ceci est illustré par les trois projets de R&D pour le département des polyuréthanes. Ces trois projets ont démontré la volonté de Shell de s'engager sur le chemin du développement durable. Néanmoins, si le concept de développement durable est clairement défini dans la stratégie du groupe Shell et qu'il se décline en objectifs au sein de « Shell Chemicals », cela devient moins tangible lorsqu'on se place au niveau des activités du département R&D. De plus, l'idée d'adéquation entre la création d'une chaîne de valeur durable et ses retombées économiques est encore trop souvent présente.

Shell fait partie des entreprises les plus engagées de son groupe d'industrie, ce qui a pour conséquence de tirer vers le haut les pratiques de tout le secteur et de le faire progresser sur le chemin ambitieux qu'est le développement durable.



Introduction

Le concept de développement durable est vaste et ambitieux. Afin de baliser l'approche de celui-ci, ce travail a été structuré de la manière suivante :

- le premier volet introduit le concept du développement durable ; sa naissance, sa concrétisation, ainsi qu'une brève introduction sur l'un des acteurs clés de ce concept, l'entreprise.
- le deuxième volet met l'accent sur la place et le rôle du développement durable au sein de l'entreprise. Nous y abordons dans le premier chapitre l'évolution des économies de marché et le changement de mentalité des dirigeants. Le deuxième chapitre traite plus particulièrement des aspects pratiques de la mise en œuvre du concept de développement durable dans l'entreprise ; la stratégie, les raisons et les mesures prises pour cette mise en œuvre seront abordées. Un troisième chapitre est consacré aux spécificités du secteur chimique. Il y sera fait une description du secteur chimique, du programme « Responsible Care » ainsi que de la place de la recherche et développement.
- le troisième volet présente une étude de cas, à savoir le développement durable au sein de la société «Shell Chemicals» dans le cadre du « business » polyuréthane. Un premier chapitre introduit l'historique du groupe Royal Dutch/ Shell ainsi qu'un aperçu de ses activités. La stratégie de Shell face au développement durable ainsi que les détails de sa mise en œuvre sont expliqués dans le second chapitre. Celui-ci présente également la déclinaison de cette mise en œuvre au sein de « Shell Chemicals ». Pour illustrer ce dernier point, le troisième chapitre décrit des projets de R&D dans le domaine des mousses en polyuréthane. Pour cela, une brève introduction des polyuréthanes nous semble nécessaire ainsi que la présentation de ce « business ». Enfin trois projets sont expliqués, à savoir ; une modification de la technologie de production des mousses, une amélioration du procédé par un remplacement de catalyseur et pour finir, le danger que représentent le transport et la manipulation du toluène di-isocyanate (TDI). Pour terminer, nous abordons la problématique de la visibilité de ces changements auprès du grand public.

Partie 1: Le concept du développement durable

Chapitre 1: Genèse

La simple idée d'assurer une meilleure qualité de vie pour chacun, aujourd'hui et pour les générations à venir, est au cœur du développement durable.

Ce concept n'est pas nouveau comme beaucoup d'entre nous pourraient le penser¹. En effet, au cours de l'histoire de l'humanité, beaucoup de cultures ont reconnu la nécessité d'une harmonie entre l'environnement, la société humaine et l'économie². Mais ce qu'il y a de nouveau, c'est l'articulation de ces idées dans le contexte d'une société mondiale basée sur l'industrie et l'information³.

Dans les années qui ont suivi la révolution industrielle, la science économique considérait la croissance fondée sur la technologie et la consommation comme la voie vers la prospérité et la sécurité universelles. La grande dépression des années trente a montré les limites de cette théorie, ce qui fût parfaitement illustré par les idées de Keynes⁴. Rares étaient les économistes qui se demandaient alors si ce concept était conciliable avec l'écologie⁵. A la fin des années 60, il devient évident que les progrès technologiques et la

¹ Von Weizsäcker E.U., Lovins A.B. et Lovins L.H. (1997), *Facteur 4: deux fois plus de bien-être en consommant deux fois moins de ressources*, Terre Vivante, Mens, p 236.

² Un grand nombre de tribus indiennes des plaines de l'Ouest américain avaient une existence rythmée par les migrations des grands troupeaux de bisons. Leur survie dépendait entièrement des ces bisons qui leur fournissait tout ce dont ils avaient besoin. Tout était utilisé. Ils en mangeaient la viande, utilisaient les peaux pour faire des vêtements, des couvertures et des tipis, et se servaient des os et des cornes pour fabriquer des pointes de flèches, des outils et ustensiles utiles à leur vie de tous les jours. Le bison était un élément fondamental de leur culture et dominait l'existence de ce peuple. La chasse du bison n'était pas seulement un besoin primaire. A travers elle, les Indiens avaient développé une culture fondée sur les relations entre hommes, le monde animal et l'environnement. On peut parler d'une harmonie entre eux et les bisons afin de garantir leur qualité de vie. Ces éléments de durabilité peuvent être également trouvé dans les civilisations telles que les Mayas, les Bouddhistes ou encore l'hindouisme. La durabilité peut être comprise comme le concept central dans la recherche d'une nouvelle réconciliation entre l'humanité et la nature. Ruggero Schleicher-Tappeser and Filippo Strati (1999) "Chapter IV : Sustainability - A New Paradigm for research ?", *From Ecosystem Research to Sustainable development*, EC EUR 18847 EN Mario Catizzone Editions, p 47.

³ Site Internet de Sustainable Development gateway, «Introduction au Développement Durable: définitions», http://www.sdgateway.net/introduction/fr_definitions.

⁴ John Meynard Keynes, « Théorie générale de l'emploi, de l'intérêt et de la monnaie », 1936.

⁵ HERMAN E. DALY, BEYOND GROWTH (1996), *The economics of Sustainable Development*, Beacon Press, Boston, PP 6-8.

croissance économique ne sont pas obligatoirement bénéfiques pour l'environnement⁶. En effet d'un côté, il y a l'amélioration des conditions de vie matérielle mais de l'autre côté, l'industrialisation entraîne des nuisances et les effets d'une croissance économique fondée sur la surexploitation des écosystèmes se font sentir⁷.

Les années 70 ont constitué un tournant déterminant dans la prise de conscience collective sur les questions écologiques.

Parmi les facteurs ayant joué un rôle déterminant on pourrait citer entre autres: les effets de la société d'abondance⁸, le livre «Silent Spring»⁹, les essais nucléaires, une série de catastrophes écologiques liées au développement industriel et enfin les progrès de la connaissance scientifique. Un peu partout dans le monde, cette conscience s'est éveillée à la réalité d'un monde qui ne s'avère pas aussi doré qu'il ne le laissait paraître. Au fil du temps, sont apparus des mouvements écologistes populaires prônant une meilleure qualité de vie. Le phénomène hippie s'est répandu un peu partout dans le monde en partant des Etats-Unis, conduisant au soulèvement des mouvements pacifistes en réaction à la guerre du Vietnam¹⁰ ou encore à la révolte des étudiants de Mai 68 en France...

La croissance exponentielle de la population apparaît également comme un véritable défi. L'enjeu est de taille et se présente comme la capacité de la planète à nourrir, loger, soigner ses habitants, conférant une ampleur redoutable au processus de dégradation de l'environnement¹¹.

⁶ Site Internet de l'Association canadienne pour les Nations Unies, *L'ONU et le développement durable: historique*, <http://www.unac.org/français/monitor/SusDev/background/history>

⁷ Rapport *Planète vivante* du WWF (1999). Ce rapport présente l'indice « planète vivante » mesurant la richesse naturelle des écosystèmes forestiers, d'eaux douces et marins. Cet indice a baissé de 30 pour cent entre 1970 et 1995, au rythme de 1 pour cent par an.

⁸ Philippe Saint Marc (1994), *L'Economie barbare*, Editions Frison-roche, Paris, p 359.

⁹ Le livre «Silent spring» (1962) de Rachel Carson (1907-1964). Cette biologiste américaine avait qualifié dans son livre les pesticides de « biocides ». Elle dénonce les activités humaines, et plus particulièrement les activités de l'industrie chimique, comme étant responsable de la destruction de l'environnement. Jacques Grivenald, les pionniers de l'écologie, article dans *L'état de l'environnement dans le monde*, (1993), (sous la direction de Michel et Calliope Beaud, Mohamed Larbi Bouguerra), Editions La Découverte, Paris, p 31.

¹⁰ Zaccàï Edwin, *Perceptions des problèmes de l'environnement*, cours académique du DES en gestion de l'environnement, IGEAT, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, 16/10/01.

¹¹ Jean-Paul Deléage, Article « Une nouvelle ère de menaces » dans *L'état de l'environnement dans le monde*, op. cit., p 26.

Dès lors, la sensibilité écologique prendra peu à peu place au sein de notre société. La prise de conscience de la nécessité d'une approche plus rationnelle du développement est amorcée¹², conjointement au désir d'une meilleure qualité de vie. On peut parler ici d'un passage du quantitatif économique vers le qualificatif écologique¹³.

Depuis le rapport « Limits to growth »¹⁴, publié par le Club de Rome, dénonçant l'expansion démographique et le fonctionnement du système économique alors en vigueur comme responsables d'un désastre écologique annoncé, la complémentarité entre croissance et environnement est apparue comme une évidence.

Le concept d'éco-développement est apparu lors de la conférence de Stockholm de 1972¹⁵, il s'articule autour d'une utilisation judicieuse des ressources humaines et naturelles à l'échelle locale et régionale. Cette conférence aboutit à la création du programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) complétant le programme des Nations Unies pour le développement (PNUD)¹⁶.

En 1987, la Commission Mondiale pour l'Environnement et le Développement (CMED) présidée par le premier ministre de la Norvège, Mrs Gro Harlem Brundtland, publie le rapport « Notre futur à tous »¹⁷, également connu sous le nom de « rapport Brundtland »¹⁸.

¹² Site Internet de l'Association canadienne pour les Nations Unies, op.cit., <http://www.unac.org/français/monitor/SusDev/background/history>.

¹³ François Theysier, *Entreprise et environnement, la révolution paradoxale*, Site Internet <http://www.cnam.fr/depts/te/dso/lecture/teyssier.htm>

¹⁴ « Halte à la croissance », ce rapport édité par des scientifiques, industriels et politiciens, appelait à mettre fin à la croissance économique afin de protéger l'environnement. Philippe Crabbé (1997), *Le développement durable : concepts, mesures et déficiences des marchés et des politiques au niveau de l'économie ouverte, de l'industrie et de l'entreprise*, Document hors série n° 16, p 10.

¹⁵ J.P. Deléage, La conférence de Stockholm, *L'état de l'environnement dans le monde*, p 39. Cette première conférence sur l'homme et son milieu a amené les Nations Unies à considérer le besoin d'un plan de lutte contre la pollution et une protection vigilante de la nature.

¹⁶ Corinne Blanchet, *Historique du développement durable*, dossier d'information pour Johannesburg/fiche 1, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, p.1. Site Internet <http://www.environnement.gouv.fr/Johanesburg2002/dossier-documentaire.htm>, consulté le 2 août 2002.

¹⁷ Le rapport « Notre Avenir à tous » a alerté le monde de l'urgence d'un développement économique qui pourrait être soutenu sans épuiser les ressources naturelles ou nuire à l'environnement. Selon ce rapport, la protection de l'environnement doit être une priorité internationale qui implique une vaste redistribution des ressources financières, scientifiques et techniques à l'échelle de la Planète. Dès lors, l'environnement et le développement deviennent indissociables. Article de J.P. Deléage dans *L'état de l'environnement dans le monde*, op. cit., p 41.

¹⁸ Rapport Brundtland (1988), *Notre Avenir à tous*, rapport de la Commission Mondiale sur l'Environnement et le développement, Les Editions du fleuve, Montréal.

Non seulement il dénonce le report systématique de certaines dégradations de l'environnement vers les générations futures, mais il plaide également pour un «nouveau type de développement». Ce développement devra être capable d'assurer simultanément et à long terme, la croissance économique, l'amélioration de l'environnement et la préservation des ressources naturelles. Ce nouveau type de développement a été qualifié de développement durable.

Il s'agit d'un mode de développement qui est à la fois écologiquement supportable, économiquement viable et socialement acceptable¹⁹. La publication de ce rapport a popularisé le concept de développement durable et l'a porté au niveau de l'agenda international.

Chapitre 2: Définitions

Parmi les nombreuses définitions²⁰ existantes du développement durable²¹, nous nous référerons à celle figurant dans le rapport Brundtland, celle-ci étant la plus connue et la plus acceptée de tous:

« Un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. »

Le concept de développement durable s'articule autour de trois dimensions indissociables qu'Agora 21 interprète comme suit²²:

- dimension économique: c'est la recherche d'une meilleure régulation de l'économie et du commerce mondial, en utilisant de manière efficiente les outils

¹⁹ Site Internet de la Fédération des industries chimiques, *La chimie...soutient le développement durable*, <http://www.fedichem.be/FR/CHEMdev/1devFR.htm>

²⁰ Une autre définition souvent rencontrée dans la littérature est la suivante: le développement durable n'est rien d'autre que de ne pas utiliser les ressources plus vite qu'elles ne sont générées, et de ne pas polluer plus que les ressources naturelles ne peuvent les assimiler. Site Internet <http://www.sciencemag.org/cgi/content/full>.

²¹ Zaccai Edwin (décembre 2000), *Contribution à l'analyse des conceptions du développement durable*, thèse de doctorat en Environnement, Université Libre de Bruxelles, pp 21-22.

²² Site Internet d'Agora 21, association pour l'information, la communication et la gouvernance pour le développement durable. *L'environnement, le social, l'économie*, <http://www.agora21.org>

économiques afin d'allier bien-être de la population et protection de l'environnement, pour aujourd'hui et pour demain.

- dimension environnementale: l'environnement est vu sous le double aspect des ressources et de la neutralisation des pollutions. C'est à la fois assurer la pérennité des ressources et maintenir la qualité de notre environnement.
- dimension sociale: la mise en œuvre de l'équité sociale au niveau mondial. Cela se traduit par une plus grande solidarité vis à vis des pays du Sud, la lutte contre la pauvreté, la liberté, la justice sociale ainsi que la sécurité.

D'un point de vue économique, la recherche d'une définition opérationnelle du développement durable a conduit à l'introduction du concept de durabilité forte et faible :

- la *durabilité forte* considère le capital naturel comme source d'utilités non substituables par le capital produit par l'homme. La durabilité consiste dès lors à laisser aux générations futures un stock de capital naturel au moins aussi important que celui dont jouit la génération actuelle
- la *durabilité faible* considère quant à elle une économie comme durable dès lors que le taux de stockage est supérieur aux taux de dépréciations combinés du capital naturel et produit. On parle ici de durabilité faible dans la mesure où il n'y a aucune restriction sur le degré de substitution entre le capital naturel et produit, et donc aucun traitement spécifique au capital naturel²³.

Chapitre 3: De la définition du concept à sa concrétisation

Cinq ans après le «rapport Brundtland», l'assemblée des Nations Unies a demandé un rapport sur les progrès accomplis en faveur du développement durable et a tenu un «sommet de la terre»²⁴ à Rio en 1992. C'est le début d'un travail sans précédent qui a pour objectif d'assurer le développement durable au niveau de la planète. Lors de ce sommet, différentes résolutions ont été adoptées :

²³ Maite Cabeza Gutés, *The concept of weak sustainability*, Ecological Economics n°17, 1996, pp 147-156.

²⁴ Ce «sommet de la Terre» a réuni 130 chefs d'Etats, 8.000 journalistes et 15.000 représentants d'organisations non gouvernementales.

- la Déclaration de Rio sur l'Environnement et le Développement formulant 27 principes pour soutenir le développement durable²⁵
- l'Agenda 21²⁶
- deux conventions²⁷ et une déclaration de principes pour une gestion durable des forêts à l'échelle mondiale.

Depuis lors, d'autres conférences mondiales ont eu lieu, comme la conférence de Kyoto²⁸ ainsi que le «Sommet Planète terre + 5» qui, tous deux, se sont déroulés en 1997. Ce dernier était consacré à un examen et à une évaluation de la mise en oeuvre du Plan de l'Agenda 21. Le processus d'évaluation des progrès réalisés dans le monde en matière de développement durable a démontré que, malgré des progrès obtenus en plusieurs domaines, l'environnement global n'a pas arrêté de se détériorer²⁹.

C'est dans ce contexte que se déroulera le «Sommet Planète terre + 10» du 26 Août au 4 Septembre 2002 à Johannesburg. Ce sera l'occasion de faire un bilan des progrès effectués en matière de développement durable par l'ensemble des pays depuis ces dix dernières années. Durant ce sommet, le concept de responsabilisation sera mis en avant afin de trouver des solutions à des préoccupations telles que le surdéveloppement ou une mauvaise gestion des ressources naturelles tout en répondant au besoin d'une croissance économique mondiale soutenue³⁰. L'agenda de ce sommet comporte un double objectif ; premièrement, établir le bilan de l'Agenda 21 élaboré à Rio et deuxièmement donner une

²⁵ 27 principes visant une collaboration internationale entre tous les acteurs de notre société. Parmi ces principes figure le principe 15 appelé principe de précaution, le principe 10 traduisant la participation de tous les citoyens comme étant le meilleur moyen de traiter les questions d'environnement ou encore le principe 16 plus connu sous le nom de principe du pollueur payeur...

²⁶ Agenda 21 est un plan détaillé d'actions mondiales dans tous les domaines en relation avec l'environnement et le développement durable. Il s'articule autour de 4 pôles majeurs et interdépendants, l'économie, l'environnement, le social et l'éthique. Il comporte 40 chapitres évoquant 115 thèmes spécifiques. C'est un texte qui souligne la nécessité de définir des priorités, des indicateurs et des règles internationales permettant d'inverser les détériorations en cours, de mesurer les progrès réalisés. Depuis, ce document a inspiré de nombreux pays à rédiger leur propre «Action 21» national, suivi par les communes avec «Action 21» local.

²⁷ Une convention sur les changements climatiques et l'autre sur la diversité biologique.

²⁸ 159 pays étaient présents à Kyoto. Des accords ont été passés pour une réduction moyenne de 5.2% des émissions de gaz à effet de serre (principalement CO₂, CH₄, N₂O) à l'horizon 2010.

²⁹ Site Internet des Nations Unies, <http://www.un.org/french/news/dpi1814>

³⁰ Théodore Kheel, *Que reste-t-il de nos promesses ?*, La Libre Belgique, édition du 6 juin 2002.

nouvelle impulsion en vue de la réalisation des engagements de Rio en matière de développement durable³¹.

Le premier défi qu'induit ce concept est d'intégrer les trois dimensions du développement et non plus de les traiter séparément. Le deuxième défi est que le développement durable offre une perspective à long terme et donc une ouverture vers le futur³².

Alors que le premier défi peut sembler encore utopique, le deuxième tend à se concrétiser de jour en jour et peut être illustré par le principe de précaution (Partie 2:Chapitre 1:Section 2:a).

La mise en œuvre du développement durable consiste donc à faire en sorte que dans nos comportements, nos politiques, nos lois, bref, dans l'ensemble de nos interventions comme citoyen, entreprise, gouvernement, nous visions l'atteinte simultanée et équilibrée de trois objectifs fondamentaux; respect de l'environnement, équité sociale et viabilité économique. Ceci dès aujourd'hui et pour le long terme.

« *Penser globalement, agir localement.*³³ »

Chapitre 4: Un acteur clé - l'entreprise

Force est de constater que les entreprises sont des acteurs essentiels de notre société et qu'elles représentent «la force de changement la plus puissante du monde moderne, celle qui a les impacts les plus importants, et que cette force de changement peut être mise au service de la résolution des problèmes sociaux ou environnementaux de notre époque»³⁴. L'entreprise aurait donc un rôle majeur à jouer pour atteindre les objectifs du développement durable en tant que fournisseur de biens et de services demandés par la

³¹ Conseil Fédéral du développement durable, *Production et consommation durables: une responsabilité commune*, textes du symposium du 24 Avril 2002 à Bruxelles.

³² Ruggero Schleicher-Tappeser and Filippo Strati (1999), *Chapter IV : Sustainability - A New Paradigm for research ?*, op. cit., p 45.

³³ Formule clé des écologistes que l'on attribue à René Dubos.

³⁴ Site Internet d'Utopies, *Les Thèmes-clefs de la citoyenneté: la citoyenneté d'entreprise*, <http://www.utopies.com/themes/citoyentreprise>

société, en tant que source de création d'emplois et en tant que participant actif de notre société³⁵.

L'entreprise doit pour cela adopter un comportement de citoyenneté responsable. Cela n'ira pas sans de profonds changements au sein même de celle-ci, il s'agit donc d'une véritable révolution culturelle. Pour conserver durablement le droit d'exercer son activité, elle doit gagner la confiance de l'ensemble des publics concernés et manifester son respect de la nature et de l'homme dans ses activités quotidiennes. L'entreprise se doit d'être également vecteur de développement en tant qu'acteur de l'équité sociale.

La poursuite du développement économique dépend à présent d'une amélioration radicale des interactions entre l'entreprise et son environnement³⁶. L'entreprise sait qu'elle ne peut durablement prospérer dans un environnement qui dépérit.

³⁵ Site Internet des Nations Unies, <http://www.un.org/esa/sustdev/industry.htm>

³⁶ Schmidheiny S. (1992), *Changer de cap: réconcilier le développement de l'entreprise et la protection de l'environnement*, Edition Dunod, p 109.

Partie 2: Le développement durable - un nouveau défi pour les entreprises

«Quand nous gaspillons et détruisons les ressources naturelles, quand nous dépouillons et épuisons la terre au lieu d'oeuvrer à en accroître les bienfaits, nous compromettons, aujourd'hui et pour l'avenir, une prospérité que, par obligation naturelle, nous devons avoir à cœur de démultiplier et de développer pour la transmettre à nos enfants».

Théodore Roosevelt, message au Congrès, Décembre 1907.

Cette deuxième partie traite plus spécifiquement du développement durable et de l'entreprise. Elle se divise en trois chapitres décrivant successivement les acteurs du développement durable, la mise en œuvre du développement durable au sein de l'entreprise et enfin les spécificités du secteur chimique.

Puisque nous nous intéressons tout particulièrement aux entreprises, il nous semble important de donner une définition du développement durable selon leur conception :

« Pour l'entreprise, le développement durable consiste à systématiquement appliquer une stratégie intégrant à la fois les impacts économiques, environnementaux et sociaux dans la politique de l'entreprise »³⁷. « Triple bottom line »³⁸ est le terme souvent utilisé pour intégrer ces trois dimensions qui ne sont à priori pas compatibles dans la stratégie de l'entreprise, à savoir; la responsabilité sociale, la rentabilité économique et la préservation de l'environnement.

Dans son positionnement face aux enjeux du développement durable, l'entreprise est amenée à afficher une plus grande transparence de sa politique d'entreprise envers les « stakeholders »³⁹. Ceci se traduit inévitablement par une plus grande ouverture de

³⁷ Site Internet de la Fondation du Roi Baudouin, *Entreprise et développement durable*, <http://www.kbs-frb.be/edd-net/button2.html>

³⁸ J. Elkington (1999), *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21ST Century Business*, capstone Publishing Ltd.

³⁹ Le terme « stakeholder » se traduit par partie prenante et désigne l'ensemble des acteurs entourant l'entreprise (actionnaires, clients, fournisseurs, personnel, syndicats, consommateurs, banques, autorités publiques, riverains...).

l'entreprise sur ce qui l'entoure. Il est désormais important pour l'entreprise de reconnaître les différents partenaires et d'accepter la diversité de leurs intérêts⁴⁰.

Les entreprises peuvent être contraintes d'adhérer au développement durable par le biais de règlements ou encore par obligation. Mais elles peuvent aussi y adhérer volontairement ; parce que cela apporte un sens et une valeur à leurs affaires, par le biais d'incitations fiscales ou encore parce qu'elles y voient un intérêt commercial et qu'elles considèrent qu'il peut être rentable à long terme⁴¹. La gestion responsable se transforme alors en gestion proactive afin d'acquiescer un avantage compétitif sur le marché⁴².

Selon M. Elkington⁴³, on peut distinguer trois grandes vagues d'engagement des entreprises en faveur du développement durable :

- la première vague, dans les années 1970, est celle des entreprises pionnières telles que Patagonia ou Body Shop⁴⁴. Ces entreprises ont été un modèle par leurs publications sur le développement durable et par la promotion d'un commerce équitable et d'investissements responsables. Elles ont compris que la puissance des entreprises peut contribuer à résoudre les problèmes de notre société
- une deuxième vague a suivi, dans les années 1980-1990, elle concerne principalement des entreprises appartenant à des secteurs ayant fait l'objet de différents scandales environnementaux ou sociaux et qui ont adopté depuis des

⁴⁰ Geneviève Féron, Charles-Henri d'Arcimoles, Pascal Bello, Najib Sassenou (2001), *Le développement durable, des enjeux stratégiques pour l'entreprise*, Editions d'Organisation, p 88.

⁴¹ Philippe Crabbé (1997), *Le développement durable : Concept, mesures et déficiences des marchés et des politiques au niveau de l'économie ouverte, de l'industrie et de l'entreprise*, op.cit., p 51.

⁴² Wesley J. Box (June 2002), *A model solution for environmental management, using predictive models to achieve compliance*, EM Feature, p 22.

⁴³ M. Elkington a fondé en 1987 le «sustainAbility», premier cabinet de conseil britannique en stratégie de développement durable à Londres.

⁴⁴ Fondé en 1976 par Anita Roddick, «The Body Shop» est une entreprise vendant des cosmétiques et qui compte 1900 magasins dans plus de 50 pays. Pour Anita, les affaires ne se résument pas à un simple échange de produits et d'argent, mais elles sont tributaires d'un échange d'expériences, d'initiatives communautaires et de connaissances. Parce que les affaires sont avant tout une question de rapports entre les personnes. Ils veillent à ce que les droits de la personne et les droits civils, tels qu'énoncés dans la Déclaration universelle des droits de l'homme soient respectés dans toutes nos activités commerciales. Cette entreprise est contre les tests effectués sur animaux et est engagée pour une campagne « Choose positive energy » dont le but est de promouvoir l'énergie renouvelable auprès des consommateurs.

principes de bonne conduite⁴⁵. Les années 90 ont été le théâtre de la montée en puissance des organisations non gouvernementales. Celles-ci se sont mises à surveiller les pratiques environnementales des grandes entreprises, donnant lieu à un nouveau pouvoir d'action jusque-là inexistant

- une troisième vague est en train de se dessiner avec les entreprises dont les activités affectent significativement l'environnement qui s'engagent en vertu d'un principe de précaution⁴⁶. Désormais, l'anticipation des contraintes et la prévention des risques environnementaux sont au coeur de l'entreprise. Dans ce contexte apparaissent de nouveaux termes tels que l'écologie industrielle⁴⁷. Celle-ci prône une production écologique consistant en la diminution de la consommation des ressources et des émissions toxiques, la maximisation de l'utilisation des ressources et les flux d'énergies, la réduction de la pollution par les déchets, le bouclage des cycles productifs... Ces principes correspondent à une nouvelle vision du rapport des activités de l'homme et de l'environnement, à une remise en question des manières de produire, celles-ci ayant une importance capitale dans le processus du développement durable.

Chapitre 1: *Le développement durable en entreprise*

Section 1: Evolution des économies de marché

La maîtrise de la mondialisation constitue l'un des plus grands défis de notre époque. La plupart des observateurs s'entendent pour reconnaître que la mondialisation, c'est-à-dire l'intensification du commerce, des flux financiers mais aussi des mouvements de personnes, des informations et des idées sur toute la surface de notre planète, est porteuse à

⁴⁵Benoît Hopquin, *Les enfants de la balle du Pakistan*, journal Le Monde, 24 Février 1998.

⁴⁶ Laure Belot, *Le développement durable, nouveau passage obligé des entreprises*, journal Le Monde, le 19 Février 2002.

⁴⁷ Site Internet d'Utopies, *Les thèmes-clefs de la citoyenneté, L'écologie industrielle*, <http://www.utopies.com/themes/ecologieindustrielle.html>

la fois d'extraordinaires potentialités créatrices et de risques de destructions des structures sociales et de notre environnement⁴⁸.

a. De l'exploitation maximale au développement optimal

En ce début de 21^{ème} siècle, il est désormais de bon ton pour une entreprise d'afficher un intérêt pour le développement durable. Ce qui ne fût pas toujours le cas, l'entreprise ayant une fâcheuse tendance à ne penser qu'au profit à court terme. Les sociétés pétrolières, minières ou gazières sont allées chercher aux quatre coins du monde l'énergie nécessaire pour permettre le développement du monde occidental. Dans les années 80, que ce soit les industries textiles, électroniques, les groupes de sport ou encore les grands distributeurs, tous ont utilisé la main d'œuvre bon marché pour produire au meilleur prix. Parallèlement, le fossé économique entre le Nord et le Sud s'est accentué et la pollution de la planète s'est aggravée⁴⁹.

Cette logique économique qui est de produire toujours plus, créer l'abondance, rechercher en permanence plus de confort, avec comme corollaire le gaspillage et l'égoïsme, est en train d'être remise en question par la nécessité de sauvegarde de l'environnement⁵⁰. Au départ, perçues pour beaucoup de dirigeants comme une contrainte alourdissant les coûts de l'entreprise, les préoccupations environnementales ont été peu à peu intégrées dans la stratégie de l'entreprise. De plus en plus, l'entreprise est disposée à prendre volontairement des mesures pour améliorer ses performances environnementales et non plus simplement se limiter à respecter la réglementation. En 1991, lors de la conférence mondiale de l'industrie sur la gestion de l'environnement, plus de 150 firmes ont signé la charte des entreprises pour un développement durable⁵¹. Parmi de nombreux exemples, citons la société Lafarge, leader mondial des ciments, qui a annoncé publiquement sa volonté et son engagement de «construire un monde durable»⁵².

⁴⁸ *La mondialisation : signe de fracture ? L'entreprise et l'homme*, Janvier-Février 2002, p 4.

⁴⁹ Laure Belot, *Le développement durable, nouveau passage obligé des entreprises*, op. cit.

⁵⁰ Philippe Saint Marc (1994), *L'économie Barbare*, Editions Frison-Roches, Paris, pp 15-20.

⁵¹ Theyssier François, *Entreprise et environnement, la révolution paradoxale*, op.cit., p 7.

⁵² Lafarge vient de fermer en Chine, une usine polluante, afin de construire une cimenterie selon les normes environnementales occidentales. Lafarge a également fait un partenariat avec le WWF (Organisation internationale de Protection de l'Environnement). C'est le premier groupe industriel à prendre un engagement

Un mouvement général est en cours vers la déréglementation et la globalisation des marchés. Il oblige les entreprises à redéfinir leur rôle compte tenu du surcroît de responsabilités sociales, économiques et écologiques qui leur incombe. Satisfaire ces nouvelles responsabilités relèvera de l'impossible sans une collaboration étroite entre gouvernement, entreprises et société civile⁵³.

C'est donc une vraie attitude active que les entreprises doivent adopter. Que ce soit au travers d'utilisation de technologies propres, de recyclage, de diminution des déchets, des produits toxiques...Il ne suffit plus de respecter la législation environnementale si l'entreprise veut se montrer responsable envers les parties prenantes⁵⁴. De plus en plus, une entreprise ne se souciant pas des nouvelles technologies et de la pollution, se verra de moins en moins compétitive sur le marché⁵⁵. La stratégie du développement durable prend toute son importance pour les entreprises désireuses d'assumer toutes leurs responsabilités envers l'ensemble des différents publics. Les entreprises ne fonctionnent plus dans un univers clos mais doivent s'ouvrir à l'ensemble des acteurs à travers la communication et la transparence.

Désormais, l'activité de l'entreprise est ancrée dans le cœur du concept de développement durable dont les piliers sont le progrès économique, l'équité sociale et le respect de l'environnement.

b. Evolution du mode de consommation des individus

Les individus ont aussi un rôle à jouer pour que le développement de notre planète soit durable. Que ce soit à travers leurs déplacements, leurs manières d'agir ou plus particulièrement, leurs manières de consommer⁵⁶. Compte tenu de l'ampleur du sujet, nous nous focaliserons principalement sur le rôle de l'individu en tant que consommateur et

de cette importance. Engagement qui consiste à améliorer les performances environnementales du groupe, un programme de réhabilitation de ses carrières de ciment en fin de vie, et un soutien financier du groupe pour la reforestation et la préservation de la diversité biologique. Site Internet de Novethic, <http://www.novethic.fr>

⁵³ John Elkington (2001), *The Crystals economy*, Editions Capstone, p xii.

⁵⁴ Ibid., p 143.

⁵⁵ Pascale Corten-Gualtieri, Philippe Van haver, Walter De Jonge, Edwin Zaccai (1998), *Vivre ou Survivre ? Un état des lieux de notre planète*, Editions Lannoo, p 142.

⁵⁶ C'est le thème abordé dans le chapitre 4 de l'Agenda 21 reprochant aux modes de production et de consommation des pays industrialisés d'être non viables et donc non acceptables.

l'entreprise. Dans les années 50, la consommation sans limite était le meilleur moyen de refléter sa réussite sociale: il fallait que les choses soient consommées, à peine usées, elles étaient remplacées à un rythme toujours accéléré⁵⁷. Ce gaspillage est caractéristique des pays du Nord, pays où les revenus sont les plus aisés, avec pour effet une surexploitation systématique des ressources. L'acte de consommer n'était alors pas encore associé à un quelconque impact environnemental. Ce rythme de consommation est toujours présent aujourd'hui⁵⁸ mais depuis, une prise de conscience de la part des citoyens de la dégradation de l'environnement s'est intégrée à cet acte. Cette prise de conscience, associée à la volonté d'avoir un meilleur cadre de vie, a modifié certains comportements d'achat. L'éco-consommation⁵⁹ a notamment fait son apparition dans les années 1980, avec un succès important en Grande Bretagne suite à la publication du « Green Consumer Guide ». Peu après, un guide équivalent est apparu aux Etats-Unis⁶⁰. Ces guides avaient pour objectif de responsabiliser les consommateurs, non pas en leur demandant d'acheter moins, mais en leur demandant d'acheter avec un œil critique⁶¹.

Aujourd'hui, un nombre grandissant de consommateurs demandent aux entreprises des produits de qualité à un prix raisonnable, mais aussi que celles-ci jouent un rôle actif dans la société (par le biais de pratiques humaines et sociales ainsi que des engagements stratégiques et politiques responsables)⁶².

Les consommateurs veulent maintenant être informés à tout moment de l'impact potentiel de tout produit qu'il est susceptible de consommer, que ce soit au niveau de la santé ou de

⁵⁷ Selon la théorie de Keynes, lorsque le revenu des ménages augmente, la consommation augmente également, même si elle augmente moins vite que le revenu. Hecq Walter, *Aspects économiques de l'environnement*, cours académique du DES en gestion de l'environnement, IGEAT, Université Libre de Bruxelles, le 25 mars 2001.

⁵⁸ La consommation alimentaire et énergétique mondiale a augmenté de 2.9 % ces dix dernières années. Corinne Blanchet, *Modes de consommation et de production durables*, dossier d'information pour Johannesburg/fiche 3, op.cit., p.1

⁵⁹ L'éco-consommation est le fait de consommer un produit dont le procédé de fabrication requiert aussi peu que possible de ressources non renouvelables, d'énergie, d'eau et de substances dangereuses. Il doit être recyclable, éco-énergétique, durable et ne pas présenter de danger.

⁶⁰ *Shopping for a Better World: a quick guide to socially Responsible Supermarket Shopping*, paru en 1989. Il note les principales entreprises (200) de grande consommation de marché sur différents critères sociaux, environnementaux ou éthiques.

⁶¹ Philippe Crabbé, *Le développement durable : Concept, mesures et déficiences des marchés et des politiques au niveau de l'économie ouverte, de l'industrie et de l'entreprise*, op.cit. p 54.

⁶² Site Internet d'Utopies, *Les thèmes-clés de la citoyenneté : la consommation engagée*, op.cit.

l'environnement. Alors qu'avant la sécurité du produit lors de son utilisation était un des critères déterminants dans la décision d'achat, aujourd'hui les consommateurs veulent savoir quels sont les risques potentiels du produit durant tout son cycle de vie avant d'envisager de le consommer. On passe d'une logique de propriété à une logique d'usage⁶³.

Les consommateurs ont donc une responsabilité envers l'évolution des modes de production et de leur impact sur l'environnement. Il doit y avoir une cohérence entre citoyen et consommateur afin de définir le contexte dans lequel il veut vivre⁶⁴. Il ne peut y avoir de production responsable sans consommateurs responsables⁶⁵. Encore faut-il que ceux-ci soient bien informés afin de faire un choix en connaissance de cause⁶⁶ ! L'information concernant le produit peut venir de sources diverses; des entreprises elles-mêmes, des associations de consommateurs (CRIOC, magazine Test achat), ou encore via les médias. Les entreprises ne sont pas restées indifférentes à ce changement de comportement puisque, pour ne pas perdre des parts de marché, il faut satisfaire les consommateurs. Cela traduit une prise de conscience des nouvelles sources de profit que constituent les techniques et produits respectueux de l'environnement⁶⁷. Dès lors, nous assistons au développement de produits et services dit «verts»⁶⁸.

En conclusion, la participation active des consommateurs est plus importante. Ceux-ci sont plus critiques par rapport à leur achat sur base de l'information qui est à leur disposition.

⁶³ Christian Brodhag, *Entreprises et développement durable*, Site Internet <http://www.Agora21.org/entreprisecb/cb1.htm>

⁶⁴ Michel Pecqueur, *Œuvrer à la réconciliation du monde économique et du monde écologique, Etat de l'environnement*, op.cit., pp 378-379.

⁶⁵ Christian Brodhag, *op.cit.*, Site Internet <http://www.Agora21.org/entreprisecb/cb1.htm>

⁶⁶ Site Internet d'Utopies, *Les thèmes-clefs de la citoyenneté : la consommation engagée*, <http://www.utopies.fr>

⁶⁷ OCDE (1995), *Production et produits moins polluants ; vers une mutation technologique en vue d'un développement durable*, Paris, p 16.

⁶⁸ Site Internet La publicité verte, <http://www.ecoconso.org>

c. Les pouvoirs publics

Après avoir abordé le changement au niveau des entreprises, après avoir vu l'évolution du rôle des individus en tant que consommateurs, il paraît essentiel de toucher quelques mots du rôle des pouvoirs publics, autre acteur principal du développement durable.

Les pouvoirs publics encadrent et orientent les forces sociales et économiques au niveau international à travers le programme Agenda 21. Ce programme est en général transposé au niveau national ; par exemple le plan fédéral de développement durable en Belgique⁶⁹. Plus récemment, on constate que les communes adoptent une démarche similaire, à leur échelle (Action 21 locaux).

Les pouvoirs publics sont bien entendu tenus de faire respecter les lois et règlements en vigueur. Les sanctions n'ont pas toujours été à la hauteur des dégâts occasionnés par les contrevenants mais la conscientisation de la protection de l'environnement a conduit les pouvoirs publics à accroître de plus en plus les poids de ces sanctions afin de faire respecter les règlements⁷⁰.

Outres les règlements, les pouvoirs publics disposent d'instruments tels que la taxation, les subsides et les permis négociables afin d'orienter l'offre et la demande des produits. Le but est de taxer les produits dont la production pollue notre environnement et d'aider à la fabrication de substituts plus favorables à l'environnement.

Un autre rôle des pouvoirs publics, mais non des moindres, est celui de sensibiliser et d'informer les citoyens, que ce soit de manière directe ou au travers d'associations. Concrètement, on constate par exemple au niveau national que l'état belge a prévu la consultation de l'avant-projet du plan fédéral de développement durable⁷¹. Cette initiative s'inscrit dans le principe de participation, un des éléments déterminant de la mise en œuvre du développement durable⁷².

⁶⁹ Site Internet de la Commission Interdépartementale du Développement Durable, <http://www.ciddd.fgov.be>

⁷⁰ Pascale Corten-Gualtieri, Philippe Van haver, Walter De Jonge, Edwin Zaccaï (1998), *Vivre ou Survivre ? Un état des lieux de notre planète*, Editions Lannoo, p 138.

⁷¹ Mens (2ème trimestre 2000), *dossier sur l'environnement "mens sana in terra sana", développement durable : de la parole aux actes*, n°16, p 7.

⁷² « Participation du public à la prise de décision... », Chapitre 23 de l'agenda 21. Corinne Blanchet, *Participation et transparence*, dossier d'information pour Johannesburg/fiche 11, op.cit., p 1.

Les pouvoirs publics ont donc à la fois la responsabilité et le pouvoir de permettre aux entreprises, tout comme aux individus, de contribuer aux efforts que nous devons mettre en œuvre pour construire un monde durable. Pour ce faire, ils jouent un rôle important d'annonce des objectifs et de planification de leur implémentation. Si ceux-ci sont crédibles, les entreprises réagiront de manière proactive plutôt que passivement⁷³.

Afin de construire un développement durable, il est essentiel d'harmoniser les discours et débats à tous les niveaux pour éviter des discussions trop souvent stériles.

Si cette section évoque brièvement les possibilités et actes de chacun des acteurs du développement durable, un point important est à souligner, celui de leurs interactions. En effet, le développement durable introduit de nombreux changements au niveau des relations entre les acteurs (privés, publics et société civile). Cela peut se réaliser entre autre par le biais d'alliances entre entreprises et ONG, par le recours des uns aux autres ou encore par le rôle médiateur des pouvoirs publics. Dans un contexte en permanente évolution, chacun des acteurs peut apporter une « valeur ajoutée ». La transparence est à la base de ces partenariats, eux-mêmes, éléments clés du développement durable⁷⁴.

Section 2: Changement de mentalité des dirigeants

« Dans la vie, il y a deux catégories d'individus; Ceux qui regardent le monde tel qu'il est et se demandent pourquoi. Ceux qui imaginent le monde tel qu'il devrait être et se disent: pourquoi pas? »

Georges Bernard Shaw.

Sur les marchés financiers, certains placements dits éthiques sont de plus en plus prisés. Leur objectif n'est pas de moraliser la finance mais simplement de développer une démarche proactive d'investissement, à la fois intelligente et rentable. Au cœur du système : « ARESE », l'agence de « rating » social et environnemental sur les entreprises européennes. Pour l'heure, les fonds éthiques représentent moins de 1% des actifs en gestion en Europe. Mais ils devraient connaître un essor certain comme au Etats-Unis, où ils représentent déjà 12% des actifs gérés. En Europe, les gestionnaires des fonds éthiques

⁷³ Roger Perman, Yue Ma, James Mc Gilvray, Michael Common (1999), Chapitre 3 “*concepts of sustainability*”, *Natural resources and environmental economics*, Edition Longman, seconde édition, p 68.

⁷⁴ Raymond Van Ermen, *La coopération entre stakeholders : une alliance nécessaire pour réaliser consommation et production durables ?* Brochure résumant le texte du symposium (Production et consommation durables : une responsabilité commune) organisé par le CFDD le 24 avril 2002 à Bruxelles.

n'en sont certainement pas à dicter l'ordre moral à la planète. Mais ils font parler d'eux, se manifestent dans les assemblées générales d'actionnaires et demandent des comptes⁷⁵.

Les habitants vivant à proximité d'un site de production ou de distribution de l'entreprise ont aussi bien souvent leur mot à dire. Cette pression doit néanmoins être nuancée par les délocalisations que pratiquent certaines entreprises vers des pays où les législations environnementales et sociales sont plus flexibles.

L'entreprise est donc soumise à un ensemble de pressions extérieures venant de différents groupes qui seront source de motivation pour « changer de cap »⁷⁶. Ces pressions de la part de l'ensemble des « Stakeholders » de l'entreprise, ont amené les dirigeants à élaborer une nouvelle vision pour celle-ci, à savoir, réorienter les décisions économiques de manière à y intégrer une dimension environnementale et sociale⁷⁷. Pour les entreprises fournissant des matières premières ou intermédiaires, les pressions pour adapter les pratiques conformément aux objectifs environnementaux viennent principalement du gouvernement. Pour celles, où la pollution provient essentiellement de l'utilisation d'un produit, les pressions viennent plutôt des consommateurs⁷⁸. Il n'est pas suffisant pour un dirigeant d'adhérer à un concept mais bien de transformer cette adhésion en stratégie et en plans d'actions. Cela implique souvent une réorganisation de l'entreprise⁷⁹.

Beaucoup de dirigeants s'imaginent que la protection de l'environnement coûte inévitablement de l'argent, que c'est une question mineure et qu'elle détourne l'entreprise de ses objectifs essentiels. En réalité, aujourd'hui, l'environnement peut être rentable⁸⁰ pour une entreprise⁸¹. Le développement durable s'inscrit dans une perspective de long

⁷⁵ Ghislain de Montalembert, *Investir sans perdre son âme, les fonds éthiques sont fait pour vous*, Le Figaro Magazine, samedi 20 avril 2002, p 136.

⁷⁶ Stephan Schmidheiny, *Changer de Cap*, op. Cit.

⁷⁷ Ibid., p 110.

⁷⁸ David Stanners and philippe Bourdeau (1995), European Environment Agency, *Europe's Environment*, EEA, Copenhagen, p 428.

⁷⁹ Stephan Schmidheiny, *Changer de Cap*, op. Cit., p 116.

⁸⁰ Cellule de l'éco-gestion est composée de consultants qui sont financés par la Région wallonne. Ceux-ci ont pour mission de mettre en place le Système de Management Environnemental (SME). Un exemple est la diminution des déchets mis en décharge a été réduit de 275 tonnes à 75 tonnes à la chocolaterie Jacques. Carine vassart, *Concilier économie et environnement*, magazine Trends Tendances, 10 Janvier 2002, p 44.

⁸¹ Ibid.

terme, ce qui peut être contradictoire dans l'économie actuelle, où la vision court terme prime. Petit à petit, des dirigeants résolus à jouer un rôle moteur ont néanmoins pris position en faveur du développement durable⁸². Selon le World Business Council for Sustainable Development » (WBCSD, cfr Chapitre 2:Section 3:), un nombre croissant de chefs d'entreprises est convaincu qu'intégrer les principes du développement durable dans leurs opérations a du sens pour assurer une activité florissante⁸³. Selon Gro Harlem Brundtland, le développement durable offre des perspectives nouvelles de marché et n'est pas seulement un facteur de coût⁸⁴. Bref, le développement durable est vu de plus en plus comme une opportunité, comme une amélioration de l'image de l'entreprise. L'image est un enjeu d'autant plus sensible que l'entreprise est perçue comme polluante⁸⁵. De plus en plus, la performance environnementale devient une composante indissociable de la performance de l'entreprise⁸⁶.

Le développement durable au sein de l'entreprise peut donc se résumer à un challenge du point de vue de son image consistant à transformer une difficulté en avantage, et ce, entre autres par l'innovation⁸⁷. Le développement durable impose aux dirigeants d'entreprises une nécessité de repenser sans cesse tous les aspects de leur activité et correspond « au développement d'une culture d'organisation apprenante »⁸⁸. Souvent le respect de l'environnement fait déjà partie des valeurs personnelles du dirigeant, mais il s'agit d'éviter que ces valeurs ne se transforment en politique commerciale!

Il faut garder à l'esprit que le profit reste la raison essentielle de la viabilité de l'entreprise. Pas de profit, pas de pérennité de l'entreprise. Il est utopique de croire que les entreprises sont prêtes, à elles seules, à supporter l'effort nécessaire à une transition vers le

⁸² Stephan Schmidheiny, *Changer de Cap*, op. cit., p 123.

⁸³ Dixie Lee Laswell, *Sustainable Development: gaining competitive advantage*, EM Feature, février 2000, p 16.

⁸⁴ Site Internet La publicité verte, <http://www.ecoconso.org>

⁸⁵ Carine vassart, *Concilier économie et environnement*, op. cit., p 47.

⁸⁶ Christian Brodhag, *Entreprises et développement durable*, op.cit.

⁸⁷ Stephan Schmidheiny, *Changer de Cap*, op. cit., p 117.

⁸⁸ Personne ne peut prévoir l'avenir mais à défaut, on peut en dessiner les contours. Stephan Schmidheiny, *Changer de Cap*, op. cit., p 120.

développement durable⁸⁹. Elles doivent être encouragées par l'ensemble des autres acteurs afin de transformer petit à petit le concept de développement durable en réalité.

a. Principe de précaution⁹⁰

Comme il a été évoqué dans la première partie, un des deux défis du développement durable est d'offrir une perspective à long terme, en vue d'une ouverture vers le futur. Le principe de précaution est à la base de l'engagement d'une nouvelle vague d'entreprises et illustre parfaitement ce défi.

En effet, ce principe est de plus en plus invoqué lors de certaines décisions politiques. La protection de l'environnement appelle des mesures susceptibles d'anticiper, de prévenir, et de combattre les facteurs de dégradation. Ce principe recommande de ne plus attendre une pleine certitude scientifique avant d'agir. Il est inscrit dans la convention de Rio⁹¹. Certes, le risque fait partie de la vie. Mais faut-il pour autant continuer à produire des substances ou produits soupçonnés d'avoir des impacts néfastes sur l'environnement, alors qu'il existe d'autres alternatives ?

Trop souvent, on ne réagit face à un dommage qu'à partir du moment où le préjudice a été incontestablement établi, et souvent il est déjà trop tard. Pour certains acteurs, il est temps « d'inverser la charge de la preuve »⁹². En effet, l'entreprise devrait être responsable, c'est à dire produire tout en pouvant prouver l'innocuité d'un produit ou d'une substance avant même sa mise sur le marché. Toute la complexité de ce principe réside dans le fait qu'il est rare de pouvoir établir une certitude scientifique !

⁸⁹ Ibid.

⁹⁰ Au cœur de ce concept, se trouve l'idée qu'à défaut de prévoir l'avenir, on peut dessiner les contours. Cette vision du futur permet aux dirigeants de réagir avec plus de souplesse aux changements inattendus. Ibid.

⁹¹ Le principe de précaution est reconnu au travers de la convention de Barcelone et la convention de Bâle mais a été véritablement mis à la lumière du jour dans la déclaration de Rio, sous le principe 15. «Pour protéger l'environnement, des mesures de précaution doivent être largement appliquées par les Etats selon leurs capacités. En cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption des mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement... »

⁹² Greenpeace Magazine (Automne 2000), *dossier Le principe de précaution : mieux vaut prévenir que guérir!* Septembre-Octobre-Novembre, n° 47, pp 17-24.

La mise en œuvre de ce principe reste donc complexe. En effet, celle-ci dépend de l'appréciation et de l'acceptabilité des risques, qui est l'affaire non seulement des experts et des scientifiques mais également du monde politique et de la société toute entière⁹³. L'application raisonnable d'une précaution est certes un gage d'équilibre écologique, social et économique⁹⁴.

Ce principe prend toute son importance pour la production des substances chimiques. Actuellement, il existe environ 70.000 molécules chimiques différentes auxquels viennent s'ajouter, chaque année, plus ou moins 1.000 nouvelles molécules⁹⁵. Il est évident que l'on ne peut pas remettre en question tous les produits. Mais le préjudice sera d'autant plus grand qu'un produit polluant est largement utilisé et qu'il n'existe pas d'alternative simple. Le principe de précaution, tout comme le développement durable appellent à l'innovation afin de trouver les solutions alternatives plus respectueuses pour l'environnement, mais également pour la société. Mais dans la mesure où les prix du marché n'intègrent pas les effets négatifs de certaines substances ou activités sur la santé et sur l'environnement, la recherche d'alternatives et d'innovations reste difficile à rentabiliser⁹⁶.

L'OMC⁹⁷ a donc un rôle à jouer afin d'intégrer ce principe de précaution, trop souvent laissé au deuxième plan après le commerce. On pourra ainsi s'orienter vers une économie accordant de l'importance à la protection de l'environnement et à la santé humaine au sein des échanges internationaux. Le bénéfice économique de la précaution est double⁹⁸ ; un évitement des coûts de santé et de dépollution ainsi qu'une diminution des coûts intervenant en début de processus, par rapport aux coûts de réparation. La question est de

⁹³ Corinne Blanchet, *Principe de précaution et sciences*, dossier d'information pour Johannesburg/fiche 6, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, p 1. Site Internet <http://www.environnement.gouv.fr/Johannesburg2002/dossier-documentaire.htm>, consulté le 2 août 2002.

⁹⁴ Contribution de Jacques De Guerlache, *Entreprises : pour intégrer précaution et proportion* dans *Le principe de précaution, significations et conséquences*, édité par Edwin Zaccai et Jean Noël Missa (2000), éditions des universités de Bruxelles, p 111.

⁹⁵ Steenhout A., *Ecotoxicologie*, cours académique du DES en gestion de l'environnement, IGEAT, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, 18/10/2001.

⁹⁶ Corinne Blanchet, *Principe de précaution et sciences*, dossier d'information pour Johannesburg/fiche 6, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, op.cit., p 3.

⁹⁷ Organisation Mondiale du Commerce est une institution débouchant de la transformation du GATT (accord général sur les tarifs douaniers et le commerce).

⁹⁸ Greenpeace Magazine (Automne 2000), *dossier Le principe de précaution : mieux vaut prévenir que guérir!* op.cit., pp 17-24.

savoir pourquoi les industriels restent-ils septiques à propos du principe de précaution ? A nouveau, la vision à court terme prime pour cette catégorie d'industriels, leurs responsabilités juridiques à long terme étant difficilement engageable.

b. L'éthique et l'entreprise

« Misère de ce siècle. Il n'y a pas si longtemps, c'étaient les mauvaises actions qui demandaient à être justifiées. Aujourd'hui ce sont les bonnes. » *Albert Camus*

Le contexte économique actuel impose aux entreprises une diminution continue des coûts, en vue de rester compétitive au niveau international, à forte compétitivité. « L'entreprise doit faire des profits sinon elle mourra. Mais si l'on tente de faire fonctionner une entreprise uniquement sur le profit, alors elle mourra aussi car elle n'aura plus de raison d'être »⁹⁹. La recherche du profit n'est pas condamnable en soit, car sans cela l'entreprise ne pourrait survivre. Ce qui est condamnable, c'est la manière avec laquelle elle procède pour y parvenir¹⁰⁰. La crise actuelle qui frappe les sociétés telles que Enron, Worldcom ou encore Vivendi Universal reflète parfaitement la dérive engendrée par la recherche du « profit » à tout prix.

La révolution numérique est venue bouleverser la manière dont les entreprises fonctionnent, et plus particulièrement communiquent. Désormais les consommateurs ont accès à des informations qui, jusqu'ici, ne leur étaient pas disponibles. Il suffit de surfer sur l'Internet¹⁰¹ pour découvrir et apprendre à connaître l'entreprise. Grâce à la toile, les défenseurs de l'environnement et des droits de l'homme peuvent coordonner leurs mouvements de protestations et donner une envergure planétaire à leurs appels au boycott^{102,103}. En général quand on touche aux marques, on touche plus facilement les

⁹⁹ Les thèmes-clefs de la citoyenneté, *L'entreprise citoyenne*, site Internet <http://www.utopies.fr>

¹⁰⁰ Cela peut être sous forme de licenciement massif, exploitation des travailleurs ou encore gaspillage de ressources naturelles.

¹⁰¹ Un exemple est le site Internet suivant <http://www.transnationale.org> qui fournit des informations relatives à 8500 entreprises et quelques 14.000 marques. Celles-ci sont traitées sous l'angle commercial, financier, éthique, social et environnemental.

¹⁰² Le boycottage fait partie d'une culture anglo-saxonne pour laquelle les excès du capitalisme peuvent être combattus par une mobilisation des consommateurs. Le but n'est pas de détruire la marque mais de se battre pour que les entreprises polluent moins ou améliorent les conditions des travailleurs. Ce mouvement arrive en France et révèle combien la notion « entreprise citoyenne » prend de l'importance. Marc Drillech, *Le boycottage va sûrement s'enraciner*, Le Monde 2, n°7, Mai 2001, pp 48-51.

gens, car ils se sentent directement touché dans leur vie quotidienne¹⁰⁴. Dans notre quotidien fondé sur la consommation, les consommateurs sont de plus en plus conscients de leur pouvoir et de leur importance. Il s'agit donc pour l'entreprise de réagir et d'adopter un autre comportement si elles veulent se développer durablement, en gardant la fidélité et l'estime des consommateurs¹⁰⁵. Il n'est plus suffisant de produire des produits à prix compétitifs mais bien des produits ayant une valeur pour la compagnie et une valeur publique. C'est une révision de stratégie de développement qui doit s'opérer au sein de l'entreprise afin d'y intégrer de nouveaux critères tels que des critères sociaux et environnementaux. Le terme d'entreprise « engagée » serait plus approprié à celui d'entreprise « citoyenne ». Il s'agit d'un effort permanent que l'entreprise réalise avec l'effort solidaire et quotidien de ses partenaires, ses actionnaires, ses employés et la société civile en général¹⁰⁶. L'entreprise est au cœur de changements sans précédents, on peut parler de véritable « révolution » culturelle pour l'entreprise. Elle est soucieuse de valeurs sociales, environnementales et économiques, celles-ci formant les trois piliers du développement durable. Concrètement, l'éthique apporte plusieurs avantages à l'entreprise ; rester compétitive sur le marché, façonner une image d'entreprise responsable et mettre en perspective les valeurs, l'identité et le sens de l'entreprise à travers ses propres actions et leurs conséquences.

L'éthique passe également par le respect des droits de l'homme au sein de l'entreprise. Le droit des employés ainsi qu'un environnement stimulant et des opportunités attrayantes pour ceux-ci participent à la force de l'entreprise¹⁰⁷. De plus en plus, les entreprises mettent en œuvre des principes de conduite pour les employés afin d'atteindre ces objectifs. Cela implique notamment le respect et le développement des employés ainsi que

¹⁰³ Thomas Donaldson, « L'Éthique et l'entreprise », *La morale et le profit : un antagonisme éternel ou une association difficile mais riche de promesse ?*, article trouvé sur le Site Internet www.corp.aventis.com/future/fr/downloads/PDF/fut0101/social_contract.pdf

¹⁰⁴ Marc Drillech, *Le boycottage va sûrement s'enraciner*, op.cit., pp 48-51.

¹⁰⁵ Balastre S., *Le juste égoïsme*, Trends Tendances, n°5, février 2000, p 29.

¹⁰⁶ Geneviève Even-Granboulan (1998), *Ethique et économie, quelle morale pour les entreprises et le monde des affaires ?*, Editions L'Harmattan, France, p 299.

¹⁰⁷ BAE System, *Corporate Social Responsibility*, Review 2001, p 6.

l'assurance de la santé et de la sécurité de ceux-ci¹⁰⁸. De nouvelles certifications internationales sont venues appuyer ces principes, dont la norme SA8000¹⁰⁹.

Chapitre 2: La mise en œuvre du développement durable en entreprise

Ce chapitre est consacré à la mise en œuvre du développement durable au sein de l'entreprise. Les deux premières sections sont consacrées respectivement à la stratégie et les raisons de la mise en œuvre du développement durable. Une troisième section décrira les mesures concrètes prises pour cette mise en œuvre.

Section 1: La stratégie de mise en œuvre

La mise en œuvre de stratégies de développement durable se traduit pour les entreprises par des changements profonds dans leur mode de fonctionnement. Bien que la croissance soit l'oxygène de l'entreprise, son rôle ne peut plus se limiter à satisfaire uniquement ses actionnaires. L'entreprise est en interaction permanente avec d'autres acteurs tels que les pouvoirs publics, les consommateurs, les employés, les riverains ou encore des associations organisées, rassemblés sous le terme de parties prenantes. En théorie, les partenaires sont égaux face au développement durable. L'entreprise devrait donc identifier l'ensemble des parties prenantes qui l'entoure et tenir compte de l'intérêt de tous.

Toute organisation fonctionne selon une théorie dépendant de la nature de l'activité et des objectifs établis par celle-ci¹¹⁰. Il appartient alors à l'entreprise de convertir cette théorie en performance. Dans l'absolu, il existe autant de stratégies d'application du développement durable qu'il existe d'entreprises. En pratique, cette mise en œuvre ne pourra donc se faire qu'au travers d'un processus d'intégration adapté aux spécificités de chacune d'entre elles.

¹⁰⁸ Ibid.

¹⁰⁹ Geneviève Ferone, Charles-Henri d'Arcimoles, Pascal Bello, Najib Sassenou (2001), *Le développement durable, des enjeux stratégiques pour l'entreprise*, op.cit., pp51-53.

¹¹⁰ Peter Drucker (1999), *L'avenir du management selon Drucker*, Editions Village Mondial, Paris, p 49.

Section 2: Les raisons d'une mise en œuvre

Depuis le Sommet de la Terre à Rio, il y a maintenant 10 ans, il y a eu une prise de conscience de la part du monde industriel d'une nécessité d'approches plus intégrées visant à la préservation des ressources naturelles et à une meilleure équité sociale¹¹¹. L'entreprise est désormais convaincue que « l'engagement de tous est indispensable pour progresser »¹¹². L'entreprise, trop souvent critiquée pour ses pratiques, pas toujours transparentes, sait mieux que quiconque qu'elle a un rôle à jouer dans le contexte du développement durable.

Les entreprises pionnières ont prouvé qu'il était possible de faire des affaires en respectant les personnes et la planète, possible de contribuer au bien être de la société sans sacrifier la performance économique. Peu à peu, un nombre croissant d'entreprises s'engagent dans la voie du développement durable¹¹³. Cet engagement peut être pris, soit volontairement, suivant en cela l'exemple des entreprises pionnières, soit par réaction à des pressions externes ou à des incitations législatives nouvelles.

De par les pressions externes, l'engagement vers un développement durable sera souvent vu comme une contrainte pour l'entreprise. Mais l'entreprise peut aussi transformer ce que certains appellent « point de résistance » en « point d'appui¹¹⁴ », en adoptant un rôle proactif par rapport aux différentes pressions et ainsi voir différentes opportunités telles que:

- l'innovation au niveau des produits ou des services, ce qui peut se traduire par un gain de compétitivité sur le marché¹¹⁵
- la construction d'une meilleure image. Le respect des valeurs environnementales et sociales permet la construction d'une image juste, crédible et durable¹¹⁶

¹¹¹ Rapport Solvay, *Pour un développement durable*, santé sécurité environnement 2001-2003, p 7.

¹¹² Ibid.

¹¹³ Site Internet d'Utopies, *Les thèmes-clefs de la citoyenneté : La consommation engagée*, <http://www.utopies.com/themes/consoengagee>.

¹¹⁴ Stephan Schmidheiny, *Changer de Cap*, op.cit., p 117.

¹¹⁵ « 50 % des produits qui seront utilisés dans quinze ans n'existent pas encore ». Organisation pour la Coopération et le Développement Economique (OCDE), 1991, *L'Etat de L'environnement*, Paris.

¹¹⁶ Van De Leemput, *Psychologie de la communication et de l'environnement*, cours du DES en gestion de l'environnement, IGEAT, Université Libre de Bruxelles, 17 avril 2000.

- le mécénat, par des actions impliquant les employés et contribuant à la visibilité de la société¹¹⁷.

Néanmoins, il ne faut pas se leurrer, il paraît évident qu'en pratique l'entreprise ne changera son comportement que si elle y voit un avantage financier, direct ou indirect.

Section 3: Les mesures prises pour la mise en œuvre

La recherche d'un développement plus respectueux des nouvelles valeurs qui nous habitent et le renforcement des contraintes législatives qui en découlent encouragent le développement de solutions techniques innovantes afin d'atteindre un double objectif : limiter l'impact des activités industrielles et humaines sur l'environnement et réduire la consommation dévorante des ressources naturelles. La mise en œuvre de ces techniques dépend cependant du « dynamisme des économies »¹¹⁸.

La mise en œuvre du développement durable peut être schématisée en 5 étapes qui sont: diriger, planifier, exécuter, vérifier, revoir et améliorer.

- *Diriger* intègre la vision, la mission et les valeurs de l'entreprise. Les 4 étapes suivantes découleront de cette première étape.
- *Planifier*. Comme il a déjà été mentionné auparavant, le développement durable est un processus, ce qui demande une planification. Pour les grandes entreprises, il sera préférable d'utiliser les certifications ISO¹¹⁹ ou EMAS¹²⁰. Ces certifications permettent à l'entreprise de se positionner favorablement par rapport à d'autres qui ne l'ont pas, et aboutir à une plus grande facilité des ventes à l'exportation¹²¹. Ces certifications ne sont pas une fin en soi mais sont au cœur d'un procédé continu et vivant d'un bon

¹¹⁷ Ibid.

¹¹⁸ Rapport Solvay, *Pour un développement durable*, op.cit., p 17.

¹¹⁹ Brochure de la Fédération des Entreprises de Belgique, *Pourquoi et comment gérer l'environnement dans votre entreprise ?*, novembre 1999, p 1.

¹²⁰ « Environment Management and Audit System », EMAS, Cela implique l'industrie à revoir d'un point de vue environnemental toutes ses opérations, d'établir un programme et d'avoir un audit environnemental régulier de ses activités. Cet audit sera effectué par des personnes extérieures et les résultats seront publiés. Europe's environment (1995), op.cit., p 430.

¹²¹ Rapport Solvay, *Pour un développement durable*, op.cit., p 26.

management environnemental. Cette attitude plus responsable de l'entreprise implique une nécessité de communiquer sur leur manière de fonctionner et l'environnement.

- *Exécuter*, c'est-à-dire la mise en œuvre proprement dite. Cela se traduit par des principes de bonnes pratiques ou la mise en place d'une politique de bon voisinage qui peut se faire, par exemple, par l'organisation de journées « portes ouverte ».

Les entreprises sont tenues de publier annuellement un rapport d'activité. Ce rapport traduit uniquement l'aspect financier de leur activité. Depuis quelques années, un nombre croissant d'entreprises publient un rapport dit « parallèle », que l'on dénomme « Stakeholders report », ou plus communément rapport environnemental. La publication de ce rapport est souvent choisie par les entreprises comme une porte d'entrée dans la démarche de développement durable. Ce rapport est destiné non plus aux seuls actionnaires, mais à tous les acteurs ayant un intérêt dans l'entreprise. Ce rapport est un outil de dialogue, de transparence et d'engagement. Le glacier américain Ben & Jerry's a été pionnier en intégrant à son rapport annuel, dès 1988, un bilan évaluant les performances sociétales. Depuis lors, cette pratique a été adoptée par un grand nombre d'entreprises. Dans ce rapport figurent les objectifs de l'entreprise non plus uniquement sur le plan financier mais également sur le plan du développement durable. L'entreprise y explique sa responsabilité directe et indirecte face à ses activités et ne se limite plus à sa responsabilité légale. L'entreprise définit des indicateurs afin de pouvoir justifier son activité, ses objectifs et sa performance. Dans ce contexte, le « Global Reporting Initiative »¹²² (GRI) a été mis en place pour définir les lignes directrices permettant d'harmoniser ce type de rapport et d'en faire un standard international. Ce consensus sur le contenu du rapport regroupe le PNUE, les entreprises, les ONG et les organisations spécialisées sur le développement durable.

- *Vérifier* permet de suivre les objectifs initialement définis par l'entreprise. Cela peut se faire via un audit interne ou externe lorsqu'il s'agit de certification ISO ou EMAS.
- *Revoir et améliorer* est une étape essentielle afin de garder ce processus continu et vivant au sein de l'entreprise. Le développement durable n'est pas une fin en soi. Tous les aspects des activités de l'entreprise doivent être repensés de manière quotidienne.

¹²² Site Internet d'Utopies, *Qu'est que le Global Reporting Initiative ?*, <http://www.utopies.com/reporting/gri>.

Nous terminerons cette section par le rôle du « World Business Council of Sustainable Development » (WBCSD) dans la vision du changement de comportement des entreprises envers le développement durable. C'est un groupement de 150 entreprises internationales dont les leaders ont la conviction que le développement durable est un atout pour l'entreprise, la planète et les gens. Le WBCSD est convaincu que la mise en œuvre du développement durable au sein de l'entreprise peut la rendre plus compétitive, plus forte, plus attractive pour les clients et les employés ainsi que lui permettre d'avoir une relation de confiance avec les banques et les assurances¹²³. Le WBCSD est le chef de file de l'industrie internationale, véritable « catalyseur » de changement pour le développement durable. C'est, entre autre, promouvoir le rôle de l'éco-efficacité¹²⁴, de l'innovation ou encore de l'image « responsable » de l'entreprise. Il est important que les activités de l'entreprise soient en ligne avec son image car la crédibilité n'a pas de prix !

Section 4: Les défis du développement durable

Bien que le concept du développement durable soit devenu un enjeu politique important, il reste un concept très général, loin d'être compris unanimement et faisant l'objet de nombreuses controverses. Pourtant, historiquement ce concept s'articule autour de deux objectifs simples :

- intégrer les trois dimensions du développement de notre société, celles-ci ayant été traitées séparément au cours de ces trois derniers siècles
- introduire une perspective à long terme en vue de permettre une ouverture vers le futur.

Malheureusement ces deux objectifs sont difficiles à gérer avec des approches scientifiques conventionnelles, ces dernières se bornant à diviser les problèmes en sous problèmes et à les traiter séparément. Le développement durable au contraire appelle à réunir les sciences naturelles, économiques et sociales dans un cadre commun afin de développer de nouveaux outils d'intégration. En effet, la complexité des systèmes est telle que la quantité des

¹²³ Business World Council for sustainable Development, The Business Case for Sustainable Development, Making a difference toward the Johannesburg Summit 2002 and beyond.

¹²⁴ l'éco-efficacité est de développer l'économie de manière qualitative et non quantitative afin de produire plus de services, fonctions et valeurs mais avec moins de ressources.

connaissances requises pour une approche détaillée n'est pas envisageable dans un laps de temps raisonnable.

Les décisions et l'action humaine entrent ici en jeu, mais les sciences sociales fournissent peu d'hypothèses incontestables sur les relations de cause à effet. La prédiction de comportement de système incluant le facteur humain a donc un succès très limité. De nouvelles approches ont été trouvées afin de surpasser ces difficultés, on citera, entre autres, l'approche probabiliste (théorie du chaos) ou encore l'approche managériale (théorie des jeux)¹²⁵.

Chapitre 3: Spécificités du secteur chimique

Afin d'introduire la deuxième partie de ce travail se référant à la société Shell, nous terminons cette partie par un chapitre consacré au secteur chimique. Ce chapitre est divisé en trois parties; un bref aperçu du secteur chimique en Europe, le positionnement de ce secteur face au concept de développement durable au travers du programme « Responsible Care », et l'importance de la « recherche et développement » dans ce secteur.

Section 1: L'industrie chimique en Europe

L'industrie chimique est l'un des secteurs économiques les plus importants du marché européen. Ce secteur a la particularité de présenter une grande hétérogénéité en terme de produits et de procédés. Sous la dénomination générique « industrie chimique », on regroupe des secteurs tels que la chimie (verniss, peintures, détergents), la pétrochimie (carburants, matières plastiques) ou encore l'industrie pharmaceutique (médicaments, cosmétiques)¹²⁶. Ce secteur est reconnu comme étant particulièrement gourmand en énergie, générateur de déchets et dont la plupart des produits ont un impact à long terme sur l'environnement¹²⁷.

¹²⁵ Ruggero Schleicher-Tappeser and Filippo Strati (1999), Chapter IV: "Sustainability - A New Paradigm for research?", op. cit., p 45.

¹²⁶ David Stanners and philippe Bourdeau (1995), *Europe's environment*, op.cit., p 423.

¹²⁷ Ibid, p 423.

L'image de l'industrie chimique s'est détériorée dans les années 1980, parallèlement à une prise de conscience de la part du public¹²⁸. Souvent celle-ci a été pointée du doigt pour cause de pollution¹²⁹, et pour ses investissements dans les technologies « end of pipe »¹³⁰. Face à cette image ternie, le secteur a réagi dans les années 1980-1990, et a montré depuis une diminution de 30% de la consommation d'énergie par unité produite¹³¹. De nos jours, l'industrie en général avance dans le sens d'une minimisation des déchets tout au long du procédé de production¹³². Bien que ce secteur ait la réputation d'être « sale », il est pourtant le leader de l'innovation en essayant d'établir des principes visant à intégrer l'environnement dans les pratiques de management et ceci afin d'améliorer son image et récupérer la confiance du public.

En préparation au Sommet de Johannesburg, le PNUE a demandé à chacun des représentants de 22 secteurs différents une synthèse sur le travail accompli et à venir dans la mise en œuvre de l'Agenda 21. Sur base de ces synthèses, un rapport au niveau mondial a été publié¹³³. Le constat du PNUE est que le nombre d'entreprises se préoccupant sérieusement du développement durable est encore très limité. Les efforts et progrès accomplis depuis Rio sont inégaux entre les secteurs mais aussi au sein même de ceux-ci. Parmi ces 22 secteurs, le secteur chimique fait figure de bon élève.

Section 2: Le programme Responsible Care

L'industrie chimique est sans doute le secteur industriel dont les activités touchent le plus à l'environnement. Que ce soit durant la fabrication, la distribution ou encore l'utilisation de

¹²⁸ Philippe Crabbé, *Le développement durable : concepts, mesures et déficiences des marchés et des politiques au niveau de l'économie ouverte, de l'industrie et de l'entreprise*, op. cit., p 44.

¹²⁹ On peut citer comme exemples l'usine de la Montrose Chemical (Californie) et l'arsenal de Redstone (Alabama) qui ont déversé dans les années 70 des effluents contenant du DDT et ont ainsi contaminé respectivement le Pacifique et la rivière Tennessee. Article de Jacqueline Denis-l'empereur dans *L'état de l'environnement dans le monde*, op. cit., p 95.

¹³⁰ « à la sortie du tuyau » signifie des solutions telles que la pose de filtres ou d'épurateurs mais on ne s'attaque pas à la cause du problème.

¹³¹ Europe's environment (1995), op.cit., p 423.

¹³² Le secteur chimique a dépensé 10% de son total capital investment dans la protection de l'environnement. Cela inclut des traitements des eaux, procédé de recyclage, réduction du bruit..., Europ's environment (1995), op.cit., p 423.

¹³³ Site Internet du PNUE, « *L'industrie : un partenaire pour le développement durable* », 10 ans après Rio : *évaluation du PNUE* (2002), <http://www.uneptie.org/outreach/wssd/publications/publications.htm>

ses produits, ses activités sont potentiellement dangereuses par les risques qu'elles font courir aux travailleurs ou encore aux populations environnantes. Les accidents tels que Seveso, Bhopal ou AZF n'ont fait que dégrader l'image au travers d'une remise en question des pratiques de l'industrie et des méfiances grandissantes auprès du public.

Pour lutter contre le double problème de mauvaises pratiques écologiques et la méfiance du public, les associations de professionnels de la chimie du monde entier ont adopté le programme de «Responsible Care» (action responsable)¹³⁴. Cette idée fût d'abord développée, dans les années 80, par l'Association des Producteurs Canadiens de la Chimie (CCPA), puis reprise un peu partout dans le monde sous l'initiative de l'ICCA (International Chemical Council Association). Ce programme a été adopté dans 18 pays européens, sous la guidance du CEFIC¹³⁵.

Avec le programme « Responsible Care » (cfr annexe 1), les entreprises s'engagent, pour tout ce qui concerne la santé, la sécurité et la protection de l'environnement, à rechercher une amélioration continue de leurs performances, à former leur personnel, et à collaborer tout au long des opérations avec leurs clients, fournisseurs, transporteurs, distributeurs, ainsi qu'avec les communautés concernées, dans tout ce qui touche à la production¹³⁶. L'engagement pour le programme « Responsible Care » est inscrit au travers d'un code de bonne conduite. Dans celui-ci, on y retrouve le logo de l'entreprise et la signature de son PDG¹³⁷. Ce programme présente la nouveauté de mesurer les progrès réalisés et de les communiquer au public. En s'engageant dans ce programme, l'industrie chimique démontre qu'elle peut opérer de manière consciencieuse et responsable. Pour Solvay, ce programme est un élément clé de son engagement pour le développement durable.

¹³⁴ Site internet de la fédération des industries de Belgique, *la chimie... pratique les responsible care*, <http://www.fedichem.be/fr/CHEMresp/>

¹³⁵ Conseil Européen des Industries chimiques

¹³⁶ Site de la fédération des industries chimiques de Belgique, *La chimie...pratique le Responsible Care*, <http://www.fedichem.be/fr/CHEMresp/>

¹³⁷ H.Eugene McBrayer, le président d'Exxon Chemical Company est convaincu que «Responsible care nous fourni un gabarit pour accomplir des progrès véritables et durables».

Section 3: La Recherche et Développement

Dans l'Agenda 21, la recherche scientifique figure systématiquement comme instrument au service du développement durable¹³⁸. En effet la recherche scientifique peut nous aider à mieux connaître les problèmes de notre planète et à y apporter des réponses. Celles-ci peuvent ensuite aboutir à l'élaboration de politiques adéquates et se traduire en mesures concrètes. C'est entre autre apporter de nouvelles solutions telles que limiter l'usage des ressources, diminuer les émissions, promouvoir les technologies propres ou encore une meilleure connaissance du cycle de vie des produits. S'il est malheureusement facile de constater les dégâts environnementaux occasionnés par certaines substances, il est également facile d'ignorer l'impact environnemental au moment de la création d'un nouveau produit. Mais ce serait un tort pour l'entreprise de penser qu'elle puisse continuer à vivre avec des technologies obsolètes par habitude ou encore par facilité¹³⁹. Pour l'industrie chimique, ce département joue un rôle essentiel car c'est la source de l'innovation et de la technologie¹⁴⁰.

L'Europe a du retard en matière de recherche comparé aux USA. En effet si les USA consacrent 2.6% de leur PIB à la recherche (privée et publique), l'Europe n'en dépense que 1.9%. Investir 3% du PIB pour la recherche, tel est l'objectif que l'Europe s'est fixée pour 2010¹⁴¹. Concernant la Belgique, elle est à l'arrière du peloton si on la compare avec l'Europe, le Japon et les Etats Unis¹⁴². Encore faut-il que ces investissements aillent dans le sens du développement durable. Une fois encore, les entreprises jouent un rôle moteur¹⁴³. C'est à elle qu'il incombe d'orienter les programmes de R&D avec l'appui des autres acteurs en vue de protéger la planète contre de nouvelles dégradations.

¹³⁸ Que ce soit la recherche en sciences humaines, en sciences économiques, la recherche appliquée ou la recherche technologique, toutes peuvent apporter une contribution pour un développement durable.

¹³⁹ Kit Sadgrove (1992), *The Green Guide to profitable management*, Edition Gower, p 136.

¹⁴⁰ Site de la Fédération des industries chimiques de Belgique, *La chimie...soutient le développement durable*, <http://www.fedichem.be/FR/CHEMdev/>

¹⁴¹ Nathalie van Ypersele, *Recherche et innovation, objectif : 3%*, magazine Trends Tendances, 7 mars 2002 p 45.

¹⁴² Site Internet http://www.belspo.be/belspo/ostc/act_scienc/index_fr.stm. Un graphique présente la comparaison des crédits budgétaires publics de R&D, en % du PBI.

¹⁴³ En 2000, les entreprises sont les plus grands bailleurs de fonds en recherche, elles ont assurés plus de deux tiers. Rapport 2001 des services fédéraux des affaires scientifiques, techniques et culturelles. Site Internet <http://www.belspo.be/belspo/ostc/geninfo/publ/>

Partie 3: Etude de cas: Les polyuréthanes au sein de "Shell Chemicals"

Cette troisième partie est une étude de cas permettant d'illustrer le concept du développement durable en entreprise chimique. Un premier chapitre décrira brièvement l'historique et les activités du groupe Shell. Le deuxième chapitre permettra d'évoquer comment le développement durable est incorporé dans la stratégie du groupe et comment cela se traduit au sein de « Shell Chemicals ». Un dernier chapitre permettra de voir comment cette stratégie est mise en pratique, et ce au sein du département recherche et développement, pour le polyuréthane.

Chapitre 1: Le groupe Royal Dutch / Shell

Section 1: Historique

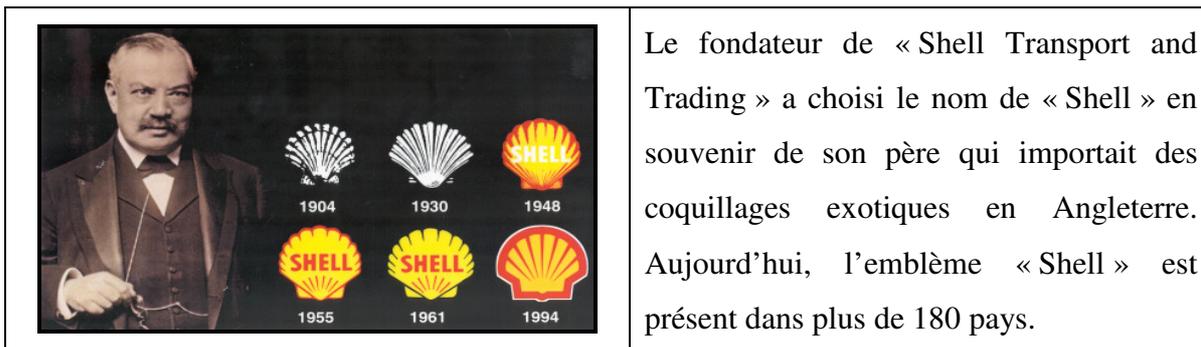
En 1833, Marcus Samuel démarre un petit commerce de coquillages importés dans une petite échoppe de Londres. Son activité connaissant un vif succès, son offre s'est progressivement élargie pour devenir une affaire d'import-export. Dans ce contexte, le fils de Samuel voit une opportunité d'exporter du kérosène pour des lampes et cuisinières au Japon. Après avoir conçu un bateau d'un design spécial lui permettant de passer le canal de Suez, la première cargaison de 4.000 tonnes de kérosène est délivrée à Singapour et à Bangkok en 1892.

De son côté, la société Hollandaise « Koninklijke Nederlandsche Maatschappij » est créée en 1890 pour exploiter un champ pétrolifère en Asie. Celle-ci va rapidement développer sa propre flotte de pétroliers et, de ce fait, concurrencer la société anglaise « Shell Transport and Trading ».

Quelques années plus tard, les deux compagnies comprennent qu'il serait plus judicieux qu'elles travaillent ensemble et fusionnent donc pour créer la Compagnie Pétrolière Asiatique en 1903. Ce partenariat fonctionne tellement bien que l'accord est élargi afin de couvrir les opérations dans le monde entier.

La société Royal Dutch/Shell Transport and Trading voit le jour en 1907¹⁴⁴.

Ce partenariat est toujours d'actualité, représenté à 60% par la Compagnie « Royal Dutch » et à 40% par la compagnie « Shell Transport and Trading ». Le groupe Shell est une des sociétés pétrolières majeures occupant alternativement la place de leader mondial avec les sociétés telles que TotalFinaElf, BP, Exxon-Mobile. Le groupe Shell est présent dans 135 pays et emploie actuellement 91.000 personnes.



Section 2: Aperçu des Activités

Shell exerce principalement ses activités dans cinq secteurs:

- *L'exploration et la production*

Des recherches quotidiennes sont menées afin de trouver des champs pétrolifères et gazeux. Cela consiste à construire un réseau de puits et d'oléoducs, ainsi que les infrastructures de traitement nécessaire à l'approvisionnement du réseau en hydrocarbures.

- *Le gaz et l'électricité*

Shell est actif sur le marché du gaz naturel par ses investissements en infrastructures de traitement et de transport incluant le gaz naturel liquéfié, les gazoducs et la conversion du gaz en différents liquides ; la promotion et spéculation du gaz naturel ainsi que de l'électricité sur le marché domestique et industriel ; le développement et la gestion de centrales énergétiques indépendantes.

¹⁴⁴ Site Internet de Shell, History of Shell, a century of energy
<http://www.shell.com/aboutshell/howeare/histothistory/>

- Les produits pétroliers

Shell assure la promotion et la vente de carburants, lubrifiants et autres produits spécialisés. La société couvre également la prospection, l'exploitation, le raffinage et la distribution des produits pétroliers. A titre d'exemple, les 46.000 stations services desservent plus de 20 millions de personnes par jour ainsi qu'un million de clients industriels et commerciaux.

- Les produits chimiques

Les principales substances produites et vendues par « Shell Chemicals » sont divisées en huit groupes de produits. Oléfines de bas poids moléculaire, aromatiques, phénols, propane diol, oxyde d'éthylène /glycols, solvants, oléfines de haut poids moléculaire et dérivés, styrène monomère/ oxyde de propylène / produits chimiques uréthane (ces produits sont largement utilisés dans les plastiques, détergents et revêtements).

Pour l'année 2001, les ventes de produits chimiques ont rapporté la somme de 10.6 milliards de dollars correspondant à 18.8 millions de tonnes de produits chimiques. Le budget consacré à la R&D est de 0.8 %¹⁴⁵.

Tous les objets que nous utilisons au quotidien ont pour la plupart été conçus à base de ces produits chimiques. Comme la Fédération des Entreprises Chimiques Belges le proclame : la chimie...c'est la vie ¹⁴⁶!

- L'énergie renouvelable

Des recherches sont actuellement menées en vue de générer une électricité « verte » et de pouvoir fournir des solutions en énergie renouvelable. Cela comprend, entre autres, le développement et la gestion de champs d'éoliennes et d'unités énergétiques de biomasse ; la production et la vente de systèmes d'énergie solaire ainsi que la gestion durable de forêts.

¹⁴⁵ Entretien avec M. Cenens, directeur du « Monnet Center International Laboratory », Louvain-La-Neuve, le 2 août 2002.

¹⁴⁶ Site Internet de la Fédération des Entreprises Chimiques Belges, <http://www.fedichem.be/FR/homefr.htm>

Il pourrait à priori sembler étonnant que l'énergie renouvelable fasse partie des cinq principaux secteurs d'activité du groupe Shell. Ce secteur est, en effet, éloigné de son activité de base : les produits pétroliers. Cela s'inscrit pourtant dans la volonté du groupe de diversifier ses activités et de s'orienter vers une logique de développement durable.

Outre toutes ces activités, Shell exerce également dans les secteurs de l'hydrogène, de la finance, du courtage en énergie, du transport maritime et du bitume. D'autres secteurs peuvent encore être cités comme le service clientèle, les relations publiques et le secteur de l'Internet dont celui du e-commerce.

Chapitre 2: Le développement durable au sein du groupe Royal Dutch/Shell

Section 1: Emergence du développement durable

a. Prise de conscience

Dès 1976, le groupe Shell établit des principes¹⁴⁷ directeurs destinés à encadrer l'activité de l'entreprise¹⁴⁸. La recherche du profit figure logiquement en bonne place parmi ceux-ci. Le domaine HSE (environnement, sécurité et santé) y a également déjà sa place, sans pour autant être considéré comme « la » priorité. A cette époque, le groupe Royal Dutch/Shell était un des leaders mondiaux dans l'extraction pétrolière. Deux événements sont venus bousculer cette position de leader.

En 1995, une première affaire éclata à la lumière du jour suite à l'annonce de la volonté de Shell d'immerger la plateforme Brent Spar en Mer du Nord. Immédiatement Greenpeace s'est mobilisé contre cette action, accusant Shell de vouloir délibérément polluer la mer plutôt que de recycler les déchets présents sur la plateforme. Shell, voulant faire preuve de sa bonne foi, apporta un démenti sur la quantité et la nature des matières polluantes

¹⁴⁷ Parmi les neuf principes évoqués, HSE est mentionné en tant que 7^{ème} principe. Sous ce principe, Shell émet la volonté de protéger ses employés d'un point de vue santé et sécurité. Shell veut également protéger la santé, la sécurité ainsi que l'environnement de tous ceux qui pourraient être affectés directement ou indirectement par ses activités.

¹⁴⁸ The Shell Report (1998), *Profits and Principles-does there have to be a choice?*, p 5.

effectivement présentes sur la plateforme, mais le mal était fait ! Cette affaire, très médiatisée, opposa Shell aux associations de défense de l'environnement et même à certains gouvernements européens. Cette affaire engendra une pression publique grandissante allant jusqu'à provoquer un boycottage des produits Shell par les consommateurs et ce, principalement en Allemagne. Shell dû céder face à de telles pressions et renonça donc à l'immersion de la plateforme au profit d'un démontage, beaucoup plus coûteux et tout aussi risqué pour l'environnement.

Peu après, en 1996, une deuxième affaire éclaboussa Shell, non plus sur le plan environnemental, mais social. Shell fût accusé de complicité avec le gouvernement du Nigeria lors de l'exécution par l'armée de neuf militants écologistes¹⁴⁹. A nouveau, Shell fût exposé à un mouvement de protestation international de la part des défenseurs des droits de l'homme, tel qu'Amnesty International.

Ces deux affaires eurent comme conséquence une baisse des ventes allant jusqu'à 25%. Le Groupe Royal Dutch/Shell perdit sa place de leader mondial. L'image de Shell était réduite à une image de pollueur, conséquence d'une mauvaise gestion de son éthique ruinant à la fois sa réputation et sa puissance financière.

Peu de temps après ces deux évènements, en 1997, M. Cor Herkströter, président du comité exécutif de Shell réagit et annonça un changement profond afin d'effacer cette image d'une société méprisant les valeurs fondamentales. La manifestation de cette volonté de changement se traduisit par la création d'une direction du développement durable. Celle-ci est chargée de vérifier que des principes tels que la santé, la sécurité et l'environnement de tout un chacun soient opérationnels au sein de la société.

Cette volonté de changement se devait de répondre à deux objectifs :

- créer un cadre de travail plus flexible et plus compétitif afin de rencontrer les challenges du 21^{ème} siècle.
- poursuivre un objectif intégrant les intérêts financiers, sociaux, et environnementaux de toutes les parties concernées.

¹⁴⁹ Les militants écologistes protestaient contre les dommages écologiques occasionnés par l'extraction du pétrole par le groupe Shell et l'inégale répartition des revenus de l'exploitation sur leur territoire ancestral.

La première des idées émise par la direction du développement durable est un rapport annuel, non pas financier, mais consacré aux performances de Shell sur les questions éthiques. Désormais Shell ne veut plus montrer uniquement les bénéfices qui découlent de ses activités mais bien comment cet argent est généré !

C'est avec la publication de « Profits and Principles-Does there Have to be a Choice ? », en 1998, que Shell confirme sa volonté de changement et que sa mutation est en bonne voie¹⁵⁰. Ce rapport discute d'une manière ouverte et honnête les principes selon lesquels le groupe Royal Dutch/Shell opère. On y parle pour la première fois du développement durable.

Le groupe Royal Dutch/Shell, société privée, a pour objectif de satisfaire ses actionnaires. La nouveauté réside dans l'application de principes « durables » dans la génération du profit.

En 1999, le groupe publie le rapport « People, planet and profit », dont le titre réfère directement au concept de développement durable. Depuis cette date, et ce chaque année, un rapport est publié présentant non seulement les résultats financiers mais également des résultats concrets d'un point de vue environnemental et social.

Shell a réussi à internaliser la démarche du rapport de développement durable en mettant en place une véritable comptabilité sociale et environnementale et une consultation permanente de toutes les catégories de « parties prenantes ». L'intervention de deux organismes extérieurs tels que KPMG ou PriceWaterhouseCoopers, sert à maintenir un point de vue extérieur dans l'analyse des informations et sa traduction en recommandations objectives tout en assurant la qualité des informations figurant dans le rapport.

De par les risques engendrés par ses activités, Shell s'engage dans une voie plus environnementale, tout en intégrant une dimension sociale sous l'angle éthique¹⁵¹.

¹⁵⁰ Arthur D Little, Prism (Q4/1998), "Sustainable Development: How real, How soon, and who's doing what? ", pp 21-35.

¹⁵¹ « Peu importe ce que nous faisons, c'est la manière dont nous le faisons qui compte ». Déclaration du président du groupe Shell après avoir été secoué par ses déboires écologiques et politiques. « FEDERE : le développement durable dans tous ses états », Site Internet de Novethic.
<http://www.novethic.fr/novethic/site/article/index.jsp?id=16749>

Shell veut afficher l'image non plus d'une compagnie pétrolière mais d'un producteur d'énergie. C'est la raison pour laquelle Shell investit dans les technologies de l'énergie renouvelable.

Récemment, Shell fut mis à nouveau sous la rampe des projecteurs lors du naufrage du chimiquier « Levoli Sun »¹⁵². Mais cette fois-ci, il y a eu directement transparence de la part de Shell et prise en charge de ses responsabilités dans cette affaire. Shell réussit ainsi à éviter l'image du pollueur contrairement à son concurrent TotalFinaElf confronté à une situation similaire avec le naufrage de l'Erika. La différence d'ampleur entre ces deux catastrophes s'explique par le résultat de cinq années d'efforts, durant lesquelles Shell s'est inscrit dans une perspective de développement durable.

A travers cette prise de conscience, Shell est passé d'une situation « trust me » à une situation « show me ». Le public demande à l'entreprise de prouver ce à quoi elle s'engage par des objectifs précis et chiffrés. La tendance semble être en train de progresser vers une situation que l'on pourrait qualifier de « involve me ».

b. Intégration du concept de développement durable dans la stratégie du groupe Royal Dutch/Shell

La démarche du développement durable n'est pas qu'un simple outil de communication mais une véritable stratégie qui doit être mise en place afin que les principes énoncés ne soient pas une utopie mais bien une réalité. Shell prend comme base la définition du développement durable figurant dans le rapport Brundtland. Le groupe croit au développement durable afin de garantir le succès de son business à long terme. Ceci est en ligne avec ses propres valeurs et lui permet de rester compétitive sur le marché. La section 2 présente comment cette définition est traduite dans la stratégie du groupe Shell ainsi que dans la stratégie de « Shell Chemicals ».

¹⁵² Ce chimiquier contenait 4.000 tonnes de styrène, produit toxique appartenant à Shell Chimie, filiale de « Shell Chemicals ».

Section 2: Stratégie du groupe vis-à-vis du développement durable

Suite à l'effet détonateur de l'affaire Brent Spar, c'est en 1997 que le groupe Royal Dutch/Shell a émis clairement et en public sa volonté de contribuer au développement durable et d'intégrer cette philosophie dans la manière de conduire ses activités. Cet engagement a été inclu dans les principes généraux de l'entreprise.

Shell a réfléchi au concept de développement durable et a essayé d'en intégrer différents principes dans sa stratégie. Le résultat s'est matérialisé par quelques réalisations clés :

le rapport Shell (le rapport « People, planet and profit » publié en 1998), la création de « Shell Foundation¹⁵³ » et le lancement de projets de développement durable à travers le monde¹⁵⁴.

a. Stratégie au niveau du groupe Royal Dutch/Shell

Shell a identifié 4 facteurs permettant de créer de la valeur en respectant les principes de développement durable, à savoir, l'éco-efficacité, la création d'opportunités de marché, le renforcement de l'attractivité de la marque et la réduction des risques¹⁵⁵.

L'identification des problèmes et des enjeux spécifiques au secteur d'activité est à la base de la stratégie de développement durable. Shell a étudié plusieurs scénarios possibles pour son activité future et envisage une transition vers les secteurs du gaz naturel et des énergies renouvelables.

Le développement durable est une problématique à résoudre mais doit devenir à long terme une manière de vivre, ce qui fait de cette transition, un véritable challenge. Shell doit

¹⁵³ « Shell Foundation » est une organisation indépendante qui fût créé en 2000 afin de fournir des fonds et une expertise à des projets touchant à l'accès à l'énergie ou à son utilisation et ayant une composante environnementale ou sociale. Ce qui a pour objectif d'essayer d'apporter des solutions à long terme aux problèmes globaux de notre société. Trois programmes sont a mentionner ; l'énergie durable, la communauté durable et les jeunes entreprises.

¹⁵⁴ On peut citer comme exemples la réduction des émissions de CO₂ via un programme appelé « Shell Tradable Emissions Permits Systems » (STEPS), consistant à l'acquisition des permis de polluer et ceci pour trois sites. Un programme destiné à améliorer la qualité de l'essence afin d'acquérir une meilleure performance en diminuant les coûts et les émissions. Ou encore les magasins Shell « Select » en Suède qui permettent en outre de promouvoir des emballages recyclés des produits vendus.

¹⁵⁵ Site Internet d'Utopies, *quels sont les éléments-clefs d'un rapport de développement durable ?* <http://www.utopies.com/reporting/elementsclifs.html>

montrer sa volonté de contribuer au développement durable malgré son activité principale qui est d'exploitation des énergies non renouvelables.

Comme à Rio, Shell sera présent à Johannesburg afin de montrer son intérêt grandissant pour le développement durable. Ce sommet permettra de concrétiser les opportunités visant à promouvoir les activités ayant un lien avec le développement durable. Ce sommet permettra également de pouvoir partager avec l'ensemble des participants les leçons tirées des expériences de l'industrie pétrochimique.

Une équipe de deux personnes a été mise en place afin de préparer ce sommet et permettra une assistance à Sir Mark Moody-Stuart, président du BASD¹⁵⁶ et ancien président du groupe Royal Dutch/Shell.

Shell a défini sept principes englobant les trois dimensions du développement durable dans la gestion et le développement de son activité, ce qui permet non seulement de le prendre en considération mais de l'intégrer dans sa manière de décider ;

- Générer une profitabilité solide

Une bonne performance financière est essentielle au développement durable de la société et contribue à sa prospérité. Shell utilise des mesures reconnues pour estimer sa profitabilité. La recherche d'une profitabilité solide s'effectue, entre autre, par une réduction des coûts, une amélioration des marges, un accroissement des revenus et une bonne gestion des ressources.

- Générer de la valeur ajoutée pour les clients

Les clients sont la raison d'être de l'entreprise. Shell cherche en permanence à renforcer ses relations avec les clients existants et à en développer avec de nouveaux clients. Shell s'efforce de rencontrer et dépasser les espérances des clients en développant et délivrant des produits et services attrayants et innovants. Un exemple illustrera ce principe dans le point Chapitre 3:Section 3:c.

¹⁵⁶ "Business Action for Sustainable Development" a été mis en place par la chambre de commerce internationale et le WBCSD.

- Protéger l'environnement

L'environnement naturel supporte toute activité humaine. Shell recherche en permanence de nouveaux moyens de réduire l'impact environnemental de ses opérations, ses produits et services tout au long de leur vie.

- Gérer les ressources

L'utilisation rationnelle des ressources naturelles (énergie, terre, eau) réduit les coûts de l'entreprise et respecte les besoins des générations futures. Shell recherche en permanence des moyens d'en limiter l'usage.

- Respecter et préserver les gens

Les gens doivent être traités avec respect. Shell s'engage à protéger les gens du danger potentiel de ses produits et opérations. Shell recherche à respecter et mettre en valeur les différences personnelles et culturelles tout en aidant les gens à mettre en valeur leur potentiel.

-Travailler avec « les parties prenantes »

L'entreprise influence et est influencée par de nombreux groupes et personnes, les parties prenantes. Shell ambitionne de reconnaître leur intérêt dans son secteur, de les écouter et leur répondre.

- Contributions aux communautés

Où que l'on travaille, nous faisons partie d'une communauté. Shell cherche en permanence des moyens appropriés qui contribuent au bien être des communautés et de la société au sens large permettant à Shell d'opérer. Ce principe illustre la phrase de René Dubos, « Penser globalement, agir localement ».

Enfin, Le groupe Shell, par le biais du programme « Tell Shell » invite les salariés, les clients, les partenaires ainsi que le public à communiquer leurs avis et critiques à propos du groupe¹⁵⁷. Il y a également l'outil e-business permettant une communication plus ciblée envers les clients. Il existe encore, et ce plus spécifiquement pour les salariés, un

¹⁵⁷ Site Internet de Shell, Tell Shell, <http://www.euapps.shell.com/TellShell/>

questionnaire envoyé tous les deux ans afin de récolter l'avis de ceux-ci concernant la manière de travailler du groupe.

Pour émettre un avis objectif à propos de cette stratégie, il faut regarder comment celle-ci se traduit au sein de l'entreprise, se limiter aux grands principes serait réducteur. Néanmoins on constate que les trois dimensions du développement durable sont réunies dans les principes énumérés ci-dessus.

On constate qu'une importance particulière est donnée à la dimension économique, celle-ci étant à la base des deux premiers principes. La génération d'une profitabilité durable est, en effet, essentielle à la pérennité de l'entreprise.

Vient ensuite la dimension environnementale apparaissant dans les deux principes suivants. Certaines sociétés vendant des produits finis¹⁵⁸ se soucient déjà depuis longtemps de l'impact de leur produit, que ce soit au niveau de l'environnement ou de celui des utilisateurs. Ce qu'il y a de nouveau, c'est que les sociétés pétrochimiques, dévoreuses de matières premières non renouvelables et d'énergie, reconnaissent publiquement qu'elles polluent et, de ce fait, incorporent dans leur stratégie le désir de se soucier des ressources, des communautés, des employés.

Les trois derniers principes introduisent la dimension sociale. Respecter et écouter les employés mais également les parties prenantes, ainsi que contribuer aux communautés sont les points fort illustrant cette dimension.

En ce qui concerne l'impact de la mise en place d'une telle stratégie chez Shell, il est à souligner que, vu la taille du groupe et son influence dans le secteur, il se fera certainement sentir dans l'industrie pétrochimique toute entière.

¹⁵⁸ En exemple, la société Siemens qui depuis 1990 vend des réfrigérateurs ne contenant plus de CFC. Elle a également mis au point des modèles de lave-vaisselle amélioré par une réduction de la consommation d'eau et une amélioration de l'isolation phonique. Site Internet de Siemens, <http://www.siemens-electromenager.com>

b. Stratégie au niveau de « Shell Chemicals »

« *Unsustainable companies will simply not be part of our future. Shell Chemicals are demonstrating leadership and forward thinking by embracing the sustainability challenge* »

Claudia Gonella, KPMG Sustainability Advisor Services

Après avoir évoqué la stratégie du groupe Royal Dutch/Shell, il est intéressant de voir comment cette stratégie se met en place dans des secteurs plus spécifiques, comme celui de la chimie. Pour « Shell Chemicals », le développement durable apporte une différence qui peut se résumer en deux mots, intégration et engagement. *L'intégration* se traduit par le changement des méthodes de travail afin d'honorer les trois piliers du développement durable comme étant une base intégrante des décisions du groupe. *L'engagement* se fait à travers la communication. Celle-ci doit se faire dans les deux sens, savoir reconnaître ses erreurs, savoir écouter, savoir changer mais aussi communiquer des résultats autres que financiers¹⁵⁹.

Pour « Shell Chemicals », le développement durable est une opportunité unique pour apprendre à travailler autrement. Cela doit lui permettre d'assurer sa licence d'opérer et de continuer à se développer ; il n'y a pas d'alternatives¹⁶⁰ !

« Shell Chemicals » a ainsi traduit la stratégie du groupe en objectifs¹⁶¹ propres au secteur chimique afin que ceux-ci soient adaptés à ses activités.

1. Réduire l'empreinte écologique

Les opérations effectuées par « Shell Chemicals » sont gourmandes en matière et en énergie. L'objectif est de diminuer les émissions, les déchets, l'énergie consommée ainsi que les matières premières requises à travers des opérations plus efficaces. « Shell

¹⁵⁹ Note « Business Sustainability » correspondent au discours de James Smith le 24 janvier 2002 à Londres.

¹⁶⁰ *There is no alternative*, Shell Case studies- A contribution to the world Summit on Sustainable Development, juillet 2002.

¹⁶¹ *A clear guide to doing business with Shell Chemicals*, Shell chemicals Information handbook, 2002.

Chemicals » pourra ainsi accroître sa productivité et sa performance financière tout en réduisant son impact sur l'environnement.

2. Assurer une chaîne de valeur durable

La profitabilité ainsi que la croissance de « Shell Chemicals » dépend du bien être du restant de la chaîne dans laquelle Shell Chemicals s'est engagée en tant que fournisseur de matières premières.

3. Construire un capital social

Celui-ci se construit à travers la capacité et la volonté des gens et des sociétés à travailler ensemble.

4. Créer notre futur

Il s'agit de transformer le challenge du développement durable en véritable processus. Il est indispensable pour « Shell Chemicals » de continuer à innover, que ce soit d'un point de vue technique ou stratégique.

A nouveau, les trois dimensions du développement durable se retrouvent dans cette stratégie. Une remarque est à formuler, la réduction de l'empreinte écologique est ici prioritaire par rapport à l'établissement d'une chaîne de valeur durable.

La réduction de l'empreinte écologique reste un grand défi. Shell s'est fixé comme objectif une réduction des émissions de CO₂ de 10 % entre 1990 à 2002. Cet objectif est en voie d'être atteint, de nouveaux objectifs doivent être établis. Shell le fera d'ici la fin de l'année 2002. Mais va t-on encore savoir réduire ces émissions à l'avenir ? BASF menace de quitter son site belge si le protocole de Kyoto est appliqué à la lettre par la Belgique. La société BP s'est engagée à réduire ses propres émissions de gaz à effet de serre de 10 % d'ici 2010. Cela représente 30% si on tient compte de la croissance de ses activités. La société BP fera appel à un système d'échanges intérieur de droits d'émissions incluant l'ensemble des 150 unités d'activité du groupe à travers le monde¹⁶².

¹⁶² Site Internet de BP France, http://www.bp-france.fr/pages_html/page_espritvert/page_echange.htm

Cependant, la stratégie au niveau du secteur chimique est encore trop liée au procédé¹⁶³ et trop peu d'efforts sont consentis aux produits eux-mêmes. Assurer une chaîne de valeur durable n'est pas chose facile en chimie¹⁶⁴. Shell est en mesure d'atteindre son objectif dans le secteur des polyuréthanes mais l'issue est moins optimiste dans le domaine des solvants. En effet, Shell a une bonne visibilité du marché des polyuréthanes mais ce n'est pas le cas des solvants, ceux-ci étant utilisés dans de multiples applications ne permettant pas d'avoir une vision aussi claire.

En 1998, « Shell Chemicals »¹⁶⁵ a établi une série de lignes de conduite répondant à un planning de 5 ans en matière de développement durable :

- une communication ouverte et transparente sur la durabilité
- une durabilité comprise et vivante au sein de l'organisation
- une durabilité intégrée dans les méthodes d'évaluation du portefeuille
- l'évaluation du portefeuille en terme de durabilité
- la mise en place d'indicateurs de durabilité au niveau de l'industrie et la comparaison avec des valeurs de références.

A l'aube de l'échéance de ce planning, il nous est possible de faire un premier bilan. Les deux premiers points du planning se sont effectivement traduits de manière tangible ; le premier par le biais du rapport annuel environnemental et le second par la démarche de mécénat social. Les autres principes sont plus difficiles à mettre en oeuvre. En effet, même si Shell a rencontré un certain succès dans l'amélioration des procédés, l'empreinte environnementale des produits finis (cfr liste présentée dans le Chapitre 1:Section 2:) n'est que faiblement améliorée. Il est vrai que ces produits chimiques génèrent un bénéfice important et que les substituer par des produits 'propres' nécessitera un effort important en terme de recherche et développement. De nouveaux outils devront être inventés ainsi que de nouveaux procédés de fabrication.

¹⁶³ 90% des installations Shell ont reçu la certification ISO 14001.

¹⁶⁴ Shell a une bonne vision du marché pour le business polyuréthane, cela lui permet de gérer une chaîne de valeur durable. Ce n'est pas le cas pour les solvants, impliqués dans trop d'applications différentes.

¹⁶⁵ Site Intranet de "Shell Chemicals", <http://sww-chemicals-sd.shell.com/>

La démarche de mécénat social

La société « Shell Chemicals » est considérée par différents observateurs comme étant un leader en matière de responsabilité sociale dans l'entreprise¹⁶⁶. Shell ne se limite pas au respect des droits de l'Homme. La compagnie a pris conscience que tout employé est avant tout un citoyen. Au travers du programme « Project Better World », Shell n'hésite pas à mettre des volontaires de son personnel à contribution afin que ceux-ci soient intégrés dans des projets liés au développement durable.

Quand on évoque le mécénat d'entreprise, on pense à un soutien financier, à un nom prestigieux associé à un prix, une bourse ou encore un exploit sportif. Depuis une vingtaine d'années cette passerelle entre le monde de l'entreprise et la collectivité qu'est le mécénat a vu ses modes d'opération évoluer. Aujourd'hui, le mécénat s'inscrit dans une logique d'élargissement de la responsabilité sociale de l'entreprise¹⁶⁷. Cela se traduit par une implication plus concrète de l'entreprise dans la société civile, par la recherche d'une plus grande proximité. On parle aujourd'hui de mécénat de solidarité. Le personnel a l'opportunité de mettre à disposition ses compétences professionnelles en faveur d'associations, d'ONG...Cela se traduit à la fois par un enrichissement personnel et professionnel. Cette démarche permet à l'entreprise de valoriser les compétences de ses salariés et, indirectement, sa propre image en interne et en externe¹⁶⁸. C'est dans ce contexte que « Project for a Better World¹⁶⁹ » permet aux employés de Shell d'accéder chaque année à une variété de projets ancrés au cœur du développement durable.

On citera comme exemples des projets tels que l'étude de la biodiversité au Kenya, l'impact de la pollution de l'eau sur la biodiversité du lac Baïkal ou encore l'étude du changement de climat au Canada. Ces projets font partie du programme de l'année 2002.

¹⁶⁶ Magazine "Shell World", "Keeping an eye on the competition", 4 November 2001, p 13.

¹⁶⁷ Mme Van De Leemput, *Psychologie de la communication et de l'environnement*, cours académique du DES en gestion de l'environnement, IGEAT, Université Libre de Bruxelles, le 24 avril 2000.

¹⁶⁸ Ibid.

¹⁶⁹ "Project Better World" a vu le jour en 1998 par l'initiative de quelques employés. Ceci illustre parfaitement que chaque individu peut contribuer au développement durable. Ceci permet à 24 employés de participer à des projets de 6 mois et 10 employés à des projets de 15 jours.

Les indicateurs de performance du développement durable

Le concept du développement durable n'est pas une fin en soi mais un véritable processus, faut-il encore pouvoir évaluer les performances que reflète l'ensemble des décisions prises dans le cadre de celui-ci. La mise en place d'indicateurs de performance pertinents apparaît comme un élément majeur pour favoriser la communication et assurer la transparence de la politique environnementale suivie par l'entreprise. « Shell chemicals »¹⁷⁰ a élaboré des indicateurs permettant d'évaluer ces performances et ce, spécifiquement pour le secteur chimique. Le tableau 1 présente quelques exemples d'indicateurs classés selon différentes catégories :

Gestion des performances environnementales	Emissions des substances organiques volatiles, NO _x , SO ₂ , CO ₂ et autres substances prioritaires
Respect des employés	Fréquence de maladie, perte de temps dû aux accidents, mortalité
Impact potentiel sur le climat	Emissions de gaz à effet de serre
Performance économique	Retour d'investissement, dividendes, satisfaction des clients
Intégrité/ évaluation interne*	Perception des employés à propos de Shell, échelle permettant d'évaluer l'alignement entre les activités et les principes de développement durable
Engagement/ évaluation externe*	Perception des parties prenantes sur la qualité et responsabilité de leur engagement

* Ne figure actuellement pas encore dans les rapports externes

Tableau 1 : exemples d'indicateurs utilisés dans le groupe Shell

¹⁷⁰«Sustainable Development found on Shell General Business Principles», Site Intranet de « Shell Chemicals », <http://sww-chemicals-sd.shell.com/html/default.html>

Outre ces indicateurs, « Shell Chemicals » a élaboré une échelle allant de 1 à 4 permettant d'évaluer le degré d'alignement entre les principes du développement durable et la façon de mener ses activités¹⁷¹ :

- 
1. alignement minimum se limitant à la considération des aspects économiques, sociaux et environnementaux
 2. considération des aspects environnementaux, sociaux et économiques avec un début d'approche à long terme
 3. alignement significatif entre la gestion des activités et le concept du développement durable. Une balance est faite entre le long et le court terme. On implique ici les parties prenantes dans les décisions
 4. alignement parfait entre la gestion des activités et le concept du développement durable. Toute décision implique systématiquement la consultation des parties prenantes.

Une moyenne a été effectuée au travers de questions demandées aux huit unités de produits de « Shell Chemicals » et se situe autour de 1.67 pour l'année 2001. Cela confirme une tendance positive mais qui peut encore progresser. L'objectif pour l'année 2002 a été fixé à 1.92. Il ne faut néanmoins pas perdre de vue que cette échelle de valeur est propre à « Shell Chemicals » et qu'il s'agit d'une vue purement interne.

A nouveau, l'objection formulée précédemment à propos des lignes de conduite est également applicable aux indicateurs de performance. Ces indicateurs sont, en effet, encore trop tournés vers les procédés. Des indicateurs de performances environnementaux qui s'appliqueraient aux produits eux-mêmes permettraient d'associer les impacts des procédés à ceux des produits.

La qualité d'indicateurs comme celui de la perception des parties prenantes est une chose difficile à établir. Ceci s'explique principalement par le fait que l'on tente ici d'intégrer des éléments extérieurs aux sites de production et de leur environnement proche. C'est une des raisons pour lesquelles cet indicateur n'est pas encore publié en externe.

¹⁷¹ Entretien téléphonique avec M. Joe Machado, directeur du département du développement durable pour le secteur chimique à Londres, le 1 août 2002.

Chapitre 3: Stratégie de développement durable appliquée à la Recherche et au Développement – Les Polyuréthanes

Ce chapitre présente la mise en œuvre de la stratégie de développement durable au niveau des projets de recherche dans le secteur des polyuréthanes. La première section est consacrée à une présentation générale du polyuréthane, la deuxième section décrivant brièvement l'ensemble des activités du polyuréthane. Une troisième section explique enfin, au travers de trois projets de R&D, comment le développement durable est intégré dans ce département.

Bien que les polyuréthanes, comme tout polymère synthétique, proviennent de ressources non renouvelables, il serait réducteur d'en déduire que cette activité va à l'encontre des principes du développement durable. Il faut savoir qu'il n'y a que 4 % du pétrole qui est transformé en polymères, comparé aux 45% utilisés comme carburant pour le transport et aux 42% destinés au chauffage, à l'électricité et à l'énergie¹⁷². Le polyuréthane a permis d'améliorer notre qualité de vie, tout en se souciant de la conservation de l'énergie et de la sécurité. Ses principales qualités sont : légèreté, confort et durabilité.

Même si leur présence ne peut être visible dans chaque produit fini, les polyuréthanes ont des applications dans de nombreux produits clés tels que les voitures, le mobilier, la literie, les réfrigérateurs, l'isolation des bâtiments et des systèmes de chauffage. En Europe, 2 millions de tonnes de polyuréthanes sont produits chaque année, ce qui se traduit en terme monétaire à 5 milliards d'Euros. Le « business » des polyuréthanes se conforme aux principes du développement durable en tant que partenaire de la protection de l'environnement et du développement économique, ainsi que du progrès social¹⁷³.

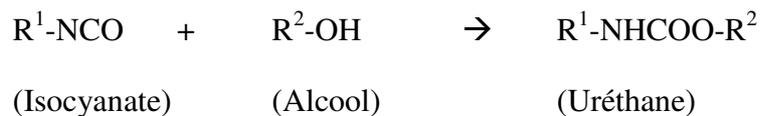
¹⁷² Brochure *Les Plastiques, acteurs du développement durable*, Association of Plastics Manufacturers In Europe (AMPE), Juillet 2000.

¹⁷³ L'industrie automobile utilise 1.7 millions de tonnes de plastiques en Europe Occidentale, ce qui a permis de réduire les émissions de CO2 de 30 millions de tonnes/an grâce au gain de poids qu'apporte le plastique, dont le polyuréthane. Ibid.

Section 1: Présentation des Polyuréthanes

Les polyuréthanes font partie de la famille des polymères thermodurcissables, la plus polyvalente qui soit, ce qui représente leur principal avantage.

Un *uréthane* est le résultat de la réaction entre un alcool et un isocyanate :



Un *polyuréthane* est le produit d'une réaction de polyaddition entre un poly-alcool (polyol) et un poly-isocyanate (souvent un di-isocyanate).

Un avantage clé du polyuréthane est que, selon les combinaisons des réactifs utilisés, une large variété de produits finis peut être fabriquée. De l'adhésif au revêtement en passant par les joints, la mousse flexible ou rigide, les possibilités sont innombrables.

Dans ce rapport, nous ferons exclusivement référence aux mousses polyuréthanes flexibles. Celles-ci comportent différentes applications qui sont regroupées en trois secteurs principaux, à savoir :

- transport ; la voiture (siège, isolation acoustique) mais aussi dans les avions, trains et bus
- ameublement ; les matelas, oreillers et tapis
- emballage ; principalement les protections pour appareils électroniques.

En pratique, les mousses polyuréthanes sont produites en continu à l'aide de machines spécifiques. La longueur des blocs de mousse peut aller de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres, leur largeur se situe autour de deux mètres. S'en suit une étape dite de « curing », d'environ 24 h. Il s'agit en fait de la période nécessaire au refroidissement lent de la mousse permettant de donner à celle-ci ses propriétés finales. Une dernière étape est

la découpe de la mousse selon la forme désirée en fonction de l'application souhaitée.

Les propriétés les plus importantes d'une mousse flexible sont sa densité et sa capacité de résistance aux forces de tension et d'élongation. Les paramètres influençant directement ces propriétés sont la nature du polyol, les quantités d'isocyanate et d'eau utilisées ainsi que le type d'agent gonflant entrant dans la formulation.

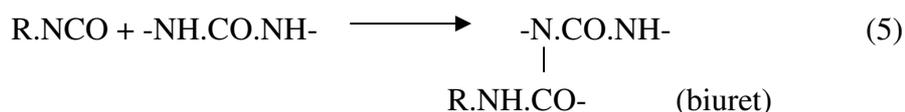
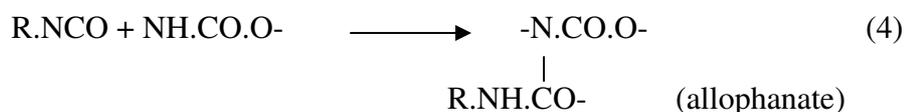
Il est utile de passer brièvement en revue les composants nécessaires à l'élaboration d'une mousse polyuréthane afin de mieux comprendre les différents projets couverts dans la suite du document. Les principaux composants d'une mousse sont l'isocyanate, le polyol et l'eau ainsi que le catalyseur, l'agent gonflant auxiliaire, et un surfactant. Les réactions déterminantes lors de l'élaboration de la mousse sont au nombre de trois¹⁷⁴ :



L'isocyanate réagit avec le polyol (1) pour former un réseau tridimensionnel de polyuréthane et avec l'amine pour former l'urée (2). L'isocyanate réagit également avec l'eau (3), ce qui engendre la formation d'acide carbamique, instable. Celui-ci se transforme en amine et en CO₂ qui permettra à la mousse de gonfler. L'amine formée lors de cette dernière réaction réagit encore avec l'isocyanate pour former de l'urée. La réaction (1) requiert une amine tertiaire comme catalyseur. La réaction (3) utilise un catalyseur à base d'étain.

¹⁷⁴ L.N. Philips., D.B.V. Parker. (1964), *Polyuréthanes, Chemistry, Technology and Properties*, Published for the Plastics Institute, pp 1-5, 33-44.

Outres les réactions principales¹⁷⁵, l'isocyanate peut réagir avec l'uréthane (4) pour former un groupe allophanate ou encore avec l'urée (5) pour donner un groupe biuret.



Ces réactions secondaires, moins nombreuses que les principales, jouent néanmoins un rôle important. La réticulation est, en effet, déterminante dans les propriétés finales du produit.

a. L'isocyanate

L'isocyanate se présente le plus souvent sous forme aromatique, mais peut l'être également sous forme aliphatique. L'isocyanate (TDI) le plus utilisé pour la production des mousses est un mélange de 2,4-toluène di-isocyanate et de 2,6-toluène di-isocyanate dans une proportion 80/20. Un autre isocyanate, le diphenylméthane-4,4'-di-isocyanate (MDI) peut également être utilisé. Leurs caractéristiques respectives sont présentées dans l'annexe 2.

b. Le polyol

Dans plus de 90% des cas, le polyol utilisé est un alcool polyéther. Dans le cas des 10 % restants, ce sera un alcool polyester. L'initiateur peut être le glycérol, l'eau ou encore l'éthylène glycol sur lequel vient se greffer des composés d'oxydes de propylène et/ou d'éthylène. Les principales caractéristiques des polyols sont :

- la valeur hydroxyle ; représentant la quantité de groupement OH réactifs
- le poids moléculaire ; allant de quelques centaines à 6000 gr/mole
- la fonctionnalité ; variant de deux à huit suivant l'initiateur utilisé.

¹⁷⁵ G.W. Ball, J.M. Busit and others specialists from Imperial Chemical Industries Ltd (1970), *Advances in Polyurethane technology*, édité par J.M. Buist et H. Gudgeon chez "Elsevier publishing company limited", Londres et Amsterdam, p 9.

- le contenu en éthylène oxyde ; plus celui-ci sera élevé, plus la réactivité du polyol sera élevée.

c. Les additifs

Généralement ajouté en faible quantité, leur rôle est prépondérant. Les additifs utilisés sont principalement ;

- *le catalyseur* : une amine, souvent tertiaire, permet d'avoir un temps de réaction acceptable de la réaction entre l'isocyanate et l'eau
- *l'agent gonflant* : l'eau, de part sa réaction avec l'isocyanate forme du CO₂, ce qui permet à la mousse de gonfler. Un agent gonflant auxiliaire tel que le chlorure de méthylène, pentane, acétone ou encore CO₂ liquide pourront être utilisés en complément à l'agent gonflant afin d'atteindre des densités de mousse plus faibles
- *le surfactant* : à base de silicone, celui-ci joue plusieurs rôles dont le plus important est de stabiliser la mousse en diminuant les contraintes dans les parois fines des cellules

Des additifs tels que des composés ignifuges, antistatiques, biocides ou encore colorants peuvent également être ajoutés à la formulation.

Section 2: Présentation du « business » Polyuréthane

L'activité du polyuréthane peut être schématisée comme suit :

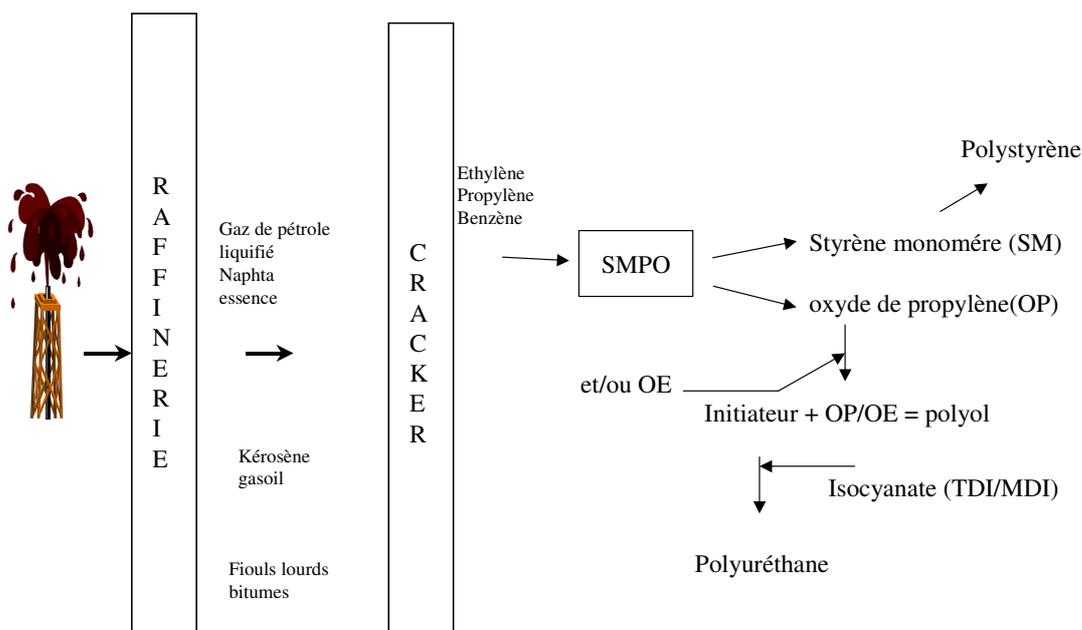


Schéma 1 : Présentation du « business » polyuréthane

Le pétrole brut passe par la raffinerie ou il sera divisé en trois catégories :

- les légers ; comprenant le gaz de pétrole liquéfié, le naphta et l'essence,
- les moyens ; comprenant le kérosène et le gasoil,
- les lourds ; incluant les fiouls lourds, les bitumes, les lubrifiants.

C'est la catégorie des légers qui, après être passée par le craquage, donnera des molécules simples telles que l'éthylène, le propylène et le benzène. Ces molécules sont les produits de base du procédé styrène monomère/oxyde de propylène (SMPO) qui donneront lieu à deux produits principaux ; le styrène monomère qui fait partie des activités du polystyrène et l'oxyde de propylène qui est à la base de la fabrication des polyols, réactif de base du polyuréthane. Le procédé SMPO est, à ce jour, le procédé le plus attractif de production de l'oxyde de propylène.

Section 3: Exemples concrets de projets de recherche et développement

Cette section a pour objectif de présenter des exemples concrets de projets rentrant dans le cadre du développement durable au sein de la société « Shell Chemicals », et plus précisément, au Centre Monnet, à Louvain-La-Neuve. Trois projets vont être analysés du point de vue du développement durable afin de démontrer le postulat de départ :

L'intégration du concept du développement durable dans le département R&D des polyuréthanes au sein de « Shell Chemicals ».

a. Technologie d'incorporation d'un nouvel agent gonflant auxiliaire, le CO₂ liquide

Depuis la découverte dans les années 70/80 que certaines substances chlorées appauvrissent la couche d'ozone, la communauté internationale a mis en place une réglementation (protocole de Montréal¹⁷⁶ en 1987) visant à éliminer ces substances. L'industrie du polyuréthane a dû réagir face à cette nouvelle réglementation, les substances telles que les CFC (Chlorofluorocarbones), HCFC (Hydrochlorofluorocarbones) étant couramment utilisées en tant qu'agent gonflant auxiliaire lors de l'élaboration des mousses polyuréthanes. Celui-ci joue un rôle crucial dans l'élaboration des mousses, il est responsable de la structure cellulaire permettant de donner les propriétés physiques recherchées. La production des CFC en Europe est interdite de puis le 1^{er} janvier 1995. Les HCFC ont également été mis en cause et doivent être éliminés à l'horizon 2030¹⁷⁷.

Les mousses polyuréthanes étaient pour la plupart formées à l'aide de CFC-11 qui, depuis le protocole de Montréal, ont dû être remplacés en grande majorité par des HCFC. Hors, ces substances subiront également cette réglementation à moyen terme. L'industrie doit donc se tourner vers de nouvelles alternatives. Les priorités sont : une mise en œuvre adéquate ainsi que des caractéristiques finales respectant l'application souhaitée tout en utilisant des substances plus respectueuses de l'environnement.

¹⁷⁶ Site Internet de L'UNEP, <http://www.unep.org/ozone/french/montreal-fr.shtml>

¹⁷⁷David Stanners and philippe Bourdeau (1995), Europe's environment (1995), op.cit., p 521.

En tant que fournisseur de matières premières pour le « business » polyuréthane, « Shell Chemicals » a réussi à prendre l'avantage en acquérant des connaissances dans l'utilisation d'agents gonflants alternatifs, et ce, en étroite collaboration avec les fournisseurs d'additifs, les producteurs d'agents gonflants et les fabricants de machines.

Bien que d'autres substances chlorées respectueuses de la couche d'ozone (telles que les HFC-245fa, HFC-356 et HFC-365) existent, leur prix est tel qu'il n'est pas envisageable pour Shell de les utiliser comme substitut à long terme.

Dans un premier temps, en collaboration avec ses clients, « Shell Chemicals » n'a retenu que le chlorure de méthylène comme alternative aux HFC (Hydrofluorocarbones). Le chlorure de méthylène offre des performances comparables aux HCFC-141b même si certains émettent quelques réserves envers ce produit à cause de sa toxicité¹⁷⁸. Le chlorure de méthylène est un composé organique volatil (COV)¹⁷⁹, il ne participe pas au réchauffement du climat mais joue néanmoins un rôle, présumé négligeable, dans la formation d'ozone troposphérique¹⁸⁰. Des pressions, plus politiques que scientifiques, montent afin de réduire, voire d'éliminer l'usage du chlorure de méthylène dans les applications dont celle d'agent gonflant des mousses polyuréthanes. Il est certain que le chlorure de méthylène est associé à une mauvaise image, c'est à dire celle d'un solvant chloré.

La réglementation le concernant n'est pas uniforme au niveau européen et doit être prise en considération au niveau « local »¹⁸¹. En Belgique, par exemple, il sera interdit d'usage d'ici la fin de l'année en Région Flamande¹⁸² alors qu'il n'y a aucune restriction le concernant en Région Wallonne. C'est un nouveau défi qui frappe le secteur du polyuréthane. Selon

¹⁷⁸ La notation « R40 » figure sur la fiche de sécurité. Cela se traduit par la possibilité de provoquer des effets irréversibles chez l'homme. Site Internet <http://www.chemexpert.com>, taper dichlorométhane. Le numéro de registration est le 75-09-2.

¹⁷⁹ Directive 1999/13/CE DU CONSEIL du 11 mars 1999, « relative à la réduction des émissions de composés organiques volatils dues à l'utilisation de solvants organiques dans certaines activités et installations ».

¹⁸⁰ En tant que COV, le chlorure de méthylène a un potentiel de formation d'ozone troposphérique de 0.031 comparé à 1 pour l'éthylène. Site Internet d'Eurochlor, http://www.eurochlor.org/chlorsolvents/issues/issues1_2_2.html

¹⁸¹ Entretien avec M. André Orban, Association Européennes des solvants Chlorés, le 17 juillet 2002.

¹⁸² Vlarem II, version anglaise sur le Site Internet http://www.emis.vito.be/wet_ENG_navigator/vlarem2.htm et les annexes que l'on peut trouver sur http://www.emis.vito.be/wet_ENG_navigator/vlarem2-bijlagen.htm

« Shell Chemicals », le chlorure de méthylène offre une solution « acceptable et temporaire » là où la législation locale le permet mais « Shell Chemicals » est parfaitement conscient que cette solution ne peut perdurer.

Les alternatives d'une nouvelle technologie ne manquent pas mais nombreux sont les obstacles permettant la mise en œuvre aisée de celle-ci. Les alternatives les plus « durables » au remplacement des agents gonflants halogénés sont l'utilisation de l'eau, de l'acétone ou encore du CO₂ liquide¹⁸³.

L'utilisation exclusive de l'eau en tant qu'agent gonflant principal pourrait se concevoir mais cela n'apporte pas une solution satisfaisante d'un point de vue performance. En effet des densités inférieures à 22 kg/m³ sont difficiles à atteindre. Dans ce cas de figure, de forte concentration en eau sont requises lors de la mise en œuvre. Ceci induit de sérieux risques d'inflammation due à des valeurs exothermes supérieures à 165°C. Un autre facteur important est l'impact économique qu'engendrent des densités de 22 kg/m³ par rapport à des densités plus faibles. L'utilisation d'un agent gonflant auxiliaire peut aussi être envisagée afin de réduire la densité, et donc les coûts.

L'acétone n'offre pas d'alternative durable à cause de son inflammabilité obligeant l'installation d'un équipement spécifique afin d'éviter tout risque d'explosion.

Une autre alternative est venue sur le marché, elle consiste à injecter du CO₂ liquide dans la formulation. Ce procédé offre la meilleure alternative d'un point de vue coût, performance et durabilité. En effet, des densités allant jusqu'à 13 kg/m³ peuvent être obtenues. L'impact environnemental du CO₂ est moindre que les CFC et HCFC, sa toxicité est nulle par rapport au chlorure de méthylène.

Pour pouvoir remplacer le chlorure de méthylène par le CO₂ liquide, une nouvelle technologie doit être développée pour la production de mousses ayant les mêmes propriétés finales que celles obtenues avec un agent gonflant chloré.

Les principales caractéristiques du CO₂ sont qu'il est inodore, incolore, non inflammable, non toxique, bactériostatique et disponible en abondance. Suivant la température et la pression, le CO₂ se présente sous forme gazeuse, liquide ou solide (glace carbonique). Le

¹⁸³ Wouter Koot, Wilfried P.M. Maas (2000), *Physical Properties of Flexible Polyurethane, liquid CO₂, Slabstock Foaming Mixtures*, Shell Chemicals, pp 1-2.

CO₂ n'existe pas sous forme liquide à pression atmosphérique et ne peut pas être liquéfié à des températures supérieures à 31 °C comme indiqué dans le schéma 2 :

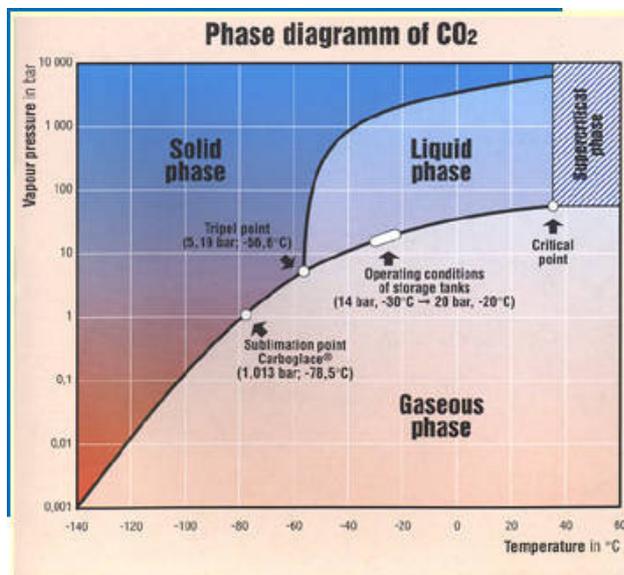


Schéma 2 : Diagramme de phase du CO₂

Pour faire passer le CO₂ de l'état gazeux à celui de liquide en restant à température ambiante, une pression de 70 bars est nécessaire.

Plus il y a de CO₂ à incorporer dans le polyol, plus la pression devra être importante. Une hausse des températures réduit quant à elle la solubilité du CO₂ dans le polyol.

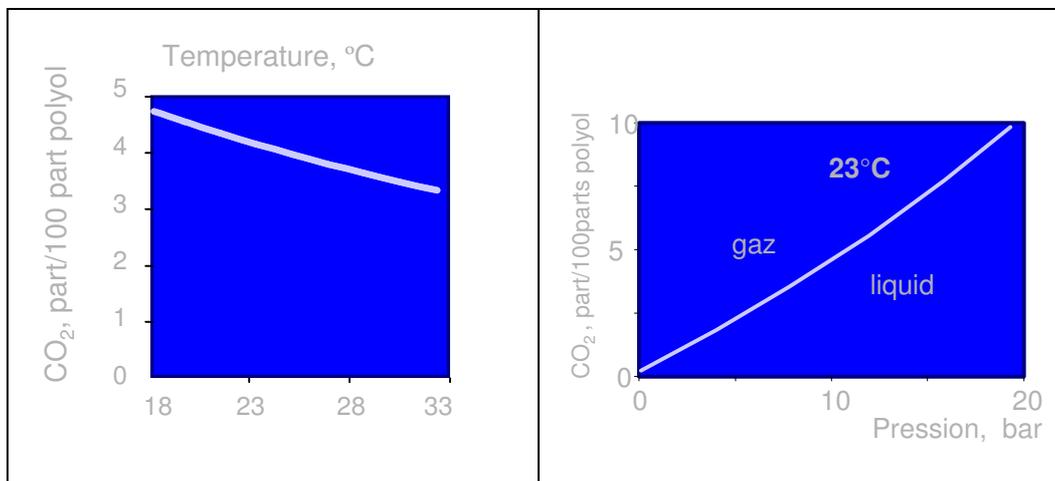


Schéma 3 : Variation de la quantité de CO₂ à diluer dans le polyol en fonction de la pression et de la température

A titre d'exemple, la quantité de CO₂ liquide à utiliser est d'environ 5 gr pour 100 gr de polyol. Une pression de 11 bars sera donc suffisante pour solubiliser le CO₂ liquide dans le polyol (cfr. Graphes ci-dessus).

Les contraintes techniques rencontrées lors du changement d'agent gonflant auxiliaire sont les suivantes :

- afin de pouvoir utiliser le CO₂ sous sa forme liquide, un équipement spécial doit être adapté à la machine élaborant les mousses. Cet équipement permettra de mettre le CO₂ sous pression afin que celui-ci soit liquide et donc miscible avec les autres ingrédients de la formulation.
- le Chlorure de méthylène procure un « effet de refroidissement », ce qui n'est pas le cas du CO₂ liquide. Ceci a pour conséquence que, lors de l'utilisation du CO₂, la quantité de TDI doit être contrôlée afin de ne pas obtenir une réaction trop exotherme

- la fabrication de mousses polyuréthane avec le CO₂ liquide ne permet pas d'obtenir des duretés de mousse semblables à celles obtenues avec le chlorure de méthylène. Cela peut-être compensé par l'ajout dans la formulation d'un polyol plus spécifique, à savoir un polymère polyol. Cette solution permet de gagner 2.5 % de dureté (Kpa) par 10 % de solide contenu dans le polymère polyol.

L'activité de l'entreprise est ancrée dans le cœur du concept de développement durable dont les piliers sont le progrès économique, l'équité sociale et le respect de l'environnement. Comme les deux projets suivants, ce projet sera analysé à la lumière des trois dimensions du développement durable.

Aspect économique

Comme il est présenté dans le tableau 3, le prix du chlorure de méthylène est six fois supérieur à celui du CO₂ liquide. Un autre facteur économique en faveur du CO₂ liquide est que son pouvoir gonflant est supérieur à celui du chlorure de méthylène, ce qui permet d'utiliser une moindre quantité de CO₂ liquide comparé au chlorure de méthylène. Effectivement, à densité égale, 8 parts de chlorure de méthylène sont nécessaires alors que 3 parts de CO₂ suffisent pour une part d'eau. Le dernier point est le coût nécessaire à l'équipement indispensable à l'utilisation du CO₂ liquide, cela représente un investissement de 200.000 à 300.000 €.

Afin de garder une dureté acceptable du produit final lorsqu'on utilise le CO₂ liquide, il faut ajouter un polymère polyol à la formulation, ce qui augmente le coût de la formulation de 7% dans les cas extrêmes. En revanche, à densité de mousse égale, les coûts variables diminuent de 4% avec l'utilisation du CO₂ liquide.

Aspect social

Comme cité précédemment, une exposition au chlorure de méthylène n'est pas sans conséquence pour la santé du travailleur. Le risque « R40 » mentionné dans la fiche de sécurité, implique, en effet, une « possibilité de provoquer des effets irréversibles ».

Il est donc préférable de pouvoir reproduire les propriétés finales des mousses polyuréthanes par l'utilisation d'alternatives moins dangereuses pour les employés. De ce

point de vue une fois encore, le CO₂ sera privilégié au chlorure de méthylène. Protéger ses employés et respecter le bien être de ceux-ci fait partie des objectifs du groupe Shell dans sa démarche vers un développement durable.

Pour terminer cet aspect, il existe un label écologique européen concernant les matelas en polyuréthane. Une des conditions afin d'obtenir ce label est de ne pas utiliser le chlorure de méthylène comme agent gonflant (cfr annexe 3).

Aspect environnemental

D'un point de vue environnemental, le chlorure de méthylène n'est pas inoffensif. En effet, celui-ci est classé sous la dénomination de Composé Organique Volatil (COV). En Europe, une directive COV a été adoptée afin de réduire leurs émissions.

Même si l'impact du chlorure de méthylène sur l'environnement reste à démontrer, il nous apparaît judicieux de le comparer à d'autres agents gonflants quant à son impact sur la couche d'ozone et sur le réchauffement climatique.

Le tableau 2 représente ces deux impacts¹⁸⁴ :

<i>Agent gonflant</i>	<i>Potentiel de réduction de l'ozone stratosphérique</i>	<i>Potentiel de réchauffement climatique</i>
CFC (CFC-11)	1	8500
HCFC (HCFC-141b)	0.1-0.12	2000
HFC (HFC-134a)	0	1300
Chlorure de méthylène ¹⁸⁵	~0 (négligeable)	négligeable
CO2	0	1

Tableau 2 : Potentiel de réduction de l'ozone et potentiel de réchauffement climatique pour quelques agents gonflants

¹⁸⁴ Regulation of the European parliament and of the council of the 29 of June 2000 on "substances that deplete the ozone layer" (EC) No 2037/2000.

¹⁸⁵ Site Internet d'Eurochlor, http://www.eurochlor.org/chlorsolvents/issues/issues1_2_2.html

	<i>CO₂ liquide</i>	<i>Chlorure de méthylène</i>
Efficacité pour une part d'eau	3 parts	8 parts
Effet de refroidissement	non	oui
Réduction coût variable	4%	non
Coût supplémentaire de l'équipement	+/- 250.000 Dollars	néant
Gaz à effet de serre	Oui	Non significatif
Composé organique volatil	non	oui
Coût d'achat	0.085 Euros/litre	0.515 euros/litre

Tableau 3: Tableau comparatif des avantages/inconvénients des deux agents gonflants auxiliaires

Le retour sur investissement de la migration vers le CO₂ liquide a été estimé pour l'entreprise Dumo¹⁸⁶, le plus grand fabricant de mousse flexible polyuréthane en Belgique. Il s'est avéré que le gain obtenu par le remplacement du chlorure de méthylène par le CO₂ liquide serait de 40.500€/an, ce qui permettrait de récupérer l'investissement initial en 5 ans environ.

Le projet de substitution du chlorure de méthylène par le CO₂ liquide dans les programmes de R&D de Shell illustre le principe de précaution prôné par le groupe.

Néanmoins, à ce jour, en Belgique, aucun producteur de mousse polyuréthane n'a encore adopté l'équipement nécessaire à l'utilisation du CO₂ liquide comme agent gonflant en lieu et place du chlorure de méthylène. De par sa complexité de mise en œuvre, la pénétration de la technique de moussage avec le CO₂ reste mesurée.

« Shell Chemicals » a décidé de suspendre ce projet car la valeur générée par ses connaissances n'était pas valorisée par les clients. C'est une illustration flagrante de l'adéquation nécessaire entre la création d'une chaîne de valeur durable et ses retombées économiques.

¹⁸⁶ Considérant une semaine d'expérience correspondant à un bloc de mousse (300x 2.10x 1.3 m) dont 300 m avec une densité de 17 kg/m³ suivi de 300 m avec une densité de 15 kg/m³ et 400 m avec une densité de 19 kg/m³

b. Amélioration du procédé de l'élaboration des mousses par le remplacement du catalyseur

Depuis deux ans, le tributyl étain fait l'objet de critiques vives dans la presse. Il est utilisé depuis les années 1970 dans les peintures antisalissures appliquées sur les coques de bateaux afin ne pas altérer les performances de navigation. Mais il a été établi que ce produit est un biocide hautement toxique. En effet, il s'accumule dans les boues du port et dans les organismes marins comme les algues, les mollusques ou encore les poissons. Plus particulièrement, le tributyl étain est considéré comme responsable de la perturbation du système endocrinien des organismes marins, ce qui a pour conséquence, le développement de caractéristiques mâles chez les organismes femelles. Le tributyl étain affecte le système immunitaire de ces organismes et ceux-ci développent des malformations après une exposition à de faibles concentrations de tributyl étain. Un lien a pu être établi entre la densité de bateaux et le niveau de contamination¹⁸⁷.

La production annuelle de tributyl étain est de l'ordre de 3000 tonnes en Europe¹⁸⁸.

Une directive stricte a été adoptée en 1999 afin d'arrêter la mise sur le marché ainsi que l'emploi des substances chimiques dangereuses, dont le tributyl étain, comme agent antisalissure¹⁸⁹.

A priori, il n'y a pas de lien direct entre l'impact environnemental du tributyl étain sur les organismes marins et les mousses polyuréthanes. Néanmoins, le tributyl étain dilaurate est utilisé en tant que catalyseur¹⁹⁰ dans l'élaboration des mousses polyuréthanes, ce qui implique la présence de tributyl étain dans celles-ci. Il s'avère que ce produit est également

¹⁸⁷ David Stanners and philippe Bourdeau (1995), Europe's Environment, op. cit., p 139.

¹⁸⁸ Site Internet de Greenpeace, <http://www.greenpeace.org/~toxics/reports/tbtfactsheet.html>

¹⁸⁹ La directive 1999/51/CE modifie la directive 76/769/CEE en vue d'interdire la mise sur le marché et l'emploi des composés organostanniques comme substances et composants de préparations lorsqu'ils sont utilisés en tant que biocides dans des peintures antisalissures. Avis relatif au tributyl étain, Conseil Fédéral du Développement Durable, <http://www.belspo.be/frdocfd/fr/pubfr/avis/2001a11f.pdf>

¹⁹⁰ 80% des procédés chimiques utilisent des catalyseurs. Une connaissance au niveau de ceux-ci est de toute importance, que ce soit d'un point de vue économique ou encore environnementale. En effet, le catalyseur est un facteur clé des procédés puisqu'il détermine le rendement d'une réaction et donc la proportion de produits comparée aux résidus de réaction. « Technology Roadmap catalysis: catalysis, key to sustainability, October 2001. Site Intranet de "Shell Chemicals", <http://sww-chemicals-sd.shell.com>

toxique pour l'homme vu son caractère bioaccumulatif au travers de la chaîne alimentaire¹⁹¹.

Depuis plus d'un an, des pressions de la part des clients se sont combinées à une volonté de « Shell Chemicals » de s'investir afin de ne plus utiliser cette substance chimique dans l'élaboration des mousses polyuréthanes. En effet, Shell tient absolument à éviter qu'on puisse l'associer à une image négative pour l'environnement ni à être exposé à un danger émanant de la présence de tributyl étain dans les mousses polyuréthanes¹⁹². Il est évident qu'un des rôles des fournisseurs de matières premières, formant un ensemble avec les clients, est de rester vigilant à tous les dangers potentiels, environnementaux ou liés à la santé, associés à l'utilisation de ses produits, et cela afin d'assurer sa durabilité à long terme.

Il s'en est suivi un travail de R&D afin de déterminer les alternatives possibles au tributyl étain menant à l'élaboration des mousses polyuréthanes sans entraver les propriétés finales du produit¹⁹³. Ceci afin de donner une réponse aux souhaits des clients et du grand public.

Le tributyl étain fût remplacé par un autre catalyseur à base d'étain dont le nom est l'octanoate stannique. Ces catalyseurs sont spécifiques à la réaction entre l'isocyanate et le polyol. Ce remplacement fût adopté non pas pour les mousses standard mais pour les mousses à haute élasticité, destinées à des applications telles que les matelas.

Le rôle du catalyseur étant primordial, un tel changement ne fût pas sans conséquences pour le produit fini puisqu'il a occasionné des problèmes d'hétérogénéité et de stabilité des mousses. Toute hétérogénéité dans la structure d'une mousse entrave inévitablement son utilisation. La stabilité des mousses établit les dimensions de celles-ci, et peut avoir un impact direct sur la génération de déchet, non acceptable, dans le cas de l'utilisation de l'octanoate d'étain.

¹⁹¹ Professeur Yves Levi (juin-juillet 1999), *Les micropolluants à effets modulateurs endocriniens*, magazine Spectra Analyses, n°208, pp19-22.

¹⁹² La concentration légale est limitée à 1ppm pour toutes applications confondues avec pour exception les matelas pour nouveaux nés ou une concentration de 0.5 ppm est autorisée. "Memorandum of discussion", *DBTDL in High resilience foam*, Rotterdam, 12 octobre 2000.

¹⁹³ E-J. Gérard, H. Verstrate, B. Schlechter et W. Maas (2000), *DBTDL Replacement in High Resilience Slabstock Foams*, Shell Chemicals, pp 1-3.

La contrainte principale liée au remplacement du tributyl étain est donc la stabilité du bloc de mousse. Ce problème peut s'expliquer par un phénomène connu des fabricants, le phénomène du flux à froid. Celui-ci se produit directement après l'élaboration de la mousse mais n'est rendu visible qu'après quelques heures. Le bloc de mousse peut augmenter de 5 % en largeur et diminuer de 17 % en hauteur.

L'illustration de ce phénomène est présentée dans le schéma suivant:

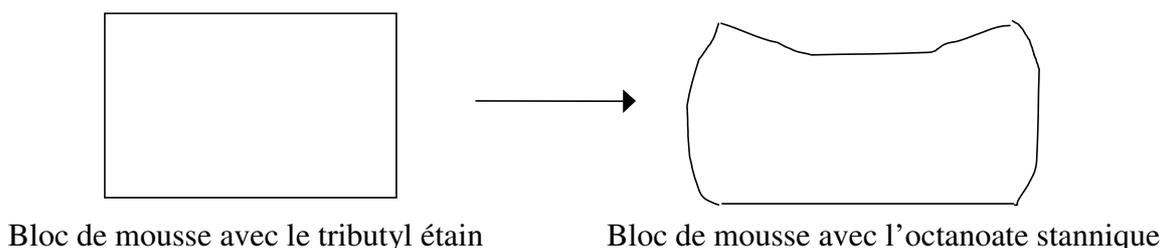


Schéma 4 : Illustration du phénomène de flux à froid

On a constaté que ce phénomène est d'autant plus important que les densités sont élevées et que le bloc de mousse est grand. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'à des densités autour de 25 kg/m^3 , la mousse est plus légère et donc moins sujette à des déformations comparé à des densités plus élevées. A l'échelle du laboratoire, il est donc très difficile de déceler le problème en travaillant avec des densités faibles. C'est pourquoi les mousses réalisées en laboratoire afin d'étudier le phénomène ont une densité de 40 kg/m^3 .

Un test a dû être défini afin de pouvoir quantifier le phénomène. Une fois que ce test a été mis en place¹⁹⁴, il a été possible d'effectuer des changements de formulations et de mesurer leur impact sur le phénomène du flux à froid. A densité finale égale (40 kg/m^3), on a ainsi pu voir très nettement l'instabilité des blocs produits à base d'octanoate stannique comparé à ceux produits avec du tributyl étain.

¹⁹⁴ Le test retenu afin d'évaluer le phénomène de flux à froid est basé sur le calcul d'un facteur représentant la stabilité dimensionnelle du bloque de mousse. Ce facteur est calculé par la force nécessaire pour compresser le bloque de mousse à 65% de l'épaisseur initiale divisée par la force nécessaire à la compression à 25%.

La stabilité d'une mousse polyuréthane ne dépend pas que de la densité finale mais également de nombreux autres facteurs tels que :

- la force du polymère qui est représenté par la densité de réticulation, la présence d'urée formant les domaines durs et le pic de l'exotherme
- l'ouverture des cellules qui doit se faire au bon moment, juste avant le temps de gel. Si l'ouverture des cellules se déroule avant le temps de gel, cela s'appelle « collapse », correspondant à l'effondrement de la mousse. Si par contre, les cellules s'ouvrent après le temps de gel, c'est le « shrinkage », le gaz n'a pu sortir des cellules et se condense avec la baisse de la température aboutissant à une déformation de la mousse
- l'effet d'un agent plastifiant qui va rendre plus flexible la matrice du polymère.

La raison la plus probable qui expliquerait le phénomène d'instabilité expliqué ci-dessus semble être la différence de réactivité des deux catalyseurs. Une plus faible activité du catalyseur octanoate d'étain était en effet présumée, comparé à celle du tributyl étain dilaurate.

Afin de confirmer cette hypothèse, une étude rhéologique¹⁹⁵ comparative a été menée et il s'est avéré que l'octanoate d'étain avait, au contraire, une réactivité plus grande que le tributyl étain dilaurate !

Etant établi que l'octanoate d'étain était plus réactif, il a fallu adapter le processus afin que celui-ci soit ralenti pour éviter l'apparition de tensions à l'intérieur de la mousse et donc induire le phénomène de flux à froid.

Pour cela, deux choses ont été modifiées dans la formulation, à savoir :

- la concentration de l'octanoate d'étain a été diminuée par rapport à la concentration du tributyl étain dilaurate
- l'amine tertiaire habituellement utilisée pour catalyser la réaction entre l'isocyanate et l'eau a été remplacée par de l'urée, amine moins réactive.

¹⁹⁵ Cette mesure consiste à prendre un mélange de produits de base et à augmenter la température (de 100°C à 320°C via 4°C/min.). On passera d'un liquide à un solide et on analyse les modules élastiques et visqueux. Ceux-ci vont augmenter progressivement avec la température et varient de 10 Pa à 10⁵ Pa.

Une fois la formulation mise au point à l'échelle laboratoire, celle-ci a pu être testée chez le client, à échelle industrielle, et ce, avec succès !

Aspect économique

D'un point de vue économique, le remplacement du tributyl étain dilaurate par l'octanoate d'étain est positif. En effet, une quantité moindre d'octanoate d'étain est nécessaire dans la formulation pour obtenir les mêmes propriétés finales qu'avec le tributyl étain dilaurate. Une amine tertiaire a été remplacée par une autre amine, l'urée, avec un différentiel de prix favorable.

Ces deux changements n'ont qu'un impact marginal sur le prix.

Les blocs de mousse peuvent être à nouveau exploités entièrement, à savoir 99.5 % de leur volume, ce qui engendre moins de déchets par unité produite.

Aspect environnemental

Le tributyl étain était associé à une image négative pour l'environnement. L'interdiction de son utilisation par une directive vient confirmer ce sentiment. Pour Shell et ses clients, il n'est donc pas durable de continuer à produire des mousses polyuréthanes avec cette substance classée dangereuse. Grâce à l'innovation et à la recherche, une alternative a pu être mise au point. Au jour d'aujourd'hui, le tributyl étain dilaurate est en passe d'être totalement remplacé par l'octanoate d'étain.

Aspect social

Du point de vue social, le tributyl étain n'est plus manipulé par les employés travaillant dans la fabrication des mousses polyuréthanes. Rappelons que celui-ci est toxique pour l'homme. Une autre remarque est que cette substance classée dangereuse ne sera plus présente dans le produit fini. Effectivement un autre avantage de l'octanoate d'étain est que celui-ci laisse 40% de trace d'étain en moins dans les matelas par rapport à l'utilisation du tributyl étain dilaurate.

Shell a transformé ce qui aurait pu être une contrainte dans le temps en opportunité, voire en avantage compétitif.

c. Le danger potentiel lié au transport et à la manipulation du toluène di-isocyanate (TDI)

Ce projet n'est pas spécifique au département de Recherche et Développement mais, comme nous allons le voir, il y trouve tout à fait sa place au quotidien.

Selon le principe de « Responsible care », Shell s'est associé avec l'industrie de l'isocyanate représentée par ISOPA¹⁹⁶ afin de se pencher sur la sécurité, la santé ainsi que les problèmes environnementaux liés à la manipulation du TDI.

Cette démarche a permis de développer des règles strictes mettant en évidence une gestion responsable des di-isocyanates à travers tout leur cycle de vie, depuis la production du matériau brut, en passant par sa fabrication, sa distribution et sa décontamination.

Le CARADATE 80 est le nom commercial du TDI produit par Shell. Sa production est de 35 kT par an¹⁹⁷.

Comme il a été déjà mentionné, le TDI est un des produits chimiques de base dans l'élaboration du polyuréthane. Celui-ci est certainement le plus redoutable d'un point de vue dangerosité, toxicité et, conséquemment pour son transport et sa manipulation¹⁹⁸.

Le transport se fait dans des containers scellés ou des fûts de 200 litres. Le choix de la livraison dépendra du client et de ses propres installations. En Europe, la livraison se fait dans des containers scellés sous une réglementation stricte d'un point de vue sécurité et santé. En Afrique, en Asie et en Amérique du Sud, le TDI est le plus souvent livré dans des fûts de 200 litres. Ce mode de livraison augmente le risque que les fûts soient endommagés ou encore exposés au soleil. Il faut en effet souligner que dans ces pays, les transports font souvent appel à des camions ouverts.

¹⁹⁶ Associations Européenne des Producteurs d'Isocyanate. ISOPA regroupe des membres tels que Arco, BASF, Bayer, Dow, EniChem, ICI, Rhône-Poulenc et Shell. Site Internet d'ISOPA, <http://www.isopa.org>.

¹⁹⁷ De ces 35 kT, 24 kT sont délivrés en Europe, 2.6kT et 5.3 kT sont respectivement délivrées en Asie et dans les pays de l'Est et 3.1 kT vont en Afrique.

¹⁹⁸ Brochure ISOPA (première version 1995), *Recommandations pour la sécurité du chargement/déchargement, transport et stockage du TDI/MDI*, p 6.

En ce qui concerne la manipulation du TDI, les moments critiques sont la phase de remplissage de la citerne de stockage et le découpage de mousse « fraîche ». Il est donc important que durant ces phases critiques où le TDI peut entrer dans l'atmosphère, un système de ventilation adéquat soit prévu. Le danger le plus grave pour la santé du travailleur provient en effet de l'inhalation du produit.

Il est donc essentiel de connaître et de faire connaître les précautions à prendre afin de maîtriser le risque et de le réduire à un niveau acceptable.

Les conséquences de l'exposition au TDI sur la santé de l'opérateur sont les suivantes :

- le TDI irrite les yeux, la gorge et les poumons. L'irritation des poumons peut se produire tout de suite après le contact ou se développer ultérieurement. Elle entraîne des difficultés de respiration
- des allergies peuvent être également observées chez certains opérateurs suite à des expositions répétées. Cela conduit à une sensibilisation progressive et ne permet plus de contact ultérieur avec le TDI.

Les précautions à prendre sont autant de l'ordre de la prévention, que de la protection.

Il existe des normes d'exposition en Belgique pour les vapeurs de TDI. Les concentrations maximales sont de l'ordre de 0.02 ppm pour la STEL et de 0.005 ppm pour la TWA¹⁹⁹. S'il existe des normes européennes concernant les conditions de travail avec le TDI²⁰⁰, ce n'est pas toujours le cas et il existe de nombreux pays sans réglementation.

Une des caractéristiques insidieuses du TDI est, qu'au moment où on le sent, on se trouve déjà au-dessus de la limite d'exposition. Un haut degré de vigilance doit donc être présent à l'endroit de travail.

C'est face à tous ces dangers potentiels que Shell s'investit dans l'élaboration de lignes de conduite spécifiques à la livraison et à l'utilisation du TDI.

¹⁹⁹ STEL est l'abréviation de « Short Term Exposure Limit » et TWA correspond à « Time Weight Average ». STEL délimite l'exposition au produit pour une durée de alors que TWA correspond à une moyenne pondérée de une semaine correspondant à 5x8h=40h. M. Van Damme, *Toxicologie des agents chimiques*, cours du DES en gestion de l'environnement, IGEAT, le 15 octobre 2000.

²⁰⁰ ISOPA, guidelines, *Emergency response Manual for Transport of TDI and MDI*, pp 13-14, <http://www.isopa.org>

L'association ISOPA fournit une procédure opérationnelle sur l'isocyanate, expliquant les risques associés à son transport et à son utilisation, ainsi que la procédure à suivre en cas d'accident. Cela reste évidemment très théorique.

Shell a voulu aller au-delà de cette initiative. Le groupe est désireux d'asseoir son image à un haut standard HSE et de montrer une réelle proximité envers ses clients et leurs problèmes au quotidien. Un projet a donc été mis sur pied afin de fournir des informations plus pratiques sur l'isocyanate et ainsi aider les clients dans leur travail journalier.

Le résultat de cette démarche a abouti à la réalisation de cassettes vidéo montrant, d'un point de vue pratique, ce qu'il faut faire et ne pas faire. Une autre cassette présente également des exercices de simulation que les clients peuvent reproduire au sein de leur installation. Enfin, une liste de contrôle comprenant six sections a été rédigée, à savoir :

- gestion environnementale, sécurité et santé : structure et contrôle
- site du client et aire de réception des bidons contenant du TDI
- fût de TDI et aire de stockage des blocs
- décontamination des fûts et enlèvement
- mesures d'urgences en cas d'accident
- aire de travail.

Ces six sections sont divisées en plus de 60 points plus détaillés²⁰¹ aboutissant à un classement du client en trois catégories ; risque acceptable, moins acceptable et non acceptable.

Shell se refuse de livrer le CARADATE 80 à quiconque jugé non acceptable.

Une étude est en cours chez trois clients se trouvant au Kenya et en Ouganda. Ces derniers reçoivent, pour chaque fût de TDI de 200 litres, une solution de décontamination permettant de nettoyer le bidon après usage. Ceci prend toute son importance lorsque l'on sait qu'en Afrique, les vieux bidons d'isocyanate sont souvent revendus afin de collecter de l'eau !

²⁰¹ On citera en exemple les fûts de TDI devant être stockés sur une palette afin de prévenir tout contact avec l'eau. Les fûts doivent être correctement étiquetés du point de vue nom du produit mais également doit y figurer un numéro d'urgence afin d'obtenir, en cas d'accident, des informations dans la langue du pays.

Aspect économique

Travailler avec le TDI nécessite des installations conformes et spécifiques à ce produit. Il est évident qu'un accident qui surviendrait avec du TDI provoquerait des dégâts importants, que ce soit au niveau humain, environnemental ou encore au niveau des installations. La responsabilité de Shell est donc mise au premier rang avec le TDI. En effet, si un accident majeur se déroulait, il pourrait avoir une conséquence grave pour les activités du polyuréthane, à savoir, la perte de sa licence d'opérer. Il faudra alors trouver une alternative au TDI, ce qui est encore loin d'être au point. Le « business » du polyuréthane pourrait dès lors subir un nouveau bouleversement après celui des CFC et du chlorure de méthylène.

Une investigation européenne est actuellement en cours sur le TDI²⁰². Celle-ci pourrait conduire à des restrictions d'utilisation du TDI dans le futur. Encore une fois, l'innovation et la créativité devront être présente afin d'anticiper des alternatives au TDI²⁰³.

Aspect social

En tant que membre d'ISOPA, « Shell Chemicals » accorde de l'importance à l'aspect social. « Shell Chemicals » s'investit au niveau de la formation des clients afin que ceux-ci soient conscients de ce qu'ils font et pourquoi ils le font. Un projet spécifique à « Shell Chemicals » est de promouvoir l'utilisation rationnelle du TDI en Afrique. S'il existe bien des régulations européennes en ce qui concerne les vapeurs de TDI dans l'air, ce n'est pas toujours le cas en Afrique. La base d'une relation producteur-client est le respect et la confiance. C'est pourquoi « Shell Chemicals », que ce soit dans le cadre d'ISOPA ou par sa propre initiative, prend le temps de fournir des formations afin de pouvoir gérer au mieux le risque lié au TDI. Concrètement, cela se traduit par des visites, des inspections et des vidéos. Il est important de prévenir le risque.

²⁰² Entretien téléphonique avec M. Speeleveld, société Fedichem, le 15 juillet 2000.

²⁰³ Entretien avec Carol Banner, directrice marketing et communication pour l'oxyde de propylène et les produits uréthanes, le 1 juillet 2002.

Aspect environnemental

Un accident peut survenir lors du transport du TDI. En effet, toute livraison de TDI, quelque soit le lieu, nécessite des installations et des compétences appropriées.

En ce qui concerne l'environnement proprement dit, le TDI n'est pas toxique en soi mais il réagit avec l'eau. La réaction est lente en-dessous de 50°C, mais peut devenir rapide et violente au-dessus de cette température. Les produits de cette réaction exothermique sont, entre autre, le CO₂ et une urée aromatique non biodégradable. Autant dire que la faune et la flore du milieu aquatique ont peu de chance de survivre.

Concernant le TDI, « Shell Chemicals » protège ses employés et ses clients mais veut aussi se protéger de tout incident pouvant nuire à son image. En effet, personne ne souhaite revivre l'incident de Bhopal de 1985.

Shell va jusqu'à imposer des conditions aux clients, il y a un souci de ne pas nuire aux gens mais également une réputation qui est en jeu.

Section 4: Visibilité de ces changements auprès du grand public

Il est essentiel de rendre visible ces changements auprès du grand public afin de responsabiliser celui-ci. Les consommateurs veulent maintenant être informés à tout moment de l'impact potentiel de tout produit qu'il est susceptible de consommer, que ce soit au niveau de la santé ou de l'environnement. Les consommateurs ont donc une responsabilité envers l'évolution des modes de production et de leur impact sur l'environnement.

« Shell Chemicals » fait ici face à un obstacle important. En effet, il est essentiel pour une société comme « Shell Chemicals » de partager ses nouvelles valeurs et sa manière de travailler avec le grand public afin que ce dernier achète et consomme en connaissance de cause.

C'est pourquoi « Shell Chemicals » est avant tout très actif au niveau des clients et travaille avec ceux-ci en étroite collaboration. Ces clients sont aussi des citoyens, cela permet à Shell de partager ses valeurs avec un grand nombre de personnes.

« Shell Chemicals » a également choisi d'être actif au sein d'organisations telles que l'éco-

marathon, via des mécénats associés à des ONG ou encore plus récemment via une collaboration avec le magazine « National Geographic²⁰⁴ ». « Shell Chemicals » a choisi délibérément d'investir dans des domaines autres que ceux des produits chimiques, non pas pour se faire connaître, mais bien pour se faire reconnaître !

²⁰⁴ Shell a récemment proposé à ses employés une compétition de photos ayant pour thème le développement durable en action. Ceci se fait en collaboration étroite avec le magazine « National Geographic ». Les photos seront prises afin de représenter quelques uns, voir tous les principes de « Shell Chemicals » sur le développement durable en action, et ce dans le monde entier. Celles-ci seront illustrées prochainement dans le magazine « National Geographic », et le gagnant se verra offrir une expédition avec « National Geographic ».

Conclusion générale

Après avoir explicité les principes du développement durable, il est possible de faire plusieurs constats. Tout d'abord, il paraît évident que ce concept a bousculé les approches traditionnelles du développement économique et que les espoirs d'une application aisée de l'idée générale de durabilité étaient utopiques. Il semble impératif que les acteurs clés de cet enjeu, à commencer par les états, atteignent enfin un consensus général sur la signification du concept lui-même. Ce n'est qu'à partir de ce moment qu'un travail de fond pourra véritablement commencer. Lorsque l'on sait à quel point certaines habitudes sont ancrées dans notre mode de vie, l'effort nécessaire pour vaincre une telle inertie peut paraître surhumain. La conférence de Rio était l'essai. Est-ce que Johannesburg parviendra à le transformer?

Ensuite, il a été établi que les entreprises étaient un des acteurs clés du processus de développement durable. De plus en plus, elles intègrent ce concept au cœur de leur stratégie dans une démarche positive et transparente. Le développement durable demande à l'entreprise une vision à long terme, de la créativité ainsi que d'être à l'écoute de l'ensemble des publics concernés. En contrepartie, cela doit lui permettre de rester profitable et d'assurer sa pérennité. Les entreprises devront à l'avenir être capable de démontrer qu'elles opèrent de manière transparente. La qualité des données qu'elles fournissent est donc primordiale et la tendance va vers la vérification indépendante de celles-ci. Reste à éviter que le développement durable ne se transforme pas uniquement en argument de communication.

La technologie et l'innovation ont été évoquées comme un des moyens permettant d'évoluer sur le chemin du développement durable. Encore faut-il s'assurer que celles-ci aillent dans la bonne direction. En effet, si l'on prend l'exemple de la problématique de gestion des ressources non renouvelables, tant que la rareté d'une ressource ne sera pas reflétée dans son prix, le développement technologique n'ira pas forcément dans le sens d'une préservation du capital naturel. De Plus, tout apport d'une nouvelle technologie doit être évalué au regard de l'impact que celle-ci pourrait avoir sur l'environnement.

Enfin, nous avons illustré l'intégration du développement durable en entreprise par la présentation de trois projets dans le département de R&D des polyuréthanes au sein de « Shell Chemicals ». Ces trois projets ont démontré la volonté de Shell de s'engager sur le chemin du développement durable. Néanmoins, ils ont également révélé que des indicateurs de performance manquent encore cruellement. En effet, si le concept de développement durable est clairement défini dans la stratégie du groupe Shell et qu'il se décline en objectifs au sein de « Shell Chemicals », cela devient moins tangible lorsqu'on se place au niveau des activités du département R&D. Des données telles que le budget R&D consacré au développement durable ou encore le pourcentage de projets dédié au développement durable n'existent pas à ce jour. Il a également été constaté que l'idée d'adéquation entre la création d'une chaîne de valeur durable et ses retombées économiques est encore trop souvent présente.

Comme l'a constaté le rapport du PNUE intitulé « 10 ans après Rio », et ce malgré une sensibilisation grandissante des entreprises aux questions environnementales et sociales, les progrès accomplis depuis Rio sont encore inégaux. Que ce soit entre pays ou entre secteurs d'un même pays, force est de constater que, pour beaucoup d'entreprises, les affaires se poursuivent comme à l'accoutumée alors que des constats accablants continuent à se multiplier.

Quant à la société Shell, elle fait désormais partie des entreprises les plus engagées de son groupe d'industrie, ce qui a pour conséquence de tirer vers le haut les pratiques de tout le secteur et de le faire progresser sur le chemin ambitieux qu'est le développement durable.

Bibliographie :

1. livres de référence:

- Von Weizsäcker E.U., LOVINS A.B. et LOVINS L.H. (1997), *Facteur 4: deux fois plus de bien-être en consommant deux fois moins de ressources*, Terre Vivante, Mens.
- Ruggero Schleicher-Tappeser and Filippo Strati (1999) "Chapter IV : Sustainability - A New Paradigm for research ?", *From Ecosystem Research to Sustainable development*, EC EUR 18847 EN Mario Catizzone Ed.
- HERMAN E. DALY, BEYOND GROWTH (1996), *The economics of Sustainable Development*, Beacon Press, Boston.
- Philippe Saint Marc (1994), *L'Economie barbare*, Editions Frison-roche, Paris.
- sous la direction de Michel et Calliope Beaud, Mohamed Larbi Bouguerra (1993), *L'état de l'environnement dans le monde*, Editions La Découverte, Paris.
- Philippe Crabbé (1997), *Le développement durable : concepts, mesures et déficiences des marchés et des politiques au niveau de l'économie ouverte, de l'industrie et de l'entreprise*, Document hors série n° 16.
- Rapport Brundtland (1988), *Notre Avenir à tous*, rapport de la Commission Mondiale sur l'Environnement et le développement, Les Editions du fleuve, Montréal.
- Zaccai Edwin (décembre 2000), *Contribution à l'analyse des conceptions du développement durable*, thèse de doctorat en Environnement, Université Libre de Bruxelles.
- Schmidheiny S. (1992), *Changer de cap: réconcilier le développement de l'entreprise et la protection de l'environnement*, Edition Dunod.
- J. Elkington (1999), *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21ST Century Business*, capstone Publishing Ltd.
- Geneviève Féron, Charles-Henri d'Arcimoles, Pascal Bello, Najib Sassenou (2001), *Le développement durable, des enjeux stratégiques pour l'entreprise*, Editions d'Organisation.
- John Elkington (2001), *The Crysalis economy*, Editions Capstone.
- Pascale Corten-Gualtieri, Philippe Van haver, Walter De Jonge, Edwin Zaccai (1998), *Vivre ou Survivre ? Un état des lieux de notre planète*, Editions Lannoo.
- Roger Perman, Yue Ma, James Mc Gilvray, Michael Common (1999), Chapitre 3 : "concepts of sustainability", "Natural resources and environmental economics, Edition Longman, seconde édition.
- David Stanners and philippe Bourdeau (1995), European Environment Agency, *Europe's Environment*, EEA, Copenhagen.
- Contribution de Jacques De Guerlache, *Entreprises : pour intégrer précaution et proportion dans Le principe de précaution, significations et conséquences*, édité par Edwin Zaccai et Jean Noël Missa (2000), éditions des universités de Bruxelles.
- Geneviève Even-Granboulan (1998), *Ethique et économie, quelle morale pour les entreprises et le monde des affaires ?*, Editions L'Harmattan, France.
- Peter Drucker (1999), *L'avenir du management selon Drucker*, Editions Village Mondial, Paris.
- Kit Sadgrove (1992), *The Green Guide to profitable management*, Edition Gower.
- L.N. Philips., D.B.V. Parker. (1964), *Polyuréthanes, Chemistry, Technology and Properties*, Published for the Plastics Institutue.
- G.W. Ball, J.M. Busit and others specialists from Imperial Chemical Industries Ltd (1970), *Advances in Polyurethane technology*, édité par J.M. Buist et H. Gudgeon chez "Elsevier publishing company limited", Londres et Amsterdam.

- Gérard Valenduc, Patricia Vendramin, Jean-Yves Marion, Robert Berloznik, Dominiek Vancolen, Jan Van Rensbergen, *Développement durable et recherche scientifique, rapport final aux services des affaires scientifiques, techniques et culturelles et au conseil du développement durable*, Mars 1996.

2. Articles de revues et périodiques :

- Nathalie van Ypersele, *Recherche et innovation, objectif : 3%*, magazine Trends Tendances, 7 mars 2002.
- Brochure de la Fédération des Entreprises de Belgique, *Pourquoi et comment gérer l'environnement dans votre entreprise ?*, novembre 1999.
- Balastre S., *Le juste égoïsme*, Trends Tendances, n°5, février 2000.
- Marc Drillech, *Le boycottage va sûrement s'enraciner*, Le Monde 2, n°7, Mai 2001.
- BAE System, *Corporate Social Responsibility*, Review 2001.
- Greenpeace Magazine (Automne 2000), *dossier Le principe de précaution : mieux vaut prévenir que guérir!* Septembre-Octobre-Novembre, n° 47.
- Dixie Lee Laswell, *Sustainable Development: gaining competitive advantage*, EM Feature, février 2000.
- Ghislain de Montalembert, *Investir sans perdre son âme, les fonds éthiques sont fait pour vous*, Le Figaro Magazine, samedi 20 avril 2002.
- *La mondialisation : signe de fracture ?*, L'entreprise et l'homme, Janvier-Février 2002.
- Mens (2ème trimestre 2000), *Dossier sur l'environnement "mens sana in terra sana", développement durable : de la parole aux actes*, n°16.
- Wesley J. Box (June 2002), *A model solution for environmental management, using predictive models to achieve compliance*, EM Feature.
- Benoît Hopquin, *Les enfants de la balle du Pakistan*, journal Le Monde, 24 Février 1998.
- Laure Belot, *Le développement durable, nouveau passage obligé des entreprises*, journal Le Monde, le 19 Février 2002.
- Maite Cabeza Gutés, *The concept of weak sustainability*, Ecological Economics 17, 1996.
- Théodore Kheel, *Que reste-t-il de nos promesses ?*, La Libre Belgique, édition du 6 juin 2002.

3. Sites Internet :

- Site Internet d'ISOPA, <http://www.isopa.org>.
- Site Internet d'Eurochlor, <http://www.eurochlor.org>
- Site Internet <http://www.belspo.be/frdocfdd/fr/pubfr/avis/2001a11f.pdf>
- Site Internet d'Eurochlor, http://www.eurochlor.org/chlorsolvents/issues/issues1_2_2.html
- Site Internet <http://www.chemexpert.com>
- Site Intranet de « Shell Chemicals », <http://sww-chemicals-sd.shell.com/>
- Site Internet de BP France, http://www.bp-france.fr/pages_html/page_espritvert/page_echange.htm
- Site Internet de Siemens, <http://www.siemens-electromanager.com>
- Site Internet de Shell, <http://sww.shell.com/>

- Site Internet du PNUE, <http://www.uneptie.org/outreach/wssd/publications/publications.htm>
- Site Internet de la fédération des industries de Belgique, <http://www.fedichem.be/fr/CHEMresp/>
- Site Internet www.corp.aventis.com/future/fr/downloads/PDF/fut0101/social_contract.pdf
- Site Internet La publicité verte, <http://www.ecoconso.org>
- Site Internet de la Commission Interdépartementale du Développement Durable, <http://www.cidd.fgov.be>
- Site Internet de la Fondation du Roi Baudouin, <http://www.kbs-frb.be/edd-net/button2.html>
- Site Internet de Novethic, <http://www.novethic.fr>
- Site Internet d'Utopies, <http://www.utopies.com/themes/citoyentreprise>
- Site Internet <http://www.cnam.fr/depts/te/dso/lecture/teyssier.htm>
- Site Internet <http://www.sciencemag.org/cgi/content/full>.
- Site Internet d'Agora 21, <http://www.agora21.org>
- Site Internet des Nations Unies, <http://www.un.org/french/news/dpi1814>
- Site Internet de la Fédération des industries chimiques, <http://www.fedichem.be/FR/CHEMdev/1devFR.htm>
- Site Internet <http://www.environnement.gouv.fr/Johannesburg2002/dossier-documentaire.htm>.
- Site Internet de l'Association canadienne pour les Nations Unies, <http://www.unac.org/français/monitor/SusDev/background/history>
- Site Internet http://www.sdgateway.net/introduction/fr_definitions.

4. Autres documents :

- Entretien téléphonique avec M. Speeleveld, société Fedichem, le 15 juillet 2000.
- Entretien avec Carol Banner, directrice marketing et communication pour l'oxyde de propylène et les produits uréthanes, le 1 juillet 2002.
- Entretien avec M. André Orban, Association Européennes des solvants Chlorés, le 17 juillet 2002.
- Entretien téléphonique avec M. Joe Machado, directeur du département du développement durable pour le secteur chimique à Londres, le 1 août 2002.
- Entretien avec M. Cenens, directeur du « Monnet Center International Laboratory », Louvain-La-Neuve, le 2 août 2002.
- Hecq Walter, *Aspects économiques de l'environnement*, cours académique du DES en gestion de l'environnement, IGEAT, Université Libre de Bruxelles, le 25 mars 2001.
- Mme Van De Leemput, *Psychologie de la communication et de l'environnement*, cours académique du DES en gestion de l'environnement, IGEAT, Université Libre de Bruxelles, le 24 avril 2000.
- Van Damme, *Toxicologie des agents chimiques*, cours du DES en gestion de l'environnement, IGEAT, le 15 octobre 2000.
- Steenhout A., *Ecotoxicologie*, cours académique du DES en gestion de l'environnement, IGEAT, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, 18/10/2001.
- Zaccai Edwin, *Perceptions des problèmes de l'environnement*, cours académique du DES en gestion de l'environnement, IGEAT, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, 16/10/01.
- E-J. Gérard, H. Verstrate, B. Schlenter et W. Maas (2000), *DBTDL Replacement in High Resilience*

Slabstock Foams, Shell Chemicals.

- Wouter Koot, Wilfried P.M. Maas(2000), *Physical Properties of Flexible Polyurethane, liquid CO2, Slabstock Foaming Mixtures*, Shell Chemicals.
- “Memorandum of discussion”, *DBTDL in High resilience foam*, réunion à Rotterdam, 12 octobre 2000.
- Magazine “Shell World”, *Keeping an eye on the competition*, 4 November 200.
- « Business Sustainability », discours de James Smith le 24 janvier 2002 à Londres.
- *There is no alternative*, Shell Case studies- A contribution to the world Summit On Sustainable Development, juillet 2002.
- *A clear guide to doing business with Shell Chemicals*, Shell chemicals Information handbook, 2002.
- The Shell Report (1998), *Profits and Principles-does there have to be a choice?*.
- Prof. Yves Levi (juin-juillet 1999), *Les micropolluants à effets modulateurs endocriniens*, magazine Spectra Analyses, n°208.
- Arthur D Little, Prism (Q4/1998), *Sustainable Development: How real, How soon, and who’s doing what?*.
- Brochure *Les Plastiques, Acteurs du développement durable*, Association Of Plastics Manufacturers In Europe (AMPE), Juillet 2000.
- Rapport Solvay, *Pour un développement durable*, santé sécurité environnement 2001-2003.
- OCDE (1995), *Production et produits moins polluants ; vers une mutation technologique en vue d’un développement durable*, Paris.
- Raymond Van Ermen, *La coopération entre stakeholders : une alliance nécessaire pour réaliser consommation et production durables ?* Brochure résumant le texte du symposium (Production et consommation durables : une responsabilité commune) organisé par le CFDD le 24 avril 2002 à Bruxelles.
- Conseil Fédéral du développement durable, *Production et consommation durables: une responsabilité commune*, textes du symposium du 24 Avril 2002 à Bruxelles.
- Rapport *Planète vivante* du WWF (1999).
- Vlarem II, version anglaise sur le Site Internet http://www.emis.vito.be/wet_ENG_navigator/vlarem2.htm et les annexes que l’on peut trouver sur http://www.emis.vito.be/wet_ENG_navigator/vlarem2-bijlagen.htm
- Regulation (EC) No 2037/2000 of the European parliament and of the council of the 29 of June 2000 on “substances that deplete the ozone layer”.
- Directive relative à la réduction des émissions de composés organiques volatils dues à l’utilisation de solvants organiques dans certaines activités et installations. Directive 1999/13/CE DU CONSEIL du 11 mars 1999.