



# MUTATIONS ÉCONOMIQUES DANS LE DOMAINE DE LA CHIMIE

**FÉVRIER 2010**

**PIPAME**

Pôle interministériel de prospective et d'anticipation  
des mutations économiques

## SYNTHÈSE

### **Panorama et enjeux de l'industrie chimique en France**

L'industrie chimique représente une contribution au PIB français d'environ 18 milliards d'euros et de 182 000 emplois directs. Il s'agit d'un secteur fortement intensif en capital mais dont les agents éprouvent des difficultés à accéder au financement bancaire compte tenu de son caractère parfois cyclique. Les chaînes de valeur chimiques sont très largement internationales, ce qui se traduit par des échanges internationaux très importants (en 2007, 44 milliards d'euros d'exportations soit 13% des exportations nationales, 38 milliards d'euros d'importations pour un CA total d'environ 87 milliards d'euros). Le secteur chimique est actif en Recherche et Développement puisque ses investissements représentent 1,3 milliard d'euros, soit 5,4% du montant total en R&D au niveau national.

L'industrie chimique est un secteur très hétérogène qui regroupe des activités, des savoir-faire et des marchés finaux très différents comme la pharmacie, l'automobile, l'agriculture, la construction ou l'agroalimentaire. La classification entre "chimie de base" et "chimie de spécialité" ne rend pas compte de cette complexité. L'industrie chimique a un caractère "pervasif", ses produits sont utilisés dans de très nombreuses industries. Elle est souvent décrite comme l'industrie des industries.

L'industrie chimique française fonctionne largement comme un système ouvert, fortement dépendant de ressources non renouvelables et bon marché, encore assez éloigné de la durabilité. Ainsi un euro de valeur ajoutée par l'industrie chimique génère 59 grammes de déchets industriels dangereux et 1,6 kilogramme de CO<sub>2</sub> avec bien entendu une grande disparité selon les segments chimiques concernés. Dans ce cadre, les engagements du Grenelle de l'environnement, tant du côté des pouvoirs publics que des engagements volontaires de l'industrie, sont une base qui appelle des prolongements.

La chimie en France est représentée par quelques grands champions mondiaux de souche française : Total, Rhodia, Arkema, Air Liquide, Roquette, ... et par de nombreuses PME/PMI concentrées sur des domaines de chimie de spécialité. Sont également largement présentes en France les filiales de groupes internationaux tels que Solvay, BASF, Basell, Exxon ou INEOS. Il existe de nombreux domaines chimiques dans lesquels la France peut être considérée comme leader européen ou mondial, que ce soit par les activités de ses grands groupes ou de ses PME : chimie du fluor, chimie du soufre, polyamides, chimie du traitement de l'eau, arômes et fragrances, chimie du traitement des métaux, chimie de l'amidon, ...

Cependant en France, et plus généralement sur le territoire européen, la chimie connaît une fragilité double, en amont et en aval de sa chaîne de valeur.

En amont, l'activité pétrochimique ou de première transformation est déclinante en Europe et les nouvelles capacités de transformation tendent à se positionner à court terme au Moyen-Orient afin d'accéder directement à l'éthane, matière première très compétitive ou en Asie pour une intégration plus directe avec les industries en aval utilisatrices.

En aval, le déclin des industries traditionnelles est associé à des délocalisations ainsi qu'à des mouvements de concentration qui pèsent sur le pouvoir de négociation des industries intermédiaires comme l'industrie chimique. La compétitivité-prix redevient alors un enjeu important et invite à suivre fournisseurs et clients.

## Contexte de l'économie durable

Les enjeux du développement durable sont bien connus et désormais largement partagés par l'ensemble des acteurs des secteurs privés et publics. Ils recouvrent une dizaine de problématiques critiques et interconnectées telles que le changement climatique, la raréfaction des ressources fossiles et des ressources en eau, les enjeux du développement humain, l'érosion de la biodiversité ou la pollution, pour lesquelles des solutions cohérentes devront être trouvées dans le moyen / long terme.

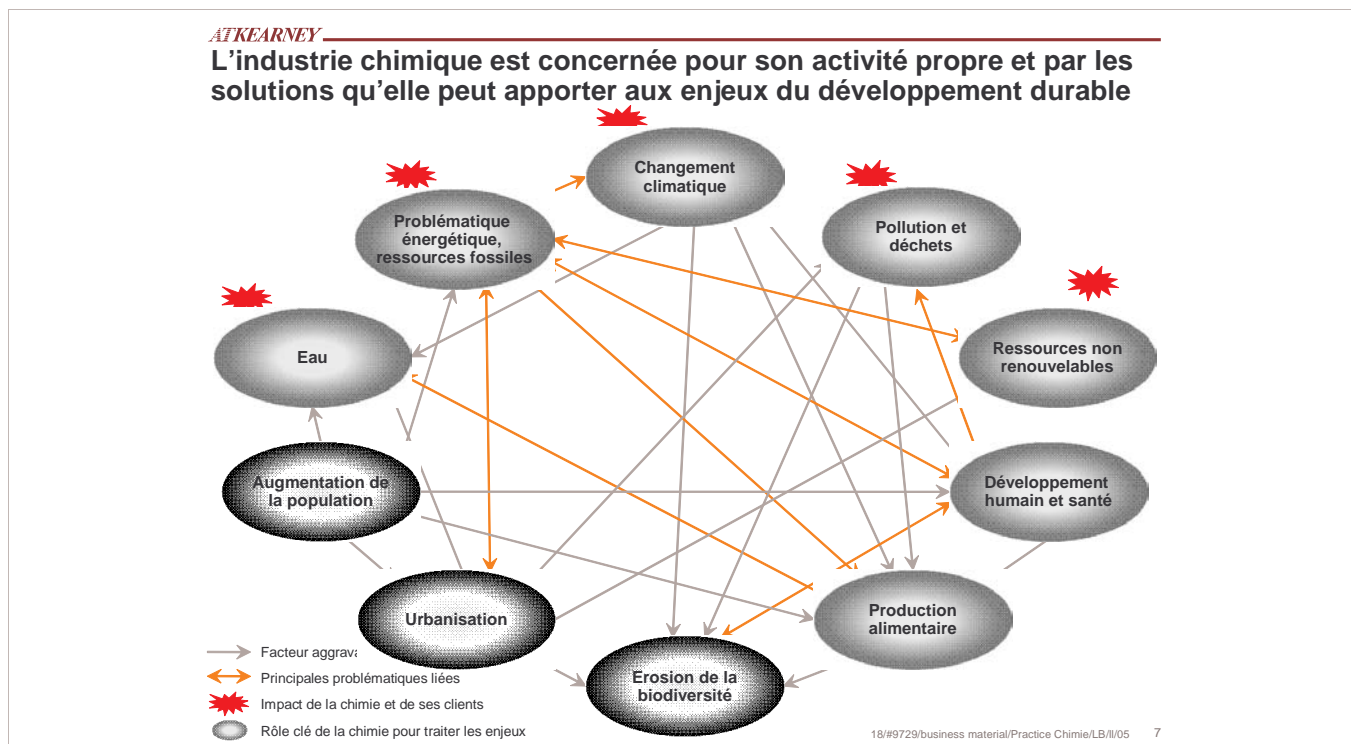
L'activité économique a un impact significatif sur ces problématiques. Afin de faire face aux enjeux sociétaux de la durabilité, il importe donc de réunir l'ensemble des agents économiques (entreprises, consommateurs, État) autour d'une politique industrielle qui puisse à la fois contribuer à résoudre les problématiques de durabilité – elles-mêmes parfois contradictoires - tout en ménageant trois impératifs additionnels :

- Impératif économique : la transformation de l'économie doit, dans le court terme, être compatible avec des objectifs de croissance du PIB et de l'emploi ;
- Impératif de compétitivité internationale : il importe que les mesures prises en France ne conduisent pas à obérer durablement la compétitivité de l'industrie française (par exemple en augmentant significativement ses coûts de production sans contrepartie) ;
- Impératif social : enfin, des considérations environnementales pourraient aboutir à la nécessité d'organiser la restructuration profonde voire la disparition de certaines filières industrielles – et/ou leur remplacement par d'autres, fondées sur des connaissances ou des expertises différentes. La question de la transition vers une nouvelle organisation de l'économie devra donc être traitée avec soin pour éviter les dommages sociaux.

L'économie durable, qui vérifie toutes les contraintes listées ci-dessus peut être définie comme une économie qui maîtrise ses flux de matière et d'énergie, basée sur la conception et la production de biens durables et recyclables, à l'impact le plus faible possible sur les écosystèmes et favorisant le progrès social.

## Rôle de la chimie dans l'économie durable

L'industrie chimique, en tant que fournisseur de produits de base ou de spécialité pour l'agriculture, l'industrie ou les services, a une position singulière dans le dispositif de durabilité. La **chimie durable** peut ainsi être comprise comme l'industrie chimique qui maîtrise durablement sa propre empreinte environnementale et qui contribue à réduire celle des autres industries ou secteurs applicatifs, tout en respectant les impératifs de compétitivité économique et de progrès social.



Ainsi, la présente étude s'est attachée à déterminer :

- de quelle manière l'industrie chimique peut contribuer à favoriser la transition vers l'économie durable ;
- comment les pouvoirs publics peuvent agir pour faciliter, à leur tour, la transition de la chimie vers une chimie durable.

## Les voies d'accès à une chimie durable

### Leviers utilisables

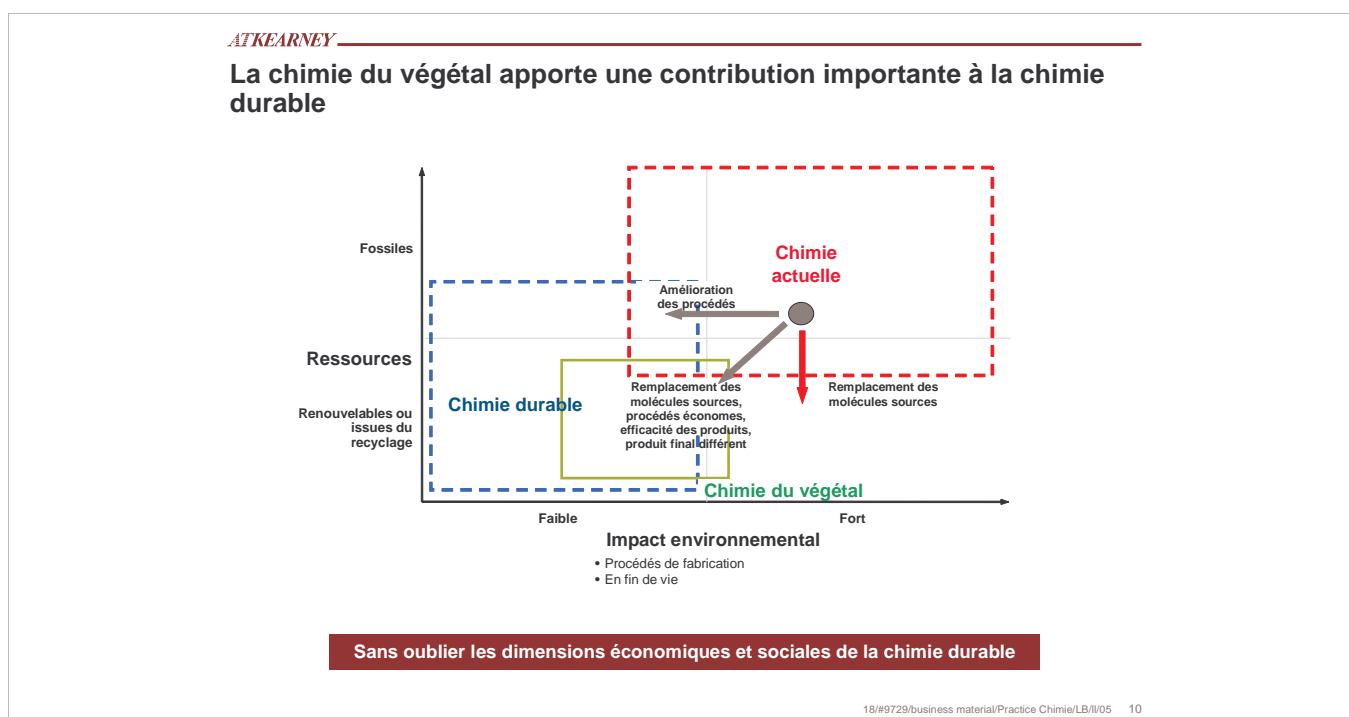
La chimie est la science de transformation de la matière et l'industrie chimique met en œuvre sur la base de ses connaissances scientifiques un bouquet de technologies pour produire économiquement l'ensemble des substances correspondant à la demande des marchés. A partir de ressources (gaz, liquides ou solides), un procédé permet d'obtenir une nouvelle matière, plus ou moins durable, qui est à son tour utilisée par des industries aval pour un usage plus ou moins durable.

Dans ce cadre, les leviers utilisables par l'industrie chimique pour tendre vers la durabilité sont de trois natures :

- **Procédés : améliorer la durabilité intrinsèque de l'industrie chimique** : de nombreuses pistes existent pour limiter l'empreinte environnementale de l'industrie chimique elle-même et notamment autour de la catalyse (classique ou enzymatique), des techniques de contrôle et de caractérisation de la matière à l'échelle atomique ou de la microfluidique permettant de repenser certains modes de production actuels.
- **Gérer les ressources, utiliser tous les leviers pour faire face à la rareté des ressources** : La matière ne peut plus être seulement considérée de manière indirecte, comme support de

fonctionnalités ou d'économies d'énergie, elle devra également à terme être appréhendée pour elle-même, dans le sens d'une responsabilisation de nos sociétés. Eau, ressources organiques, métaux ne pourront pas éternellement être exploités dans le cadre d'un circuit ouvert, reposant sur les capacités de l'environnement, en entrée et en sortie. La rareté des ressources impliquera le passage à une économie circulaire dans laquelle le raisonnement en termes de stock se substituera à la référence quasiexclusive aux flux. Recyclage et Chimie du végétal constituent les piliers essentiels d'une économie circulaire de la matière. La chimie doit constituer un moteur de ce défi qui lui offre un nouvel élan.

- **Nouveaux marchés, intégrer la chimie dans les filières d'avenir** : il s'agit pour la chimie de contribuer à la durabilité en mettant au point de nouveaux produits permettant d'améliorer la durabilité des industries aval (matériaux plus légers, isolants, recyclables, solutions de stockage de l'énergie, ...) voire de réparer des désordres au travers de technologies de chimie curative.



## Procédés : améliorer la durabilité intrinsèque de l'industrie chimique

Outre l'action de la chimie sur la durabilité de l'ensemble de l'industrie, il est également nécessaire de continuer d'améliorer la durabilité intrinsèque de l'industrie chimique, via l'amélioration de ses procédés. Deux grandes technologies semblent à ce titre particulièrement pertinentes : la catalyse et l'intensification des procédés.

La catalyse recouvre de nombreux domaines, notamment :

- Les technologies non enzymatiques, reposant sur une technologie ancienne mais particulièrement transverse aux différentes applications de la chimie, la plupart des réactions chimiques faisant appel à des catalyseurs. Malgré sa maturité, des améliorations, voire des ruptures sont encore possibles tant en termes de création de valeur que d'amélioration de la durabilité notamment en matière de catalyse hétérogène.



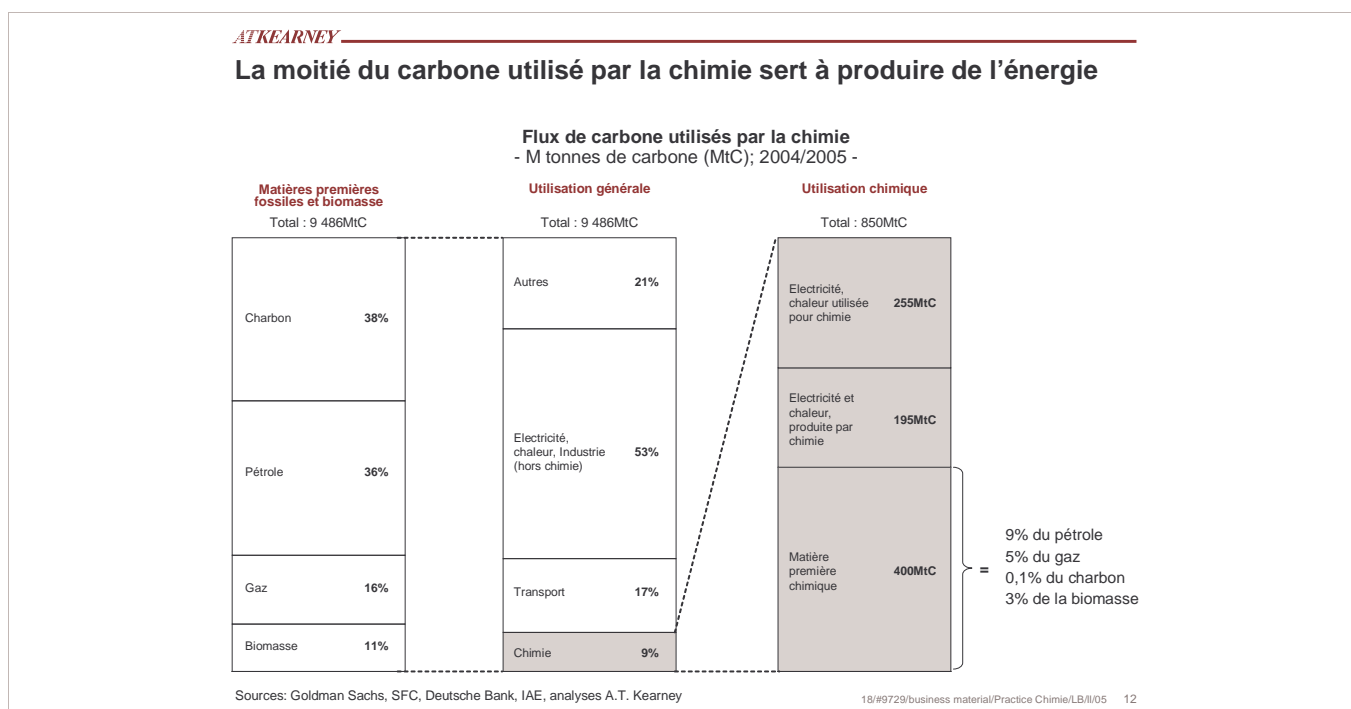
- Les biotechnologies blanches concernent l'utilisation de systèmes biologiques (bactéries) pour la fabrication, la transformation ou la dégradation de molécules grâce à des procédés enzymatiques ou de fermentation. Ces technologies représentent un potentiel d'amélioration très significatif des rendements des réactions. Elles pourraient permettre d'accomplir des économies d'énergie significatives (et éventuellement de carbone fossile utilisé en matière première) mais nécessitent une modification radicale des infrastructures industrielles et des savoir-faire.

L'intensification des procédés recouvre également différentes technologies :

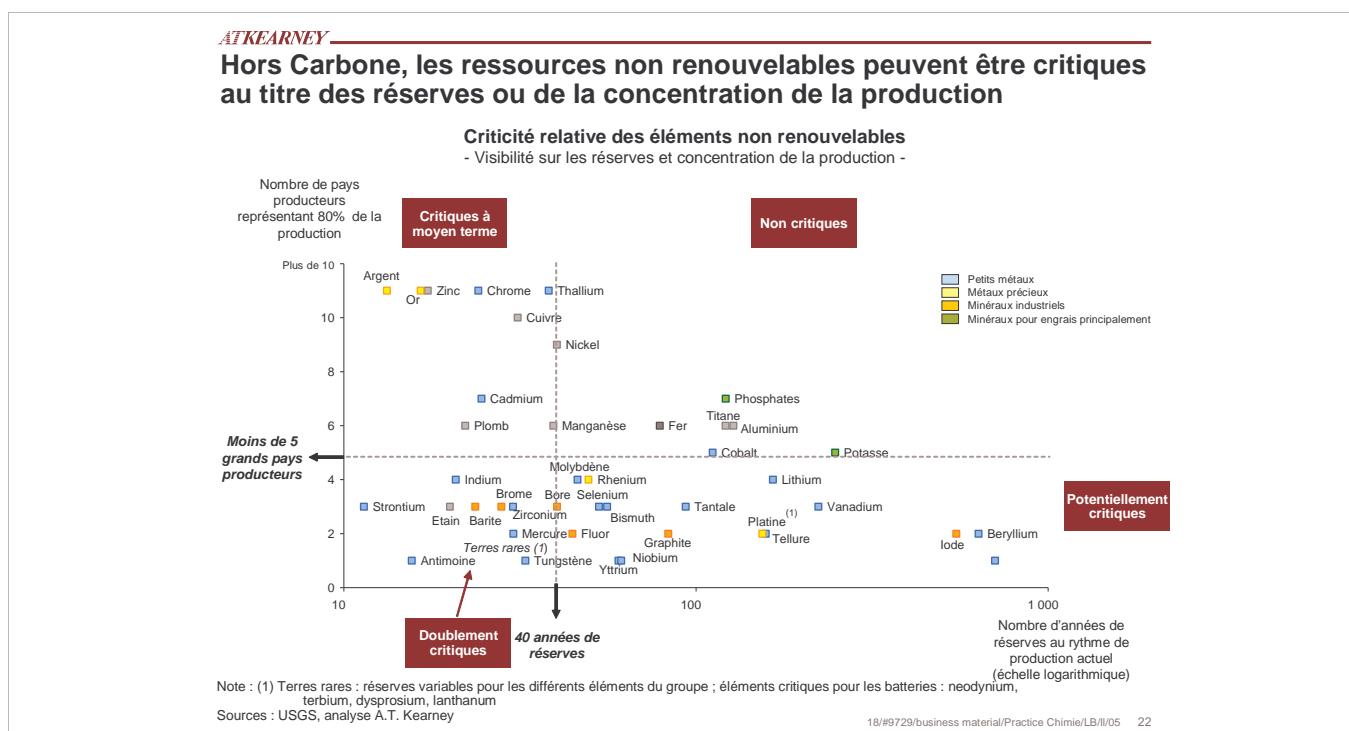
- La microfluidique regroupe un ensemble de techniques visant à permettre le remplacement d'infrastructures lourdes, coûteuses et fortement consommatrices d'énergie, par des équipements plus petits, plus efficaces, plus sûrs, plus automatisables (robotique) et diminuant l'impact environnemental. L'application de ces technologies permettrait notamment de faire évoluer les lignes de production et d'installer des réacteurs au plus près des sites des clients. Cette nouvelle organisation permettrait ainsi de réduire l'impact des risques environnementaux liés au transport de composés dangereux, et constituerait également une opportunité de services additionnels pour de nombreuses PME chimiques.
- D'autres recherches sont en cours, qui concernent la modification des réactions actuelles pour aboutir à une utilisation plus efficace des ressources et une économie d'atomes.

**Ressources : utiliser tous les leviers pour faire face à la rareté des ressources**

A moyen terme, l'augmentation de la croissance mondiale pose la question de la dépendance de l'économie aux ressources fossiles non renouvelables. À plus court terme, la tension sur les matières premières, notamment énergétiques, pose la question de la pérennité économique de certaines filières voire du risque de dépendance géopolitique. La chimie utilise dans le monde l'équivalent de 850 millions de tonnes de carbone par an.



Au-delà de la ressource carbone que la chimie transforme et utilise comme source d'énergie, de nombreuses ressources minérales sont également transformées par l'industrie chimique. Parmi ces ressources minérales certaines présentent des profils de risque important quant à leur disponibilité à venir : il s'agit en particulier des terres rares (utilisées pour la catalyse, les batteries, ou les nouvelles ampoules, ...), du Lithium particulièrement en demande pour les nouvelles batteries, ou de certains métaux nobles.



Quatre grands leviers peuvent être utilisés pour réduire la dépendance de l'économie à ces ressources non renouvelables. Ces leviers sont complémentaires, dans le sens où ils s'appliquent à des situations différentes, ils doivent donc être tous utilisés de manière parallèle, sans privilégier l'un plutôt que l'autre.

### • Substitution par les ressources renouvelables

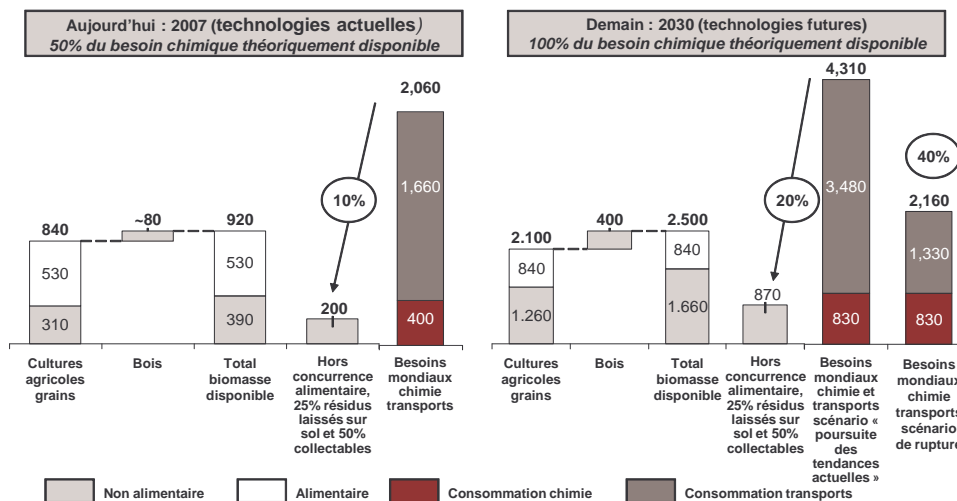
- Ce levier est particulièrement pertinent pour l'ensemble des produits à base fossile de nature "périssables", c'est-à-dire qui sont dispersés après usage (comme par exemple les shampoings). Ces produits ne pouvant en effet pas être recyclés doivent être produits à partir d'un substitut durable aux hydrocarbures. D'une manière générale les produits de spécialité apportant une performance technique, environnementale ou toxicologique (substitution de produits ne passant pas les tests REACH) sont des débouchés intéressants pour les ressources végétales ;
- Parmi tous les modèles de chimie du végétal, capables de transformer des agroressources, la chimie des sucres semble offrir le potentiel de développement le plus important. L'amélioration des rendements et des productivités actuelles nécessite un effort accru dans la recherche en biotechnologies, au travers de coopérations renforcées entre chimistes et

biologistes. Sans compétition avec les usages alimentaires et compte tenu du développement probable des biocarburants, environ 10-20% des besoins carbone de l'industrie chimique mondiale pourraient être satisfaits par la chimie du végétal à l'horizon 2020 ;

- La biomasse ne peut substituer que partiellement le carbone fossile utilisé dans les secteurs du transport (entre 20% et 40% à l'horizon 2030 selon le scénario choisi : 20% dans le cas d'un scénario de croissance identique à ce que nous avons connu ces dernières années, 40% dans le cas d'une réduction très volontariste des émissions dans les transports au niveau mondial) et de la chimie. La question de l'arbitrage entre les valorisations du carbone renouvelable est donc posée. Dans la mesure où le carbone renouvelable est la seule alternative connue au carbone fossile dans le secteur de la chimie, les politiques de valorisation de la biomasse pourraient être réajustées en faveur de l'utilisation du carbone renouvelable en chimie. Ceci passera par le développement de la technologie. D'un côté, il faut développer en priorité des produits chimiques biosourcés pour lesquels le recyclage n'est pas possible ou qui présentent des caractéristiques techniques (e.g. : compatibilité Reach, biodégradabilité, ...) qui ne peuvent être remplies par des produits chimiques à base de carbones fossiles. D'un autre côté, le développement de nouvelles technologies non carbonées dans le secteur du transport contribuera à offrir progressivement des alternatives à l'utilisation du carbone fossile dans les transports (véhicules électriques, source d'énergie nucléaire ou photovoltaïque,...).

### A long terme, 20-40% des besoins de la chimie et des transports pourraient être comblés par les ressources renouvelables

Comparaison entre le carbone utilisable à partir de la biomasse (hors algues) et la consommation de l'industrie chimique et des transports dans le monde  
- Monde ; Millions de tonnes de carbone ; 2007 - 2030 -



- **Développement du recyclage**

- Ce levier est quant à lui particulièrement adapté aux produits "non périssables", dont les composantes sont susceptibles d'être récupérées en fin de vie pour être réutilisées ;
- La revue de l'existant en matière de recyclage montre que ce sujet est très faiblement promu en France. La recherche dans ce domaine (mise au point de procédés innovants, réutilisation des matériaux sans dégradation des usages) est très peu développée alors qu'il s'agit d'une



technologie à fort potentiel, à la fois d'un point de vue économique et d'un point de vue de durabilité. Par ailleurs, les investissements industriels privés dans ce domaine sont encore faibles puisque le prix actuel des matières premières rend non économique le processus de recyclage ;

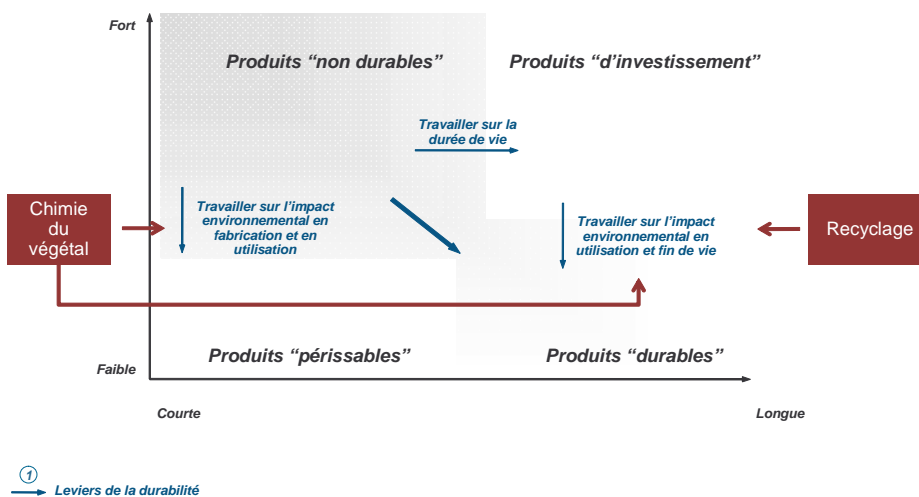
- Ce levier pourrait cependant être actionné dès maintenant via l'action publique. L'exemple de la chaîne de valeur des plastiques automobiles a montré que le développement du recyclage était susceptible de générer en France une valeur ajoutée de l'ordre de 0,5 à 1 milliard d'euros et d'avoir un impact environnemental très positif (réduction des déchets plastiques de fin de vie). Ce développement devra se faire en tenant compte des impacts environnementaux liés à l'efficacité énergétique et à la logistique.

- **Amélioration de la durabilité des produits via la promotion de l'économie de la fonctionnalité**

- Au-delà des deux leviers exposés précédemment, il est également possible de contribuer à la durabilité de l'économie en travaillant sur la durée de vie des produits finaux. Ainsi, en sortant de la logique de l'obsolescence programmée, et en rendant le réutilisable, le durable et le réparable socialement et économiquement valables, il est possible de réduire l'impact environnemental de l'outil de production industriel de manière significative ;
- Sans changement majeur de paradigme, il est également possible d'évoluer vers une durabilité accrue des biens de consommation en favorisant l'établissement de nouveaux modèles économiques de type "économie de la fonctionnalité". Dans ce genre de modèle, les entreprises industrielles deviennent prestataires de services plutôt que producteurs de biens, le service fourni étant alors la fonctionnalité offerte par le produit plutôt que le produit lui-même. L'entreprise fonctionnant suivant cette logique doit alors axer son développement sur la préservation de son actif, afin d'en maximiser la rentabilité, s'inscrivant ainsi dans une perspective à long terme et dans une vision durable de ses produits et de son activité. L'évolution vers ce type d'économie suppose, pour les entreprises notamment du secteur chimique, des transformations importantes en matière de compétences et de modèles d'affaires ;
- Notons en outre que l'évolution vers des modèles de cette nature représente une opportunité significative pour de nombreuses PME de l'industrie chimique. En effet, celles-ci sont parfois positionnées sur des technologies matures, sans réelles capacités de différenciation, et sont donc mises en danger par l'érosion des prix imposée par les grands clients. Dans ce cadre de concurrence de prix, la diversification vers les services représente une opportunité de différenciation très pertinente de nature à favoriser la croissance des PME chimiques dont l'impact sur l'emploi dans ce secteur est très positif.

ATKEARNEY

**Le recyclage semble adapté aux produits d'investissements alors que la chimie du végétal est la seule à pouvoir améliorer la durabilité des produits à courte durée de vie**



### • Politique d'approvisionnement d'État à État

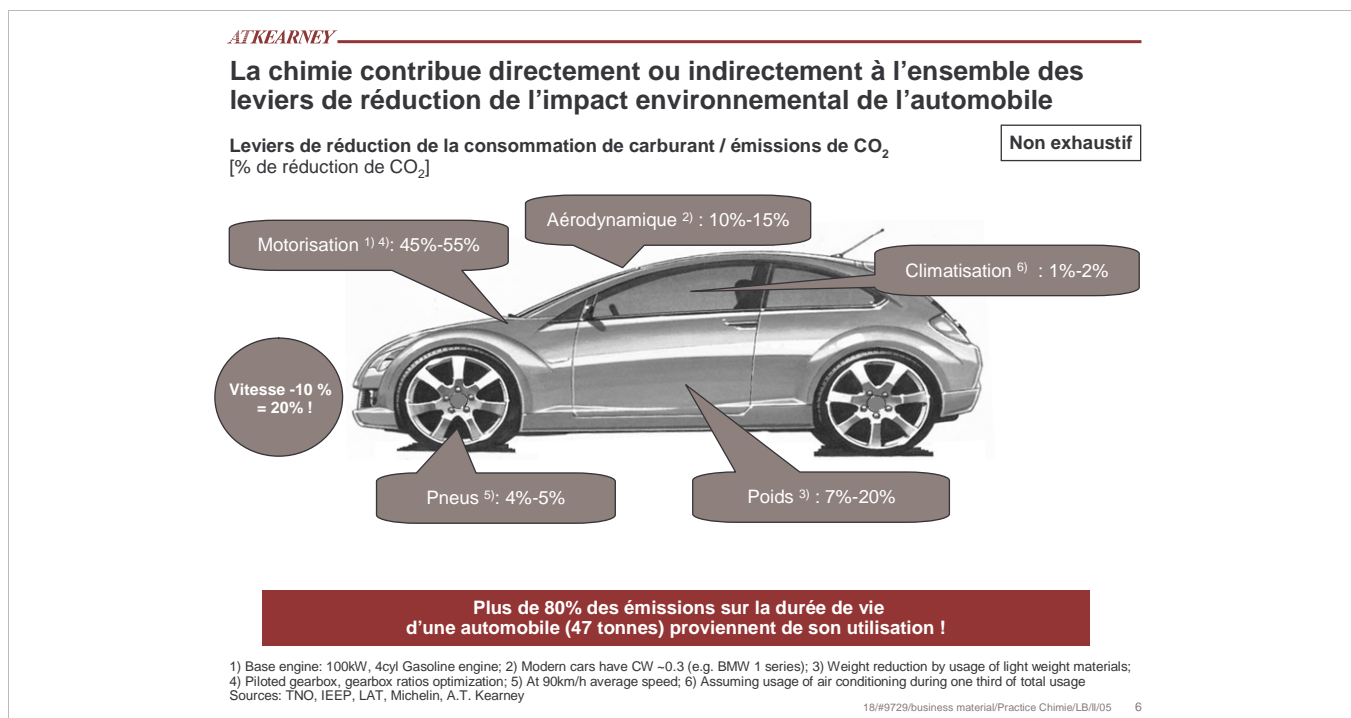
Pour certaines matières premières qui vont devenir très demandées par les nouvelles technologies, notamment pour produire de l'énergie décarbonée ou pour stocker l'énergie, le développement pérenne de filières industrielles en France nécessitera de diversifier les sources d'approvisionnement et dans certains cas de mener des négociations d'État à État pour sécuriser ces ressources.

### Nouveaux marchés : intégrer la chimie dans les filières d'avenir

La contribution de l'industrie chimique à l'économie durable ne doit pas être mesurée aux bornes de l'activité chimique proprement dite, mais doit au contraire englober l'ensemble de la chaîne de valeur dans laquelle la chimie s'intègre. L'industrie chimique est en effet susceptible d'avoir un impact déterminant sur la durabilité globale de la chaîne, en agissant sur la durabilité des produits finaux. Deux exemples illustrent ce principe :

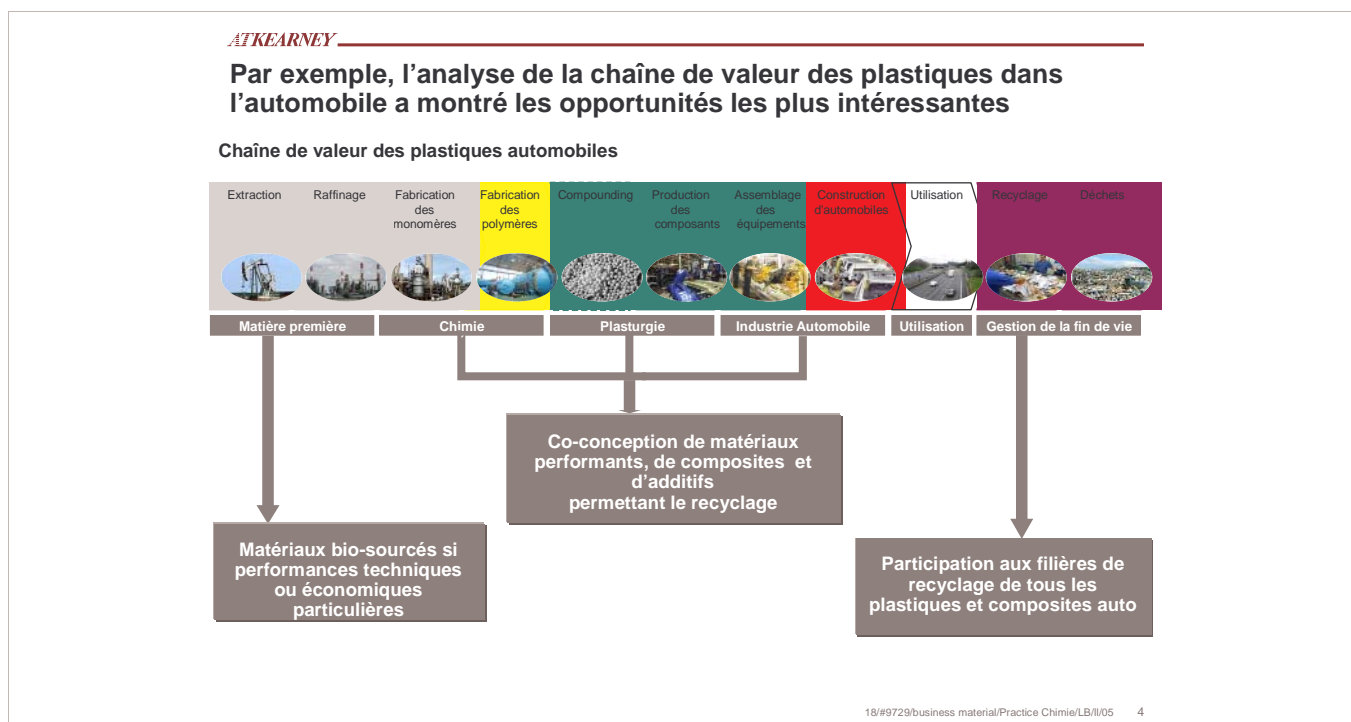
- La mise au point de plastiques de performance (qui peuvent être parfois biosourcés), susceptibles de se substituer au métal dans la conception des véhicules, même si elle augmente les émissions polluantes aux bornes de l'industrie chimique, permettrait de réduire le poids moyen des véhicules et ainsi de réduire les émissions globales de 20% (pour une réduction de poids de 20%) sur l'ensemble de la chaîne de valeur automobile.
- Ce principe selon lequel les émissions des industriels de la chimie peuvent être largement compensées par les bénéfices liés à l'usage de leurs produits a été confirmé par de nombreuses analyses de cycle de vie réalisées par des grands chimistes ou par des associations ; les économies d'émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'usage de nouveaux produits sont en moyenne deux à trois fois plus importantes que les émissions de CO<sub>2</sub> nécessaires à la production de ces nouveaux produits. L'analyse sur le cycle de vie d'une automobile en est un bon exemple : sur 47 tonnes de CO<sub>2</sub> émises au cours de l'ensemble de son cycle, des matières premières à la fin de vie, 80% le sont lors de son

utilisation. La chimie peut très fortement contribuer à réduire ces 80%, par exemple en apportant des solutions de réduction du poids du véhicule (matériaux plus légers).



- Les bénéfices liés à l'intégration de la chimie dans des filières dépassent en outre largement le cadre environnemental. Ainsi, le GFI (groupe des fédérations industrielles) pose comme objectif pour l'industrie française à 2020 la prise de positions de leader sur certains marchés d'avenir, liés à l'évolution de la démographie, au développement durable, à la mobilité et aux technologies de rupture (concernant notamment les nouveaux matériaux ou l'énergie). Or, la capacité à développer des produits innovants dans ces secteurs repose en partie sur une innovation chimique en amont, comme cela est développé dans les deux exemples ci-dessous. Dans une perspective d'allocation de ressources publiques limitées sur certains secteurs industriels, il nous semble donc pertinent, non pas de considérer comme un secteur industriel la chimie de base, la chimie de spécialité ou l'un de leurs sous-segments, mais plutôt de considérer un marché final et de soutenir l'ensemble des industries (notamment chimiques) qui concourent à servir ce marché :
  - La croissance de l'industrie automobile repose sur le succès industriel et commercial de véhicules utilisant de nouveaux systèmes de propulsion. Or, ceux ci sont très fortement liés au développement de nouveaux modèles de batteries plus performantes, capables d'assurer aux véhicules une autonomie supérieure à 80 km (technologie actuelle). La chaîne de valeur des batteries est complexe, mais elle inclut une étape chimique en amont, dont l'importance est critique dans la mesure où une amélioration sensible de la performance ne pourra être obtenue que par une innovation chimique ;
  - Un autre marché porteur est celui du photovoltaïque, estimé à 10 Md\$ mondialement et qui devrait poursuivre sa forte croissance dans le futur, tiré par les besoins de gestion plus rationnelle de l'énergie dans de nombreux secteurs (bâtiment, industrie,...). L'innovation dans ce domaine pourrait là encore provenir de la chimie, liée au développement des polymères

conducteurs, qui permettrait de développer des enduits photovoltaïques ne nécessitant pas de silicium, beaucoup moins coûteux et beaucoup plus simples à utiliser.



### Comment enclencher la dynamique ?

L'évolution vers l'économie durable décrite ci-dessus engage l'ensemble des acteurs de la société et ne saurait être imposée unilatéralement par l'État. Pour autant, les impératifs économiques de court terme rendent peu probable une évolution importante purement inspirée par le secteur privé. Il importe donc de déterminer de quelle manière les pouvoirs publics peuvent enclencher une dynamique vertueuse et l'accompagner dans la durée. Les outils utilisables dans ce cadre, à utiliser de manière cohérente et équilibrée, sont les suivants :

- L'investissement direct public (dans la R&D et la création de pilotes industriels)
- La réglementation
- Le maintien de la cohérence des différentes initiatives vers la durabilité et l'animation des filières

### Investir dans des projets à fort impact

Le premier rôle des pouvoirs publics est d'identifier les technologies les plus critiques (suivant des critères économiques, environnementaux et sociaux), via l'établissement d'une cellule de veille centrale. A titre d'exemple, une analyse préliminaire a ainsi identifié six technologies prioritaires : la catalyse non enzymatique, les biotechnologies blanches (micro-organismes, fermentation et enzymes, la microfluidique, le stockage d'électricité, le photovoltaïque organique, les technologies du recyclage et les technologies de la dépollution).

Une fois les technologies clairement identifiées, l'État peut intervenir directement et par une action s'inscrivant dans la continuité :

- en finançant des projets de recherches académiques ou industriels portant sur ces domaines. Les modes de financement sont variés et engagent plus ou moins la décision de l'État dans le choix précis du sujet de recherche. Il est ainsi possible de financer directement des laboratoires de recherche ou des pôles de compétitivité, ou de mener une activité de financement de start-ups innovantes comme cela est réalisé par le DOE (*Department of Energy*) américain qui investit dans des start-ups engagées dans l'énergie photovoltaïque ;
- en finançant la mise au point de démonstrateurs industriels pour des technologies existantes. Ainsi, le développement à grande échelle de techniques de recyclage de plastiques repose aujourd'hui sur une validation industrielle de ces techniques, qui pourrait être accélérée en finançant un démonstrateur. Des pays comme l'Allemagne ou les États-Unis ont créé des agences publiques spécialement dédiées au transfert de la recherche académique au milieu industriel. C'est le cas par exemple du NREL (*National Renewable Energy Laboratory*) américain ou du centre d'évaluation photovoltaïque de Freiburg en Allemagne ;
- en utilisant son pouvoir d'actionnaire de grands groupes pour veiller à créer les conditions d'investissement favorables à des projets innovants, à garantir des débouchés à de nouvelles technologies et ainsi limiter les risques d'investissement et par là même les difficultés de financement.

### **Utiliser toutes les ressources de la réglementation**

La problématique de l'usage de la réglementation doit être analysée sous l'angle de la compétition internationale. Les mesures prises en France doivent être conçues de manière à inciter les entreprises à faire évoluer leur stratégie vers la durabilité, mais sans pour autant obérer durablement leur compétitivité (par exemple en leur imposant des surcoûts critiques).

L'action de l'État doit intégrer l'usage de l'ensemble des outils à sa disposition d'une manière cohérente. Ainsi, si l'on considère les meilleures pratiques en matière de politiques liées au développement durable (en se fondant sur des exemples tirés du développement du photovoltaïque et du recyclage), on constate que les États ont à la fois :

- Utilisé toutes les ressources de la réglementation
  - Tarifs : fixation de tarifs préférentiels d'achat de l'électricité photovoltaïque en Allemagne et dégressivité du taux d'indemnisation pour assurer la baisse des coûts via le développement de nouvelles technologies moins coûteuses (plastique photovoltaïque)
  - Fiscalité :
    - crédits d'impôt, ex: ITC (Investment Tax Credit) aux États-Unis pour l'installation de systèmes photovoltaïques
    - Nouvelles taxes, ex: taxe sur les bouteilles en PET en Suisse, taxe de recyclage au Japon
  - Labels: création du Duals Systems Deutschland qui a créé un label de recyclage des emballages qui peut être affiché par les entreprises qui vérifient certaines contraintes
  - Utilisation de la commande publique pour imposer des objectifs aux fournisseurs (ex : recyclabilité des matériaux utilisés)
  - Normes : rôle actif joué dans l'élaboration et l'imposition de normes et standards internationaux.



- Inscrit les nouvelles mesures au sein d'une politique cohérente plus large
  - L'ensemble disparate des mesures concernant le recyclage (stockage de déchets, conception des produits, valorisation énergétique, production de mobiliers urbains en plastique, etc.) ont été revues par le gouvernement japonais pour éviter les comportements opportunistes des acteurs et assurer l'efficacité globale.
- Organisé la filière, en s'assurant des responsabilités de chacun pour profiter des effets de la croissance verte
  - Le Japon a créé une agence dédiée à la gestion de la filière du recyclage des emballages (la JCPRA), qui assure la bonne collaboration de l'ensemble des parties prenantes (industriels, collectivités locales, recycleurs) en plus de fonctions réglementaires (ex: enregistrement des recycleurs et vérification de leurs bilans).
- Assuré le financement des mesures
  - Les mesures les plus efficaces ont été financées par l'établissement de quotas monnayables, d'une taxe spécifique ou d'une prise en compte du recyclage dans la taxe carbone.

#### **Assurer la cohérence de la vision et animer les filières au niveau local**

De très nombreux projets sont actuellement menés parallèlement que ce soit en France ou en Europe, qui concernent le développement durable, la chimie durable, l'identification des technologies et des marchés du futur, etc. Tous ces sujets étant très fortement reliés, il importe d'assurer la cohérence de la vision en matière d'économie durable et de limiter les initiatives visant à mobiliser des ressources pour mener des projets collectifs. Ainsi, en matière de chimie durable, l'ensemble des travaux pourrait être orienté par le COSIC et piloté opérationnellement par Suschem France.

En plus du rôle direct d'investisseur décrit plus haut, l'État, et notamment les collectivités locales et territoriales, peuvent avoir un rôle d'animation de filières afin de rapprocher différents acteurs autour de projets fédérateurs. L'exemple de la Lorraine peut notamment être cité à ce titre. La société Ineos qui est installée dans cette région disposait d'actifs industriels lourds, destinés à polymériser le propylène mais inutilisés. A la recherche d'un moyen d'utiliser ces actifs, Ineos a accueilli très favorablement l'idée proposée par la DRIRE Lorraine de réaliser, avec une société locale opérant dans le recyclage des déchets automobiles, un projet commun de mise au point d'un système de recyclage des plastiques. Le développement de technoparc chimiques, permettant la mutualisation d'infrastructures coûteuses et la mise en place de centres techniques locaux, est également un axe concret pour favoriser ces échanges et assurer l'efficacité de la mise en œuvre de la vision au niveau local.