



MUTATIONS ÉCONOMIQUES DANS LE DOMAINE AUTOMOBILE

1 : Contexte économique mondial

AVRIL 2010



1 : Contexte économique mondial



Pôle interministériel de prospective et d'anticipation
des mutations économiques



direction générale de la compétitivité
de l'industrie et des services



Délégation interministérielle
à l'aménagement du territoire
et à l'attractivité régionale

Le pôle interministériel de prospective et d'anticipation des mutations économiques (PIPAME) a pour objectif de construire, en coordonnant l'action des départements ministériels, un éclairage de l'évolution des principaux acteurs et secteurs économiques en mutation, en s'attachant à faire ressortir les menaces et les opportunités pour les entreprises, l'emploi et les territoires.

Des changements majeurs, issus de la mondialisation de l'économie et des préoccupations montantes comme celles liées au développement durable, déterminent pour le long terme la compétitivité et l'emploi, et affectent en profondeur le comportement des entreprises. Face à ces changements, dont certains sont porteurs d'inflexions fortes ou de ruptures, il est nécessaire de renforcer les capacités de veille et d'anticipation des différents acteurs de ces changements : l'État, notamment au niveau interministériel, les acteurs socio-économiques et le tissu d'entreprises, notamment les PME.

Dans ce contexte, le PIPAME favorise les convergences entre les éléments microéconomiques et les modalités d'action de l'État. C'est exactement là que se situe en premier l'action du PIPAME : offrir des diagnostics, des outils d'animation et de création de valeur aux acteurs économiques, grandes entreprises et réseaux de PME / PMI, avec pour objectif principal le développement d'emplois à haute valeur ajoutée sur le territoire national.

Le secrétariat général du PIPAME est assuré par la sous-direction de la prospective, des études économiques et de l'évaluation (P3E) de la direction générale de la compétitivité, de l'industrie et des services (DGCIS).

Les départements ministériels participant au PIPAME sont :

- le Ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi / direction générale de la compétitivité, de l'industrie et des services et direction générale de l'emploi et de la formation professionnelle
- le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer / direction générale des infrastructures, des transports et de la mer et direction générale de l'aviation civile
- Le Ministère de l'Espace rural et de l'Aménagement du territoire / délégation interministérielle à l'aménagement et à la compétitivité des territoires
- Le Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche
- Le Ministère de la Défense / délégation générale pour l'armement
- Le Ministère de la Santé et des Sports
- Premier Ministre, Conseil d'analyse stratégique (CAS)

SOMMAIRE

SYNTHÈSE.....	7
1. A1 – CROISSANCE ECONOMIQUE DES PAYS EMERGENTS.....	9
1.1. Pays émergents : définition et périmètre géographique.....	9
1.2. Indicateurs pertinents.....	9
1.3. Synthèse des évolutions passées et conséquences pour la filière automobile.....	10
1.4. Trajectoires futures possibles.....	10
1.5. Rétrospective à 20 ans.....	11
1.5.1. La remarquable performance économique des BRIC.....	11
1.5.2. Une croissance qui bouleverse la structure des marchés mondiaux.....	12
1.5.3. Un rattrapage en cours, mais lent.....	13
1.5.4. Des déséquilibres structurels historiques.....	14
1.5.5. Des facteurs de résistance inexistant par le passé.....	16
1.5.6. Quelles conditions pour la croissance ?.....	17
1.5.7. Le phénomène de métropolisation.....	18
1.5.8. Une consommation de ressources liée à la vitesse de développement.....	21
1.5.9. La demande automobile.....	22
1.6. Évolutions prospectives.....	23
1.7. Les indicateurs clés.....	30
1.8. Bibliographie.....	31
2. A2 : PRIX DU PETROLE.....	33
2.1. Définition.....	33
2.2. Indicateurs pertinents.....	33
2.3. Synthèse.....	33
2.4. Rétrospective.....	33
2.4.1. Évolution de la demande mondiale de pétrole et des prix.....	33
2.4.2. L'état des réserves et les conditions de l'offre.....	37
2.5. Évolutions prospectives.....	39
2.6. Les indicateurs clés.....	42
2.7. Bibliographie.....	43
3. A3 : PRIX ET DISPONIBILITE DU GAZ NATUREL.....	45
3.1. Définition.....	45
3.2. Indicateurs pertinents.....	45
3.3. Synthèse des évolutions passées.....	45
3.4. Rétrospective.....	46
3.4.1. Le gaz naturel.....	46
3.4.2. Autres ressources.....	47
3.4.3. Production.....	48
3.4.4. Demande.....	49
3.4.5. Structure des prix.....	49
3.5. Évolutions prospectives.....	51
3.6. Bibliographie.....	54
4. A4 - BIOMASSE ENERGIE.....	55
4.1. Définition.....	55
4.2. Indicateurs pertinents.....	55
4.3. Synthèse des évolutions passées et conséquences pour la filière automobile.....	55
4.4. Trajectoires futures possibles.....	56
4.5. Rétrospective.....	56

4.5.1. Les filières de production des biocarburants	56
4.5.2. La filière de la biomasse, une filière apparemment prometteuse	58
4.5.3. La concurrence entre usages énergétiques et alimentaires	60
4.5.4. Indice de développement humain, 2005	62
4.5.5. Une augmentation forte et durable des prix paraît inévitable.....	62
4.5.6. Un déplacement des problèmes environnementaux	63
4.5.7. Le potentiel des biocarburants de deuxième génération.....	65
4.6. Evolutions prospectives	66
4.7. Les indicateurs clés et les évolutions possibles	68
4.8. Bibliographie	69
5. A5 : PRIX ET DISPONIBILITE DES METAUX STRATEGIQUES	71
5.1. Définition.....	71
5.2. Indicateurs pertinents.....	71
5.3. Synthèse des évolutions passées.....	72
5.4. Analyse rétrospective	72
5.4.1. Le platine	72
5.4.2. Chrome	78
5.4.3. Cuivre	82
5.5. Les indicateurs clés et leurs évolutions possibles.....	92
5.6. Bibliographie	93
6. A6 – COUT ET QUALITE DU TRAVAIL.....	95
6.1. Définition.....	95
6.2. Indicateurs pertinents.....	95
6.3. Synthèse des évolutions passées et conséquences pour la filière automobile	96
6.4. Trajectoires futures possibles	96
6.5. Rétrospective	96
6.5.1. Comparaison internationale.....	96
6.5.2. Comparaison intraeuropéenne	101
6.5.3. Vers une convergence du niveau des coûts de la main-d'œuvre ?	102
6.5.4. La qualité du travail et la qualification de la main-d'œuvre.....	104
6.6. Évolutions prospectives.....	105
6.7. Les indicateurs clés.....	107
6.8. Bibliographie	108
7. A7 - Diversification et disponibilité électrique par région.....	109
7.1. Définition.....	109
7.2. Indicateurs pertinents.....	109
7.3. Synthèse des évolutions passées et conséquences pour la filière automobile	109
7.4. Trajectoires futures possibles	110
7.5. Rétrospective	110
7.6. Évolutions prospectives.....	117
7.7. Les indicateurs clés.....	119
7.8. Bibliographie	120
Liste des tableaux	121
Liste des graphiques	123
Liste des cartes.....	125

SYNTHÈSE

Ce chapitre sur les variables A relatives au contexte économique mondial traite de l'évolution passée et future possible d'une série de variables de cadrage de l'environnement international. Compte tenu de l'incertitude relative aux évolutions futures de l'économie mondiale, plusieurs trajectoires futures possibles sont esquissées pour chaque variable, l'objectif étant de chiffrer la fourchette d'incertitude dans laquelle s'inscrira l'évolution de la variable dans les 5 à 10 prochaines années.

Les variables traitées ici sont des variables de contexte jugées à la fois représentatives des futurs possibles et pertinentes au vu de leur impact potentiel sur les choix de consommation des particuliers et sur les stratégies des entreprises de la filière automobile-mobilité.

Ces variables sont les suivantes :

A1 – Croissance économique des pays émergents

A2 – Prix du pétrole

A3 – Prix et disponibilité du gaz naturel

A4 – Biomasse énergie

A5 – Prix et disponibilité des métaux stratégiques

A6 – Coût et qualité du travail

A7 – Diversification et disponibilité électrique par région

Le dynamisme et la composition des moteurs de croissance de l'économie mondiale, et en particulier celle des pays émergents, nouveaux pôles de croissance de la demande mondiale, influenceront le potentiel de croissance de l'économie française, donc l'évolution des revenus, du marché de l'emploi, du pouvoir d'achat, etc. Par ailleurs, l'évolution des prix et des conditions d'accessibilité du pétrole et d'autres matières premières comme le lithium ou le chrome influenceront la compétitivité prix de l'offre d'équipements et de services, et par conséquent les choix en matière de motorisation ainsi que l'usage qui sera fait des équipements de transport, notamment de l'automobile. De même, l'évolution des coûts et de la qualité du travail auront une incidence sur le mode d'organisation de la production et sur la localisation des sites de production, et sur le pouvoir d'achat des ménages. Enfin, les perspectives en matière de disponibilité énergétique – y compris d'énergie électrique – auront des conséquences directes sur le développement de l'offre et sur les choix de motorisation.

L'objectif de ce chapitre n'est pas de décliner les conséquences pour la filière automobile-mobilité de chacun des scénarios relatifs au contexte mondial – ces conséquences étant elles-mêmes dépendantes de l'évolution future d'autres variables traitées par ailleurs dans ce rapport, compte tenu de l'interdépendance entre les domaines - , mais plutôt de décrire les trajectoires futures possibles de chaque variable : des ruptures se dessinent-elles ? De quel type ? Sous quelles conditions ? etc.

Déclinaison des scénarios prospectifs

Conformément à la ligne directrice définie dans cette étude, deux à quatre familles de scénarios sont définies pour chaque domaine. Chaque famille d'hypothèses décrit une « histoire » possible pour demain.

Concernant ce premier domaine, « l'histoire » future s'écrit en fonction des chocs pouvant se produire dans les 5 à 10 prochaines années, des conséquences de ces chocs sur les trajectoires et sur la volatilité future des variables étudiées, et des différences éventuelles dans le degré d'anticipation des chocs, donc de préparation des conséquences des chocs sur le système économique.

Scénario 1 – Évolution « Au fil de l'eau »

Le premier scénario suppose la poursuite à long terme des évolutions passées, avec quelques inflexions prenant en compte les évolutions récentes du contexte mondial, et notamment les conséquences de la crise économique et financière sur les grands équilibres économiques.

Scénario 2 – Instabilité et volatilité accentuée

Le deuxième scénario suppose une succession de chocs, de facteurs d'instabilité se traduisant par une forte hausse de la volatilité, donc des stratégies d'adaptation à la volatilité et à l'incertitude. Dans ce scénario, on suppose un horizon décisionnel relativement court. Pris dans le piège du présent, les acteurs économiques gèrent en temps réel les aléas et les chocs, sans accorder une importance particulière aux conséquences à long terme des décisions prises aujourd'hui.

Scénario 3 – Régulation mondiale avec mécanismes de solidarité internationale

Le troisième scénario suppose une évolution plus « visionnaire » dans le cadre duquel les décisions qui sont prises aujourd'hui par les acteurs économiques permettent de préparer au mieux des évolutions jugées inéluctables à moyen et long termes. Dans ce scénario, on suppose en parallèle la mise en place de mécanismes de solidarité internationale permettant aux pays en voie de développement principalement importateurs des ressources « rares », et exportateurs de biens à faible valeur ajoutée, de continuer leur développement malgré des stratégies de développement volontaristes des autres zones mondiales.

Scénario 4 – Préparation de la période de rareté, mais absence de mécanismes de solidarité internationale

Dans ce dernier scénario, les entreprises et les pouvoirs publics prennent des mesures volontaristes de manière à préparer – donc retarder – l'avènement de la période de rareté de certaines ressources naturelles, acceptant pour cela un coût supérieur à court terme. Les stratégies mises en place le sont toutefois dans une logique assez nationaliste, et ne sont pas complétées par des mécanismes de solidarité permettant d'éviter des conséquences néfastes sur des zones mondiales en développement et principalement importatrices des ressources rares.

1. A1 – CROISSANCE ECONOMIQUE DES PAYS EMERGENTS

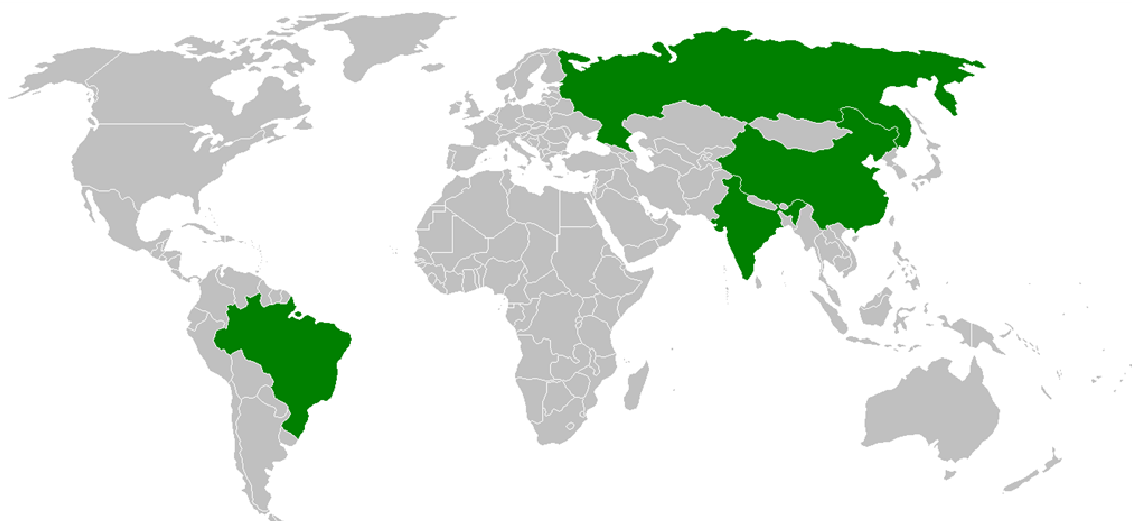
1.1. Pays émergents : définition et périmètre géographique

Les pays dits « émergents » sont les pays à forte croissance économique dont le poids dans l'économie mondiale ne cesse d'augmenter depuis plus de 20 ans. Ces pays, où le revenu par habitant reste très inférieur à celui des pays développés (d'où l'appellation d'émergent), disposent d'un potentiel de développement important compte tenu de leur structure démographique et du processus de convergence sur lequel ils se sont engagés (rattrapage technologique, niveau de vie, structures économiques...).

Parmi ceux-ci, quatre pays focalisent souvent l'attention : il s'agit des BRIC, acronyme désignant le groupe de pays formé par le Brésil, la Russie, l'Inde et la Chine, nouveaux moteurs géographiques de la croissance mondiale. Outre l'importance de ces pays en termes de production, ils se caractérisent aussi par un marché intérieur à fort potentiel (forte demande interne).

Selon un document de travail de la banque d'investissement Goldman Sachs (2003) [1], la taille des économies des pays du groupe BRIC dépasserait celle des pays du G6 (États-Unis, Japon, Royaume-Uni, Allemagne, France et Italie) à horizon 2040. Par ailleurs, la taille de la classe moyenne dans ces pays connaîtrait aussi une croissance massive dans les décennies à venir, créant un marché intérieur important et très attractif pour les producteurs occidentaux.

Carte 1 : Quatre pays émergents sont les moteurs de la croissance mondiale



1.2. Indicateurs pertinents

- Taux de croissance économique des pays émergents et taux de croissance potentielle ;
- PIB par habitant¹, corrigé des parités de pouvoir d'achat (PPA¹) ;

¹ Le PIB / tête est un indicateur de la productivité économique, mais ne rend compte que partiellement du degré de réussite d'un pays en matière de développement. Il ne montre pas dans quelle mesure le revenu d'un pays est réparti de manière équitable ou non entre ses habitants. Comme le PIB, il ne reflète pas les atteintes causées à l'environnement et aux ressources naturelles par les processus de production, et ne tient pas compte du travail non rémunéré qui peut être effectué au sein des ménages ou des communautés, ni de la production à mettre au compte de l'économie souterraine.

- Taux d'équipement en différents produits ou services (équipement en voiture particulière, TV, téléphone fixe ou téléphone portable, internet, etc.).

1.3. Synthèse des évolutions passées et conséquences pour la filière automobile

- Au cours des huit dernières années, les BRIC ont connu une croissance très importante (près de 8 % par an en moyenne, comparée à un taux de +1,5 % pour les économies avancées), liée notamment à la forte croissance de la demande intérieure. La contribution du commerce extérieur à la croissance de ces pays a, en effet, été inférieure à 20 % en moyenne ;
- La forte population active, le progrès technique et l'accumulation de capital, conjugués à l'assainissement récent des fondamentaux macroéconomiques et au dynamisme des marchés domestiques, sont les principales sources de croissance de ces économies ;
- Le rattrapage en termes de revenus reste toutefois un processus de long terme, loin d'être achevé. La convergence du PIB par habitant dans les BRIC vers le niveau des pays développés devrait se poursuivre ;
- La demande en provenance des pays émergents pèse de plus en plus dans la consommation énergétique mondiale, comme sur d'autres marchés, et est à l'origine de tensions récentes sur les prix de nombreux produits / services (transport notamment) ;
- Cette pression à la hausse sur les prix des matières premières énergétiques et certains autres produits (chrome, platine, lithium, etc.) devrait persister pendant plusieurs années, l'affaiblissement éventuel de la demande émanant des pays industrialisés étant compensé par celle des pays émergents.

1.4. Trajectoires futures possibles

Le poids des pays émergents dans l'économie mondiale pourrait dépasser celui des pays industrialisés à horizon 20/30 ans du fait :

- de la poursuite du processus d'industrialisation de ces pays ;
- du développement de leurs marchés intérieurs ;
- de la progression de leur part de marché dans le commerce mondial.

Différents scénarios de croissance future sont possibles selon les stratégies de développement mises en place dans ces pays, les évolutions sociales et sociétales qui les caractérisent et les aléas éventuels ne pouvant faire l'objet de prévisions en tant que telles, mais néanmoins possibles : guerres, accidents climatiques ou géologiques, tensions sociales, etc.

Quatre scénarios sont esquissés plus loin : un premier scénario décrit une reprise de la croissance des pays émergents à un rythme proche du rythme d'avant la crise, mais avec une composition de la croissance plus ciblée sur le marché intérieur. Le deuxième scénario est caractérisé par une succession de chocs (volatilité des prix des matières premières, accidents climatiques ou géologiques, autres) provoquant des cycles irréguliers et conduisant à une croissance moyenne inférieure à celle du premier scénario. Le troisième scénario est caractérisé par une forte régulation au niveau mondial, notamment sur le plan de la protection de l'environnement et des ressources, et du développement d'énergies alternatives et du recyclage, destinée à préparer les

¹ La correction pour les PPA permet de tenir compte des différences de niveau de vie entre pays, marquées par des différentiels de prix, de composition des dépenses et par l'importance plus ou moins grande d'activités non marchandes (échanges de produits dans le cadre de troc, par exemple).

périodes de pénurie, et la mise en place de mécanismes de solidarité permettant aux pays importateurs de ressources de bénéficier de transferts leur permettant de préparer la période de rareté. Un quatrième scénario suppose aussi la mise en place de mesures destinées à préparer des périodes de pénurie, mais sans solidarité internationale : des déséquilibres émergent, qui se traduisent par une hausse des disparités entre pays et une croissance mondiale globalement plus faible que dans le troisième scénario.

Comme on le verra, les conséquences de ces hypothèses sur la croissance des pays émergents varient selon qu'ils sont producteurs de ressources clés, ou principalement importateurs, et en fonction du degré de solidarité internationale.

1.5. Rétrospective à 20 ans

1.5.1. La remarquable performance économique des BRIC

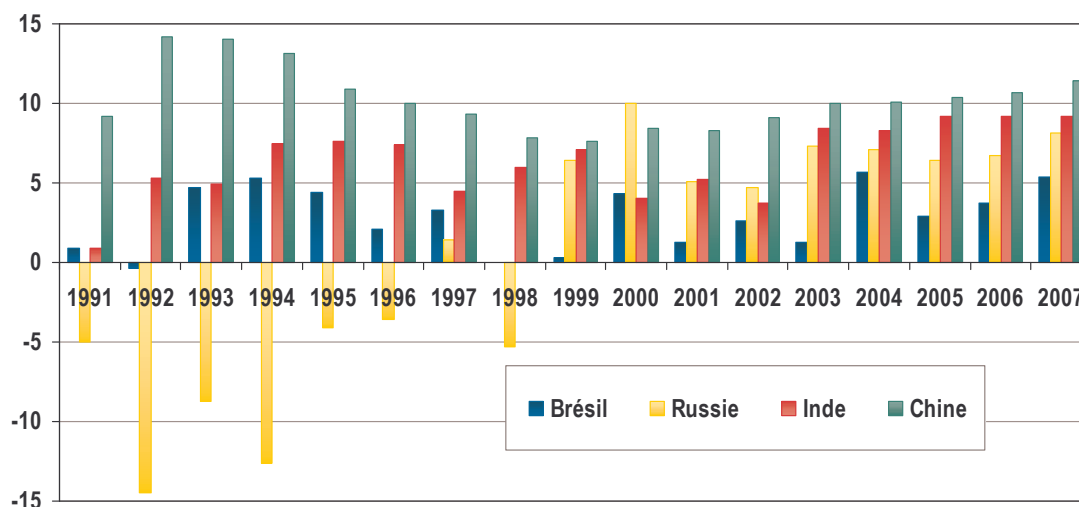
Depuis plusieurs années, la croissance mondiale est tirée à la hausse par les pays émergents. À titre d'exemple, en 2007, la Chine représentait à elle seule 33 % de la croissance mondiale, contre 23 % pour les pays du G7. Si, historiquement, ce sont souvent les États-Unis qui ont été à l'origine des retournements cycliques, la crise actuelle se distingue des cycles passés par le redémarrage plus précoce des économies émergentes, notamment de la Chine.

Ce changement de leadership est le reflet du poids grandissant de l'économie chinoise et des autres économies émergentes. Il devrait influencer durablement les perspectives de croissance de l'économie mondiale. En effet :

- Le processus de rattrapage des pays émergents est aujourd'hui bien engagé : ces pays bénéficient du phénomène de la mondialisation et de la nouvelle organisation des chaînes de valeur ;
- Leur potentiel de croissance élevé résulte d'un taux d'investissement supérieur à la moyenne des économies industrialisées, et à l'existence de réserves de capital humain importantes (reflet du sous-emploi actuel et du potentiel d'amélioration des niveaux de formation et des compétences) ;
- Le taux de croissance de la productivité est élevé, soutenu par le processus d'industrialisation, le transfert technologique, l'innovation et la formation.

Graphique 1 : Taux de croissance du PIB des BRIC, en PPA, en %

Taux de croissance en % du PIB PPA



Sources : CEPII-CHELEM, BIPE

Tableau 1 : Croissance potentielle des différentes zones mondiales

Croissance potentielle	2000	2005	2008	2009*	2012*
Économies avancées	2.7	2.4	1.9	1.2	1.5
Économies émergentes	5.1	6.6	6.2	5.7	6.2

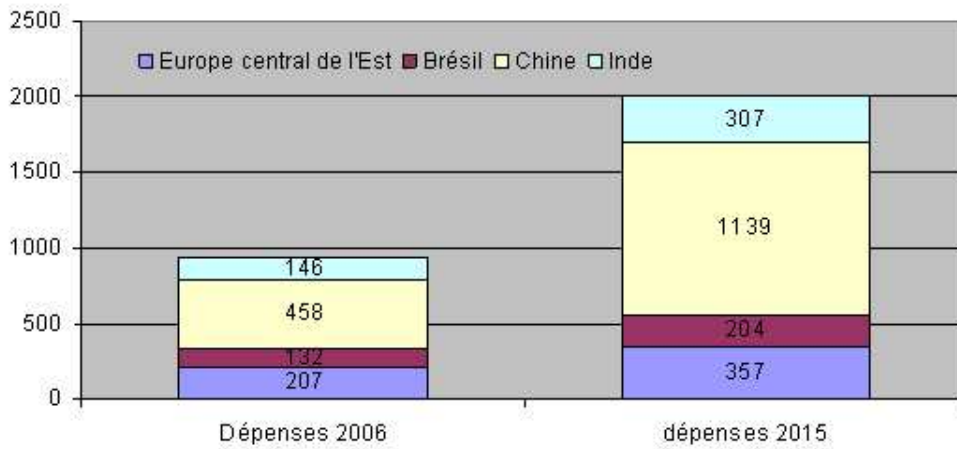
* Estimations FMI

Source : FMI

1.5.2. Une croissance qui bouleverse la structure des marchés mondiaux

L'accélération du rythme de croissance des pays émergents a augmenté le revenu des ménages dans ces pays de plus de 10 % par an en termes réels ces dernières années. Même si la croissance du PIB ralentit à plus long terme, la hausse du revenu qu'elle induit soutiendra une forte hausse de la demande de biens et de services dans les années à venir, notamment en Chine et en Inde.

Graphique 2 : Évolution des dépenses de consommation des BRIC entre 2006 et 2015 (en Mrd \$)

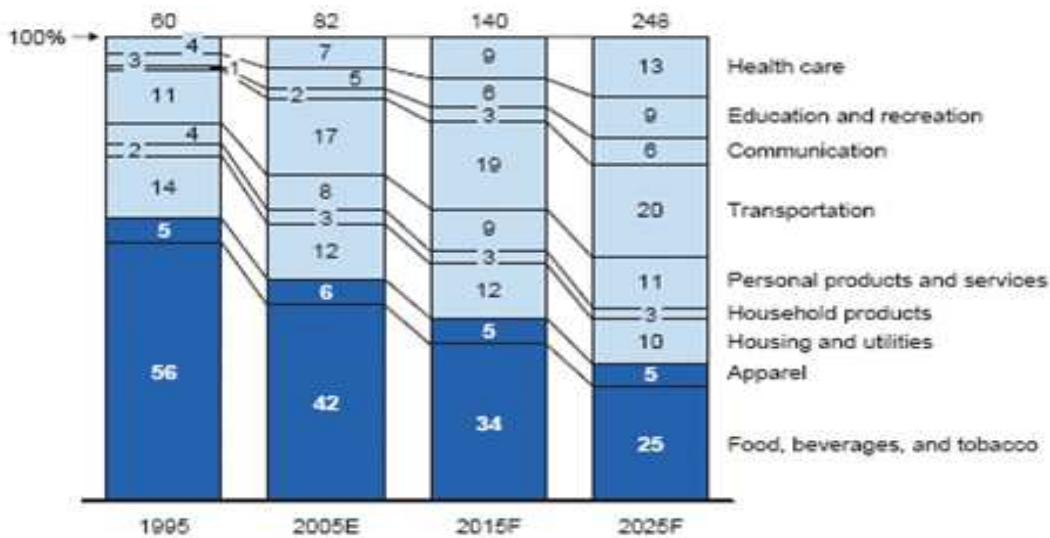


Source : France 2025 du CAS d'après BCG

De nouvelles classes moyennes émergent, essentiellement constituées par des populations urbaines dont la structure de consommation devrait rapidement s'apparenter à celle des pays avancés (produits de niveau de gamme moyen à élevé). En Inde, la part des biens de première nécessité passerait de 55 % en 1995 à 25 % d'ici à 2025, laissant ainsi une large place aux biens d'équipement.

Ce déplacement du pôle de croissance de la demande mondiale constitue un enjeu pour les entreprises des pays industriels dont le système de production va devoir s'adapter. Les choix de localisation et l'organisation de la chaîne de valeur sont stratégiques, les débouchés offerts par les marchés émergents ne pouvant pas être négligés.

Graphique 3 : Évolution de la structure de consommation en Inde entre 1995 et 2025, en %



Source : France 2025 du CAS d'après Mac Kinsey

1.5.3. Un rattrapage en cours, mais lent

Comme le montre l'écart encore important qui subsiste avec les pays développés, le processus de rattrapage des BRIC, illustré par la progression du PIB/habitant, reste un phénomène de long terme.

Tableau 2 : Évolution du PIB per capita dans différents pays émergents et aux États-Unis

PIB / tête	1990	1995	2000	2005
Brésil	7 160	7 657	7 874	8 506
Russie	12 654	7 833	8 589	11 890
Inde	1 214	1 428	1 730	2 224
Chine	1 091	1 837	2 661	4 083
États-Unis	31 617	33 555	38 811	41 578

Source : CEPIL, Chelem

Néanmoins, de nombreuses entreprises originaires de ces pays se sont imposées comme des acteurs de premier plan ces dernières années, et ce dans plusieurs secteurs. En 2008, les entreprises des BRIC représentaient à elles seules 53% en nombre et 68% en valeur des 221 capitalisations boursières des pays émergents figurant dans le Top 1000. Trois raisons principales sont à l'origine de leur succès :

- **Un avantage concurrentiel au départ** : un accès privilégié aux marchés en forte croissance ou à de précieuses matières premières, la disponibilité d'une main d'œuvre à bas coût, et l'absence de certaines lourdeurs structurelles ou technologiques qui grèvent la compétitivité des entreprises issues des marchés matures ;
- **L'ambition de devenir leaders mondiaux** avec un goût du risque, un coût du capital perçu comme faible, et une bonne protection contre les OPA hostiles, en particulier pour les entreprises contrôlées par un État ou une famille ;
- **Une stratégie de croissance exogène rapide**, à travers des partenariats relatifs aux technologies ou à la distribution, ou par le biais de fusions-acquisitions internationales sans oublier le degré important d'internationalisation de leurs équipes de management, facteur clé de la réussite d'entreprises comme la chinoise Lenovo ou l'indienne Tata.

Le retour sur la performance économique récente des BRIC amène à s'interroger sur l'impact de ces pays sur le développement à venir de certains marchés, notamment celui de l'automobile et de l'énergie (le pétrole étant la matière première la plus importante).

1.5.4. Des déséquilibres structurels historiques

Si de nombreuses études prospectives anticipent une diminution du poids des économies développées en faveur des pays en développement, plusieurs questions se posent quant à la pérennité de la croissance du monde émergent. La zone émergente est certes un regroupement de pays hétérogènes, mais plusieurs facteurs de risques communs distingués dans la période passée peuvent être identifiés.

À long terme, certains déséquilibres structurels ne seront pas soutenables : creusement du déficit courant de nombreux pays d'Europe centrale et continentale, et de l'Inde, déséquilibres budgétaires, croissance rapide de l'endettement notamment en monnaie étrangère, fragilité des systèmes bancaires, bulles d'actifs, désalignements de change, difficultés à contrôler l'inflation, dépendance aux matières premières... À cela s'ajoutent des risques sociaux : problèmes de corruption dans certains pays, inégalités et tensions sociales importantes¹, instabilité politique, risques de retour à des politiques populistes, de conflits internationaux, de terrorisme, mauvaise gestion de ressources clés, notamment énergétiques...

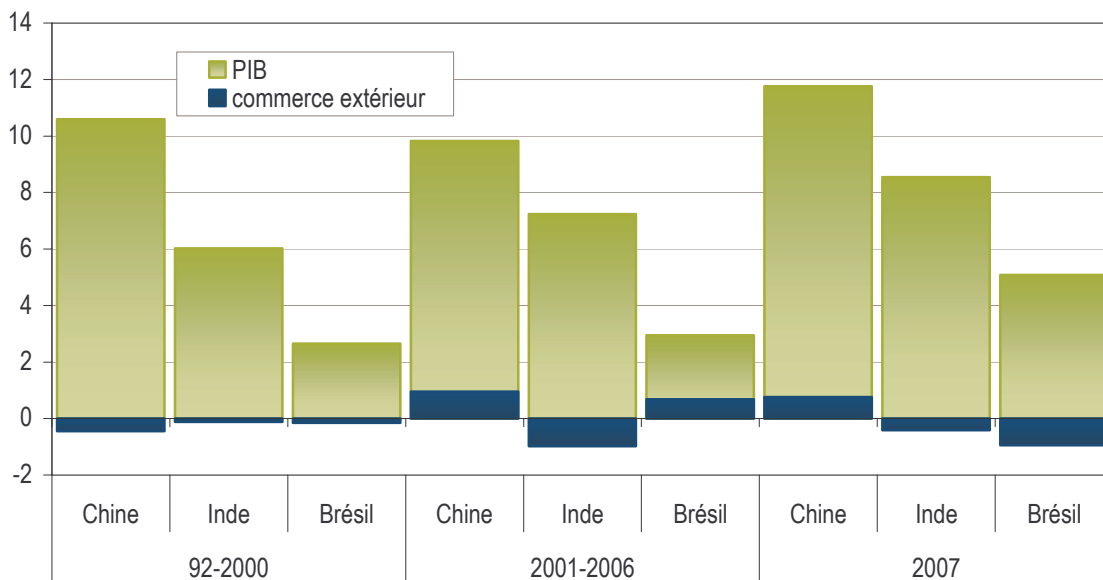
¹ La plupart de ces pays ont de très vastes populations en dessous du seuil de pauvreté, situation qui pourrait entraîner un malaise social croissant et hypothéquer la croissance future.

Concernant plus spécifiquement les BRIC, des différences importantes existent entre ces quatre pays. La Russie connaît un déclin démographique depuis plusieurs décennies et, au contraire des autres pays, son poids industriel est également déclinant. Son poids économique est lié pour beaucoup à ses riches ressources énergétiques. La Chine, en revanche, est un acteur industriel majeur très ouvert sur le reste du monde. L'Inde, qui a plus mis en avant le développement de ses services, a une dépendance par rapport aux cycles mondiaux plus faible. Le Brésil dispose de nombreux ressources naturelles mais peine à soutenir un développement rapide dans la durée. Ces pays pourraient toutefois, dans un avenir plus ou moins proche, renforcer leurs coopérations économiques en échangeant les ressources naturelles et technologiques, le Brésil et la Russie produisant énergie et matières de base, tandis que la Chine et l'Inde sont importatrices de ces ressources. Le premier sommet réunissant les BRIC qui s'est tenu en juin 2009 a d'ailleurs souligné la dynamique en œuvre entre ces quatre pays et la réorientation géographique de leurs échanges extérieurs (la Chine devenant le premier client du Brésil devant les États-Unis au 1^{er} semestre 2009).

Différents facteurs pourraient toutefois entraver la poursuite d'une croissance rapide dans certains de ces pays, notamment les questions d'environnement et le défi démographique. Depuis l'an 2000, les problèmes environnementaux de la Chine, liés à l'essor de son économie, deviennent alarmants. Selon certains, la pollution atmosphérique (notamment les pluies acides) coûterait à elle seule 2 à 3% de PIB. À terme, l'environnement pourrait devenir un frein à son développement. De même, la politique de l'enfant unique entraînera bientôt une baisse de la population en âge de travailler (15-64 ans), et le déséquilibre entre populations rurales et urbaines, ainsi que la distribution inégale des compétences, pourraient entraîner à terme des pénuries localisées de ressources humaines dans certains secteurs ou régions.

Graphique 4 : Composition de la croissance des pays émergents, en %

Croissance du PIB et contribution à cette croissance du commerce extérieur, moyenne sur la période en %



BIPE - Septembre 2009

Sources : Datastream, Worldbank

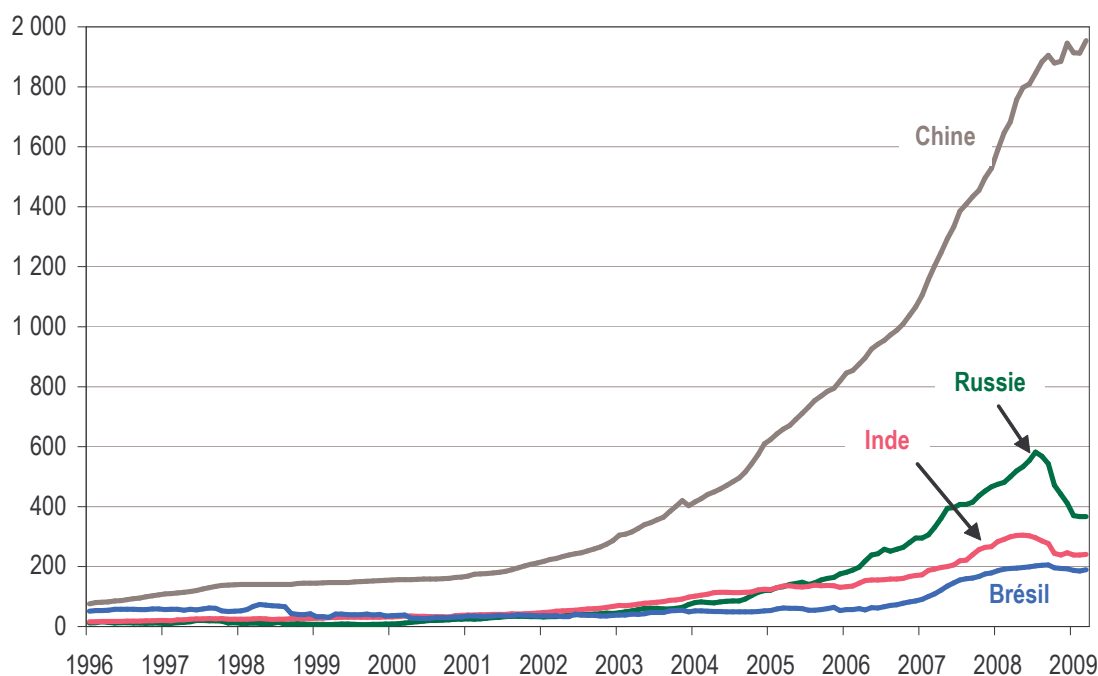
1.5.5. Des facteurs de résistance inexistant par le passé

La crise actuelle a mis en lumière plusieurs différences par rapport aux épisodes passés de récession. Comme l'illustre l'impulsion venant des émergents dans la reprise économique de 2009, qui confirme leur rôle de locomotive de la croissance mondiale, plusieurs mécanismes plaident pour une nouvelle « indépendance » économique (ou un découplage de croissance) des PED (Pays en Développement) par rapport aux économies occidentales, et principalement aux États-Unis :

- Les économies émergentes sont aujourd'hui les créditrices du monde industrialisé, et non plus leurs débitrices. C'est une différence énorme par rapport au passé. L'excédent courant du monde émergent vis-à-vis du monde industrialisé dépasse aujourd'hui les 400 milliards de dollars ;
- Leur croissance est mieux assise et à forte composante intérieure. Ces économies se sont diversifiées et le poids du commerce Sud-Sud s'est accru. De manière générale, la contribution du commerce extérieur à la croissance est inférieure à 20% dans les pays émergents. De plus, la progression passée des cours des produits de base a fourni à plusieurs de ces pays un matelas de réserves qui les protègent partiellement d'un retournement drastique des termes de l'échange ;
- En réaction aux dernières crises dont ils ont été les victimes, ces pays ont pour la plupart assaini leurs fondamentaux macroéconomiques : lutte active contre l'inflation, excédents publics primaires, réserves de change importantes, etc.

Graphique 5 : Les réserves de change des BRIC

Réserves de change (en Mds de \$)



BIPE - Septembre 2009

Source : Datastream

1.5.6. Quelles conditions pour la croissance ?

In fine, la soutenabilité de la croissance et la vigueur du rattrapage du monde émergent dépendent de la conjonction de plusieurs facteurs, soulignés par les travaux de Robert Barro sur les déterminants de la croissance (stabilité macroéconomique, ouverture, efficacité des institutions, niveau d'éducation, stabilité des prix...) :

- **L'instabilité macroéconomique** peut freiner la croissance en créant des distorsions au niveau des prix et du comportement des agents économiques, l'inflation pouvant réduire l'épargne et l'investissement. En ce sens, la stabilité des prix obtenue par la maîtrise des dépenses publiques, une politique monétaire et une politique de change efficaces se révèle très importante ;
- **L'impact du cadre institutionnel** sur l'efficacité d'une économie peut être comparé à l'effet du progrès technique, l'un et l'autre permettant de conserver le même niveau de production en minimisant les intrants. Une moindre efficacité institutionnelle (système financier, législatif, éducatif & sanitaire, institutions étatiques...) affecte l'effort d'investissement et de production ;
- **Le degré d'ouverture au commerce extérieur et aux IDE** (investissements directs à l'étranger) constitue une source importante d'acquisition de savoir-faire, de transfert technologique et un moyen d'accès à de nouveaux marchés. L'étude du lien entre ouverture et croissance économique conclut généralement à une corrélation positive entre les deux ;
- La dynamique de croissance de nombreux pays émergents laisse présager une pénurie de main d'œuvre qualifiée. **L'accumulation de capital humain** sera alors un pré requis pour les étapes suivantes du développement économique de ces pays.

En résumé, si les fondamentaux des économies émergentes dans l'ensemble semblent de plus en plus solides, il est nécessaire, à long terme, de ne pas sous-estimer le risque toujours existant lié aux faiblesses structurelles de nombreux pays. Le tableau ci-après résume les principaux atouts et faiblesses qui caractérisent les BRIC.

Tableau 3 : Les atouts et les faiblesses des BRIC

Pays	Atouts	Faiblesses
Brésil	Abondance de ressources naturelles variées, vaste marché intérieur, appareil productif diversifié, relative stabilité macroéconomique et faibles coûts salariaux	Faible effort d'épargne et d'investissement (notamment en infrastructures), fortes inégalités sociales, vulnérabilité financière
Russie	Ressources naturelles nombreuses (un quart des réserves mondiales de gaz), main-d'œuvre qualifiée, relative stabilité politique, réaffirmation du statut de puissance régionale	Faible taux d'investissement, trop forte dépendance au secteur énergétique, manque de compétitivité du secteur industriel, inefficacités de gestion liées à l'interventionnisme étatique
Inde	Marché domestique important (fort développement de la classe moyenne), dette extérieure modérée, taux d'épargne et d'investissement élevés	Déficit d'infrastructures, incertitudes géopolitiques, forte inégalités sociales
Chine	Importance des investissements en infrastructures, faiblesse des coûts salariaux, compétitivité et diversification industrielle, dynamisme du commerce extérieur, taille du marché intérieur	Forte consommation d'énergie, inégalités et tensions sociales, surcapacités dans certains secteurs de l'industrie

Sources: Global Edge Business Review, BIPE

1.5.7. Le phénomène de métropolisation

La métropolisation est une dynamique qui traduit l'expansion du mode de la vie urbaine et l'extension du tissu périurbain reliant les principales agglomérations.

Ce phénomène mondial, qui a remis en cause la dualité territoriale (rural / urbain), se caractérise surtout par **la concentration des personnes et des activités** (économiques, politiques, culturelles...) **dans les grandes villes**. Le développement continu des métropoles, qui concentrent l'essentiel des emplois, les rend fortement attractives pour les populations notamment dans le monde émergent.

Cette polarisation se traduit par un fort exode rural, qui s'ajoute à un flux de migration pendulaire (déplacements quotidiens des personnes de leur domicile à leur lieu de travail) très important. Avec la métropolisation, l'évolution des transports individuels mécanisés a nécessité le développement rapide d'infrastructures de transports (voies rapides, rocades, autoroutes, échangeurs...) pour accompagner l'accroissement des besoins de mobilité. Par ailleurs, les substitutions modales en termes de mobilité urbaine ont généralement plutôt favorisé la croissance des véhicules légers dans plusieurs métropoles.

La croissance démographique (principalement dans les pays émergents) alimente d'autant plus le développement de métropoles. Ainsi, le taux d'urbanisation mondial, qui a franchi la barre des 50% en 2007, devrait dépasser les 60% d'ici 2030 selon les Nations-Unies.

En 2005, on dénombrait dans le monde plus de 430 agglomérations urbaines qui comptent plus d'un million d'habitants (contre 195 en 1975), avec notamment une forte concentration en Afrique et en Asie (exemple de la Chine et de l'Inde dans la carte ci-dessous). Le degré d'urbanisation est plus ou moins élevé selon le continent, une certaine corrélation pouvant être observée entre niveau de développement et taux d'urbanisation.

Carte 2 : Villes de plus d'un million d'habitants dans le monde en 2005



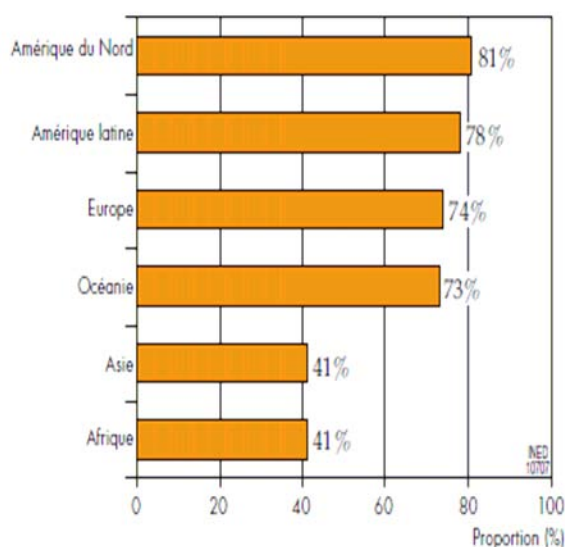
Source : INED (2006)

La dynamique urbaine dans les pays en développement se différencie de celle observée dans les pays développés, notamment sur le plan démographique (avec une croissance naturelle plus élevée), mais également du point de vue des migrations rurales (pression démographique intense dans les campagnes). Globalement, les pays en développement connaissent des taux d'urbanisation relativement rapides en comparaison avec les pays développés.

Si l’Afrique et l’Asie comptent encore une population rurale importante, la croissance des villes y est plus rapide que dans le monde occidental (Europe et Amérique du Nord). D’ailleurs, leur population urbaine, qui représentait environ 40% de la population totale en 2007, devrait devenir majoritaire dans les vingt prochaines années. L’urbanisation rapide des pays émergents traduit également une forme de rattrapage en termes de croissance urbaine.

Graphique 6 : Le phénomène d’urbanisation par continent

Part de la population vivant en ville, par continent, en 2007



(J. Véron, *Population & Sociétés*, n° 435, Ined, juin 2007)

Source: Nations unies [1]

Population totale et taux d’urbanisation par continent

	1950	2007	2030
	Population totale (en millions)		
Amérique du Nord	172	339	405
Amérique latine et Caraïbes	167	572	713
Europe	547	731	707
Océanie	13	34	43
Afrique	221	965	1518
Asie	1398	4030	4931
Ensemble du monde	2535	6671	8317
	Taux d’urbanisation (en %) (proportion de la population vivant en ville)		
Amérique du Nord	64	81	87
Amérique latine et Caraïbes	42	78	85
Europe	51	74	80
Océanie	61	73	75
Afrique	15	41	54
Asie	15	41	55
Ensemble du monde	29	50	61

Note: les chiffres de l’année 2030 correspondent à la variante moyenne des projections des Nations unies.
(J. Véron, *Population & Sociétés*, n° 435, Ined, juin 2007)

Source: Nations unies [1]

Selon les Nations-Unies, le nombre de villes comptant 10 millions d’habitants ou plus a été multiplié par cinq entre 1975 et 2005. Leur poids démographique (en proportion de la population urbaine totale) s’est également accru sur les trente dernières années, passant de 3,5% à 9,3%. Sur les 20 métropoles dont la population excédait 10 millions d’habitants en 2005 (on en dénombrait seulement 3 en 1975), 15 sont situées dans des pays en développement, dont 11 en Asie. La Chine et l’Inde comptent respectivement 2 et 3 des 20 plus grandes agglomérations mondiales : Shanghai, Pékin, Bombay, New Delhi et Calcutta.

Ce processus d’urbanisation semble irréversible et devrait se traduire par un nombre croissant de métropoles et un renforcement des grandes villes existantes dans l’avenir, posant la question de l’aménagement des infrastructures de transport et des parts modales des transports.

Carte 3 : Villes de plus de 7 millions d'habitants dans le monde en 2009

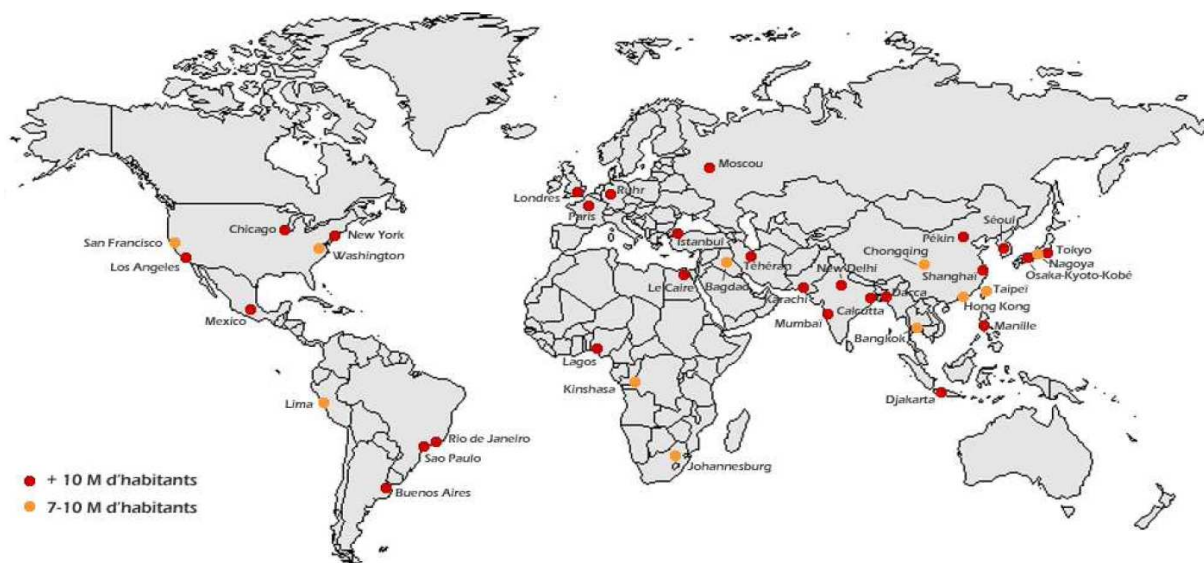


Tableau 4 : Agglomérations de plus de 10 millions d'habitants

1975		2005		2015 (projection)	
Tokyo	26,6	Tokyo	35,2	Tokyo	35,5
New York	15,9	Mexico	19,4	Bombay	21,9
Mexico	10,7	New York	18,7	Mexico	21,6
		São Paulo	18,3	São Paulo	20,5
		Bombay	18,2	New York	19,9
		New Delhi	15,0	New Delhi	18,6
		Shanghai	14,5	Shanghai	17,2
		Calcutta	14,3	Calcutta	17,0
		Jakarta	13,2	Dhaka	16,8
		Buenos Aires	12,6	Jakarta	16,8
		Dhaka	12,4	Lagos	16,1
		Los Angeles	12,3	Karachi	15,2
		Karachi	11,7	Buenos Aires	13,4
		Rio de Janeiro	11,5	Le Caire	13,1
		Osaka-Kobe	11,3	Los Angeles	13,1
		Le Caire	11,1	Manille	12,9
		Lagos	10,9	Pékin	12,8
		Pékin	10,8	Rio de Janeiro	12,8
		Manille	10,7	Osaka-Kobe	11,3
		Moscou	10,7	Istanbul	11,2
				Moscou	11,0
				Guangzhou	10,4

(J. Véron, Population & Sociétés, n° 435, Ined, juin 2007)
Source : Nations unies [5]

1.5.8. Une consommation de ressources liée à la vitesse de développement

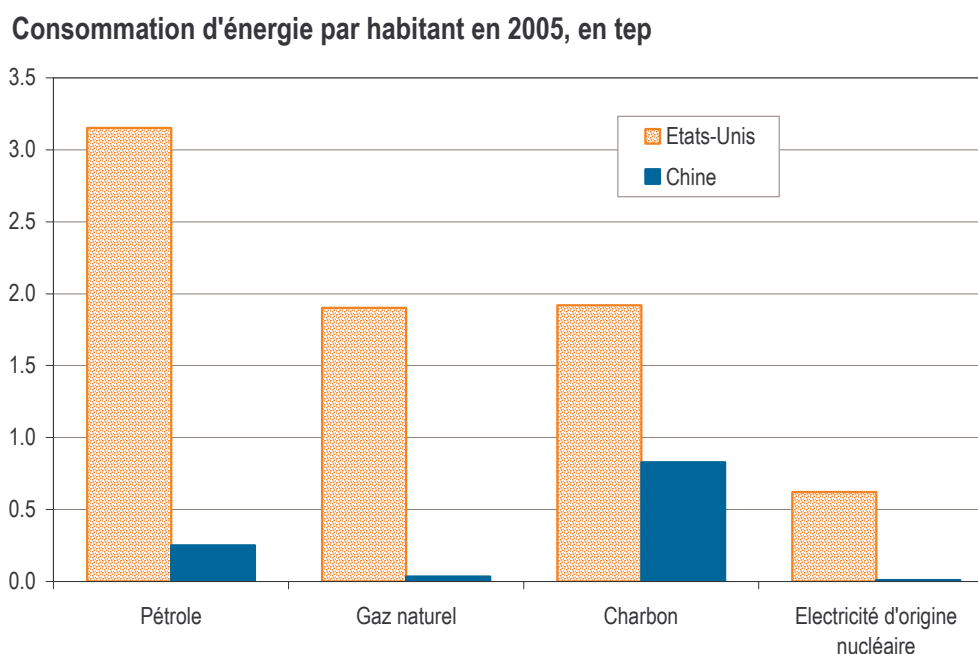
Sur fond de crise économique globalisée, la demande mondiale d'énergie primaire (charbon, gaz, hydroélectricité, pétrole et nucléaire) a progressé de 1,4% en 2008, le rythme de progression le plus lent depuis 2001. Le recul de la demande a particulièrement concerné les économies développées (États-Unis en tête) alors que la demande chinoise continuait de progresser de plus de 8 % par an et la demande indienne de plus de 5 % par an. Le basculement géographique en matière d'énergie semble s'accélérer avec la crise, la consommation globale des pays émergents ayant dépassé celle des pays de l'OCDE en 2008.

Ce phénomène reflète une tendance de fond. La croissance soutenue de la demande en matières premières énergétiques devrait persister dans les années à venir, en raison notamment de la poursuite du processus d'industrialisation chinois et indien. La part des BRIC dans la demande mondiale de pétrole devrait ainsi poursuivre sa tendance haussière.

D'ailleurs, comme le montre le cas de la Chine, la consommation d'énergie par tête dans le monde émergent reste relativement faible bien que le rattrapage soit entamé. La poursuite du développement économique ainsi que l'amélioration du niveau de vie de la population augurent du potentiel de croissance de la consommation de ces ressources.

Les besoins croissants de la Chine devraient conduire le pays à asseoir son rôle de partenaire de premier plan des pays producteurs d'énergie. La plus forte dépendance de ces derniers envers la Chine en matière de financement devrait la conforter dans sa logique de diversification des sources d'approvisionnement. D'ailleurs, la crise actuelle a montré à quel point le poids colossal de la Chine pouvait expliquer à lui seul la volatilité sur certains marchés de matières premières, l'évolution de la demande chinoise affectant sensiblement les cours mondiaux.

Graphique 7 : La consommation d'énergie par habitant, en 2005, en tep



Source : Cyclope 2007

1.5.9. La demande automobile

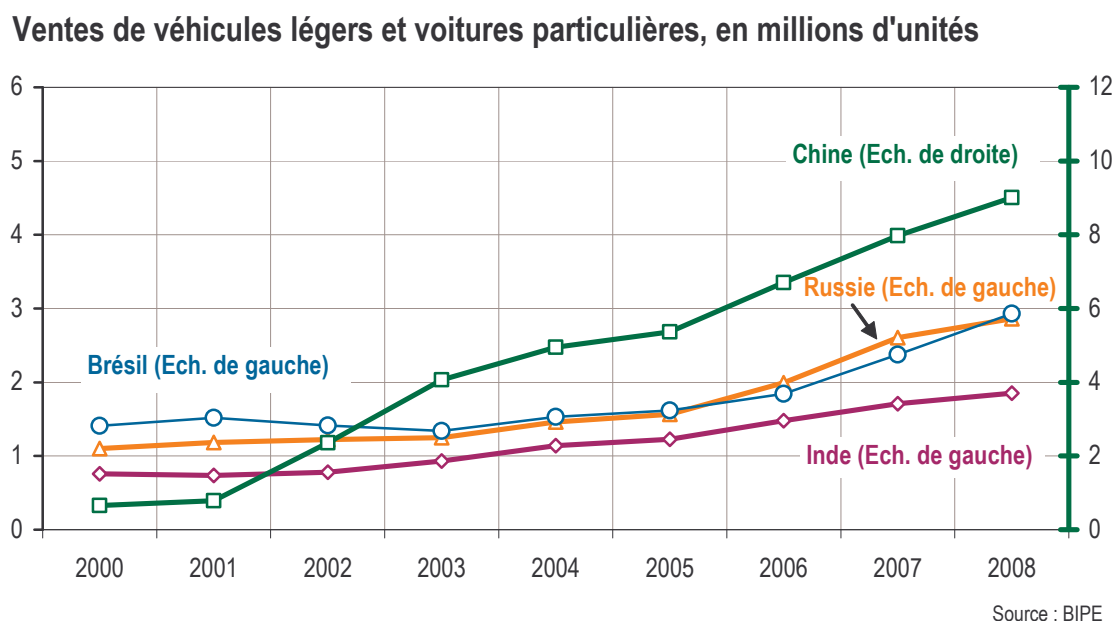
La demande automobile des BRIC a été particulièrement dynamique depuis le début des années 2000, la Chine ayant connu la progression la plus rapide de son parc automobile sur la période.

En 2007, le marché américain représentait toutefois encore deux fois le marché chinois, avec respectivement 16,1 millions de voitures aux États-Unis contre 7,7 millions en Chine. Depuis, la baisse du marché américain (-18% en 2008 à 13,2 millions d'unités) couplée à la progression ininterrompue du marché chinois (+7,7% en 2008 à 8,3 millions d'unités), a réduit l'écart. À l'inverse, la Russie, dont la croissance en 2008 l'avait placé à la 5^e place (2,9 millions de voitures à +13,4%), a vu ses ventes fortement chuter début 2009.

Ainsi, si les États-Unis étaient encore le premier marché mondial en 2008 avec 13,2 millions de voitures contre 8,3 millions en Chine, le rapport de force s'est inversé en 2009 (avec 746000 ventes en Chine contre 656 000 aux États-Unis en janvier), conséquence de la crise qui secoue les marchés automobiles mondiaux.

Avec un taux d'équipement moyen de 34 véhicules particuliers pour mille habitants en Chine contre 818 aux États-Unis et 598 en France, les perspectives d'évolution des marchés auto en Chine sont particulièrement favorables. Le constat est le même pour l'Inde où le taux d'équipement est de 14 voitures pour mille habitants. Le retard est moins marqué pour le Brésil (134 véhicules pour 1000 habitants).

Graphique 8 : Les ventes de véhicules légers et de voitures particulières, en millions d'unités



Pour l'industrie automobile, l'opportunité que représentent les marchés domestiques émergents est donc un facteur important d'investissement à long terme, d'autant plus si l'on prend en compte le potentiel de commercialisation de services, d'acquisitions stratégiques et d'exportations.

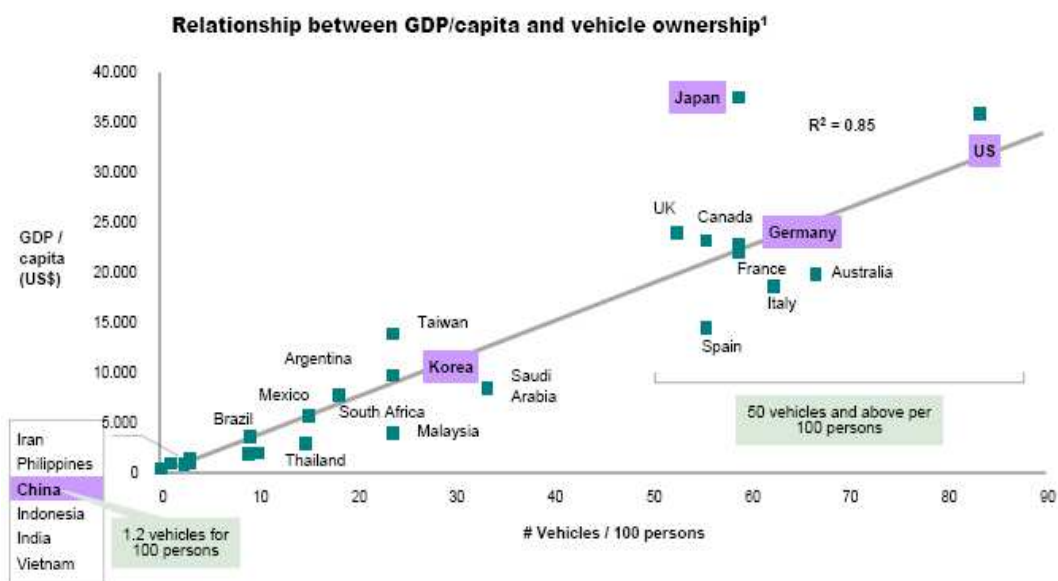
Le tableau qui suit illustre le potentiel de rattrapage important des taux d'équipement en VP dans les pays émergents, tandis que le graphique 9 rappelle la corrélation existant entre les taux d'équipement et le niveau de PIB en PPA.

Tableau 5 : Nombre de voitures et de véhicules utilitaires pour 1 000 habitants

	1985	1990	1995	2000	2005	2008
Union européenne*	380	454	473	534	576	585
Allemagne	450	512	529	553	593	535
Belgique	363	419	463	505	531	550
Espagne	276	403	430	517	580	632
France	446	495	520	564	593	598
Italie	412	507	541	615	653	685
Royaume-Uni	379	454	474	525	567	580
Suède	400	455	445	481	507	525
Pologne	117	160	229	287	381	454
Turquie	27	37	65	84	108	129
Canada	559	617	562	573	584	624
États-Unis	708	752	759	774	807	818
Corée du sud	25	71	177	240	313	341
Japon	375	456	527	566	584	592
Argentine	173	180	167	181	182	209
Brésil	86	87	89	109	120	133
Chine	3	5	8	12	21	34
Inde	3	5	6	7	10	14

* À partir de 1995, l'Union européenne comprend 15 pays.

Source : CCFA, au 1^{er} janvier de chaque année

Graphique 9 : Lien entre les taux d'équipement en VP et le niveau de PIB per capita

Source : Commission européenne

1.6. Évolutions prospectives

Quatre scénarios de croissance peuvent être esquissés :

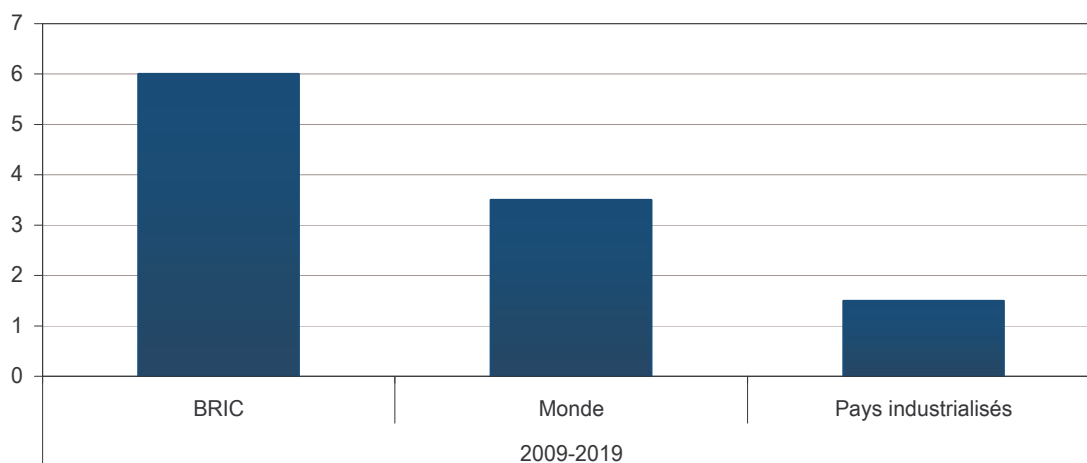
Scénario 1 : croissance mondiale « au fil de l'eau »

Le premier scénario suppose que les pays émergents renouent avec des rythmes de croissance proches des niveaux antérieurs, après les ajustements post-crise de 2009-2010 : le recentrage des politiques économiques des principaux pays émergents sur la relance de la demande interne fait de ces économies les nouveaux moteurs de la croissance mondiale, favorisant une reprise du commerce mondial même si les rythmes de croissance des pays industrialisés restent durablement en deçà de ce qu'ils ont connu dans les deux dernières décennies. Dans ce scénario, la croissance des BRIC serait de 6 % environ par an en moyenne dans les 5 à 10 prochaines

années, conduisant à une croissance mondiale de l'ordre de 3,5 % par an sur la période 2009-2019, certains pays connaissant une croissance moyenne sur la période proche de 8 % par an (notamment la Chine) tandis que d'autres pays – parmi lesquels plusieurs pays industrialisés matures – connaîtraient une croissance moyenne voisine de 1,5 % par an.

Graphique 10 : Évolution du PIB mondial et fourchette de croissance autour de cette moyenne entre 2009 et 2019 dans le premier scénario

Taux de croissance annuel moyen sur la période 2009-2019, en %



BIPE - Septembre 2009

Source : BIPE

Scénario 2 : instabilité et volatilité accentuées

Dans le deuxième scénario, on suppose une succession de chocs sur la croissance résultant d'une forte volatilité des prix des matières premières, d'accidents climatiques, géologiques, écologiques ou sanitaires tels que des tremblements de terre, des inondations, des pandémies, des actes de terrorisme, guerres, etc. Ces chocs entraîneront des rythmes de croissance des pays émergents nettement plus cycliques et volatiles que dans le scénario précédent, des cycles irréguliers et une croissance moyenne sur la période inférieure à celle du premier scénario, les ajustements aux chocs étant coûteux. Ainsi, dans ce scénario, la croissance moyenne de l'économie mondiale ne dépasserait pas 2,7% par an en moyenne entre 2009 et 2015, puis ralentirait jusque 2 % par an en moyenne ensuite.

La croissance des pays les plus dynamiques pourrait se maintenir aux alentours de 6 % en moyenne sur la période, tandis que les pays les plus touchés par la volatilité – notamment les pays émergents principalement exportateurs de denrées agricoles et importateurs des matières de base dont les prix flambent régulièrement – connaîtraient une croissance variant entre 1,5% par an les premières années, et 0,5 % à 0,7 % par an par la suite. Dépendants de l'extérieur, donc pénalisés par les fortes fluctuations du commerce mondial et pour la plupart fortement endettés, ces pays ne disposent en effet pas de marges de manœuvre suffisantes pour relancer la croissance interne en l'absence de moteurs externes. Ils s'enlisent dans un cercle vicieux de décroissance, hausse du chômage, développement de la précarité, baisse de la confiance (notamment envers la capacité du pays à financer la protection sociale et les retraites à terme), hausse de l'épargne de précaution, baisse de la demande interne, etc.

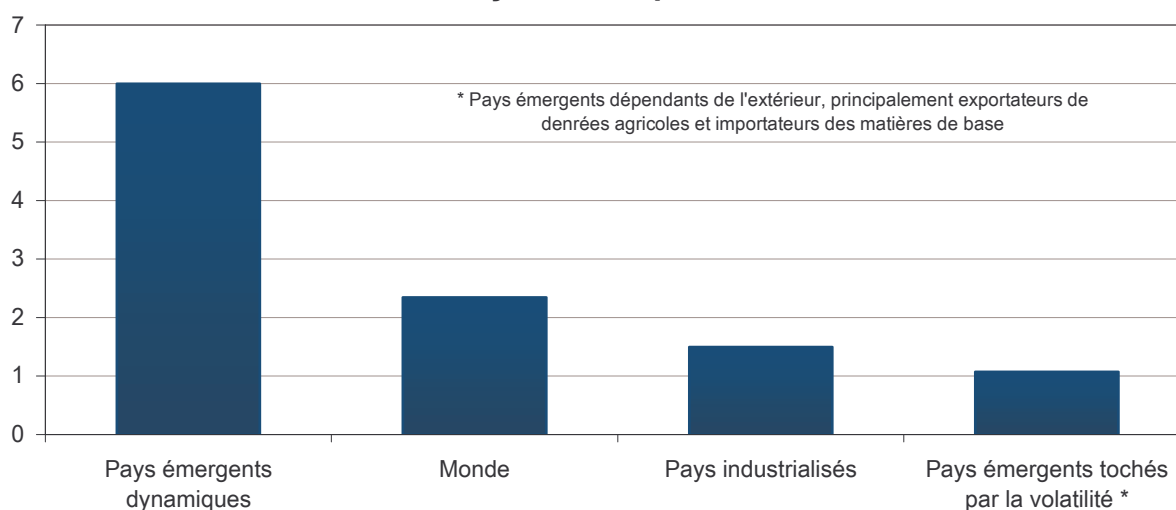
Dans ce scénario, la régulation économique, via les organismes internationaux du type FMI ou OMC ou via les relations multilatérales du genre G20, ne fonctionne pas ou très mal. Dans ces conditions, les crises affectant tel ou tel pays en situation de faiblesse se produisent régulièrement, créant une situation d'instabilité économique et sociale permanente. Cela se traduit par une dégradation structurelle de la situation économique et une baisse du niveau de vie dans les pays les plus vulnérables du fait d'une surpopulation ou de l'absence de ressources agricoles ou industrielles.

La croissance mondiale moyenne dans ce scénario masque donc des écarts croissants entre les pays qui connaissent, de par leurs richesses en matières premières, en technologies, et/ou leur puissance politico-militaire, un développement relativement régulier et positif (taux de croissance moyen relativement élevé), et ceux qui subissent les aléas de la conjoncture (rareté des ressources en matières premières, concurrence forte sur les produits banalisés, etc.). Ces derniers connaissent une croissance « moyenne » lors des phases de progression, et une décroissance marquée lors des périodes de difficultés.

Le groupe de pays en difficulté est, en outre, fragilisé par l'instabilité chronique de la croissance mondiale. Dans ce contexte, les prix des produits de base sont volatiles, ce qui crée d'importants problèmes aux entreprises et fragilise les plus faibles. Ce scénario conduit à une fragmentation de plus en plus dure entre les deux groupes de pays, pouvant mener à une accentuation des tensions géopolitiques : l'appropriation des matières premières se fait de manière conflictuelle, et cela d'autant plus nettement que la rareté de telle ou telle ressource est ressentie ou attendue à terme. Les prix suivent des mouvements erratiques tandis que la fragmentation du monde entre pays économiquement forts et pays structurellement sous-développés s'approfondit. La notation de solidarité entre pays reste un vœu pieux et l'aide aux pays pauvres un pis-aller, vu son insuffisance.

Graphique 11 : Évolution du PIB mondial et fourchette de croissance autour de cette moyenne entre 2009 et 2019 dans le deuxième scénario

Taux de croissance annuel moyen sur la période 2009-2019, en %



BIPE - Septembre 2009

Source : BIPE

Scénario 3 : régulation et anticipation des pénuries, et solidarité internationale

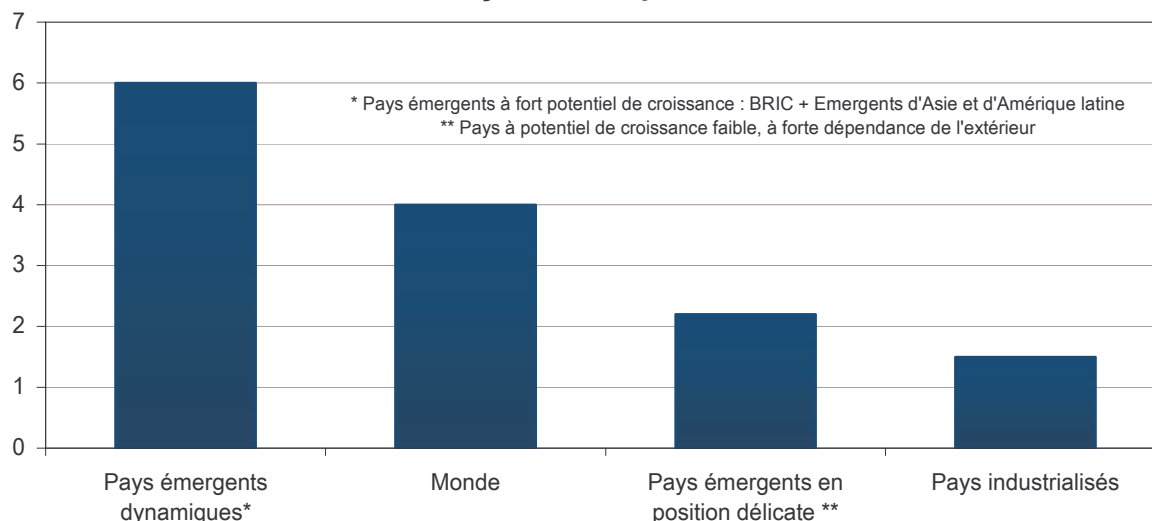
Le troisième scénario suppose la mise en place, après la crise économique et financière de 2007-2009, de mesures destinées à encadrer le système financier pour éviter les crises d'endettement et les vagues de spéculation que l'on a connues récemment, et qui ont conduit à l'éclatement successif de bulles de diverses natures : bulles de la nouvelle économie ; bulles immobilières ; bulles d'endettement ; bulles sur les prix des matières premières ; etc.

Ce troisième scénario découle de la primauté, parmi les pays et les entreprises, de la nécessité d'un processus de régulation pour « organiser » les pénuries présentes ou annoncées pour le futur, préserver les ressources naturelles et retarder l'avènement du « peak oil » que certains annoncent entre 2017 et 2020. Des mesures de régulation prises au plan international permettraient, dans ce scénario, « d'anticiper » - au sens propre du terme, c'est-à-dire de « préparer » - le changement pour en atténuer les conséquences potentiellement négatives sur la croissance. Même si ces mesures impliquent des coûts et une croissance plus lente à court terme, elles sont mises en œuvre afin d'assurer une croissance à moyen et long terme plus forte que celle qu'on aurait observée en l'absence de telles mesures. Dans ce scénario, la croissance mondiale moyenne de long terme serait donc légèrement supérieure à celle du premier scénario, mais la croissance à court terme pourrait être légèrement inférieure, compte tenu de l'ampleur des investissements et des changements de comportements à orchestrer pour s'inscrire sur une trajectoire plus durable. La composition de la croissance de court terme serait différente du premier scénario, avec ici plus d'investissements en développement d'infrastructures (transport en commun, notamment), en économies d'énergie et en développement de nouvelles énergies (éoliennes, photovoltaïques, biocarburants, etc.), et en capacités de recyclage, et moins de dépenses de consommation courante (suite à la contrainte budgétaire).

Selon l'hypothèse faite sur le degré de solidarité internationale dans l'ajustement aux – et la préparation des – changements, le rythme de croissance des différents pays pourrait toutefois varier sensiblement. D'où deux chemins alternatifs de croissance pour l'économie mondiale : dans un premier cas de figure, on suppose la mise en place de mécanismes de solidarité permettant aux pays ne disposant pas des moyens nécessaires pour réaliser les investissements requis, ou directement pénalisés par la réorientation de la consommation. Ces mécanismes de solidarité peuvent être mis en place par le FMI et la banque mondiale, avec le financement de certains types d'investissements, et par l'OMC avec des mesures ajustées d'ouverture des marchés (par exemple, autorisation de maintien de tarifs sur certains produits pour permettre le développement de productions domestiques et diversifier ainsi les sources de croissance). L'on observerait alors une croissance mondiale plus ou moins élevée selon les pays, certains pays surperformant systématiquement la moyenne, tandis que d'autres resteraient quelque peu à la traîne tout en bénéficiant avec un certain décalage du dynamisme du reste du monde. Le graphique ci-dessous illustre les trajectoires de la croissance mondiale, des zones les plus dynamiques et des zones les moins dynamiques (parmi lesquelles figureront les pays industrialisés matures) dans ce scénario.

Graphique 12 : Évolution du PIB mondial et fourchette de croissance autour de cette moyenne entre 2009 et 2019 dans le troisième scénario, sous hypothèse de solidarité internationale

Taux de croissance annuel moyen sur la période 2009-2019, en %



BIPE - Septembre 2009

Source : BIPE

Outre l'importance des processus de régulation des pénuries (notamment grâce à leur anticipation), ce scénario suppose aussi la mise en place de mécanismes de solidarité visant à éviter que les pays les plus vulnérables (c'est-à-dire ceux qui ne disposent pas de matières premières rares) subissent les conséquences néfastes des crises.

La recherche de solutions coordonnées pour gérer les pénuries permet d'envisager, sur le long terme, une croissance moyenne de l'économie mondiale proche de 4 %. Les pays les plus dynamiques, et notamment ceux qui ont accès aux matières « rares », soit parce qu'ils les exploitent, soit parce qu'ils disposent des ressources financières pour les acquérir, bénéficient des conditions optimales pour enregistrer une croissance dynamique. Parmi ces pays figurent les BRIC ainsi qu'un certain nombre de pays émergents d'Asie (Vietnam, Malaisie, etc.) et d'Amérique latine (Chili, ...). Par contre, d'autres pays sont dans une position plus délicate et enregistreront un rythme de croissance moindre (de l'ordre de 2 % en moyenne) pendant la période nécessaire à la mise en place des structures de gestion des matières premières rares (2017-2018).

Une fois mis en place le processus de régulation internationale, la croissance mondiale devrait connaître une plus grande régularité. Cela ne signifie pas la disparition des cycles économiques, mais ceux-ci seront moins irréguliers du fait de la meilleure maîtrise des facteurs déclencheurs de crise. Parallèlement, les actions pour relancer la croissance lors des phases de ralentissement devraient être plus performantes car coordonnées par les structures de régulation.

Lorsque ces structures deviendront efficaces, une sorte de péréquation du potentiel de croissance se développera, permettant aux pays plus vulnérables d'enregistrer une accélération de leur croissance qui reviendrait alors vers un rythme moyen de 3,0 à 3,5%. A contrario, les pays structurellement « favorisés » subiront un tassement de leur croissance moyenne du fait de l'érosion progressif de leur avantage.

À terme, ce scénario implique que la raréfaction de certaines matières premières sera mieux gérée, donc les prix augmenteront moins à long terme : la raréfaction des matières premières ayant été anticipée, elle aurait donné lieu à la recherche de solutions alternatives (substitution entre matières premières, développement de nouvelles technologies, etc.). Parallèlement, l'on assisterait à un développement plus poussé des investissements de récupération / revalorisation afin d'« économiser » les matières premières primaires, ainsi qu'à un niveau de R&D plus élevé afin de mettre au point des techniques plus économes en matières de base ainsi que des technologies propres.

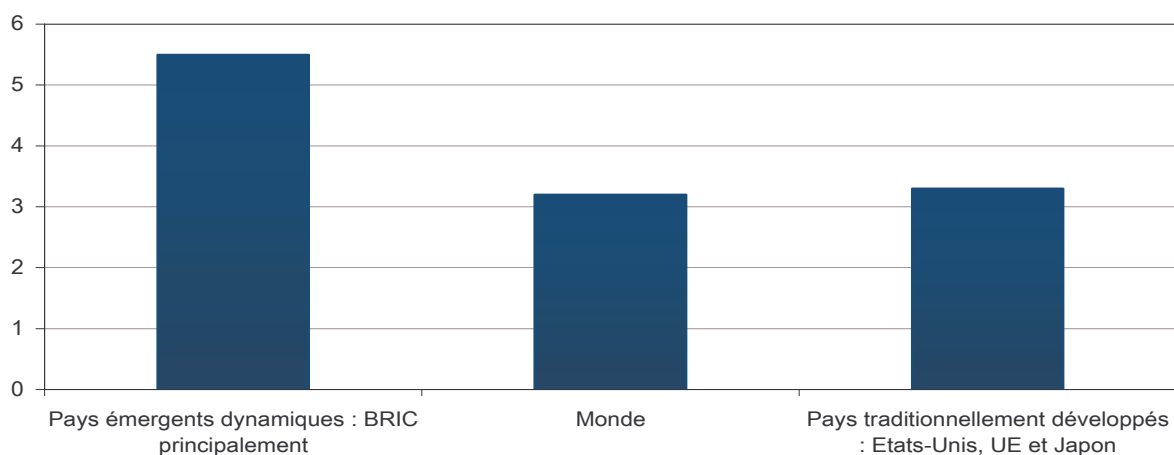
Dans ce scénario, la croissance serait également plus harmonieuse dans la mesure où le processus coopératif international issu des structures de régulation favoriserait très certainement un meilleur respect de normes sociales minimum, notamment par les pays en voie de développement ou émergents dont le coût de la main-d'œuvre apparaît aujourd'hui comme facteur clé de compétitivité.

Scénario 4 – Anticipation des pénuries mais absence de solidarité internationale

Le risque d'absence de solidarité internationale ne peut toutefois être négligé. Un quatrième scénario est ainsi esquissé, dans le cadre duquel certains pays (les principaux pays industrialisés et certains grands pays émergents) s'inscriraient de manière volontariste sur une trajectoire de « préparation et d'anticipation » des pénuries de ressources, investissant en économies d'énergie, en nouveaux processus de production et en modification des comportements de consommation, alors que d'autres subissent ces changements sans avoir les moyens de préparer leur économie à l'épuisement de certaines sources de croissance (le pétrole, pour les pays exportateurs de pétrole, le gaz pour ceux qui tirent l'essentiel de leurs revenus des exportations de gaz naturel, ou les ressources minières pour certains pays africains). Mais, avant de mettre en œuvre ces mutations technologiques, les pays les puissants (États-Unis, Union européenne, Japon, Chine, Inde, Brésil principalement) auraient organisé non seulement la pénurie, mais la prise de contrôle des sources de matières premières rares. Pour comprendre ce que cela signifie, l'on peut penser à la politique mise en œuvre par la Chine en Afrique (rachat de mines, prises de participation majoritaire d'entreprises clés, contrats léonins, aides politiques à certains régimes dictatoriaux -Soudan, par exemple-, etc.). S'ils connaissent une croissance maintenue dans les premières années de la prévision, grâce au maintien de la croissance de leurs exportations, le développement de substituts dans les grands pays importateurs et les perspectives d'épuisement de leurs ressources sans qu'ils aient développé des sources alternatives de croissance conduiraient les pays émergents importateurs de ressources naturelles à des situations de crise après quelques années – sans doute plus d'une décennie. Cette situation est illustrée sur le graphique ci-après.

Graphique 13 : Évolution du PIB mondial et fourchette de croissance autour de cette moyenne entre 2009 et 2019 dans le troisième scénario, sous hypothèse d'absence de solidarité internationale

Taux de croissance annuel moyen sur la période 2009-2019, en %



BIPE - Septembre 2009

Source : BIPE

Dans ce scénario que l'on peut qualifier de scénario de confrontation, la régulation de la rareté de certaines ressources reflète l'exercice d'un rapport de force entre pays disposant des moyens d'acquérir les ressources rares (que ce soit par des prises de participation ou des pressions politiques) et pays faibles ou moyens qui, à de degrés variables, accèdent peu ou pas à ces ressources rares. Dans ce scénario, le processus de régulation est évidemment conflictuel, dans le cadre d'un rapport de force inégal. Au final, la croissance mondiale est moins élevée que dans le scénario précédent : elle enregistre un taux moyen voisin de 3% d'ici 2015, puis accélère pendant une courte période (approchant 4,0 %), avant de retomber vers 2,5 % du fait des implications négatives des divergences structurelles entre pays disposant des matières premières rares (peu disposés à les partager avec les autres) et pays ne disposant pas de ces ressources.

Dans ce scénario, la croissance mondiale est fortement dichotomique. Disposant des matières premières rares et d'un potentiel de croissance interne, les pays puissants composant le premier groupe connaissent, pendant une partie importante de la période nous séparant de 2020, d'une croissance soutenue proche de 5,5 % par an en haut de phase. Au sein de ce groupe, le potentiel de croissance le plus élevé figure dans les pays émergents de grande taille, les pays traditionnellement développés (États-Unis, Japon et Union européenne) ayant un potentiel plus limité. Le potentiel de croissance est certes un peu plus élevé aux États-Unis du fait de l'immigration latino-américaine qui se poursuit tout au long de la période. Mais une fois épuisé le potentiel de demande interne, la croissance des pays industrialisés s'atténue, ne trouvant pas de relais dans le second groupe de pays soumis en permanence à des problèmes de disponibilité insuffisante des ressources rares. En effet, compte tenu de leurs difficultés, la croissance dans ces pays plafonne assez rapidement autour de 1,5 % en moyenne, pour progressivement passer sous cette limite au fur et à mesure de l'amplification des difficultés et des blocages accrus qu'ils entraînent.

Le prix des matières premières rares reste plutôt élevé, mais n'atteint pas un niveau exceptionnel dans la mesure où leurs marchés n'existent que de manière très fragmentaire, une partie importante de l'offre étant quasi confisquée par les pays puissants : elle ne se retrouve donc pas sur le marché réel.

Ce scénario devrait générer des conflits sociaux durs et des mouvements de population du type « émeute de la faim » dans les pays pauvres ne pouvant accéder aux matières premières rares du

fait de la faiblesse de leurs moyens financiers. Ces pays risquent de demeurer dans une position économique plus que difficile, caractérisée notamment par un pouvoir d'achat structurellement faible pour une partie importante de la population.

1.7. Les indicateurs clés

Croissance économique

Pour les pays émergents, notamment les BRIC analysés dans cette fiche, le taux de croissance du PIB devrait être largement supérieur à celui des pays développés dans les années à venir. Les sources de croissance que sont la forte population active, le progrès technique, et l'accumulation de capital, conjuguées à l'assainissement récent des fondamentaux macroéconomiques et au dynamisme des marchés domestiques, devraient continuer de tirer à la hausse la croissance dans le monde émergent.

Le poids des pays émergents dans l'économie mondiale pourrait ainsi dépasser celui des pays industrialisés à horizon de 20 ou 30 ans. À plus court terme (c'est-à-dire à horizon de 4-5 ans) le processus d'industrialisation de ces pays devrait se prolonger grâce au développement de leurs marchés intérieurs et à la progression de leur part de marché dans le commerce mondial. Compte tenu du ralentissement attendu sur la période du rythme de croissance moyen des pays industrialisés, le processus de rattrapage des émergents connaîtrait ainsi un coup d'accélérateur, leur poids dans le total de l'économie mondiale augmentant sensiblement.

Revenu (PIB) par habitant

L'analyse rétrospective montre que le rattrapage des revenus (mesuré en PIB par habitant en PPA) est un processus de long terme encore loin d'être achevé. La convergence du PIB par habitant dans les BRIC vers le niveau des pays développés devrait donc se poursuivre. Cette augmentation du niveau de vie devrait continuer de stimuler la demande en biens et services, notamment de véhicules automobiles. En effet, les gains de pouvoir d'achat favorisent l'émergence d'une vaste classe moyenne dans les pays émergents. La relation positive entre le niveau de vie et le taux d'équipement annonce une forte croissance du parc automobile dans la plupart de ces pays à moyen terme. Les implantations récentes des constructeurs de ces régions ont anticipé cette évolution structurelle attendue de la demande.

Vitesse de développement et de consommation de ressources

La demande en provenance des pays émergents pèse de plus en plus dans la consommation énergétique mondiale et explique en grande partie sa croissance à moyen terme. La pression à la hausse sur les prix des matières premières énergétiques (pétrole notamment, charbon...) qui en résulte devrait persister pendant plusieurs années, l'affaiblissement éventuel de la demande des pays industrialisés étant plus que compensé par la hausse de la demande en provenance des pays émergents.

Le taux d'équipement (automobile)

Le nombre de véhicules (utilitaires et particuliers) par 1000 habitants reste faible dans le monde émergent en comparaison avec les pays industrialisés. Le retard devrait se réduire progressivement dans les années à venir avec le développement de la consommation de masse et la poursuite de l'urbanisation.

1.8. Bibliographie

- Goldman-Sachs (2003) : « Dreaming With BRICs: The Path to 2050 »
- Boston Consulting Group (BCG) « The 2009 BCG 100 New Global Challengers », étude sur les cent premières entreprises des pays émergents.
- Barro R, J (1997: « Determinants of economic growth: A cross-country empirical study », Cambridge, the MIT Press
- Global Edge Business Review : « the BRIC countries », N°4, 2009
- Secrétariat d'état chargé de la prospective : « Diagnostic stratégique - France 2025 »

2. A2 : PRIX DU PETROLE

2.1. Définition

Cette fiche traite de l'évolution du prix du pétrole, de ses usages et des problèmes à long terme posés par un équilibre de plus en plus difficile à réaliser entre offre et demande mondiale de pétrole. Indépendamment des conséquences à terme de la crise actuelle, le marché du pétrole est entré, avec l'arrivée des pays émergents et notamment de géants tels que le Brésil, La Russie, l'Inde et la Chine, dans une nouvelle ère. L'arrivée de nouveaux pays consommateurs sur le marché mondial du pétrole et des produits pétroliers a en effet fondamentalement modifié la donne.

Ci-dessous nous :

- analysons les fondamentaux du marché pétrolier ;
- déterminons les conséquences à long terme (équilibre offre – demande, prix...) et les blocages éventuels qui résulteraient d'une poursuite de la hausse des prix, l'évolution la plus probable actuellement ;
- recherchons les possibilités de substitution entre sources d'énergie ;
- abordons la question du lien entre pétrole et développement durable.

2.2. Indicateurs pertinents

- Demande mondiale de pétrole ;
- Réserves connues, exploitables et découverte de nouveaux gisements ;
- Prix du baril de pétrole.

2.3. Synthèse

- La demande mondiale de pétrole a augmenté régulièrement depuis 25 ans avant de se contracter en 2008 en raison de la crise ;
- On observe une montée très rapide des pays émergents en tant que consommateurs ;
- De même, on note des tensions persistantes entre offre et demande dues à la raréfaction de la ressource pétrolière (approche du « Peak Oil ») ;
- Les années à venir seront sans doute caractérisées par de nouvelles hausses des prix, mais avec des fluctuations plus ou moins importantes autour de la tendance haussière.

2.4. Rétrospective

2.4.1. Évolution de la demande mondiale de pétrole et des prix

Depuis la seconde guerre mondiale, le pétrole est devenu la source d'énergie majeure, celle qui a enregistré le développement d'utilisations nouvelles massives et qui s'est progressivement substituée au charbon dans de nombreux usages (production thermique, chimie organique, etc.). La demande mondiale a donc fortement crû, passant de 46,8 millions de barils/jour à 85,9 millions de barils/jour, entre 1970 et 2007, soit une augmentation de près de 85 %.

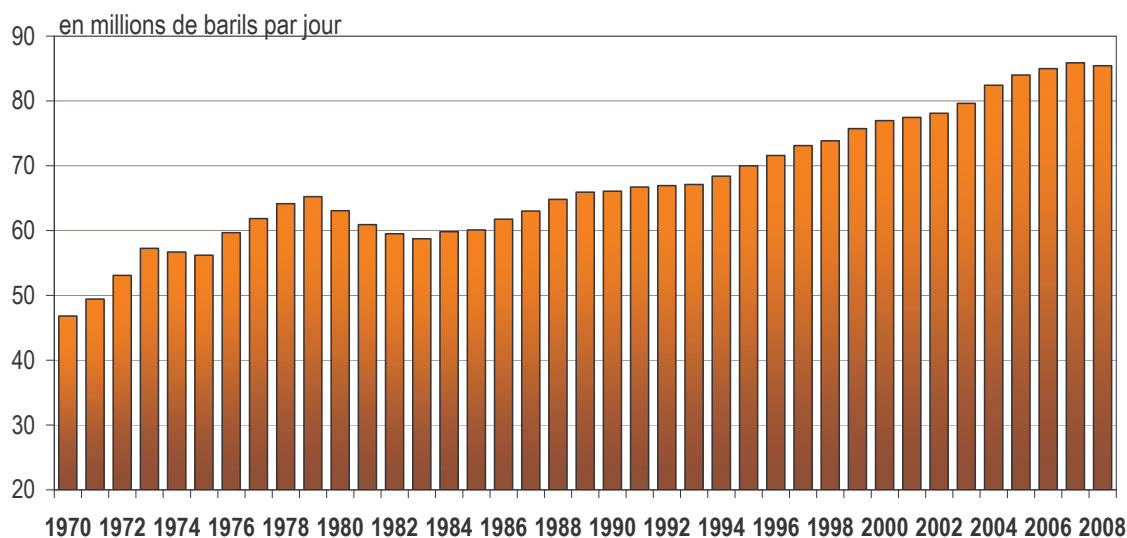
A l'exception des deux chocs pétroliers (1973-1976 et 1978-1983) la demande de pétrole a crû continûment au cours de cette longue période. La croissance de la demande était tirée à la fois

par la croissance économique générale, et par le développement de nouveaux usages d'une source d'énergie qui est apparue, pendant l'essentiel de cette période, comme étant à la fois très disponible et particulièrement compétitive (prix faibles).

Plus récemment (à partir du milieu des années 1990), le développement rapide des grands pays émergents a entraîné une accélération sensible de la demande mondiale de pétrole et de produits dérivés. En effet, ces nouvelles économies sont caractérisées, comme la majorité des économies dans leur phase de développement, par une intensité énergétique élevée (rapport de la consommation d'énergie au PIB).

Graphique 14 : Évolution de la demande mondiale de pétrole

Demande mondiale de pétrole



BIPE - Juin 2009

Source : U.S. DEPARTMENT OF ENERGY

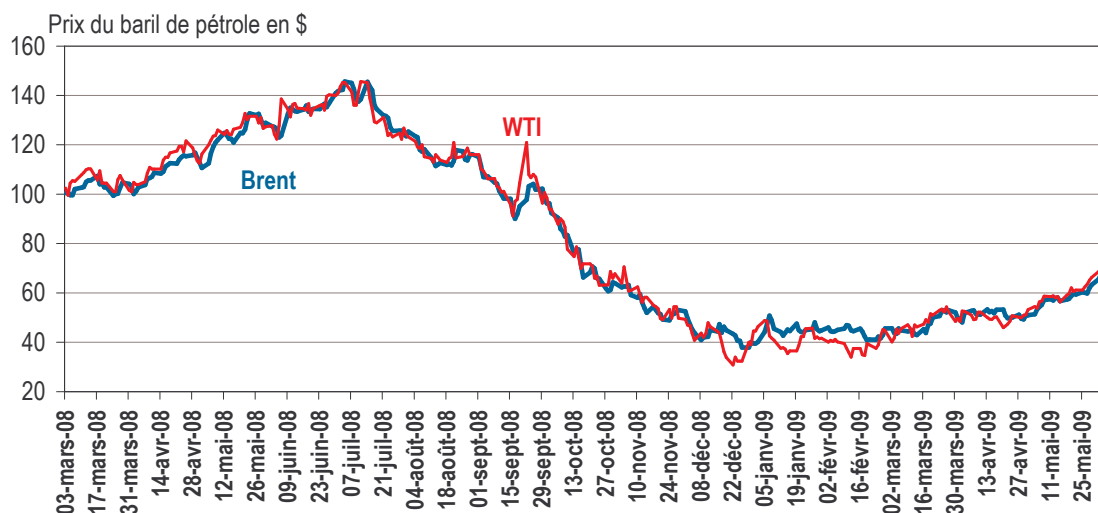
Au cours de l'année 2008, l'éclatement de la crise financière a provoqué un recul de la demande de pétrole, un phénomène inédit depuis 25 ans. Dans ce contexte de demande en baisse, les cours du baril ont également brutalement chuté, passant de plus de 140 \$/b à mi-juillet 2008 à moins de 40 \$/b dans les derniers jours de décembre 2008, avant de rebondir pour s'inscrire entre 75 et 85 \$/b à l'automne 2009.

Selon toute vraisemblance, ce repli de la demande devrait s'être maintenu en 2009, année de récession dans tous les pays industrialisés. Les estimations de la demande mondiale de pétrole - qu'elles proviennent de l'OPEP ou de l'AIE (Agence Internationale de l'Énergie) - anticipent en effet une nouvelle contraction de la demande cette année, et sont très prudentes sur la tendance en 2010.

L'inversion de la tendance lourde antérieure entre fin 2008 et mi-2009 marque certes une rupture dans l'évolution du rapport entre offre et demande mondiales, mais une rupture sans doute temporaire. Elle a néanmoins été suffisamment brutale pour inciter un certain nombre d'experts à émettre l'hypothèse selon laquelle les vives tensions sur les prix enregistrées sur ce marché entre 2005/6 et mi-2008 n'auraient été que conjoncturelles : en particulier, la pénurie relative de pétrole entre 2005/06 et mi-2008 n'aurait été que ponctuelle, liée en partie à des facteurs d'ordre spéculatif. D'après ces analystes, une simple relance de l'exploration pétrolière ainsi qu'une meilleure efficacité dans l'exploitation des réserves actuellement exploitées suffiraient pour satisfaire les besoins pendant encore une longue période.

Graphique 15 : Évolution mensuelle des prix du pétrole, en \$/baril

De fortes variations des cours du baril depuis début 2008



BIPE - Juin 2009

Source : ICE - Dow Jones

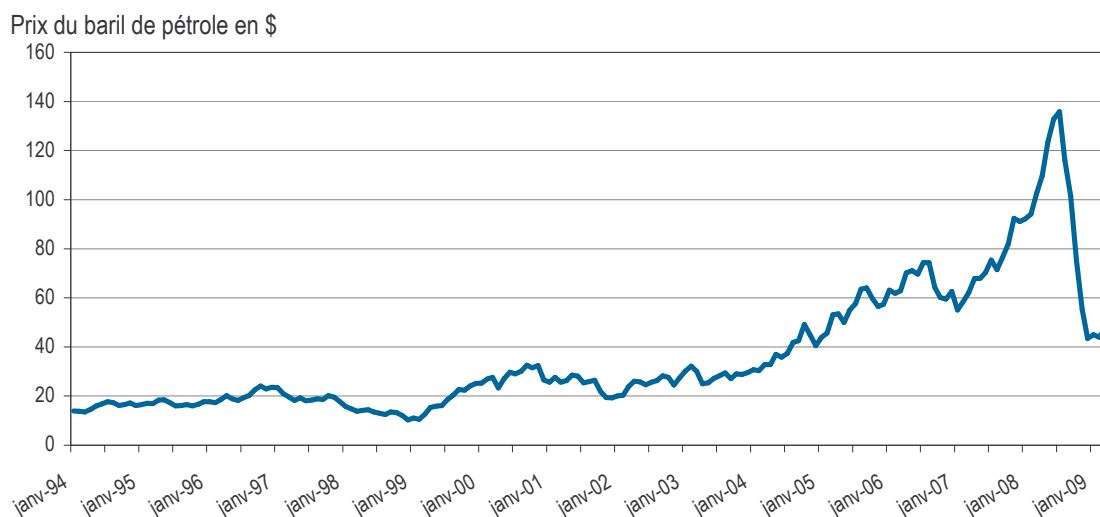
L'analyse des évolutions structurelles de l'offre et de la demande montre toutefois que, sans nier les effets d'ordre conjoncturel et temporaire, les amples variations des prix de ces dernières années font écho à des facteurs d'ordre structurel : ainsi, la tendance haussière des cours du baril s'est accentuée à partir du moment où les grands pays émergents ont commencé à peser en volume de pétrole acheté.

Dans les années à venir, l'augmentation de la population mondiale et l'accroissement du revenu moyen par habitant pourraient entraîner une hausse de la demande d'énergie primaire de plus de 50 %. Cette prévision reste toutefois entachée d'incertitudes tant il est difficile d'évaluer avec précision l'évolution des populations, des économies, des modes de vie, des technologies, voire des évolutions géopolitiques.

L'ensemble des prévisionnistes s'accorde toutefois sur le fait que la croissance future de la demande mondiale d'énergie sera principalement tirée par les pays émergents, dont certains, comme la Chine ou l'Inde, connaissent depuis déjà plusieurs années une croissance économique soutenue. La demande de ces pays augmentera trois fois plus vite que celle de la zone OCDE, pour atteindre près de la moitié de la demande totale de pétrole à l'horizon 2030, contre 13 % en 1970.

Graphique 16 : Évolution du prix du pétrole sur longue période, en \$/baril

Evolution des cours du baril depuis 1994 : un processus haussier qui s'accélère sur le long terme



BIPE - Juin 2009

Source : ICE

Faute de solutions alternatives permettant une substitution rapide et massive du pétrole, en particulier dans les transports, les énergies fossiles (pétrole, gaz et charbon) resteront aussi prédominantes dans le monde occidental dans les prochaines décennies. Ensemble, les énergies fossiles représenteront plus de 80 % de l'augmentation de la demande mondiale en énergie entre 2004 et 2030, d'après les experts de l'OCDE.

Il ne devrait en effet pas y avoir de substitution brutale au pétrole. Selon l'IFP, nous entrons dans une ère où **l'utilisation du pétrole**, en particulier dans le secteur transports, **coexistera avec de nouvelles énergies**. La transition vers une autre source d'énergie ne se fera que progressivement, sur plusieurs décennies. Il faut donc continuer d'assurer l'approvisionnement en pétrole pour les usages où il est aujourd'hui irremplaçable (transport et pétrochimie), et ce pendant tout le temps nécessaire au développement d'énergies alternatives.

Entretemps, des phases de pénurie pourraient s'installer progressivement face à une demande mondiale en hausse constante : en un peu plus d'un siècle, nous aurions en effet déjà consommé la moitié des réserves de pétrole découvertes, lentement accumulées dans le sous-sol pendant des centaines de millions d'années. La seconde moitié serait consommée infiniment plus vite que la première, du fait d'une demande énergétique mondiale beaucoup plus forte.

Ce scénario alarmiste doit toutefois être tempéré, compte tenu des progrès continus des technologies : une partie de ce qui n'était pas récupérable ou exploitable hier l'est aujourd'hui, et une partie de ce qui ne l'est pas aujourd'hui, le sera demain. C'est d'ailleurs ce point qui alimente le débat entre ceux qui prévoient la fin proche du pétrole, et d'autres qui repoussent la date d'un « pic pétrolier »¹ au-delà de 2025/2030, voire au-delà pour les plus optimistes. Pour autant, s'il faut s'attendre à une baisse de la production avant la moitié de ce siècle, cela ne

¹ Pic pétrolier : le « pic pétrolier mondial » (abrégé en *Peak Oil* en anglais) désigne le moment où la production mondiale de pétrole commencera à décliner du fait de l'épuisement des réserves de pétrole exploitables.

signifiera pas pour autant la fin brutale du pétrole : le pétrole sera encore produit et consommé bien au-delà de la fin du siècle.

Une question essentielle est donc celle de l'état des réserves de pétrole et, surtout, du nombre d'années d'exploitation restantes.

2.4.2. L'état des réserves et les conditions de l'offre

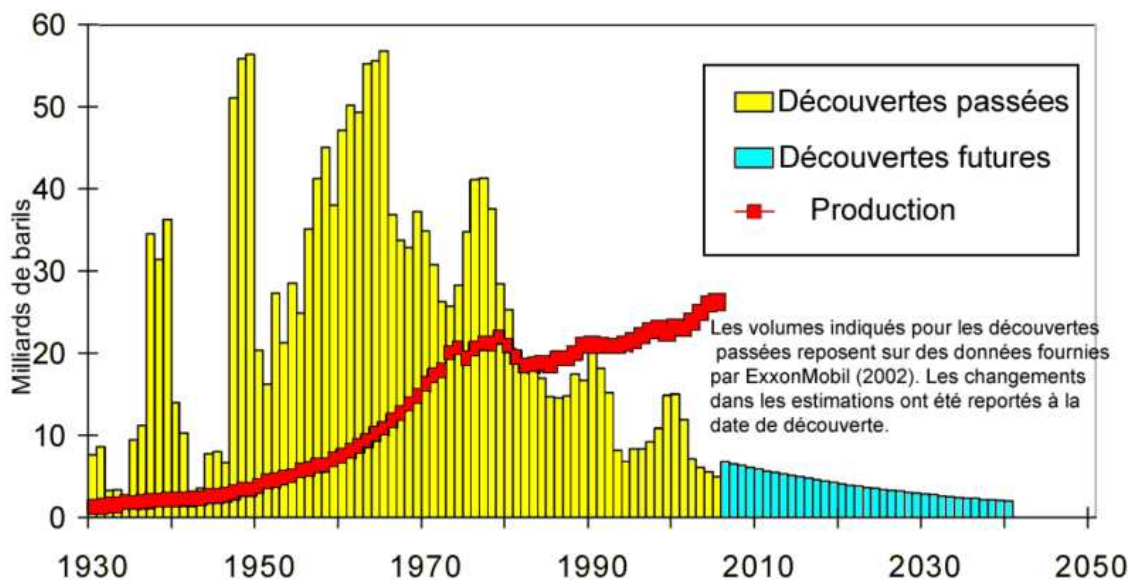
Les ressources en énergies fossiles ne sont pas inépuisables. Les progrès technologiques ont permis et permettront encore de repousser les limites des réserves. Mais l'horizon d'un plafonnement de la production, puis d'une raréfaction du pétrole, doit être pris en compte dès aujourd'hui, même si la date du "pic pétrolier" reste incertaine. L'incertitude s'explique par :

- la difficulté à accéder aux données terrain en possession des compagnies pétrolières nationales ;
- le fait que des réserves qui ne sont pas considérées comme exploitables aujourd'hui pourraient l'être demain, grâce à l'évolution des technologies et du contexte économique (prix du baril, cadre fiscal, nouvelles technologies, etc.).

De ce point de vue, deux courants de pensée s'opposent. D'une part, les experts qui indiquent que les réserves non connues sont suffisamment importantes et que le progrès technique est tel que le nombre d'années d'exploitation va probablement remonter dans le futur, retrouvant peut-être même le niveau du début des années 90 une fois les recherches de gisements relancées durablement (Grand Nord, fonds marins profonds, etc.).

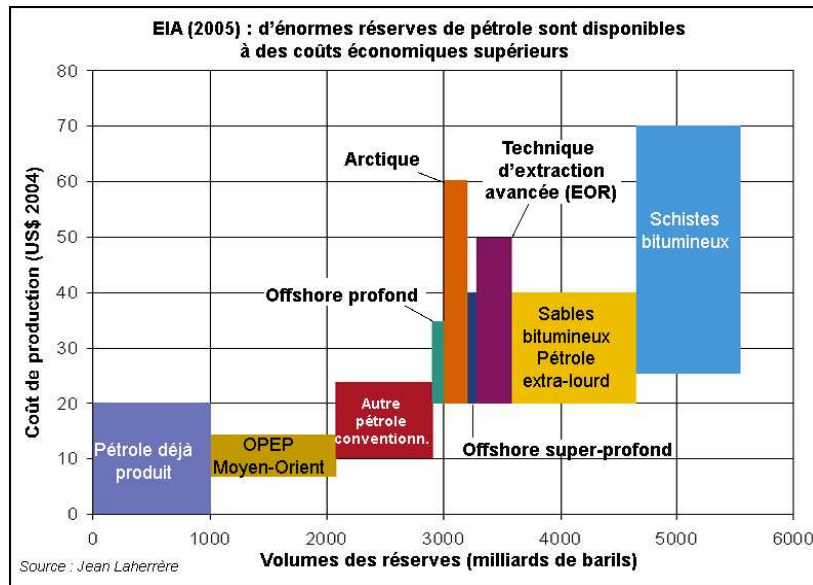
D'autre part, figurent les experts qui affirment que le pétrole a connu, ou va connaître, un «Peak Oil», et qu'une fois celui-ci passé, la production décroîtra de manière inexorable sur le long terme.

Graphique 17 : Écart entre réserves découvertes et production



Source : Association for Peak-Oil Studies, ASPO

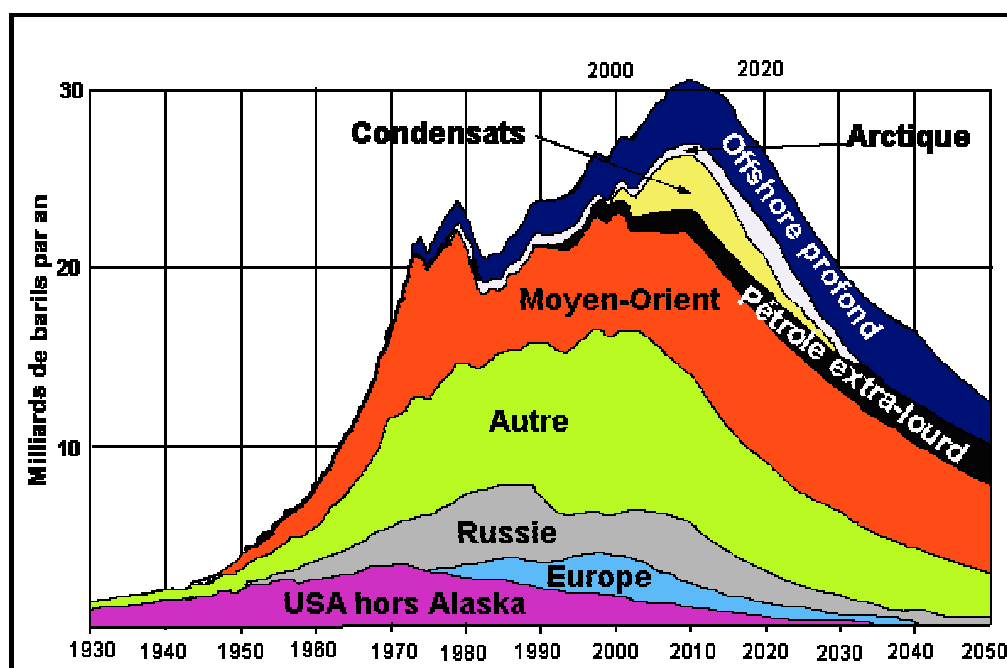
Graphique 18 : Rentabilité économique des réserves connues, à différents niveaux de prix



Les tenants de cette théorie s'appuient, notamment, sur la situation de certains pays, situations déjà constatées ou prévues avec une probabilité non négligeable. Ainsi, le Royaume-Uni et la Norvège ont déjà franchi « leur » Peak Oil (la Norvège avec, notons-le, une courbe de Hubbert presque parfaite). L'Iran aurait aussi franchi ce cap au milieu des années 70 et le Venezuela, un peu avant. La Russie devrait franchir ce cap entre 2010 et 2015. Les choix de stratégie de développement des Émirats Arabes Unis et du Qatar s'expliquent aussi en partie par leur souhait de trouver un modèle de croissance post-pétrole ou post-gaz, ce qui laisse penser que leur Peak Oil ou Peak Gas se situe aussi dans un avenir relativement proche.

Accroître la production dans les pays où elle est la moins onéreuse - la plupart membres de l'OPEP - sera une question centrale pour faire face à la demande mondiale à un coût raisonnable. Mais la question se pose de savoir si les pays producteurs, pour obtenir des prix élevés du baril, ne limiteront délibérément pas leur niveau de production. Par ailleurs, on s'attend, dans les 10/15 prochaines années, à une baisse d'influence des grands opérateurs traditionnels qui, compte tenu des «nationalisations», ne détiennent plus que 15 % des ressources mondiales, et à une baisse d'influence progressive des pays hors OPEP qui ne détiennent que 30 % des réserves, même s'ils assurent 60 % de la production. En revanche, on assisterait sur la période à une influence croissante des pays de l'OPEP qui détiennent aujourd'hui 70 % des ressources prouvées. De ce fait, il faut s'attendre à une augmentation forte des prix en longue période.

Graphique 19 : Calendarisation du risque de « Peak Oil »



Source : ASPO

2.5. Évolutions prospectives

Cette rétrospective des évolutions de la demande, de l'offre et des prix du pétrole souligne le fait que les tendances actuelles en termes d'approvisionnement et de consommation d'énergie ne sont pas soutenables – que ce soit écologiquement, économiquement et socialement. Elles peuvent et doivent être modifiées. Outre une réévaluation globale des projections sur le long terme jusqu'à l'horizon 2030, le WEO-2008 propose une étude détaillée sur les perspectives de la production pétrolière. D'après cette étude, le pétrole restera la principale source d'énergie pour de nombreuses années à venir, même dans le cadre des hypothèses les plus optimistes sur le développement de nouvelles technologies. Mais les sources de production pétrolière, le coût de cette production et les prix que les consommateurs auront à payer restent extrêmement incertains.

Les tendances lourdes dans les années à venir sont :

- La permanence d'une forte croissance de la demande en provenance des BRIC, liée à la croissance rapide de leur production industrielle et à un léger ralentissement de la croissance de la demande dans les pays industrialisés ;
- Un déséquilibre croissant entre offre et demande mondiales durant les 10/15 prochaines années, accentué par l'influence croissante des pays de l'OPEP qui détiennent aujourd'hui 70 % des ressources prouvées ;
- Des capacités techniques de substitution du pétrole pour le chauffage, le transport et l'industrie insuffisantes : l'inertie du parc immobilier et du parc automobile imposent en effet une évolution relativement lente vers des solutions moins consommatrices de produits pétroliers. Même si des solutions techniques étaient rapidement mises au point et qu'une forte volonté politique favoriserait la mutation vers ces solutions faiblement consommatrices de pétrole, il faudra totalement repenser la structure des parcs. Cette réussite pourrait ainsi

alimenter la filière amont des constructeurs de batteries qui verrait en cela le moyen efficace de résoudre le problème de génération de puissance.

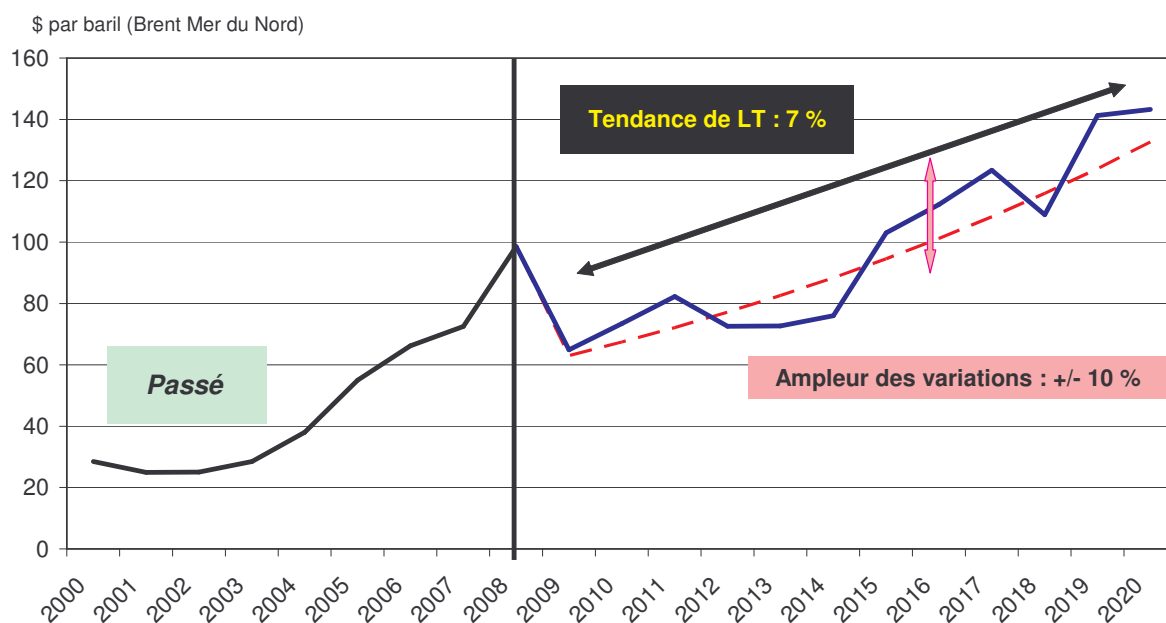
Dans ce contexte général, trois scénarios d'évolution sont esquissés pour l'évolution future des prix du pétrole :

Scénario 1 : évolution « au fil de l'eau » de la demande de pétrole

Dans ce premier scénario, les prix du pétrole continueraient d'augmenter à moyen et long terme, suite à la persistance d'une demande en hausse (notamment de la part des pays émergents) et aux progrès lents en matière de diffusion d'énergies alternatives. Des innovations technologiques impactant à la fois la demande (amélioration de l'efficacité énergétique des activités économiques et humaines) et l'offre (fruit de l'exploration pétrolière et nouveaux investissements rendus rentables par l'effet des hausses de prix) permettront toutefois d'éviter une « explosion » des prix sur l'horizon prévisionnel, maintenant celle-ci sur une tendance structurelle de long terme de l'ordre de +10% par an à prix courants.

Des arbitrages entre gaz, pétrole et charbon, notamment dans la génération électrique, maintiendront par ailleurs en phase les évolutions de prix de ces trois sources d'énergie, sans pour autant éviter totalement des désajustements partiels entre offre et demande qui seront à l'origine de variations des prix autour de leur moyenne de long terme, sans donner lieu pour autant à une volatilité extrême. Des variations conjoncturelles des prix de plus ou moins 10% autour de la moyenne sous-jacente de long terme sont donc très probables.

Graphique 20 : Évolution des prix du pétrole dans le scénario « au fil de l'eau »



Ce scénario suppose toutefois l'absence de conflits géostratégiques provoquant des interruptions plus ou moins durables des approvisionnements, et l'absence de crises économiques dans certaines régions du monde mettant à mal l'équilibre offre-demande à l'instant t ; le scénario suppose également un « Peak Oil » se situant au plus tôt en 2020, permettant donc le maintien des évolutions attendues dans les 5-10 prochaines années avant de voir émerger des tensions plus importantes, ou plus de volatilité des prix.

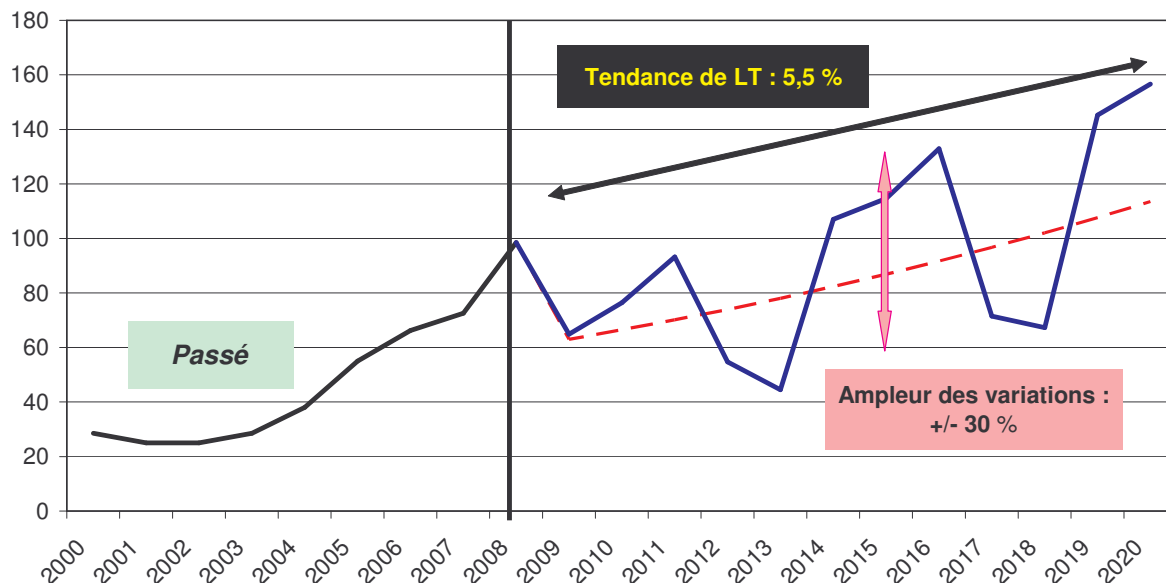
Scénario 2 : instabilité et volatilité des cours

Dans le deuxième scénario, on suppose une évolution également haussière de la demande moyenne de long terme, mais plus cyclique à court terme, notamment en raison de chocs d'origine économique ou géostratégique provoquant une succession de déséquilibres entre offre et demande, et se traduisant par une forte volatilité des prix. Dans ce scénario, la tendance structurelle des prix de long terme devrait rester proche du scénario précédent, soit environ +10% par an en prix courants, mais la variabilité des prix autour de cette moyenne serait nettement plus élevée : de +30% à -30%.

L'origine des « chocs » peut être une crise économique ou financière dans certaines régions du monde, suffisante pour altérer le niveau de la demande mondiale, ou encore une guerre ou un conflit dans des zones clés de production pétrolière. Notons que, dans un tel scénario, les acteurs économiques « subissant » des variations fortes et décalées dans le temps des prix des différents types de carburants, adapteront leurs stratégies à cette forte volatilité, misant à la fois sur le développement de substituts dont les prix seraient moins volatiles, et sur des processus de production permettant le recours à l'énergie la plus économique à tout instant – c'est-à-dire notamment les véhicules à motorisation hybride, dans le cas de l'automobile.

Graphique 21 : Évolution des prix du pétrole dans le scénario « volatilité »

\$ par baril (Brent Mer du Nord)



Source : série USGS-Platts Metal Week ; prévision BIPE

Scénario 3 : régulation et mise en place de stratégies de préparation du peak oil

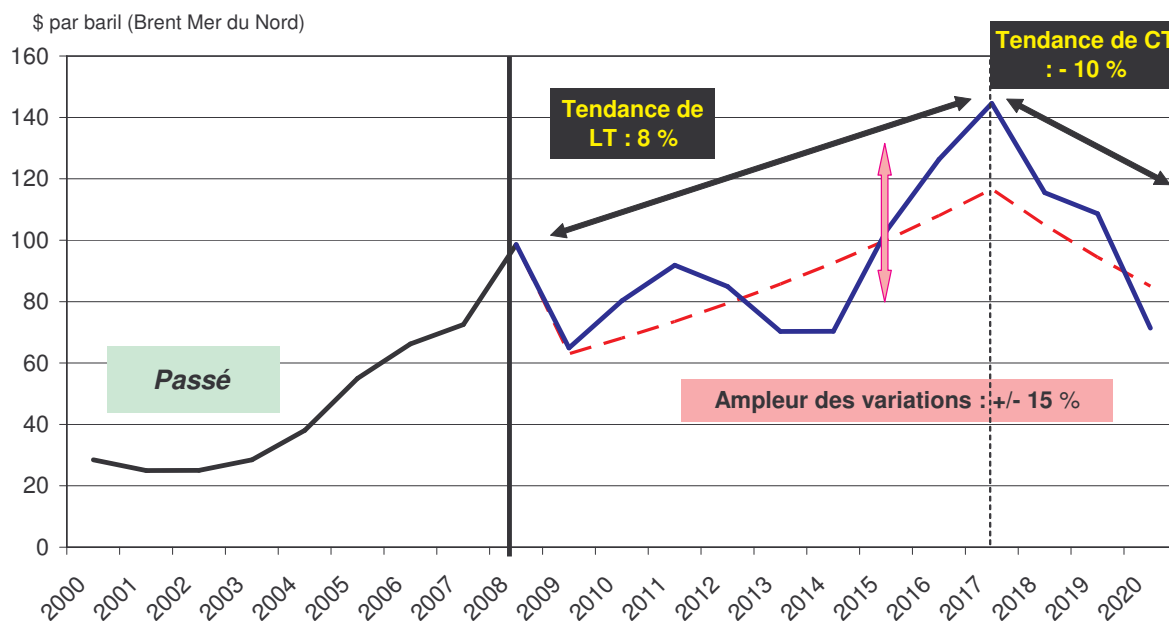
Le troisième scénario suppose l'anticipation par les marchés d'un Peak Oil relativement proche, ce qui conduit à des hausses rapides des prix à court et à moyen terme qui permettent en parallèle de stimuler la recherche et la diffusion de substituts.

Des actions des pouvoirs publics – hausse de la taxe carbone, de la TVA, introduction de taxes spécifiques sur les carburants fossiles – favoriseraient l'émergence de ce scénario. Ce troisième scénario se traduirait par une hausse plus rapide des prix du pétrole qu'observée dans les deux scénarios précédents à court et moyen terme (la hausse pouvant atteindre 20% par an, au lieu des 10% anticipés dans le premier scénario). Elle serait ainsi supérieure à la hausse de long terme du

prix du gaz dans la mesure où les ressources disponibles indiquent un peak gaz plus éloigné que pour le pétrole. Toutefois, l'écart entre prix du pétrole et prix du gaz ne devrait pas s'accroître démesurément, compte tenu des formules d'établissement des prix du gaz et des stratégies de substitution entre pétrole et gaz.

La hausse des prix du pétrole s'inverserait au-delà de 2017, suite à une baisse significative de la demande grâce au développement de substituts et aux changements de comportement qui se seraient produits pendant la phase de hausse soutenue des prix.

Graphique 22 : Évolution des prix du pétrole dans le scénario « anticipation du peak oil »



Source : série USGS-Platts Metal Week ; prévision BIPE

Les investissements en économies d'énergie, les améliorations dans l'efficacité énergétique des processus de production et la diffusion progressive d'équipements fonctionnant à partir d'autres sources énergétiques permettraient ainsi de réduire durablement le prix du pétrole à plus long terme – possiblement à partir de 2020.

2.6. Les indicateurs clés

Évolution des mesures concernant les réserves pétrolières et des hypothèses sur les besoins probables de pétrole à horizon 2020

Concernant les réserves à partir des informations de diverses sources (compagnies pétrolières US Department of Energy, AIE, OPEP...), nous aboutissons à une hypothèse de forte probabilité de nouvelles réductions du nombre d'années d'exploitation dans le futur, même si un assouplissement des contraintes permet des recherches dans le Grand Nord et une rapide amélioration des capacités techniques (augmentation de 5 à 10 % du taux de récupération du pétrole dans un gisement – actuellement ce taux est compris entre 35 et 40 %).

Évolution des besoins et mises au point de nouvelles techniques de chauffage, de transport, de motorisation et de production d'énergies renouvelables

À un horizon de 20 ans, la production d'énergies renouvelables (électricité principalement) progressera à un rythme compris entre 5 et 10 % par an. Mais cela ne suffira pas pour permettre des remplacements massifs de l'énergie pétrolière.

Certaines solutions techniques permettront de réduire les besoins ou, au moins, de ralentir leur croissance (bimotorisation, voire motorisation électrique complète, mise au point de matériaux « intelligents » sur le plan thermique, pompes à chaleur, matériaux isolants naturels, verre à énergie réversible, maisons en bois ou en matériaux naturels...).

Prise en compte de la réduction des émissions de GES

Pour les usages pour lesquels l'électricité peut être substituée aux produits pétroliers dans des conditions économiquement compétitives, retour du nucléaire. Amélioration des techniques de recyclage-récupération des GES dans l'industrie permettant de s'adapter plus facilement à des contraintes réglementaires renforcées. Priorité à la bimotorisation et à l'allègement des véhicules (recours aux plastiques, aux matériaux composites et à l'aluminium).

2.7. Bibliographie

- Les réserves de pétrole. Où en est-on ? IFP.
- L'évolution de la demande énergétique – 2030. IFP.
- Quel avenir pour le pétrole ? IFP.
- La fin du pétrole bon marché ; D. LAHERRERE – Mines de Paris.
- Annual Energy Outlook – Energy Information Administration (EIA) – US Government.
- World Energy Outlook - International Energy Agency (IEA) – OCDE.
- Medium Term Oil Market Report – International Energy Agency (IEA) – OCDE.
- Energy Technology Perspectives – International Energy Agency (IEA) – OCDE.
- Next Stop for Oil Prices : \$150 or \$200 ?
- Annual Energy Outlook – Energy Information Administration (EIA) – US Government.
- International Energy Outlook – Energy Information Administration (EIA) – US Government.
- Data : Energy Information Administration (EIA).
International Energy Agency (IEA).
IFP.

3. A3 : PRIX ET DISPONIBILITE DU GAZ NATUREL

3.1. Définition

Le gaz naturel est la source d'énergie fossile qui a connu la plus forte progression depuis les années 70. Elle représente le cinquième de la consommation énergétique mondiale, et est la deuxième source d'énergie la plus utilisée après le pétrole.

Les propriétés de ce produit, comme par exemple le faible intervalle de combustion qui le caractérise, en font l'une des sources d'énergie les plus fiables connues à ce jour. Les réserves connues sont abondantes, mais le ratio réserve sur production diminue progressivement.

La répartition géographique entre pays exportateurs (par exemple la Russie) et consommateurs (par exemple l'Union européenne) implique une autre dimension importante de l'analyse du rapport offre – demande, et donc de la formation des prix : celle de la maîtrise des circuits de distribution (notamment pour les gazoducs). Des tensions entre la Russie, l'Ukraine et l'Union européenne sur le paiement du gaz russe émergent régulièrement, l'Ukraine étant actuellement le nœud du système de gazoducs entre la Russie et l'Europe occidentale. C'est dans ce contexte que se place le projet russe de gazoduc (via la Baltique), dont l'objectif est d'éviter l'Ukraine et la Pologne, et les projets (souvent à participation américaine) destinés à contourner la Russie pour pouvoir alimenter le marché occidental (Europe, Amérique du Nord) à partir des gisements de l'Asie centrale ex-soviétique.

Côté demande, comme pour le pétrole, il faut prendre en compte la montée en puissance des pays émergents en tant qu'acteurs centraux (en tant que clients importants et solvables), notamment le Brésil, la Russie, l'Inde et la Chine. L'arrivée de nouveaux pays consommateurs sur le marché mondial du gaz naturel a en effet fondamentalement modifié la donne sur ce marché.

Dans cette fiche, nous :

- analysons les fondamentaux du marché gazier ;
- déterminons les conséquences à long terme (équilibre offre – demande, prix...) et les blocages éventuels qui pourraient résulter d'une poursuite de la hausse des prix, l'évolution la plus probable actuellement ;
- recherchons les possibilités de substitution entre sources d'énergie.

3.2. Indicateurs pertinents

- Demande mondiale de gaz ;
- Réseau de gazoducs (km) et capacités de liquéfaction du gaz naturel ;
- Réserves connues, exploitables et découvertes de nouveaux gisements ;
- Prix du m³ de gaz naturel.

3.3. Synthèse des évolutions passées

- On observe une croissance régulière de la demande depuis une vingtaine d'années. Celle-ci devrait se poursuivre dans l'avenir du fait du bilan environnemental favorable du gaz ;
- Du fait de la concentration de l'offre et de la croissance de la demande, on devrait aussi assister à de nouvelles augmentations du prix du gaz au cours des 15 prochaines années (5 à 10% en rythme annuel) ;

- Une intense bataille géostratégique entre la Russie et d'autres pays (États-Unis, Turquie...) est en cours pour contrôler les circuits de distribution du gaz venant d'Asie centrale.

3.4. Rétrospective

3.4.1. Le gaz naturel

Le gaz naturel représente le cinquième de la consommation énergétique mondiale.

En raison de ses atouts économiques et écologiques, cette source d'énergie devient chaque jour plus attractive pour de nombreux pays et secteurs d'activité. Le gaz naturel représente la deuxième source d'énergie la plus utilisée après le pétrole. D'après le Département américain de l'énergie (EIA : Energy Information Administration, section of the US Department of Energy-DOE), la part du gaz naturel dans la production énergétique mondiale était de 22% en 2004 et les perspectives de développement de la demande restent excellentes.

Le gaz naturel est considéré comme le combustible fossile du siècle, comme le pétrole l'était lors du siècle précédent et le charbon il y a deux siècles. Il s'agit en effet d'une source d'énergie très sûre, tant en ce qui concerne son transport et son stockage, que son utilisation.

Le gaz naturel est utilisé pour le chauffage, la réfrigération (cooling) et plusieurs autres applications industrielles, ainsi que pour des usages domestiques (chauffage, cuisson). Dans le même temps, il tend à devenir le combustible préféré pour la production d'électricité.

Bien que les réserves soient limitées et qu'il s'agisse d'une source d'énergie non renouvelable, les réserves exploitées à travers le monde sont importantes et augmentent au fur et à mesure que de nouvelles techniques d'exploration et d'extraction permettant un forage plus large ou plus profond sont découvertes.

Le principal facteur qui a poussé à un développement des dépenses de recherche de nouveaux sites gaziers a été la forte augmentation de la demande (et donc des prix) enregistrée au cours de la dernière décennie.

Le niveau des investissements consacrés à l'industrie du gaz naturel montre l'importance grandissante de ce produit. La demande en progression et le niveau élevé des prix au cours du passé récent ont conduit au lancement de nouveaux projets d'expansion et d'exploration. Les pays et les groupes pétroliers et gaziers se sont lancés dans la recherche de nouveaux gisements. Mais les découvertes ont été insuffisantes pour empêcher le ratio entre réserves et production de retomber à 60 % en 2008 (contre près de 68% en 2000), soit un niveau proche de celui de la fin des années 80. Compte tenu de l'évolution attendue de la demande, il semble peu probable que le ratio réserve sur production retrouve une tendance haussière.

Les deux tiers des réserves mondiales de gaz naturel - dont la durée de vie au rythme de consommation actuel est de 65 ans - sont situées en Russie et au Moyen-Orient (essentiellement en Iran et au Qatar). Du fait de la découverte de nouveaux champs (en Asie et en Océanie) et de la réévaluation des champs existants hors Europe, les réserves mondiales ont augmenté de 15 % depuis 2000.

En dépit de ces nouvelles réserves, le Moyen-Orient, la CEI et l'offshore devraient représenter une part croissante de la production mondiale de gaz. Il faut toutefois noter que le Moyen-Orient ne fournit aujourd'hui que 10 % du marché mondial.

Parallèlement aux investissements en recherche et exploration, des projets de construction de nouveaux gazoducs sont développés et planifiés à travers le monde. En outre, la plupart des gouvernements inscrivent progressivement le gaz naturel à l'ordre du jour de leur politique

énergétique, et mettent en œuvre des politiques de libéralisation du marché (en particulier depuis les crises pétrolières des années 70).

Carte 4 : Réserves de gaz à la fin 2008 (en milliards de m3)

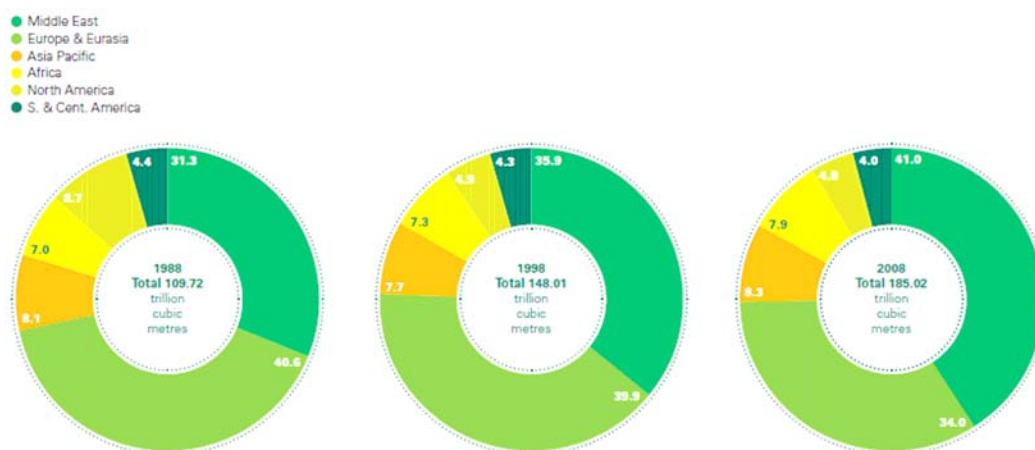


Source : BP Statistical Review of World energy – June 2009

3.4.2. Autres ressources

Les ressources de gaz non conventionnels (gaz de réservoirs étanches, gaz issus de gisements de charbon, gaz de schiste et hydrates de méthane) sont considérables. Ces gaz (hors hydrates) sont surtout étudiés et exploités aux États-Unis, où ils représentent 30 % de la production domestique. Des pays "charbonniers", comme la Chine, l'Inde ou l'Australie, étudient aussi la possibilité de valoriser le gaz contenu dans les gisements de charbon. Les perspectives d'exploitation des hydrates de méthane, dont les réserves sont particulièrement importantes, sont encore incertaines compte tenu des défis technologiques et des risques liés à leur exploitation.

Les éléments disponibles concernant les réserves de gaz naturel incitent donc à retenir le scénario d'une offre qui restera concentrée en termes de pays et donc d'offreurs à horizon de 10/15 ans (ce qui est un horizon court pour une source d'énergie comme le gaz, le pétrole ou l'électricité). Cette concentration donnera très certainement un fort pouvoir de négociation aux producteurs de gaz lors des négociations des contrats d'approvisionnement, malgré la volonté d'ouverture des marchés à la concurrence de la plupart des pays consommateurs. Les contraintes pesant sur les réserves et le niveau de l'offre future constituent donc un facteur très favorable à une évolution haussière des prix du gaz, compte tenu d'une demande fortement croissante en raison des avantages du gaz (souplesse d'utilisation, sécurité pour l'utilisateur, faiblesse relative des émissions de GES, etc.).

Graphique 23 : Répartition des réserves prouvées en 1988, 1998 et 2008.

Source : BP Statistical Review of World energy – June 2009

La lourdeur des investissements dans les équipements de production et de distribution de gaz (que ce soit les gazoducs ou les usines de liquéfaction) implique par ailleurs que les capacités ne croîtront qu'à un rythme modéré dans les deux prochaines décennies. Ce facteur jouera aussi à la hausse sur les prix du gaz dans un contexte de besoins élevés de la part des pays industrialisés et des grands pays émergents (BRIC).

3.4.3. Production

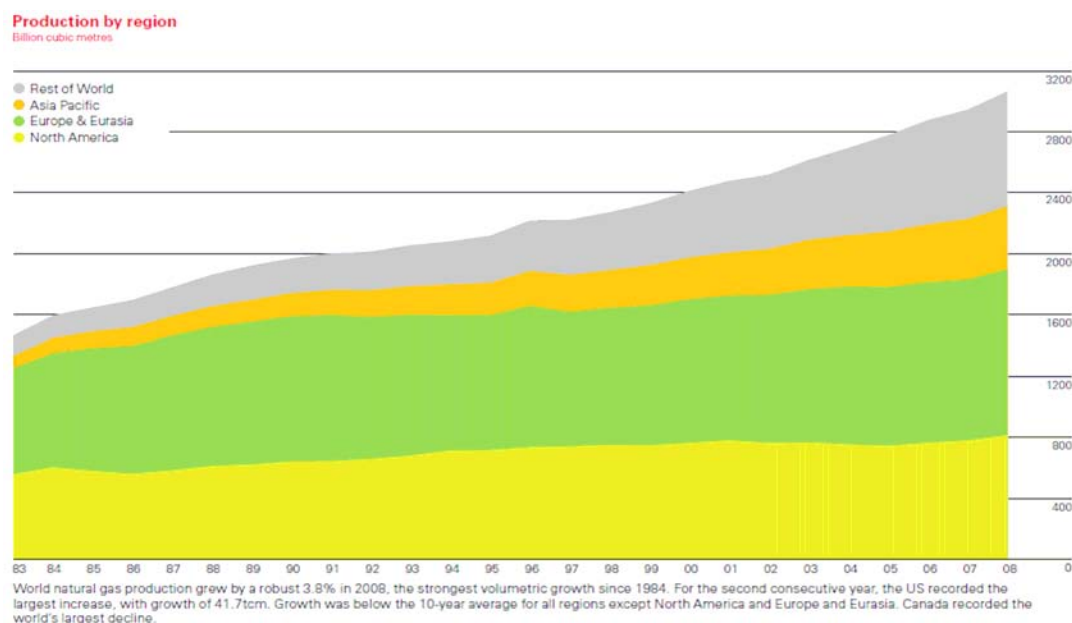
Entre 1998 et 2008, la production mondiale de gaz naturel est passée de 2 273 milliards de m³ à 3 065,6 milliards de m³, soit une augmentation de près de 35 % en une décennie (+ 3,8 % entre 2007 et 2008). Cette progression de la production a été notamment l'œuvre de pays d'Asie centrale (le Kazakhstan de 7,2 à 26,4 milliards de m³ et surtout le Turkménistan de 12 à 65,4, multipliant ainsi par cinq sa production), du Golfe (l'Iran passant de 50 à près de 112 milliards de m³ et le Qatar de 19,6 à 63,2), de pays des Caraïbes tels que Trinidad & Tobago (de 8,6 à 39 milliards de m³) et de pays africains (Égypte de 14 à 55,7 et Nigeria de 5,1 à 35).

Selon l'IFP, le taux de croissance de la production dans les années à venir serait plus faible que par le passé, compte tenu en particulier d'une concurrence accrue avec le charbon, liée aux évolutions de prix. Sur la base d'une hausse moyenne de la demande gazière mondiale de l'ordre de 2 % par an, la production de gaz naturel atteindrait 3 700 milliards de m³ en 2020 et 4 600 milliards de m³ en 2030, et sa part dans le bilan énergétique mondial passerait de 21 % en 2005 à 23 % en 2030.

L'analyse par zone met en évidence un recours grandissant au gaz des économies en voie d'industrialisation ou en développement, sur la base d'un taux de croissance moyen annuel de la demande de +3,7 % alors que les progressions de la consommation de gaz en Amérique du Nord et en Europe de l'Ouest seraient respectivement de 1 % et 1,4 % entre 2010 et 2020. Les pays en transition (CEI et Europe de l'Est) ne connaîtraient, compte tenu des contraintes économiques, qu'une progression modeste (1,3 %).

L'offre est influencée par la disponibilité et l'accessibilité au transport ainsi que par la quantité physique de gaz naturel produit et le niveau des stocks.

Graphique 24 : Évolution de la production par grande région



Source : BP Statistical Review of World energy – June 2009

3.4.4. Demande

Les principaux déterminants de la demande sont l'influence saisonnière et l'activité économique. En raison de l'importance du facteur climatique, la demande de gaz naturel est caractérisée par une forte saisonnalité. Les mouvements de population et l'attrait des utilisateurs pour le gaz naturel affectent également le niveau de la demande. De même, les évolutions de la législation relative à la pollution atmosphérique ont eu un impact important sur la demande passée, et devraient continuer de soutenir celle-ci dans le futur.

Le secteur de la génération électrique constitue le moteur de la croissance de l'industrie gazière. Ainsi, 50 % de la hausse de la consommation gazière est liée à la production d'électricité. Selon l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE), cette évolution se traduit par une hausse sensible de la part du gaz naturel dans la production d'électricité : 23% en 2030 contre 20 % en 2004 (40 % pour le charbon). Cette croissance de la demande de gaz aux fins de génération électrique renforce les tensions entre offre et demande au niveau mondial, induisant un mouvement haussier des prix du gaz naturel qui sera lui-même amplifié par celui similaire des prix du pétrole. Or, les formules d'indexation des prix du gaz dans les contrats de long terme sont établies, grosso modo, sur les évolutions du prix du pétrole.

Par ailleurs, le gaz naturel est en compétition avec d'autres formes d'énergie telles que le pétrole, l'électricité ou le charbon. Le gaz et le pétrole étant des produits très proches et substituables, leur offre est liée et leurs prix sont fortement corrélés.

3.4.5. Structure des prix

Compte tenu de la localisation des gazoducs et de l'organisation des flux de transport, le marché mondial du gaz naturel comprend différents marchés régionaux. C'est la raison pour laquelle il est difficile de parler de prix mondial : compte tenu de l'hétérogénéité des différents marchés régionaux du gaz (libéralisé aux États-Unis, fortement sous contrôle public en Russie,

partiellement libéralisé en Europe, etc.), différents prix sont observés sur différents lieux de cotation. Les principales références au niveau international sont :

- en Amérique du Nord : le Henry Hub (New York Mercantile Exchange) aux États-Unis, et le AECO (Natural Gas Exchange) au Canada ;
- en Europe : l'index Heren (British National Balancing Point) ou le Zeebrugge Hub (Belgique).

Tableau 6 : Évolution des prix du gaz naturel pour les principales références

US dollars per million Btu	LNG		Natural gas				Crude oil
	Japan cif	European Union cif	UK Heren NBP Index†	US Henry Hub‡	Canada Alberta‡	OECD countries cif	
1985	5.23	3.83	-	-	-	4.75	
1986	4.10	3.65	-	-	-	2.57	
1987	3.35	2.59	-	-	-	3.09	
1988	3.34	2.36	-	-	-	2.56	
1989	3.28	2.09	-	1.70	-	3.01	
1990	3.64	2.82	-	1.64	1.05	3.82	
1991	3.99	3.18	-	1.49	0.89	3.33	
1992	3.62	2.76	-	1.77	0.98	3.19	
1993	3.52	2.53	-	2.12	1.69	2.82	
1994	3.18	2.24	-	1.92	1.45	2.70	
1995	3.46	2.37	-	1.69	0.89	2.96	
1996	3.66	2.43	1.87	2.76	1.12	3.54	
1997	3.91	2.65	1.96	2.53	1.36	3.29	
1998	3.05	2.26	1.86	2.08	1.42	2.16	
1999	3.14	1.80	1.58	2.27	2.00	2.98	
2000	4.72	3.25	2.71	4.23	3.75	4.83	
2001	4.64	4.15	3.17	4.07	3.61	4.08	
2002	4.27	3.46	2.37	3.33	2.57	4.17	
2003	4.77	4.40	3.33	5.63	4.83	4.89	
2004	5.18	4.56	4.46	5.85	5.03	6.27	
2005	6.05	5.95	7.38	8.79	7.25	8.74	
2006	7.14	8.69	7.87	6.76	5.83	10.66	
2007	7.73	8.93	6.01	6.95	6.17	11.95	
2008	12.55	12.61	10.79	8.85	7.99	16.76	

† Price is for NBP Day-Ahead Index. Source: ICIS Heren Energy Ltd

‡ Source: Natural Gas Week

Note: Btu = British thermal units, cif = cost+insurance+freight (average prices).

Source : BP Statistical Review of World energy – June 2009

Bien qu'il existe une tendance à la libéralisation du marché au niveau européen et mondial, celui-ci reste très règlementé, expliquant en partie les différences de prix observées :

- En Amérique du Nord, où le marché est fortement libéralisé, les prix sont très concurrentiels et fluctuent en fonction de l'offre et de la demande. À la suite de leur libéralisation, les prix ont connu une baisse significative.
- Au sein de la Fédération de Russie, où il existe encore un certain monopole, les prix internes sont maintenus artificiellement bas tandis que le gaz est vendu sur les marchés étrangers à des prix plus élevés afin de compenser les pertes.
- En Europe, le prix de vente du gaz naturel est le plus souvent influencé par la concurrence des combustibles alternatifs.

Par ailleurs, comme la plupart des produits de base, les prix du gaz naturel sont cycliques. La tendance haussière de long terme est la conséquence d'une demande soutenue : même si les hausses de prix encouragent l'exploration et le forage (comme cela s'est produit en 2000), le temps d'adaptation de l'offre à l'effet induit par les prix est long. Lorsque la croissance de la production s'accélère, les prix ralentissent et peuvent même baisser. Mais les fondamentaux du marché indiquent qu'à l'avenir les prix du gaz naturel ne devraient pas revenir aux niveaux bas de ces dernières années.

Les prix du gaz naturel varient enfin aux différents stades de la filière. Tout en amont, le cours à considérer est celui de "tête de puits". D'autres prix sont définis par type d'utilisateur. On distingue par exemple le prix au consommateur domestique, commercial, industriel ou aux compagnies d'électricité.

Les prix à la *tête de puits* affichent une volatilité élevée en fonction des conditions météorologiques et de plusieurs autres facteurs. L'efficacité croissante du transport, du stockage et de la livraison permettent de réduire l'impact de cette volatilité sur le prix au consommateur final.

Les principaux composants du prix du gaz naturel pour l'utilisateur final sont :

- le prix de *tête de puits* (le coût du gaz naturel lui-même) ;
- le coût du transport sur une longue distance ;
- le coût de la distribution locale.

Selon l'EIA, en 2006, le prix de *tête de puits* a représenté 45% du prix du gaz naturel pour le consommateur domestique, alors que le transport et la distribution comptaient pour 55%. Ce sont ces deux dernières composantes qui représentent la plus grande part du prix final payé par le consommateur. En achetant le gaz naturel directement auprès des producteurs ou des faiseurs du marché, les utilisateurs industriels et commerciaux peuvent réduire le prix de manière considérable.

3.5. Évolutions prospectives

Dans les années à venir, le gaz naturel devrait continuer à connaître un développement important, notamment dans la génération électrique en raison de son bilan environnemental favorable. Mais les principaux défis de l'industrie gazière pour les prochaines années sont **la recherche de nouvelles ressources dans des conditions économiques acceptables, et le développement des infrastructures pour relier les zones de production et celles de consommation.**

Compte tenu des hypothèses généralement retenues sur la croissance des segments consommateurs de gaz naturel (traditionnels tels la production d'électricité ; nouveaux pour la production de piles à combustible), il est logique d'envisager une augmentation de la demande mondiale de gaz d'environ 1,5 % entre 2010 et 2015 et d'un peu moins de 2 % entre 2015 et 2020. Les évolutions à plus long terme dépendront de l'émergence de substituts, au-delà de ceux connus aujourd'hui, et du prix relatif du gaz par rapport à ces substituts.

Compte tenu de la concentration de l'offre exportatrice de gaz (les pays qui ont la capacité d'être des exportateurs nets) et de la progression de la demande, qui restera forte au cours des quinze prochaines années, le prix du gaz devrait rester sur une tendance haussière d'ici 2015.

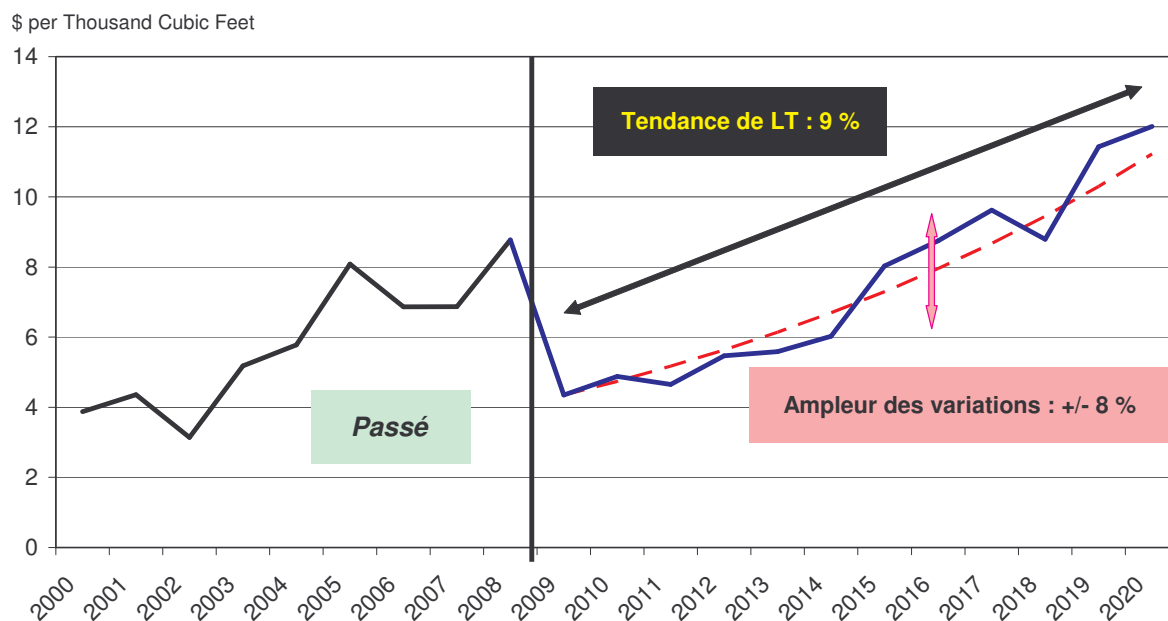
Plusieurs scénarios peuvent toutefois être retenus.

Scénario 1 : croissance de la consommation « au fil de l'eau »

Dans le premier scénario, marqué par une évolution haussière continue de la demande combinée avec une croissance de l'offre et une intégration progressive des réseaux de distribution, **les prix du gaz naturel pourraient croître de l'ordre de 10% par an à prix courants, avec des fluctuations autour de cette tendance allant de plus ou moins 10% du prix moyen sous-jacent.**

Graphique 25 : Évolution des prix du gaz dans le scénario « au fil de l'eau »

Gaz naturel : scénario "Fil de l'eau"



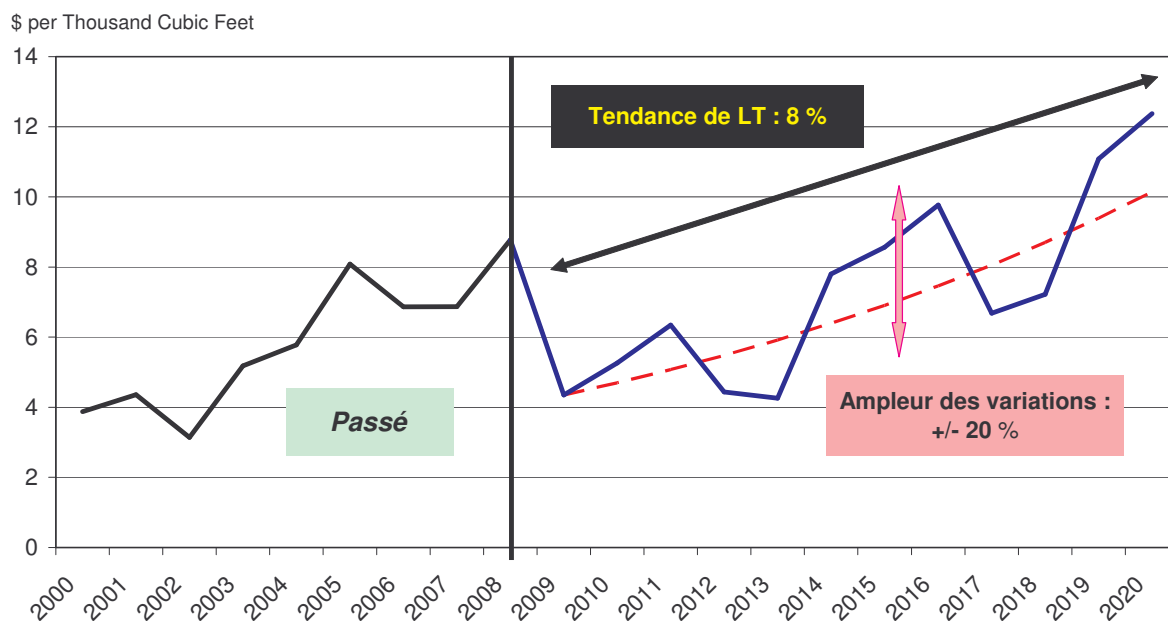
Les arbitrages entre gaz, pétrole et charbon, notamment dans la génération électrique, maintiendront en phase les évolutions de prix de ces trois sources d'énergie, sans pour autant éviter des décalages temporels dans l'ajustement des prix (liés par exemple à des politiques publiques de régulation de prix à des fins sociales ou économiques). Ces désajustements partiels seront à l'origine de variations des prix autour de leur moyenne de long terme, comme on l'a observé sur le passé, mais sans donner lieu à une volatilité extrême. Notons cependant que ce scénario suppose l'absence de conflits géostratégiques provoquant des interruptions plus ou moins durables des approvisionnements, et l'absence de crises économiques dans certaines régions du monde mettant à mal l'équilibre offre-demande à l'instant t ; le scénario suppose également une réduction lente du ratio réserves/production, de nouvelles réserves étant mises au jour grâce au maintien d'investissements importants en R&D et en exploration.

Scénario 2 : évolution du prix du gaz dans le scénario « volatilité »

Dans le deuxième scénario, on suppose une évolution également haussière de la demande moyenne de long terme, mais plus cyclique à court terme, notamment en raison de chocs d'origine économique ou géostratégique provoquant une succession de déséquilibres entre offre et demande, et se traduisant par une forte volatilité des prix. Dans ce scénario, la tendance structurelle des prix de long terme devrait rester proche du scénario précédent, soit environ +10% par an en prix courants, mais la variabilité des prix autour de cette moyenne serait nettement plus élevée : de +30% à -30%.

Graphique 26 : Évolution des prix du gaz dans le scénario « volatilité »

Gaz naturel : scénario "Conflit & volatilité"



L'origine des « chocs » peut être une crise économique ou financière dans certaines régions du monde, suffisantes pour altérer le niveau de la demande mondiale, une guerre ou un conflit dans des zones clés où passent les réseaux d'acheminement du gaz vers les marchés.

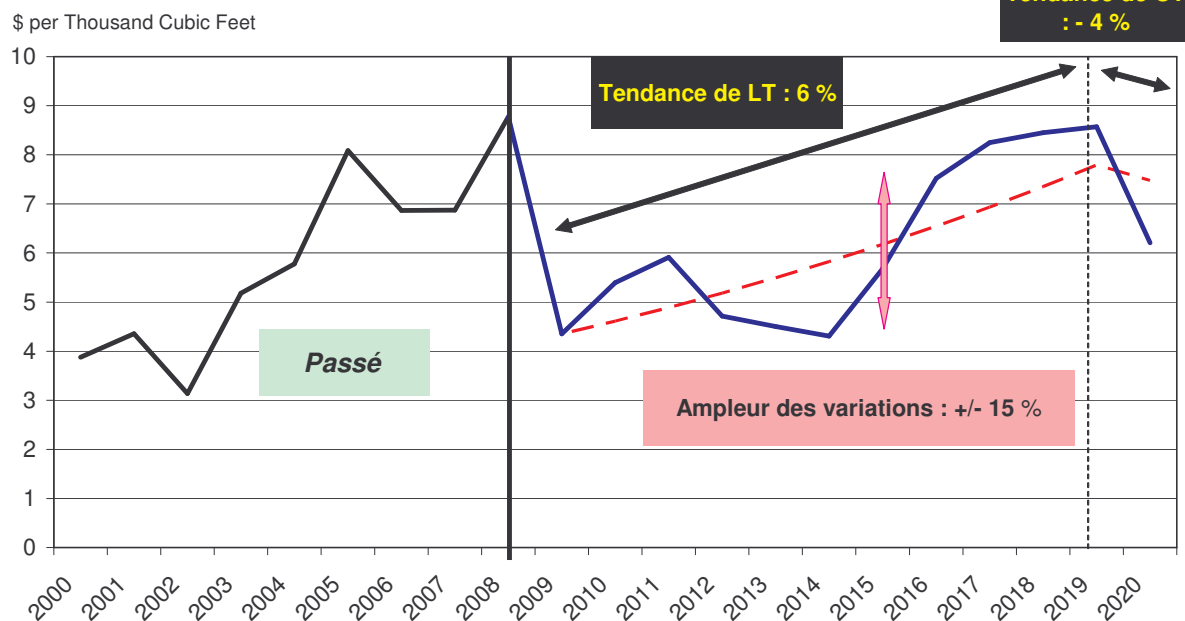
Notons que, dans ce scénario, les acteurs économiques « subissant » des variations fortes et décalées dans le temps des prix des différents types de carburants adapteront leurs stratégies à cette forte volatilité, misant à la fois sur le développement de substituts dont les prix seraient moins volatiles, et sur des processus de production permettant le recours à l'énergie la plus économique à tout instant – c'est-à-dire notamment les véhicules à motorisation hybride, dans le cas de l'automobile.

Scénario 3 : évolution du prix du gaz dans le scénario « préparation des pénuries de ressources énergétiques »

Un troisième scénario mérite toutefois également d'être esquissé, celui d'une anticipation par les marchés de pénuries d'énergie fossile à long terme induisant la recherche de substituts. Ce troisième scénario se traduirait, pour le gaz naturel, par une hausse plus forte de son prix à court terme, en raison de stratégies de substitution entre pétrole et gaz (liées à la survenance du pic pétrole avant 2020) et de la meilleure rentabilité du gaz à moyen terme que d'autres sources d'énergie, notamment des énergies renouvelables pour lesquelles les capacités de production restent limitées.

Graphique 27 : Évolution des prix du gaz dans le scénario « anticipation des pénuries »

Gaz naturel : scénario "Pénurie & régulation"



La hausse des prix du gaz naturel se prolongerait au-delà du point de retournement des prix du pétrole, suite à cet effet de substitution et à la non-maturité ou à l'offre insuffisante de carburants alternatifs. Les investissements en économie d'énergie, les améliorations dans l'efficacité énergétique des processus de production et la diffusion progressive d'équipements fonctionnant à partir d'autres sources énergétiques permettraient toutefois de réduire les prix du gaz naturel à plus long terme – possiblement autour de 2025.

3.6. Bibliographie

- Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2008 & 2009.
- BP Statistical Review of World energy – June 2009.
- IFP.

4. A4 - BIOMASSE ENERGIE

4.1. Définition

Cette fiche traite des possibilités de développement de la biomasse, et notamment des possibilités de croissance des biocarburants à long terme. Elle analyse les perspectives de développement des biocarburants de première et de deuxième génération.

Pour avoir une vision complète des possibilités de progression des biocarburants, nous traitons des implications d'une offre accrue de ce type de carburants sur le secteur agricole, et notamment sur la gestion des cultures et l'arbitrage entre les différents usages des produits agricoles concernés. Ce nouveau débouché des produits agricoles aura en effet un impact sur l'évolution future des prix des produits agricoles de base (céréales, colza, etc.), et sur ceux des produits dérivés (sucre, huile, etc.).

Cette note ne traite en revanche pas de deux autres domaines concernés par l'emploi de la biomasse, à savoir le bois énergie (utilisation du bois pour produire de la chaleur ou de l'énergie) et le biogaz (production d'effluents gazeux, essentiellement de méthane, à partir de matières organiques telles qu'ordures ménagères, etc.).

4.2. Indicateurs pertinents

- Prix des matières de base, qu'elles soient destinées à la première ou à la seconde génération de carburants (coût de traitement et de transport inclus) ;
- Surfaces agricoles exploitables (coûts de production compétitifs, etc.) ;
- Coûts de production des différentes filières ;
- Mesure des besoins alimentaires mondiaux ;
- Mesure de la biodiversité post-développement des biocarburants.

4.3. Synthèse des évolutions passées et conséquences pour la filière automobile

- Mise en œuvre accélérée des biocarburants de première génération, notamment dans certains pays (Brésil, États-Unis et Europe), mais émergence de critiques liées à leur efficacité, à leurs émissions directes et indirectes de GES et à leur impact sur la biodiversité ;
- Les projets de développement de biocarburants de deuxième génération ne devraient pas aboutir avant une dizaine d'années (actuellement au stade de la R&D, au mieux pour certains du pilote) ;
- Sauf exception (l'éthanol brésilien), la compétitivité des carburants issus de biomasse est insuffisante d'où la mise en place d'aides fiscales ou de contraintes réglementaires d'utilisation ;
- La concurrence avec les usages alimentaires aggrave les problèmes alimentaires dans certains pays pauvres (pénurie, manifestation de la faim, mouvements sociaux...) ;
- Le développement de ce segment tire à la hausse les cours des matières premières agricoles.

4.4. Trajectoires futures possibles

Les trajectoires possibles s’inscrivent autour d’une évolution plus ou moins haussière des prix, et d’une volatilité plus ou moins forte des prix, liés à :

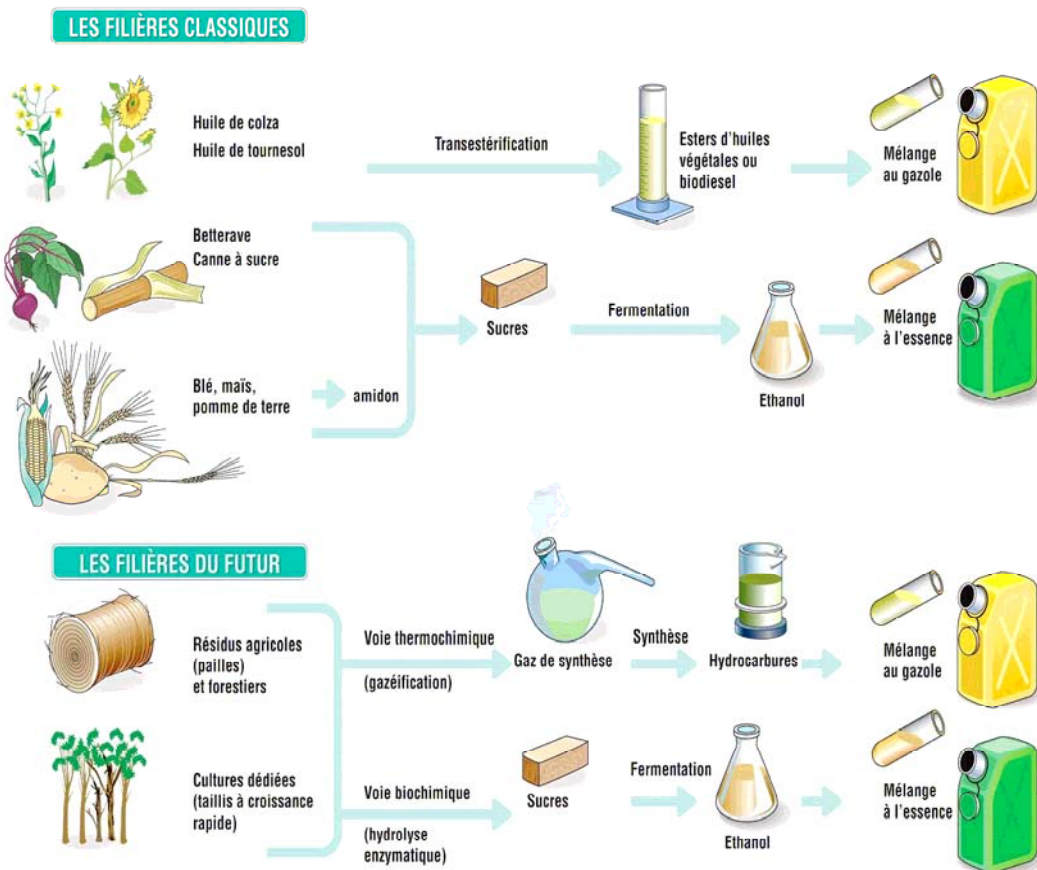
- Des niveaux différents d’acceptabilité des carburants à base de biomasse ;
- L’apparition d’écarts temporaires entre quantités offertes et quantités demandées, écarts dus à d’éventuels aléas climatiques, à la cyclicité de la demande consécutive aux choix de substitution (lorsqu’ils sont économiquement pertinents) et à la faible maturité de la filière.

4.5. Rétrospective

4.5.1. Les filières de production des biocarburants

Les biocarburants sont actuellement développés pour être partiellement mélangés (en proportion faible, de l’ordre de 5 %) soit au gazole, soit à l’essence. Il s’agit là de la première génération de biocarburants. D’ores et déjà, des recherches sont mises en œuvre pour développer des biocarburants dits de deuxième génération (la définition de celle-ci restant floue).

Graphique 28 : Schéma simplifié des filières de production de biocarburants



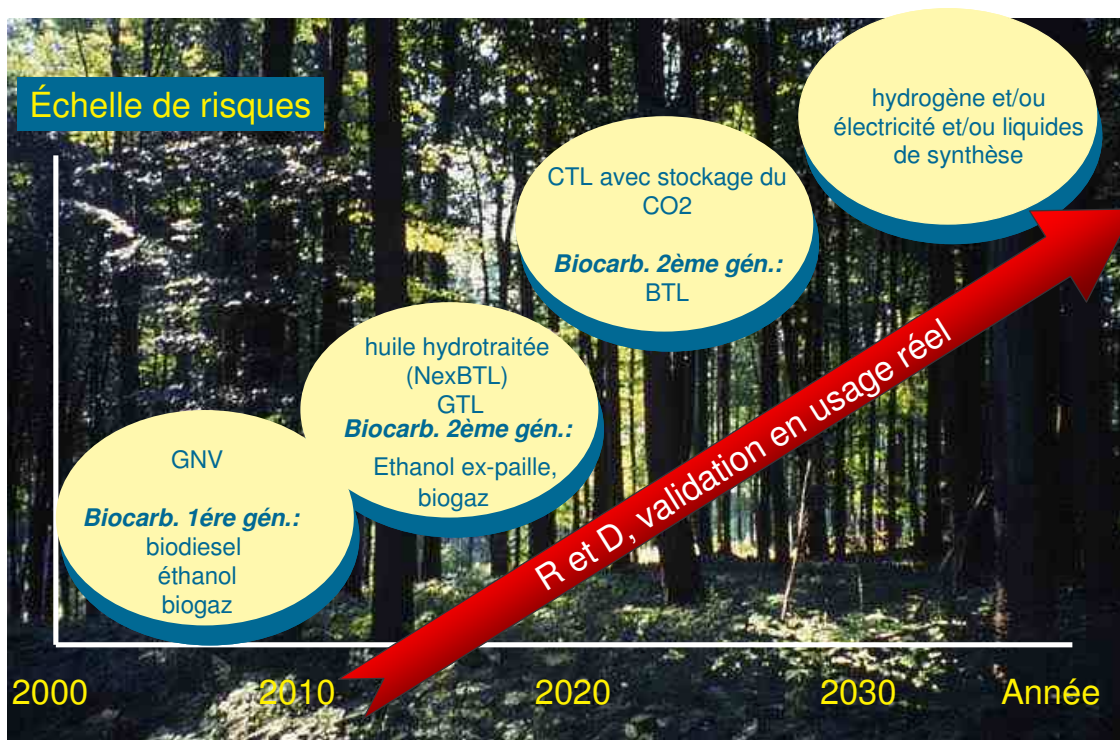
Source : IFP

Les biocarburants sont actuellement développés pour être partiellement mélangés (en proportion faible, de l’ordre de 5 %) soit au gazole, soit à l’essence. Il s’agit là de la première génération de biocarburants. D’ores et déjà des recherches sont mises en œuvre pour développer des biocarburants dits de deuxième génération (la définition de celle-ci restant un peu incertaine).

Si les biocarburants de première génération sont déjà passés au stade industriel, les biocarburants de seconde génération sont encore très loin de cette phase et des voies de recherche multiples sont ouvertes. En simplifiant, deux filières de production existent pour ces biocarburants :

- une **filière thermochimique** qui produira du « Biomass to Liquid » (BtL). Après chauffage à 800°C de la plante, les gaz obtenus sont transformés en gazole de synthèse dans un réacteur chimique ;
- une **filière biochimique** dans laquelle les végétaux sont réduits à l'état de biomasse par des micro-organismes, ce qui permet d'obtenir un glucose qui est ensuite fermenté.

Graphique 29 : les perspectives de développement des biocarburants, et les risques



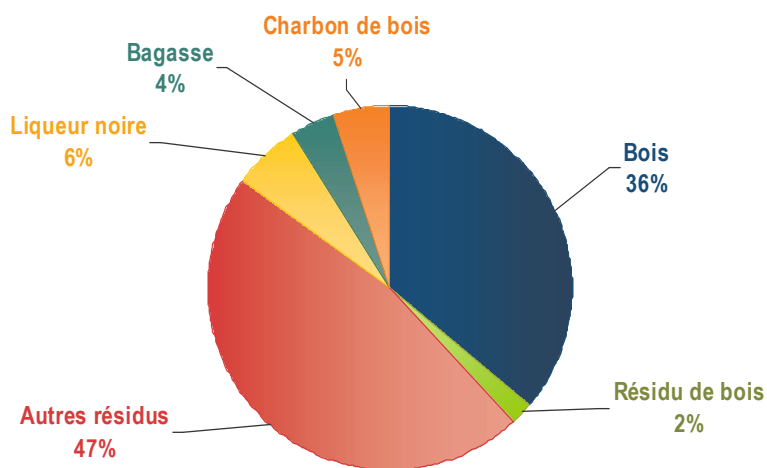
Source : IFP

Lorsque les processus de production seront mis au point et que la production industrialisée de ces biocarburants sera faisable, l'IFP estime que leur bilan énergétique sera nettement meilleur que celui des biocarburants actuels : en effet, dans dix à quinze ans, ils produiront trois à quatre unités d'énergie pour une unité d'énergie consommée. Aujourd'hui, le rapport peut être estimé à environ 1,5 pour les biocarburants de première génération (certaines mesures incitent à estimer que ce rapport pourrait être inférieur à 1 pour l'éthanol quand on prend en compte l'ensemble de l'énergie utilisée directement lors du processus de production, ou indirectement pour le transport, ainsi que la production des éléments consommés dans le processus de production : production de la matière de base transport, etc.).

4.5.2. La filière de la biomasse, une filière apparemment prometteuse

Actuellement, la biomasse (essentiellement solide) représente environ 10 % de l'énergie primaire consommée, contre un tiers pour le pétrole et un peu plus d'un cinquième pour le gaz naturel. Même si cette proportion est encore limitée, elle n'est pas négligeable.

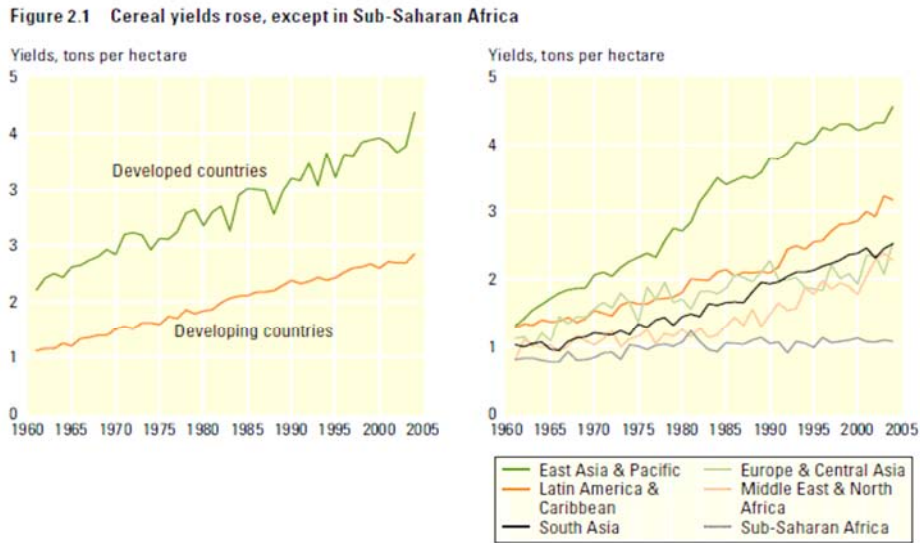
Graphique 30 : Les usages actuels de la biomasse (2007)



Source : IFP

Certes, l'analyse du volume total de la biomasse apparaît extrêmement prometteuse dans la mesure où, même si une fraction minoritaire de celle-ci était transformée en énergie, notamment en énergie utilisable pour les véhicules automobiles (véhicules particuliers et véhicules utilitaires), un potentiel important serait accessible. En outre, cette source d'énergie serait peu ou pas productrice de GES (du moins directement). Mais, à l'approche de la fin de la première décennie de ce nouveau siècle, la production de carburants à partir des produits agricoles n'est compétitive que grâce aux aides fiscales, cela même au Brésil qui est, pour l'heure, le pays au coût de production le plus faible (notamment parce qu'il utilise la bagasse pour chauffer les produits lors du processus de fabrication de l'éthanol).

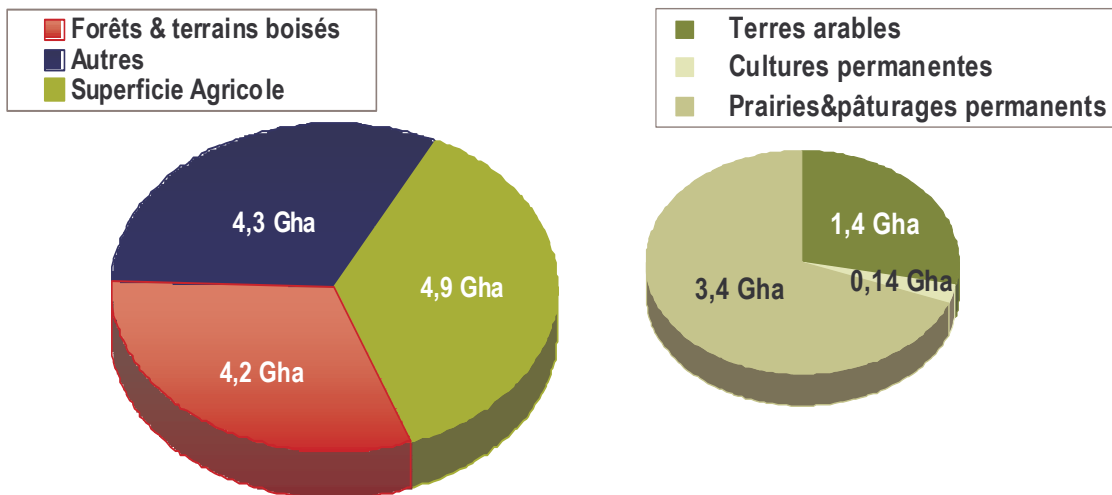
Graphique 31 : Les taux de rendement par grande région



Source: FAO 2006a.

Cité dans le rapport de la Banque Mondiale « *World Development Report 2008* » p51
 Si, pour les biocarburants de première génération, la matière de base primaire pour produire l'éthanol ou le biodiesel est, sauf rare exception, des produits agricoles également utilisés pour l'augmentation humaine ou animale, il ne devrait pas en être de même pour les biocarburants de deuxième génération lorsqu'ils seront mis au point, c'est-à-dire probablement pas avant une dizaine d'années.

Graphique 32 : Le potentiel de croissance mondiale : gisements & utilisation



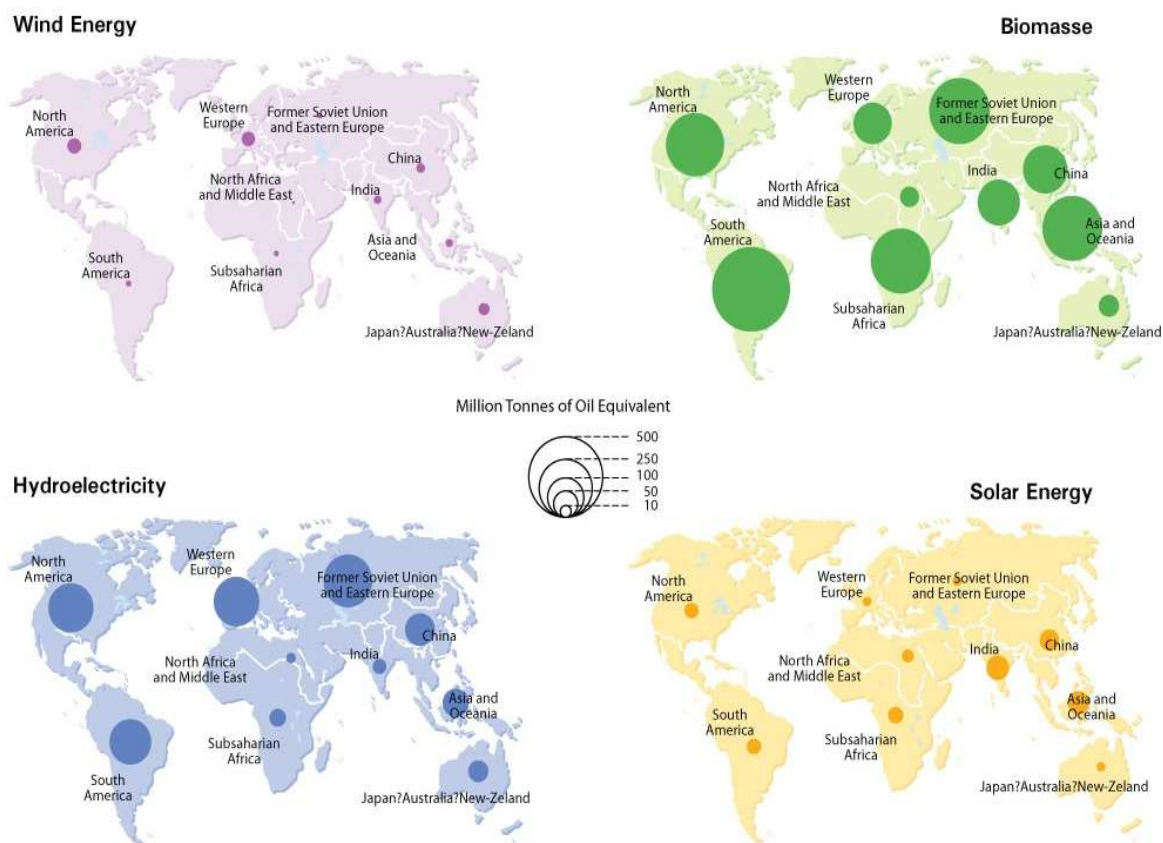
- Surface totale d'exploitation de la biomasse agricole et forestière : 5.6 Gha
- Quantité actuelle de biomasse dédiée à la production d'énergie : 1.6% soit 3.6 Gt de biomasse consommée pour l'énergie sur 220 Gt disponible.

Source : FAO 2003, IFP

Les possibilités offertes par l'agriculture (y compris, dans le futur, avec la matière non utilisée actuellement sauf notamment pour la bagasse) pour la production d'énergie semblent immenses. Elles pourraient également, dans une hypothèse favorable, s'accroître avec les productions de

céréales, légumes, fruits, etc. Le graphique ci-dessous montre la progression de la production mondiale de céréales et laisse percevoir la production d'énergies envisageable à partir de la biomasse.

Graphique 33 : Le poids de la biomasse par rapport aux principales autres énergies renouvelables



Source: UNEP/GRID-Arendal, 1997

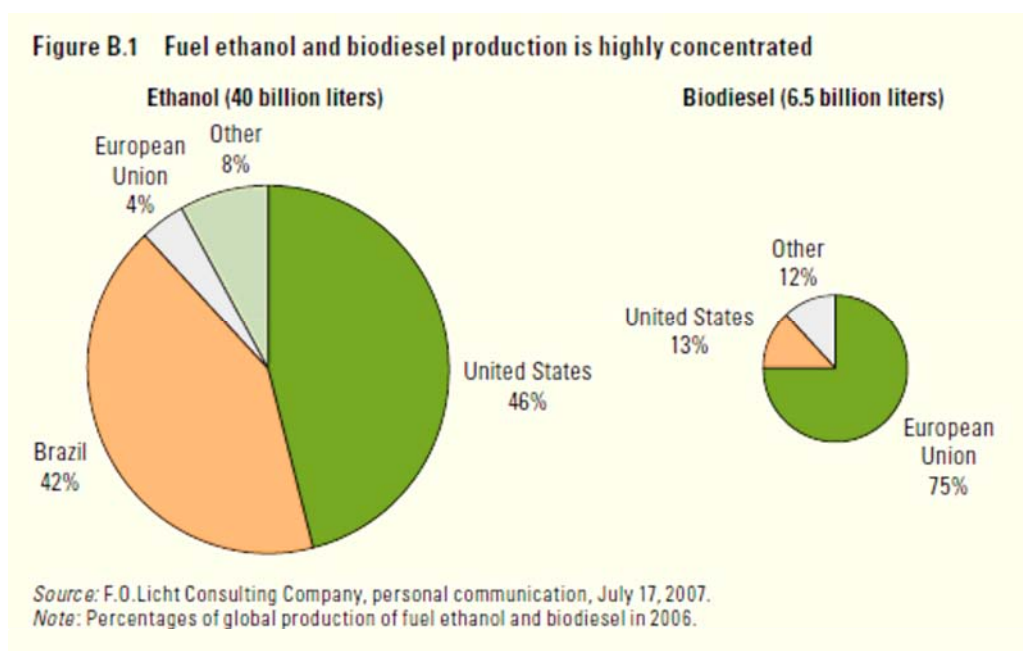
4.5.3. La concurrence entre usages énergétiques et alimentaires

Pour la décennie à venir, d'insolubles problèmes d'arbitrage se posent toutefois entre usages alimentaires des produits agricoles et biocarburants.

Concernant les biocarburants de première génération, au cours des années récentes les États-Unis ont utilisé 20% de leur production de maïs pour produire de l'éthanol tandis que le Brésil utilisait près de la moitié de sa production de cannes à sucre à cette même fin.

Cette situation montre que la montée en puissance des biocarburants (ou agrocarburants) de première génération a eu une conséquence quasi immédiate sur les arbitrages faits entre usages alimentaires (hommes et bétails) et biocarburants. Et ce, alors même qu'on en est encore aux premières étapes du développement de ces biocarburants de première génération, dont l'objectif est de leur donner une place significative dans le transport routier.

Graphique 34 : La répartition géographique de la production d'éthanol et de biodiesel



Cité dans le rapport de la Banque Mondiale « *World Development Report 2008* » p70.

Les années qui ont précédé la crise conjoncturelle que nous venons de traverser sont éclairantes de ce point de vue. Le choix en faveur des biocarburants fait notamment par le Brésil, les États-Unis, l'Europe (ou du moins ses principaux pays) et plusieurs pays asiatiques (Indonésie, Thaïlande, etc.), principales zones de production de biocarburants actuelles (cf. graphique ci-dessus), entraîne deux grandes conséquences :

- des tensions accrues et fortes entre usages alimentaires et usages non alimentaires (biocarburants), qui ont conduit aux « émeutes de la faim » dans un certain nombre de pays ;
- une forte augmentation des prix (certes, celle-ci est retombée avec la crise, mais elle n'en préfigure pas moins une tendance qui pourrait devenir régulière dans le futur) ;
- un déplacement des problèmes environnementaux (au Brésil, la canne à sucre chasse les autres cultures vers le nord, notamment vers l'Amazonie avec pour conséquence une déforestation accrue. L'expansion accélérée des cultures de palmiers à huile au détriment des forêts primaires en Asie du Sud-Est a le même effet). À terme, l'effet positif de l'utilisation de biocarburants sur les émissions de GES pourrait en effet être compensé par d'autres effets négatifs, à savoir un rejet supplémentaire de GES du fait de la déforestation et une usure accélérée des sols avec des phénomènes du type désertification ou appauvrissement irrémédiable des sols.

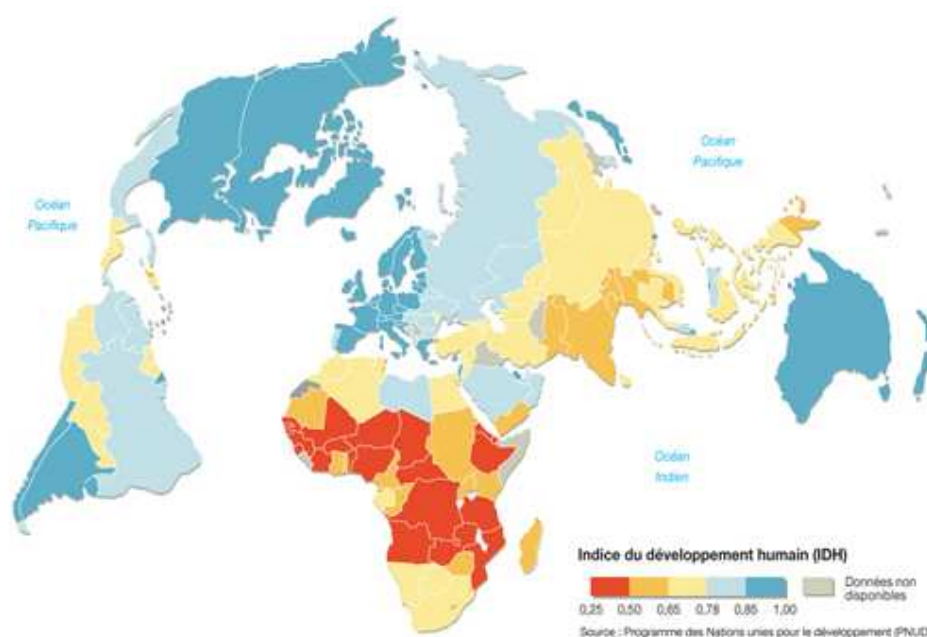
Des « émeutes de la faim » ont notamment secoué, au premier semestre 2008, l'Indonésie, les Philippines, ainsi que plusieurs pays africains : Égypte, Maroc, Nigeria, Cameroun, Côte d'Ivoire, Mozambique, Mauritanie, Sénégal, Burkina Faso... Si l'Afrique est particulièrement vulnérable, c'est parce qu'elle subit la « *destruction systématique de ses agricultures vivrières* », dénonçait Jean Ziegler, rapporteur spécial de la commission des droits de l'homme des Nations unies pour le droit à l'alimentation, et qu'elle subit de plein fouet l'explosion des prix des produits alimentaires de base (céréales, huile de palme, etc.). Des mouvements sociaux violents ont également touché le Mexique car le prix du maïs a explosé dans ce pays du fait de la forte

demande pour la production d'éthanol aux États-Unis, alors que cette céréale est un élément de base de l'alimentation des Mexicains pauvres.

4.5.4. Indice de développement humain, 2005

Si la forte demande de maïs, d'huile de palme, etc. pour la production d'éthanol ou de biodiesel n'est pas le seul facteur explicatif de ces révoltes sociales, elle n'en est pas moins un des éléments explicatifs, notamment via l'envol des prix et le fait qu'elle déstructure le fonctionnement des marchés locaux (notamment en fragilisant l'offre locale).

Carte 5 : L'indice de développement humain dans différentes zones du monde



Source : Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD)

4.5.5. Une augmentation forte et durable des prix paraît inévitable

Même si le lancement à vitesse accélérée de nombreux projets de production d'éthanol dans la « Corn Belt » n'est pas le seul facteur explicatif de la brutale poussée des prix, cette dernière reste inquiétante. Cette situation permet d'escompter de ce que pourrait être la situation sur ce marché si une demande soutenue se mettait en place durablement pour satisfaire à la fois l'alimentation humaine et animale et un marché de biocarburants ajouté en complément à l'essence – du moins jusqu'à l'avènement des biocarburants de deuxième génération¹, qui n'est pas attendu avant 2018 au plus tôt.

Pour illustrer ce point, notons que si tout le maïs américain était utilisé pour produire de l'éthanol, cela ne suffirait pas pour supprimer les besoins d'essence des automobilistes outre-Atlantique. En effet, à l'heure actuelle, les États-Unis « économiseraient » moins de 15% de leur

¹ En effet, les biocarburants de seconde génération n'entreront pas directement en concurrence avec les usages alimentaires, comme c'est le cas des biocarburants de première génération puisque cela devrait être les éléments de la biomasse non alimentaire qui seront employés pour produire ces biocarburants de 2^e génération.

consommation d'essence si la totalité de la production américaine de maïs était employée pour produire ce biocarburant.

Graphique 35 : Évolution du prix du maïs sur le marché américain

Evolution des prix du maïs sur le marché US



Source : US Department of Agriculture

Entre 2005/2006 et mi-2008, l'on a assisté à une multiplication des projets d'unités de biocarburants (éthanol et biodiesel). Mais, sauf exception, ces projets visaient à substituer quelques pour-cent de la consommation d'essence ou de gasoil par des biocarburants (fréquemment 5 %). L'objectif est d'augmenter ce pourcentage dans des étapes ultérieures.

Dans ce contexte, on perçoit bien la limite : comment satisfaire une demande de biocarburants correspondant à un quart de la demande de carburants d'origine pétrolière, voire plus, et satisfaire en même temps les besoins alimentaires d'une population mondiale en forte croissance (7,6 milliards d'individus attendus en 2020, 8,3 milliards en 2030), tout cela dans un environnement marqué par une raréfaction des terres agricoles cultivables, même dans le cas où l'on procéderait à une quasi-déforestation complète ?

Sauf à imaginer que les rendements s'envolent, la demande atteindrait de tels niveaux que des tensions persistantes entre offre et demande mondiales caractériseraient le marché mondial. Dans ces conditions, les prix des produits agricoles concernés seraient appelés à connaître une tendance haussière importante, avec forte volatilité autour de cette tendance.

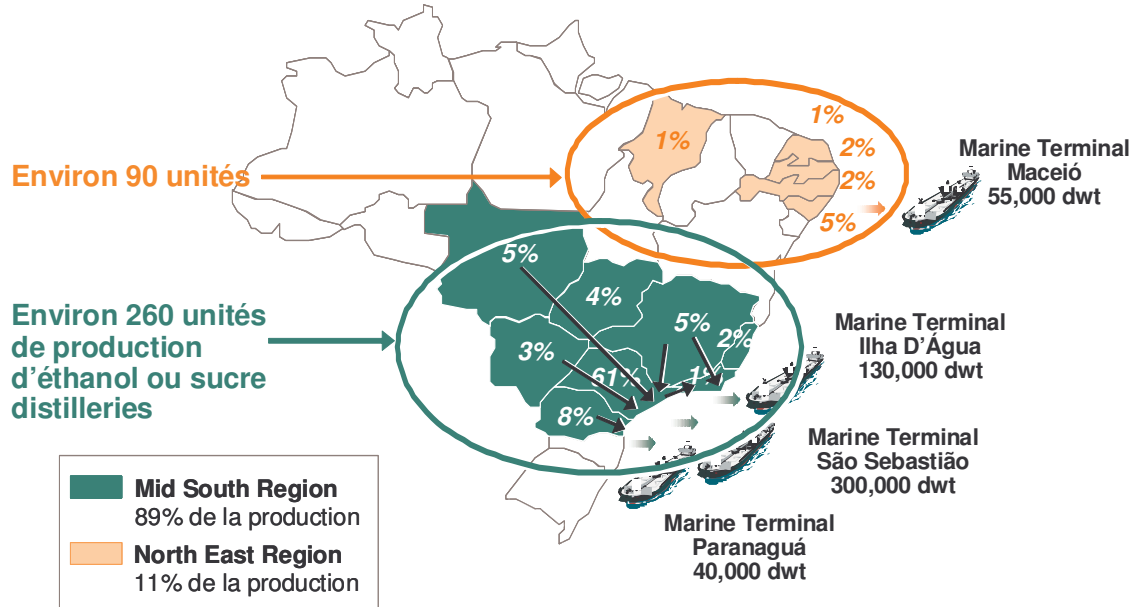
Un choix délicat doit donc être fait à moyen-long terme : nourrir le maximum de personnes ou produire beaucoup de biocarburants. Certes, les biocarburants de deuxième génération pourraient faciliter l'obtention d'une solution, mais cela reste à prouver. À l'heure actuelle, cela tient du pari sur l'avenir.

4.5.6. Un déplacement des problèmes environnementaux

L'augmentation de la part des carburants produits à partir de la biomasse implique une augmentation des surfaces destinées à cet usage. Cela s'est d'ores et déjà traduit par des retombées négatives sur l'environnement.

Ainsi, au Brésil, les cultures de cannes à sucre sont essentiellement faites dans le sud du pays et, dans une moindre mesure dans le Nord-Est. Les besoins de matières premières pour assurer la production d'éthanol ont poussé à déplacer certaines cultures et à rechercher de nouvelles terres à cultiver. Cela a entraîné une pression accrue sur la forêt amazonienne.

Carte 6 : Le développement des productions bute déjà sur l'Amazonie. Alors demain...



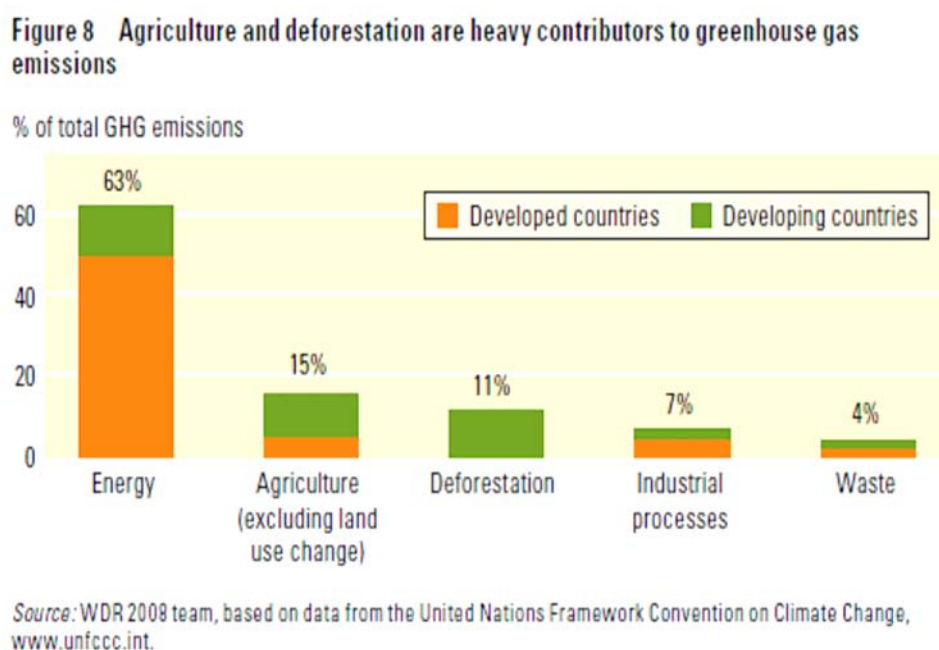
Source : Brazilian Government, 2007

Indépendamment de la question du solde net de GES émis (différence entre les GES économisés par la substitution de produits pétroliers par des biocarburants, d'une part, et les GES émis par le transport de la canne ou du sucre, la production de l'éthanol, d'autre part), la destruction accélérée de la forêt amazonienne qui résulte de l'extension des terres cultivables a un impact environnemental certain.

Ce problème se retrouve dans le cas des terres employées à la culture du maïs aux États-Unis, à cela près que le problème de la forêt amazonienne est remplacé par celui de l'eau nécessaire à la culture du maïs. En effet, la culture du maïs impose, outre le gain de nouvelles terres agricoles au détriment d'autres cultures agricoles, le captage de nouvelles sources d'eau, le maïs étant une culture très intensive en eau. En Europe, le développement de la production de biodiesel à partir du colza posera des problèmes identiques, même si ceux-ci apparaissent mineurs au regard du phénomène de déforestation en Asie du Sud-Est où l'on remplace la forêt primaire par des plantations de palmiers.

Ainsi la production massive de biocarburants de première génération s'est traduite par un déplacement des problèmes environnementaux. Les conséquences sur l'environnement d'un nouvel essor de la production seraient très négatives, à supposer que cette production soit elle-même possible compte tenu des limites des terres cultivables (qui ne sont pas extensibles à l'infini) et des effets indirects sur l'environnement (émission de GES, destruction de la faune et de la flore, érosion accélérée des sols, etc.).

Graphique 36 : La contribution de l'agriculture et de la déforestation aux émissions de gaz à effet de serre



Cité dans le rapport de la Banque Mondiale « World Development Report 2008 » p17.

Le graphique ci-dessus montre les conséquences de la déforestation sur les émissions de GES. Or, le développement durable des biocarburants est, dans les dix à quinze prochaines années, difficilement imaginable sans une extension des terres cultivées, donc une accélération de la déforestation, ou tout au moins le maintien du rythme rapide qui est actuellement le sien.

4.5.7. Le potentiel des biocarburants de deuxième génération

Le développement, puis la généralisation de l'usage des biocarburants de seconde génération (difficilement envisageable au stade industriel avant, au moins, une dizaine d'années) pourrait atténuer les effets négatifs cités précédemment (notamment la concurrence avec les usages agroalimentaires) dans la mesure où ils supposent la « consommation » de la biomasse inutilisée actuellement ou peu employée (paille, déchets agricoles, etc.). Mais, concernant ces biocarburants de seconde génération, les technologies ne sont encore qu'au stade de la mise au point, voire de la R&D. Et aucun travail de réflexion n'a encore été mené pour valider la faisabilité économique de leur production : coût de production optimal atteignable en phase d'industrialisation, compétitivité d'une production de masse, niveau de rentabilité minimale pour la pérennité de la filière, etc.

En outre, si les ressources inutilisées sont importantes, il ne faut pas oublier qu'elles sont souvent de faible valeur unitaire (avec un rapport valeur du produit – coût de transport très défavorable à tout processus de valorisation économique) et relativement dispersées. De ce fait, le problème de leur collecte et de leur regroupement avant traitement dans des unités industrielles posera de sérieux problèmes d'arbitrage entre coût de transport de ces produits et leur faible valeur unitaire.

Il n'est donc pas certain que la production de biocarburants de seconde génération puisse connaître une expansion significative à partir de 2020-2025. De ce fait, le développement des biocarburants de seconde génération pourrait ne concerner qu'une fraction de la biomasse inutilisée actuellement, en se concentrant sur les déchetteries vertes, les déchets du bois et ceux des grandes cultures intensives (Bassin parisien, etc.). Les biocarburants de seconde génération ne pourront donc, à eux seuls, pallier la pénurie annoncée de carburants fossiles, la source de matière première n'étant pas inépuisable et très diffuse spatialement.

En conclusion, **les biocarburants de seconde génération restent un pari engagé sur l'avenir** pour développer un substitut significatif aux carburants d'origine pétrolière :

- les usages possibles sont variés, allant de la production de chaleur aux carburants liquides (post 2015) ;
- les filières de conversion qui se développeront le plus devront aussi faire face à la concurrence des usages... ;
- les technologies ne sont pas encore au stade commercial et les coûts de production restent très élevés ;
- l'évaluation environnementale de ces filières est a priori bonne au plan CO₂, mais les aspects biodiversité doivent être approfondis, en particulier hors Europe (source IFP).

4.6. Evolutions prospectives

La montée en puissance de la demande de produits agricoles destinés à la production de biocarburants va fortement et durablement influencer le fonctionnement de ces marchés, sur lesquels les conditions climatiques jouent déjà un rôle important pour les rendements, donc sur le niveau de production. Cela devrait avoir pour conséquence des variations importantes des prix autour d'une tendance de long terme haussière.

L'incertitude pesant sur les perspectives de développement des biocarburants de deuxième génération, et en particulier sur la date de leur arrivée probable à des conditions économiques attractives sur les marchés, reste élevée. Il est toutefois peu probable que cela se produise dans les 5 à 10 prochaines années, aussi ce développement n'est pas pris en compte dans la construction des scénarios.

On peut imaginer trois scénarios d'évolution future de la production, de l'utilisation et des prix de la biomasse.

Scénario 1 : évolution « au fil de l'eau », retard dans la mise au point des biocarburants de seconde génération

Dans le premier scénario, la mise au point industrielle des biocarburants de seconde génération utilisant massivement la biomasse non alimentaire prendrait nettement plus de temps que ce qu'il est prévu actuellement, soit une vingtaine d'années plutôt qu'une dizaine. Dans ce cas, il n'est pas inconcevable que l'innovation technologique que semblent présenter les biocarburants de 2^e génération ne reste durablement au stade de schéma technique prometteur, sans franchir le cap de l'industrialisation.

Dans ce scénario, la production de biocarburants resterait massivement réalisée selon les processus de production actuelle, éventuellement améliorés en termes de performances, mais sans impact notable sur l'arbitrage entre usage alimentaire et usage énergétique des matières de base agricoles (blé, maïs, canne à sucre, colza, betteraves, etc.).

La demande et l'offre continueraient de se développer, mais à un rythme « régulé » (par les acteurs du marché et les pouvoirs publics qui contrôlèrent les prix, via des taxes, des aides, etc.), de manière à éviter l'éviction des usages alimentaires en faveur des usages énergétiques. Néanmoins, même un processus de régulation des prix ne pourrait systématiquement éviter de brutales variations de prix lorsque les conditions climatiques affecteraient les récoltes. Quels usages seraient « sacrifiés », et qui en déciderait : les pouvoirs publics ? les agriculteurs ? Le marché ? Notons que les évolutions démographiques attendues au cours des prochaines décennies ne font qu'augmenter les risques. Ce scénario verrait donc une hausse régulière des prix, sauf lors de phases de surabondance ou lors de phases de pénurie. En rythme normal, la croissance des prix serait comprise entre 8 et 12 %, les années anormales pouvant connaître des hausses ou des baisses de l'ordre de 50 % pour les produits touchés.

Scénario 2 : évolution de la demande et des prix de la biomasse énergie dans le scénario « volatilité »

Dans un second cas de figure, nous pourrions nous trouver dans une situation analogue, à la base, au premier cas, mais avec un marché non régulé. En effet, l'hypothèse d'une non-régulation des marchés de produits utilisés dans la production des biocarburants de première génération, matières de base qui sont concurrentes des produits alimentaires et dont l'impact sur le développement durable est discutable (déforestation accélérée, etc.), est probable.

Si le marché n'est pas régulé, deux situations peuvent se produire :

- Soit la compétitivité de la filière biocarburants n'est pas établie : dans ce cas, ce type de carburant restera marginalement utilisé, voire disparaîtra au profit d'autres solutions (moteurs électriques, hydrogène, autres modes de transport, etc.). N'ayant plus les biocarburants comme concurrents, les usages alimentaires ne subiront pas de nouvelle concurrence - ce qui ne leur évitera toutefois pas les conséquences d'une augmentation de la population, de l'effet de serre, etc.
- Soit la filière est devenue compétitive : dans ce cas, la production agricole aurait deux débouchés importants et concurrents : l'alimentation humaine et la production de biocarburants. Comme il est illusoire de penser que l'on peut étendre suffisamment les terres agricoles sur le plan mondial pour alimenter ces deux marchés de manière à ce qu'aucun des deux ne perturbe l'autre, il faut s'attendre à des tensions quasi permanentes entre l'offre et la demande mondiales. Ce scénario sera donc caractérisé par un marché de pénurie, entraînant une augmentation rapide des prix des produits agricoles tels que le maïs, le colza, l'huile de palme, etc. (probablement de l'ordre de 10% par an avant que le système n'explose). Non seulement l'augmentation des prix des produits agricoles risque d'être très élevée, mais, de plus, il faut s'attendre à des variations importantes d'une année sur l'autre.

Ces évolutions pourront avoir de graves conséquences : difficultés sociales, économiques et politiques du fait des problèmes d'alimentation des populations des pays pauvres, d'une part, et hausse des prix des carburants, d'autre part.

Scénario 3 : mise sur le marché des biocarburants de seconde génération

Le troisième scénario suppose la mise au point industrielle de la production de biocarburants à partir de la biomasse non alimentaire dans un délai relativement court (moins d'une décennie). Dans ce cas, sur la fin de la période 2010/2020, l'offre de biocarburants pourrait connaître une forte croissance sans provoquer de tensions sur la demande alimentaire, elle-même en hausse du fait de la pression démographique et de la montée du pouvoir d'achat. En outre, ce développement pourrait se faire dans des conditions idéales puisque la production aurait lieu dans des conditions économiques compétitives (sans aides artificielles de l'État et sans obligation d'utilisation imposées aux pétroliers), dès lors que ce scénario émerge dans un

contexte de « préparation et d'anticipation » de la pénurie à venir de ressources énergétiques d'origine fossile, et donc de fortes hausses de prix de carburants traditionnels.

De ce fait, sauf épisode exceptionnel dû à des aléas climatiques anormaux, les marchés alimentaires et les marchés énergétiques seraient fournis en matières premières d'origine agricole sans donner lieu à des tensions trop fortes. Dans ce scénario, les prix des biocarburants pourraient croître de l'ordre de 3 à 5 % par an.

4.7. Les indicateurs clés et les évolutions possibles

Demande mondiale de carburants en 2020

La forte progression du parc automobile, notamment en raison de l'explosion de la part des pays émergents, va entraîner une forte augmentation de la demande de carburants. De ce fait, la demande de carburants « alternatifs » dont les biocarburants pourrait enregistrer une progression très importante.

Compétitivité des processus de production des biocarburants de première et seconde génération

Actuellement, à l'exception de la production d'éthanol par le Brésil (pour des conditions spécifiques : emploi de la bagasse pour les usages thermiques), les processus de production des biocarburants de première génération ne sont pas compétitifs sans des aides fiscales ou une obligation de substitution partielle aux carburants d'origine pétrolière. Les biocarburants de seconde génération sont encore au stade expérimental.

Les biocarburants de seconde génération ne seront pas mis au point avant une dizaine d'années au moins, et risquent de ne pas apporter de solutions à la contrainte de rareté de la ressource primaire

Compte tenu de l'état actuel des recherches, il est peu probable que l'on puisse atteindre un stade industriel pour la production des biocarburants de seconde génération au cours de la prochaine décennie.

En outre, même dans si cela était le cas, il n'est pas certain que le problème de la rareté de la ressource primaire soit résolu. En effet, du fait de sa faible valeur unitaire, l'exploitation économique de la biomasse impose que celle-ci soit non seulement abondante sur le plan mondial, mais aussi qu'il y ait des gisements en densité suffisante pour que l'exploitation économique soit à la fois rentable et fiable.

Les biocarburants de première génération déstabilisent structurellement le marché alimentaire

La production de biocarburants de première génération fait appel à certains produits agricoles qui étaient classiquement utilisés pour l'alimentation humaine et animale. Elle détourne ainsi de l'utilisation alimentaire une partie de l'offre, provoquant des risques de pénurie alimentaire. Les manifestations de la faim de l'an passé montrent que ce risque est réel.

Récemment, le développement des biocarburants de première génération a également entraîné une pression importante sur les prix, avec des hausses importantes de ces derniers dès que l'offre subissait un tassement du fait des conditions climatologiques (réduction des rendements). À moyen terme, l'augmentation de la production de biocarburants va rendre quasi permanent ce mouvement de pression sur les prix, en raison des volumes prélevés sur l'offre totale de produits agricoles tels que les céréales (maïs, blé, orge...), le colza, ou de produits dérivés tels que le sucre ou les huiles.

La montée en puissance de la demande de produits agricoles destinés à la production de biocarburants va donc fortement et durablement influencer le fonctionnement des marchés agricoles, sur lesquels les conditions climatiques jouent souvent un rôle important pour les rendements, donc sur le niveau de production. Cela devrait avoir pour conséquences des variations importantes des prix autour d'une tendance de long terme haussière.

Mesures effectives des biocarburants sur l'environnement et le développement durable

Initialement, les biocarburants présentaient un bilan environnemental positif dans la mesure où leur utilisation réduisait les émissions de GES. A posteriori, leur bilan environnemental apparaît moins évident : usage de produits phytosanitaires et d'engrais, émission de GES du fait de leur production et du transport de produits, appauvrissement de la flore et de la faune du fait de la déforestation, etc.

4.8. Bibliographie

- Les biocarburants ; IFP.
- European Renewable Energy Council - « Feuille de route pour le énergies renouvelables ».
- Banque Mondiale: «A note on rising Food Prices « Donald Mitchell, juillet 2008.
- FAO « World Development Report 2008 ».
- INRA – « Agrimonde ».

5. A5 : PRIX ET DISPONIBILITE DES METAUX STRATEGIQUES

5.1. Définition

La situation sur le marché des métaux stratégiques a radicalement changé au cours des cinq dernières années, en raison, d'une part, de la demande des pays émergents (notamment des BRIC), au premier rang desquels la Chine, "chantier et atelier du monde", et, d'autre part, de la dépréciation du dollar américain, monnaie des échanges mondiaux.

Comme les cours du pétrole et du gaz, les prix des matières premières minérales non énergétiques ont connu récemment une hausse rapide après une trentaine d'années de stagnation des cours.

La plupart des analystes considèrent que la demande devrait rester soutenue car elle est fondée sur une profonde évolution des pays émergents (doublement de la population urbaine en 30 ans, développement des infrastructures à un rythme inconnu dans le passé). Aussi, au regard des rythmes actuels de consommation, les réserves mondiales apparaissent-elles limitées. Leur épuisement est envisagé, même si la notion de « réserves » pour les matières premières minérales est fortement liée à leur prix. La recherche de réserves nouvelles se traduit par une forte reprise des programmes d'exploration minière et la recherche de concessions. Ce contexte permet, dans les activités d'exploration, le développement de sociétés "juniors", issues des pays industriels anciens ou nouveaux.

Cette fiche traite des perspectives de l'offre et de la demande de certains métaux précieux (platine, chrome, cuivre et lithium) et des impacts induits sur les prix de ceux-ci. L'analyse de l'offre vise à déterminer si nous devrions nous trouver, à long terme, dans une situation de pénurie et/ou de contrôle de la production par un petit nombre d'acteurs, facteurs ayant généralement une implication haussière sur les prix de ces métaux. Le risque haussier sur les prix dépendra aussi des usages de ces métaux et de leurs perspectives à long terme.

Quatre métaux sont étudiés dans cette note : platine, chrome, cuivre et lithium.

La situation concurrentielle de l'offre et le développement de nouveaux débouchés pour ces quatre métaux ayant des conséquences potentielles importantes pour la filière automobile-mobilité, il s'agit ici:

- D'analyser le niveau concurrentiel de l'offre (via le degré de domination par un petit nombre de pays ou d'acteurs de chacune des filières) ;
- De déterminer quels sont les marchés de débouchés actuels, et ceux appelés à enregistrer les perspectives de croissance les plus importantes à long terme ;
- De déterminer les facteurs de tension éventuels susceptibles de provoquer une hausse durable des prix de certains métaux stratégiques.

5.2. Indicateurs pertinents

- Demande mondiale de platine, de chrome, de cuivre et de lithium.
- Réserves connues, exploitables et découvertes de nouveaux gisements de chacun de ces métaux.
- Structure de l'offre pour chacun de ces métaux (structure de l'offre).
- Prix de chacun de ces métaux.

5.3. Synthèse des évolutions passées

- Quatre métaux stratégiques sont analysés ici : le platine, le chrome, le cuivre et le lithium ;
- Pour tous ceux-ci, il existe peu de substituts et la demande est en hausse continue ;
- L'offre mondiale est concentrée sur un nombre réduit de pays (deux ou trois pays dominant très largement l'offre mondiale, parfois à plus de 90 %), et souvent le fait de peu d'acteurs ;
- Des tensions sur l'offre des quatre métaux sont susceptibles d'émerger, y compris pour ceux qui bénéficient d'une possibilité de recyclage (cuivre) ;
- Seul le chrome pourrait voir l'offre s'adapter aux évolutions de la demande ;
- On s'attend à des hausses importantes des prix de ces métaux sur 10/15 ans, dues aux tensions entre offre et demande mondiales.

Le tableau qui suit synthétise les principaux facteurs d'évolution de ces quatre métaux stratégiques.

Tableau 7 : Facteurs d'évolution des métaux stratégiques

	Platine	Chrome	Cuivre	Lithium
Réserves connues suffisantes ?	incertain	oui	oui	incertain
Concentration géographique des ressources	+++	+++	++	+++
Nombre d'acteurs, risque concurrentiel	++			++
Evolution attendue de la demande	+++	++	++	?
Existence de substituts	+		+	
Offre de matériaux secondaires (issus du recyclage)	-	oui	oui	

Source : BIPE

5.4. Analyse rétrospective

5.4.1. Le platine

5.4.1.1. L'offre mondiale de platine

Le platine est un métal rare et coûteux qui est apprécié pour certaines de ses propriétés qui le rendent unique : notamment, ses **propriétés chimiques et physiques spécifiques** (très bonne résistance à la corrosion, résistance à l'abrasion, résistance à de nombreuses attaques chimiques, exceptionnelles caractéristiques catalytiques car il interagit avec de nombreuses molécules, comme, notons-le, les six autres métaux de la catégorie du platine...). Ces propriétés sont essentielles dans de nombreuses et diverses applications. En outre, le platine est connu comme un métal écologique (ce métal n'a pas d'impact négatif sur l'environnement ou sur la santé, ce qui n'est pas le cas de ses composés). De ce fait, environ 20% des produits manufacturés dans le monde contiennent du platine ou sont produits à base de platine.

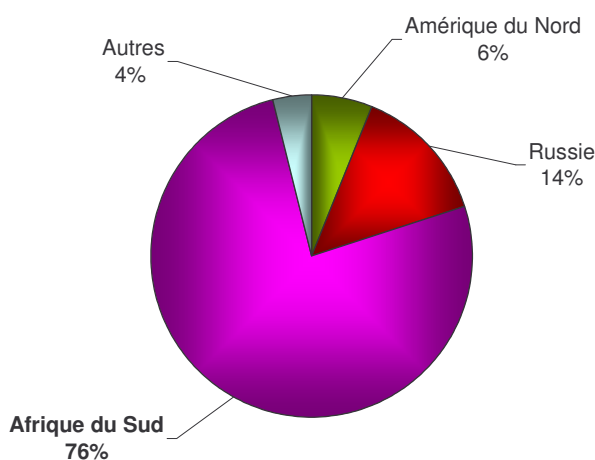
La production mondiale de platine est géographiquement très concentrée. A elle seule, l'Afrique du Sud totalise près des trois quarts de la production, et plus de 90 % de la production mondiale de platine est concentrée dans deux pays (Afrique du Sud et Russie). Cela fait du platine non seulement un métal stratégique, du fait de sa rareté, mais aussi un métal sensible (problèmes géopolitiques, en Afrique du Sud ou en Russie).

Tableau 8 : Production minière, réserves connues et réserves potentielles

	Production		Réserves connues	Réserves potentielles estimées
	2007	2008 ^(e)	2008	2008
États-Unis	3 860	3 700	900 000	2 000 000
Canada	6 200	7 200	310 000	390 000
Colombie	1 400	1 700	(1)	(1)
Russie	27 000	25 000	6 200 000	6 600 000
Afrique du Sud	166 000	153 000	63 000 000	70 000 000
Zimbabwe	5 300	5 600	(1)	(1)
Autres pays	3 490	3 500	800 000	850 000
Total monde (arrondi)	213 000	200 000	71 000 000	80 000 000

inclus dans « Autres pays » ; (e) 2008 estimé

Source : U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2009 (cite dans MetalPrices.com)

Graphique 37 : Offre de platine par grande région, moyenne 2002-2006**Offre de platine par régions - moyenne 2002/2006**

Source : Secrétariat de la CNUCED selon les données statistiques de Johnson Matthey

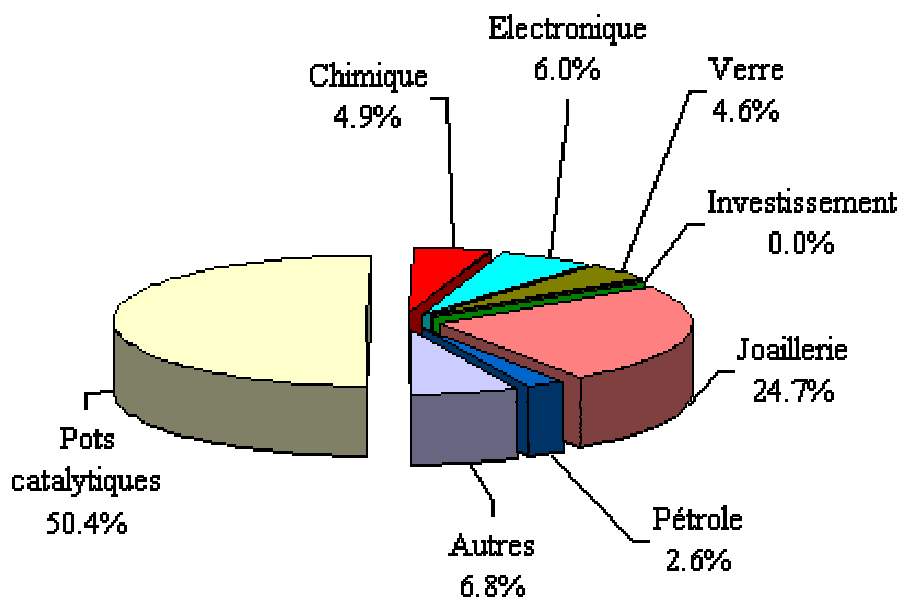
Cette situation très particulière de l'offre de platine a peu de chances de changer à long terme. La situation de quasi-monopole des deux pays producteurs implique un risque de difficultés d'accès au minerai. Si la situation politique apparaît aujourd'hui stable en Afrique du Sud, rien ne garantit que cela soit encore le cas – que ce soit en Afrique du Sud ou en Russie - dans 10 ou 20 ans.

5.4.1.2. La demande de platine par secteurs

Pendant de nombreuses années, le platine a été essentiellement utilisé en joaillerie. Avec la mise au point de pots catalytiques, le secteur automobile est devenu le débouché majeur du platine, avec environ 50% des débouchés. Le platine, ainsi que d'autres métaux rares (palladium et rhodium) sont des éléments de base de fabrication des pots catalytiques qui visent à filtrer les émissions d'hydrocarbures, d'oxyde de carbone, d'oxyde d'azote et de particules. Selon les usages et les progrès de la technologie, une substitution est possible entre le titane et le palladium. Cela a joué partiellement dans les années 90. Mais des problèmes récents sur le marché mondial du palladium et de nouveaux progrès techniques sur les techniques de production utilisant du platine ont redonné un avantage à ce dernier.

La demande de platine pour les pots catalytiques a commencé à croître d'une manière significative dans les années 70 quand la législation sur la « purification de l'air » (Clean Air Act) a été introduite aux États-Unis et au Japon. Le renforcement des législations de protection de l'environnement dans les pays industrialisés et, surtout, dans les pays émergents qui connaissent des taux de croissance du marché automobile exceptionnels, incite à prévoir une forte poussée de la demande de platine de la part de ce secteur. Si l'on ajoute à cela le potentiel de développement des véhicules utilisant des piles à combustibles à court et moyen terme, l'automobile devrait voir son poids augmenter sensiblement dans la structure des débouchés du platine.

Graphique 38 : L'automobile, principal utilisateur de platine



Source : Secrétariat de la CNUCED selon les données statistiques de Johnson Matthey

Selon la CNUCED, la concurrence entre platine et palladium à moyen et long termes peut évoluer dans de nouvelles directions mais, fondamentalement, cela ne devrait pas modifier profondément le fait qu'à bien des points de vue le platine et le palladium sont dans des situations de marché identiques (concentration géographique de l'offre, petit nombre de producteurs en particulier).

5.4.1.3. Le prix du platine

Les caractéristiques de l'offre de platine et la demande grandissante en provenance du secteur automobile ont provoqué une forte hausse de son prix entre la fin des années 90 et l'éclatement de la crise économique actuelle. La principale référence de prix pour le platine est le « London Fix » qui est considéré comme la référence internationale. Il est également coté sur trois autres grands marchés de cotation : le New York Mercantile Exchange (NYMEX), le Tokyo Commodity Exchange (TOCOM) et le Midamerica Commodity Exchange (MIDAM).

Au cours des dernières années, le prix du platine a enregistré une très forte augmentation. Entre la mi-juin 2004 et la mi-juin 2008, le prix du platine est passé d'environ 800 \$ l'once à près de 2 200 dollars. Avec l'éclatement de la crise au cours de l'été 2008, les prix du platine sont revenus vers 800 dollars l'once, avant de rebondir pour s'établir aux environs de 1 200 dollars l'once à la mi-juin 2009. Le caractère limité de l'offre de platine joue certainement un rôle important dans la forte volatilité du prix de ce métal.

Les facteurs qui semblent exercer un rôle essentiel pour la fixation des prix du platine sont (1) les choix politiques des deux principaux pays producteurs (Afrique du Sud et Russie) ; (2) les choix des industriels exploitant le minerai (une dizaine de producteurs importants) ; (3) le niveau des stocks russes ; et (4) la situation économique de la plupart des principaux pays consommateurs (Europe -31% sur 2002-2006, données CNUCED-, Japon -20% -, États-Unis -17%-). En outre, les prix d'autres métaux précieux (notamment le palladium) peuvent également jouer un rôle dans les évolutions prospectives des prix.

Sur long terme, compte tenu de la forte concentration de l'offre en termes de pays producteurs et de groupes producteurs, et compte tenu de la demande dynamique de la part du secteur automobile (notamment dans les pays émergents), il faut s'attendre à ce que les prix continuent d'augmenter. Certes, l'amélioration des technologies à base de palladium pourrait freiner quelque peu la hausse des prix, mais il n'est pas exclu qu'au cours des quinze à vingt prochaines années, des tensions structurelles fortes se développent entre offre et demande mondiales, poussant les prix vers des niveaux encore plus élevés.

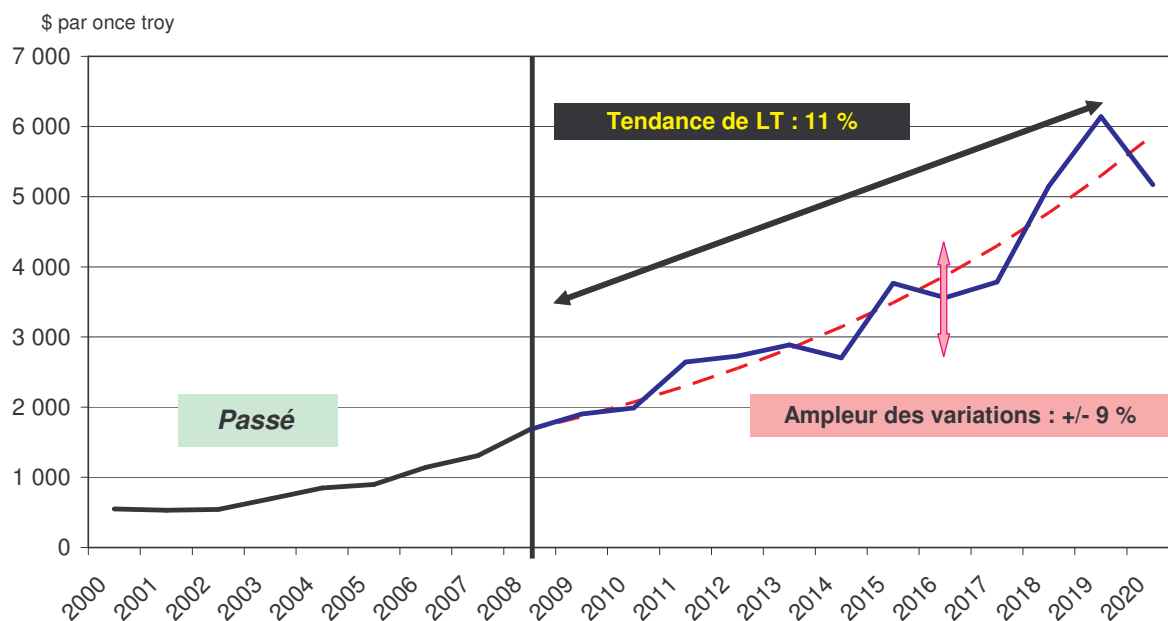
5.4.1.4. Evolutions prospectives du prix du platine

Comme pour les autres matières premières, trois scénarios d'évolution des prix du platine sont concevables.

Scénario 1 : évolution « au fil de l'eau »

Dans un premier scénario, on suppose une évolution plus ou moins régulière de la demande de platine, sans ruptures ou problèmes d'offre susceptibles d'induire une forte volatilité des prix. Dans ce cas, le prix du platine augmenterait de 6 % par an environ à partir du niveau atteint récemment (soit près de 1 200 \$/once). Évidemment, les prix du platine connaîtraient des fluctuations autour de cette moyenne, mais n'enregistreraient pas de variations importantes et brutales sur très court terme.

Graphique 39 : Évolutions prospectives attendues des prix du platine dans le premier scénario



Source : série USGS-Platts Metal Week ; prévision BIPE

Scénario 2 : « instabilité et volatilité »

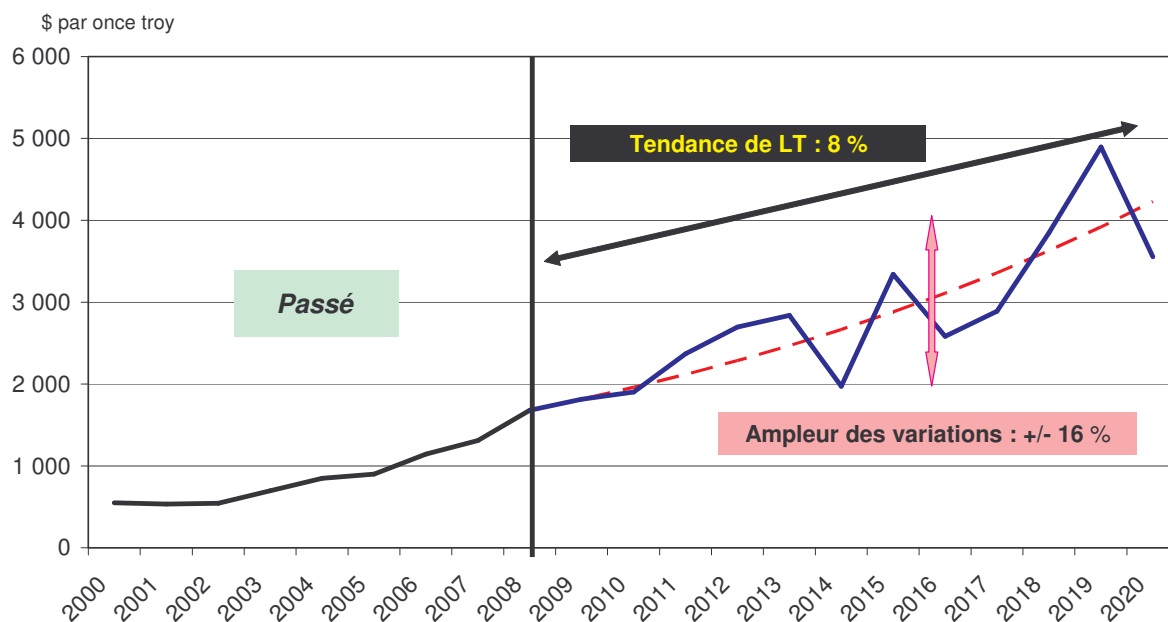
Dans le deuxième scénario, une succession de chocs et de problèmes d'approvisionnement conduiraient à des périodes de pénurie qui feraient exploser les prix avant de les ramener à des niveaux très inférieurs suite au développement de substituts ou à la chute de la demande. La structure de l'offre relativement concentrée se traduit, dans ce scénario, par une opposition entre les deux grands pays producteurs se traduisant par une grande instabilité de l'équilibre entre offre et demande mondiale. Dès que la demande progresse, l'un des deux grands acteurs cherche à gagner des parts de marché, provoquant la réaction de l'autre qui, pour ne pas perdre ses positions, augmente sa production à son tour. Ces mouvements provoquent la succession de périodes courtes d'excédents et de pénuries sur le marché. Outre, une gestion plus que délicate des achats par les secteurs clients, cela entraîne la succession de mouvements violents et amples des prix. Le processus est similaire lors des périodes de ralentissement de l'activité, l'un des acteurs majeurs cherchant à réduire sa production pour éviter les chutes de prix et entraînant, à nouveau, une réaction de son concurrent.

Le développement de nouveaux usages du platine est, de ce fait, fortement perturbé. Cette instabilité permanente du marché constitue aussi un frein à la recherche de nouveaux gisements, dans la mesure où les dépenses d'investissements ne sont pas assurées d'être rentabilisées. Dans ce contexte, on assiste au développement de pratiques spéculatives par des acteurs financiers, renforçant l'instabilité.

Ce scénario se traduira donc sans doute par une progression plus lente des débouchés du platine, d'autres produits étant privilégiés. L'instabilité du marché incitera par ailleurs les opérateurs du secteur de l'automobile à rechercher des solutions/technologies/processus n'employant pas de platine, et à mettre en place des systèmes de motorisation n'imposant pas la nécessité de traiter les émissions de gaz.

Dans ce scénario, les prix pourraient évoluer autour d'une tendance à la hausse de l'ordre de 4 à 5 % par an environ, mais avec de larges fluctuations autour de la moyenne, comme illustré ci-dessous.

Graphique 40 : Évolutions prospectives attendues des prix du platine dans le deuxième scénario



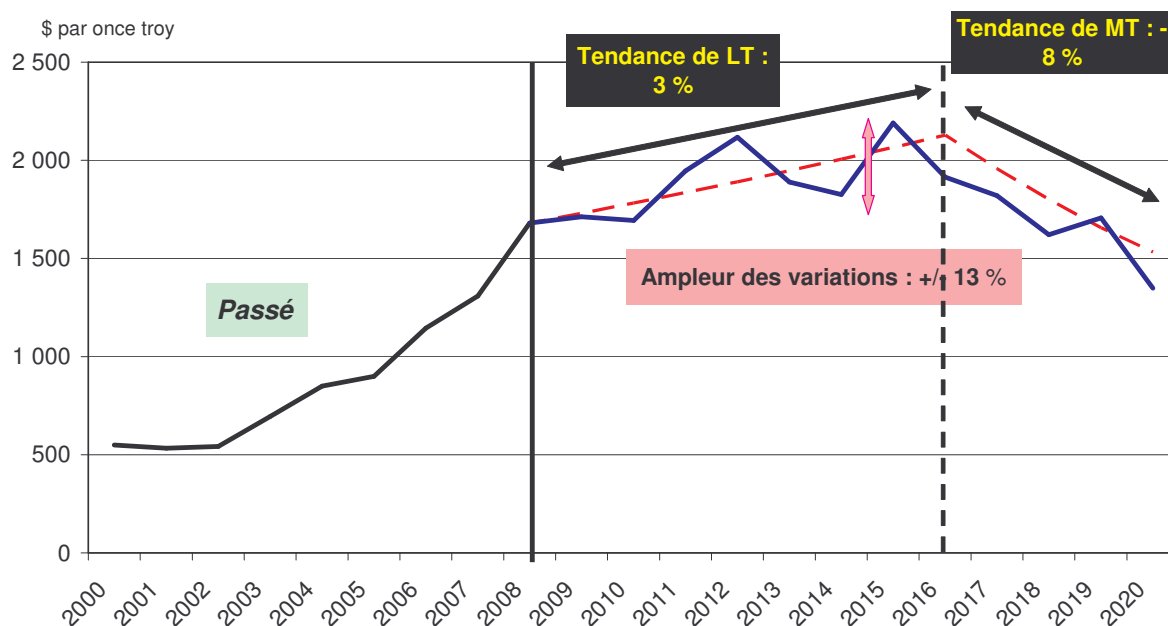
Scénario 3 : Anticipation de la rareté

Dans le troisième scénario, l'anticipation des pénuries à venir permettrait de trouver des alternatives au platine à long terme. Cela se traduirait à court et moyen terme par une relative stabilité des prix, avant une chute à long terme lorsque les substituts seront développés. Ce scénario suppose en effet que l'existence d'un duopole contrôlant le marché du platine, et d'une rareté relative de l'offre comparativement à la demande potentielle, incitent les acteurs à mettre en place des équipements de transport terrestre ne faisant pas appel au platine.

La mise au point de techniques de substitution directe ou indirecte entraînera, en fin de période, l'inversion du marché du platine. Alors que ce dernier a connu une croissance relativement forte dans le passé et que ses perspectives étaient très soutenues du fait du développement attendu des pots catalytiques, les nouvelles possibilités technologiques réduisent significativement les besoins de platine à l'approche de 2020. La demande de platine enregistre donc, à partir de la fin des années 2015/2020, une contraction comprise entre 5 et 10 % en moyenne annuelle.

Après une période initiale d'environ cinq/sept ans, caractérisée par le maintien d'une demande en hausse du fait de phénomènes d'inertie, celle-ci connaîtrait tout d'abord une stabilisation, puis une diminution en raison de l'arrivée sur le marché de solutions techniques permettant de se passer de platine. De ce fait, les producteurs se voient contraints de diminuer leurs prix à moyen terme.

Graphique 41 : Évolutions prospectives attendues des prix du platine dans le troisième scénario



Source : série USGS-Platts Metal Week ; prévision BIPE

5.4.2. Chrome

5.4.2.1. L'offre mondiale de chrome

Les réserves mondiales de chrome sont supérieures à 12 milliards de tonnes de shipping-grade chromite, c'est-à-dire une quantité suffisante pour satisfaire la demande mondiale indépendamment du rythme de croissance de cette dernière, cela pendant quelques siècles. En outre, l'estimation des réserves pourrait être revue à la hausse à la suite de révisions du niveau des réserves en Inde et au Kazakhstan.

En termes d'offre, la question stratégique pour le chrome n'est donc pas le niveau des réserves ou les capacités de production, mais la **concentration élevée de l'offre**. En effet, 95% des ressources mondiales de chrome sont localisées dans deux pays, l'Afrique du Sud et le Kazakhstan, ce qui place ces deux pays en position relativement forte sur le plan concurrentiel. Cette concentration de l'offre représente un atout d'autant plus fort pour les pays disposant de réserves que le chrome n'a pas de substitut dans la production d'acier inoxydable, le secteur débouché principal de ce métal, et dans celui des superalliages.

Il est vrai qu'une partie de la demande est aussi satisfaite à partir de chrome récupéré (à partir de produits usagés à base d'acier inoxydable et de déchets métalliques contenant du chrome). En 2008, la demande de chrome obtenue à partir du recyclage a ainsi représenté environ un tiers de la consommation apparente.

Tableau 9 : Production et réserves mondiales de chrome

	Mine production ⁷		Reserves ⁸	Reserve base ⁸ (shipping grade) ⁹
	2007	2008 ^e		
United States	W	W	110	120
India	3,320	3,300	21,000	44,000
Kazakhstan	3,690	3,700	6,100	180,000
South Africa	9,650	9,600	77,000	150,000
Other countries	4,850	4,900	NA	NA
World total (rounded)	21,500	21,500	NA	NA

W : Withheld to avoid disclosing company proprietary data

⁷Mine production units are thousand metric tons, gross weight, of marketable chromite ore

⁸Definition see USGS 2009

⁹Reserves and reserve base units are thousand metric tons of shipping-grade chromite ore, which is deposit quantity and grade normalized to 45% Cr₂O₃.

Source : US Geological Survey, USGS 2009.

Au cours des cinq dernières années, la forte concentration des réserves n'a pas sensiblement modifié les mouvements de prix du chrome qui ont essentiellement suivi la conjoncture. La domination de l'offre de chrome par l'Afrique du Sud et le Kazakhstan n'a notamment pas freiné la contraction des prix suite à l'éclatement de la crise à partir de mi-2008. Ce facteur ne semble donc pas jouer de manière décisive dans la formation des prix en cette fin de décennie. Mais il n'est pas certain qu'il en sera de même dans une ou deux décennies.

5.4.2.2. Les usages du chrome

Le chrome est principalement utilisé dans la métallurgie pour améliorer la résistance à la corrosion et pour ajouter un fini brillant :

- comme constituant d'alliage (par ex. dans les aciers inoxydables, le chrome représente au moins 10 % de la composition finale) ;
- dans le plaquage au chrome (chromage).

Les usages du chrome pour la production d'aciers inoxydables représentent entre 65 et 70 % des emplois du chrome, les autres emplois dans la métallurgie représentant, grosso modo, environ 15% des usages de ce métal.

5.4.2.3. Le prix du chrome

Au cours des dernières années, les prix du chrome ont enregistré une très forte augmentation (quasi-multiplication par cinq), passant d'une fourchette de prix de 0,50 \$ / lb à 0,80 \$ / lb entre 2004 et 2007 à 2,50 \$/lb (pour le ferrochrome 60-65% High Carbon).

Avec l'éclatement de la crise actuelle, mi-2008, les prix du chrome sont revenus à des niveaux proches des années 2004-2005, et avoisinent les 0,75 \$/lb depuis le début de 2009.

Si, au cours des dernières décennies, la concentration de l'offre de chrome ne semble pas avoir eu d'impact clair sur les prix, dans le futur, la question mérite d'être posée. À long terme (dix à vingt ans), une nouvelle phase de croissance forte dans les principales économies émergentes impliquera une nouvelle augmentation de la production d'acier inoxydable, donc de la demande de chrome. Or, la concentration de l'offre dans deux pays pourrait finir par donner une position concurrentielle avantageuse à ceux-ci, position qui aurait une traduction en termes de prix du chrome - sauf si l'augmentation de l'offre issue du recyclage permettait de réduire, dans les pays industrialisés, la demande de matière première (hypothèse forte compte tenu de la situation présente).

Si des tensions durables sur l'offre émergeaient néanmoins, alors les prix du chrome pourraient s'inscrire durablement sur une tendance haussière et ne plus subir de phase de baisse comme celles connues historiquement lors de périodes de moindre croissance de la demande.

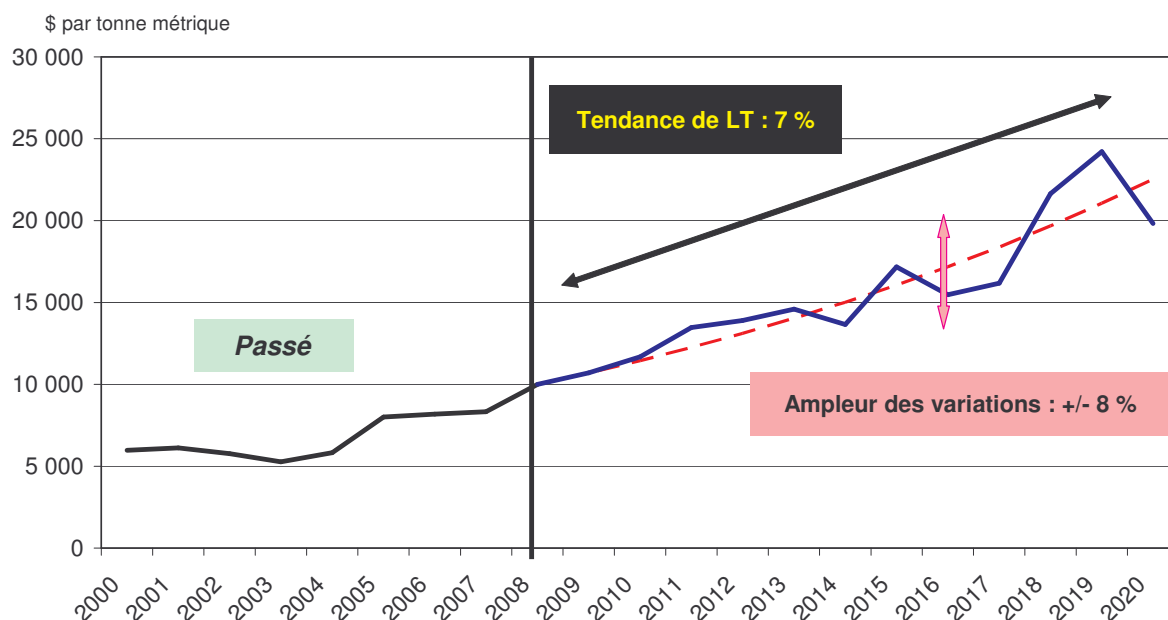
5.4.2.4. Évolutions prospectives du prix du chrome

Compte tenu des similitudes de situation de marché du chrome et du platine, les scénarios d'évolution possible des prix du chrome sont semblables à ceux décrits pour le prix du platine :

Scénario 1 – évolution de la demande et des prix « au fil de l'eau »

Dans un premier scénario, on suppose une évolution plus ou moins régulière de la demande de chrome, sans ruptures ou problèmes d'offre susceptibles d'induire une forte volatilité des prix. Dans ce cas, le prix du chrome augmenterait de 5 à 7 % par an environ à partir de son niveau actuel (2 \$/LB pour le ferrochrome 60-65 % High Carbon, et 4 \$/LB pour le ferrochrome 60-65 % Low Carbon), avec des fluctuations autour de cette moyenne mais pas de volatilité extrême.

Graphique 42 : Évolutions prospectives attendues des prix du chrome dans le premier scénario



Source : série USGS-Platts Metal Week ; prévision BIPE

Scénario 2 : instabilité et volatilité

Dans le deuxième scénario, une succession de chocs et de problèmes d'approvisionnement conduiraient à des périodes de pénurie qui feraient exploser les prix avant de revenir à des niveaux très inférieurs suite au développement de substituts ou à la chute de la demande.

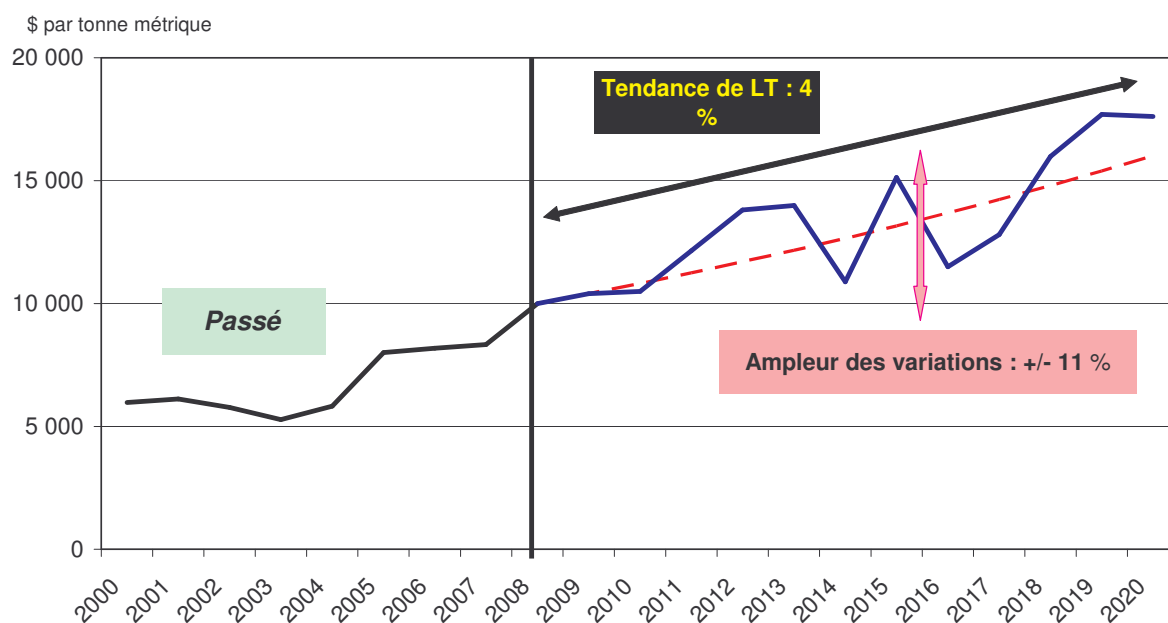
Dans ce scénario, les pays qui contrôlent l'offre de chrome engagent une lutte pour accroître significativement leurs parts de marchés. De ce fait, les prix sont très volatiles.

Ce scénario implique non seulement que le marché du chrome n'obéit plus à une concurrence imparfaite, mais que le jeu oligopolistique est instable : aucun des acteurs n'est à même de devenir « price maker », et chacun peut perturber le jeu des autres acteurs.

Cette situation instable du marché devrait pousser les fournisseurs des constructeurs automobiles, voire les constructeurs eux-mêmes, à rechercher des solutions techniques permettant de se passer des aciers comprenant du chrome (pièces de la robe en matières plastiques, aluminium, etc.) pour éviter les handicaps consécutifs à l'instabilité des prix sur une partie de l'amont de la filière automobile.

Les prix pourraient évoluer autour d'une tendance à la hausse de l'ordre de 5 à 7% par an environ, mais avec une évolution beaucoup plus heurtée autour de cette moyenne, comme illustré sur le deuxième graphique ci-dessous.

Graphique 43 : Évolutions prospectives attendues des prix du chrome dans le deuxième scénario



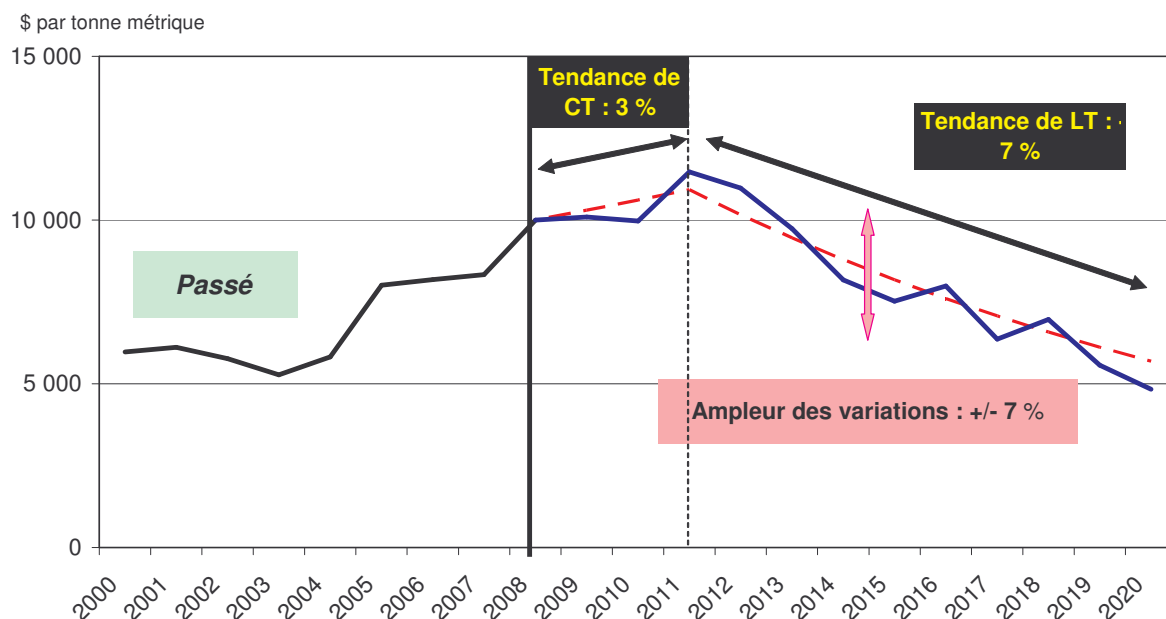
Scénario 3 : anticipation de phénomènes de pénuries

Dans le troisième scénario, l'anticipation des pénuries à venir permettrait de développer l'offre de matériaux secondaires issus du recyclage et conduirait à une période de croissance modérée des prix, avant une chute à plus long terme lorsque des technologies nouvelles ou des substituts auront été développés.

Dans ce scénario, le développement des systèmes de récupération du chrome réduit le pouvoir des acteurs dominant l'offre primaire. De ce fait, les prix seront plutôt stables dans la phase pendant laquelle les unités de récupération seront installées. Une fois les capacités de récupération suffisamment importantes, les prix devraient enregistrer une tendance baissière d'environ 5 % par an en moyenne. Cette inversion de l'évolution des prix du chrome par rapport aux périodes antérieures ne se produira toutefois pas avant la fin de la décennie, c'est-à-dire au plus tôt vers 2017/2018.

Dans ce scénario, les facteurs de ruptures n'accroissant pas l'instabilité du marché du chrome, on ne devrait pas connaître d'accélération de l'amplification des variations de prix sur court terme. Ces dernières devraient donc être du même ordre que celle que nous connaissons depuis une décennie.

Graphique 44 : Évolutions prospectives attendues des prix du chrome dans le troisième scénario



Source : série USGS-Platts Metal Week ; prévision BIPE

5.4.3. Cuivre

5.4.3.1. L'offre mondiale de cuivre

Par rapport aux deux métaux analysés précédemment, l'offre mondiale de cuivre apparaît moins concentrée. En effet, la quasi-totalité du cuivre produit n'est pas l'œuvre de deux ou trois pays. Certes, le Chili dispose d'une position dominante puisque, aussi bien pour la production que pour les réserves, il représente un peu plus d'un tiers du total mondial. Et si on ajoute à ce pays le Pérou, qui est un État voisin, on constate que l'Amérique du Sud dispose d'une capacité importante en ce qui concerne l'offre mondiale (entre 45 et 50%).

Une analyse effectuée par des experts américains (U.S. Geological Survey National Mineral Resource Assessment Team, 2000) indique que le monde disposerait d'environ 550 millions de tonnes de cuivre, dont 260 millions auraient été identifiées et localisées, et 290 millions de tonnes qui resteraient à découvrir. Ce dernier point reste toutefois à confirmer.

Ces estimations sont toutefois sujettes à caution compte tenu du degré élevé d'incertitude quant aux réserves potentiellement exploitables à des conditions économiques. Par exemple, on estime le cuivre contenu dans les nodules polymétalliques contenant du manganèse, du nickel, du cuivre, du cobalt, etc., situés en mer profonde, à 700 millions de tonnes. Ces réserves seront exploitées quand on pourra le faire, ce qui n'est peut-être pas le cas dans un proche avenir...

Tableau 10 : Production et réserves mondiales de cuivre

En millions tons of Copper

	Mine production		Reserves ⁷	Reserve base ⁷
	2007	2008 ^e		
United States	1,170	1,310	35,000	70,000
Australia	870	850	24,000	43,000
Canada	589	590	10,000	20,000
Chile	5,560	5,600	160,000	360,000
China	946	1,000	30,000	63,000
Indonesia	797	650	36,000	38,000
Kazakhstan	407	460	18,000	22,000
Mexico	347	270	38,000	40,000
Peru	1,190	1,220	60,000	120,000
Poland	452	430	30,000	48,000
Russia	740	750	20,000	30,000
Zambia	520	560	19,000	35,000
Other countries	1,840	2,030	70,000	110,000
World total (rounded)	15,400	15,700	550,000	1,000,000

⁷definitions see USGS

Source : US Geological Survey, USGS 2009.

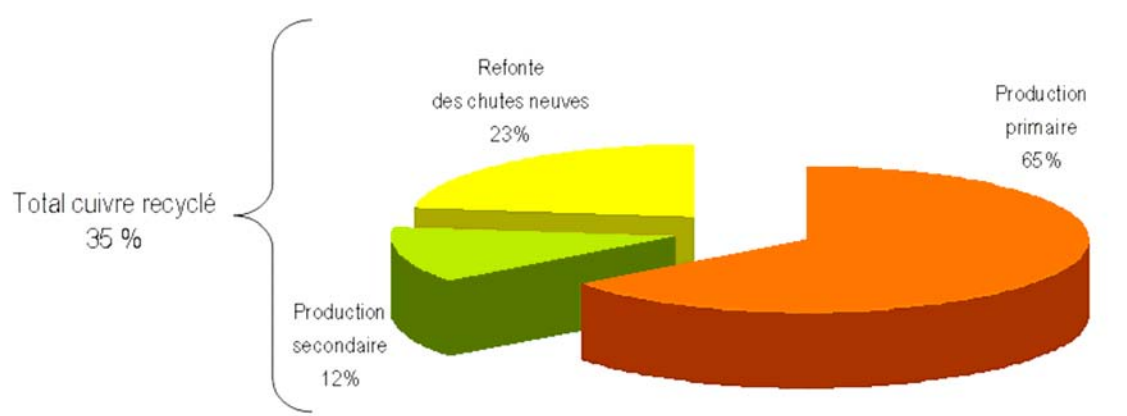
Il faut ajouter à cette production “nouvelle” les possibilités offertes par la récupération de métal dans les déchets contenant du cuivre. Bien qu’il soit difficile de faire une estimation précise du potentiel de cuivre contenu dans l’ensemble des déchets (recyclés ou non), le cuivre issu de la récupération représente d’ores et déjà 40 % à 45 % du cuivre utilisé en Europe (source : International Copper Study Group –ICSG). Il n’est donc pas irréaliste de supposer que cette proportion pourrait monter entre 50 à 55 % au cours de la prochaine décennie si des efforts étaient entrepris dans ce sens (le cuivre recyclé a les mêmes qualités que le cuivre issu de l’extraction minière et il est recyclable à l’infini).

Les hausses de la demande (+ 134 % depuis 1970), couplées à la fluctuation importante des cours de la matière première, font du recyclage du cuivre un complément indispensable de la production primaire. L’ICSG indique que le recyclage permet à certaines entreprises (notamment européennes) d’avoir accès à une source de matières premières à des prix compétitifs, notamment lors des phases de forte hausse des cours, comme la période 2003-2007 qui a précédé la crise économique de 2008-2009.

Selon le dernier rapport de l’International Copper Study Group (ICSG), l’utilisation totale du cuivre a atteint 23,7 millions de tonnes en 2007 (+ 5 % par rapport à 2006). La production de cuivre secondaire a fortement augmenté. En effet, concernant le recyclage, 8,2 millions de tonnes de cuivre recyclé ont été utilisées par l’industrie du cuivre en 2007 (+ 1 % par rapport à 2006).

La demande mondiale de cuivre ayant augmenté plus vite que le recyclage, le taux de cuivre recyclé dans le total de la consommation de cuivre a connu une légère baisse pour s’établir autour de 35 % en 2007. Cette baisse s’explique également par un essor de l’activité en Chine en 2007, l’industrie ayant dû recourir de manière croissante au cuivre primaire. Le taux de cuivre recyclé est ainsi passé de 43 % en 2006 à 36 % en 2007.

Ce taux de cuivre recyclé se maintient néanmoins au-dessus de la moyenne de ces dernières années, avec une filière européenne de la récupération et du recyclage qui permet de satisfaire 41 % de la demande de cuivre des pays de l’UE.

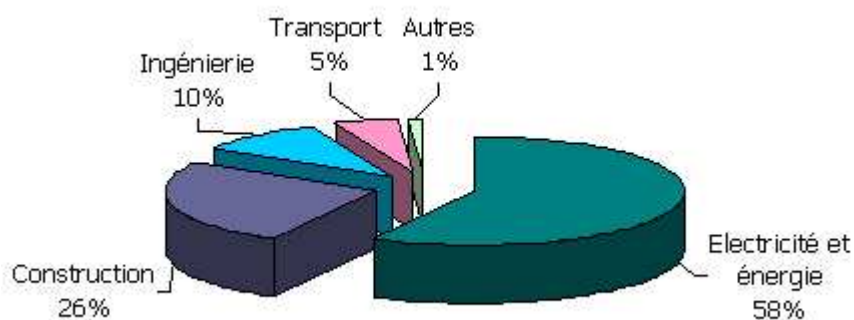
Graphique 45 : Utilisation mondiale du cuivre en 2007, répartition selon la provenance

5.4.3.2. La demande de cuivre par secteurs

Métal de couleur rouge lorsqu'une plaque de ce métal est bien décapée, le cuivre possède une excellente conductivité thermique et électrique (à titre de comparaison, l'argent est le seul métal pur présentant une meilleure conductivité électrique à température ambiante). Cette qualité de conductivité explique les principaux usages du cuivre. En outre, du fait de ces qualités (meilleur conducteur électrique et thermique parmi les métaux d'usage courant, durable, antibactérien...), les innovations se multiplient dans tous les secteurs : énergies renouvelables et amélioration de l'efficacité énergétique, bâtiment, transport, équipement des hôpitaux...

Graphique 46 : Le marché du cuivre

Répartition par grands secteurs d'activité (2006)



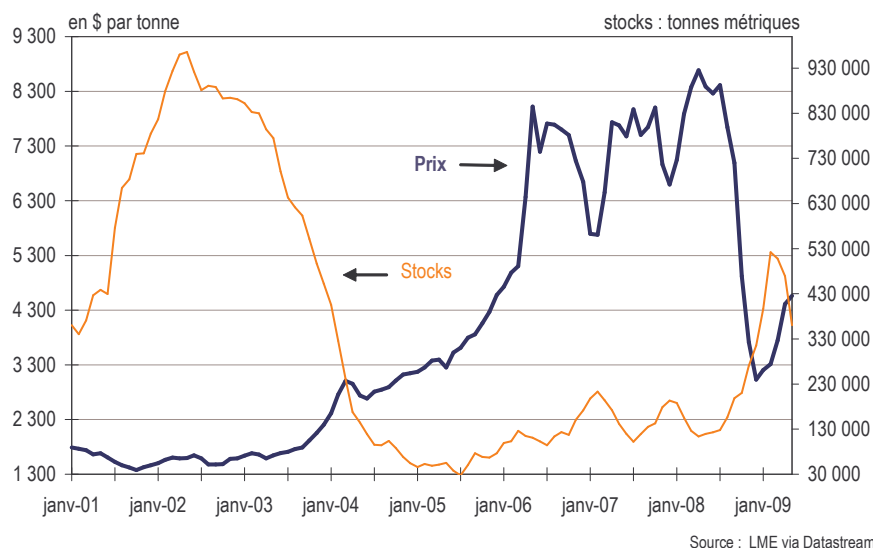
Source : IWCC

Mais le cuivre peut être concurrencé :

- par l'aluminium dans le domaine des câbles électriques, des équipements électriques, des radiateurs auto et des tubes de réfrigération ;
- par une association d'acier et de titane pour les échangeurs de chaleur ;
- par la fibre optique dans les télécommunications ;
- par les plastiques dans les conduites d'eau, les tuyaux de drainage et le montage de tuyauteries.

Graphique 47 : Évolution des prix et des stocks de cuivre depuis 2001

Séries mensuelles des prix et des stocks du cuivre



Les prix du cuivre sur le LME ont amorcé une accélération au cours du second semestre 2003, tirée notamment par la demande des pays émergents (principalement les BRIC). En effet, la Chine est devenue le premier consommateur de cuivre du monde avec près de 25 % des achats de métal rouge. L'accélération de la croissance mondiale qui s'est opérée à partir de ces années a entraîné une montée des cours du cuivre jusqu'à des niveaux plafonds qui se sont inscrits dans la fourchette 7 300 / 8 300 \$ par tonne (près de 8 700 \$/t en mars 2008).

Avec l'éclatement de la crise et la chute concomitante de la demande de produits contenant du cuivre dans les biens d'équipement électrique et dans le bâtiment, un violent mouvement correctif s'est mis en place, ramenant les cours du cuivre légèrement au-dessus des 3 000 \$/t en décembre, soit une chute de près de 65 %. Ainsi, comme de nombreuses matières premières, les variations de la demande influent fortement sur les cours.

Avec la reprise de l'économie mondiale, la demande de cuivre devrait retrouver une évolution nettement haussière. Cela devrait favoriser une remontée des prix du métal rouge. Certes, le développement du recyclage constituera une source croissante de cuivre concurrençant les mines, mais il ne se développera pas suffisamment pour devenir une source de substitution complète. Parallèlement, la concurrence des autres matériaux (aluminium, fibres optiques, plastiques) freinera la progression des débouchés du cuivre, limitant la hausse des prix, tant qu'ils ne connaissent pas aussi des déséquilibres offre – demande. Cela devrait être cependant le cas de l'aluminium, de même que les matières plastiques qui subiront les conséquences du déséquilibre structurel entre offre et demande de pétrole, déséquilibre défavorable aux acheteurs.

5.4.3.3. Évolutions prospectives du prix du cuivre

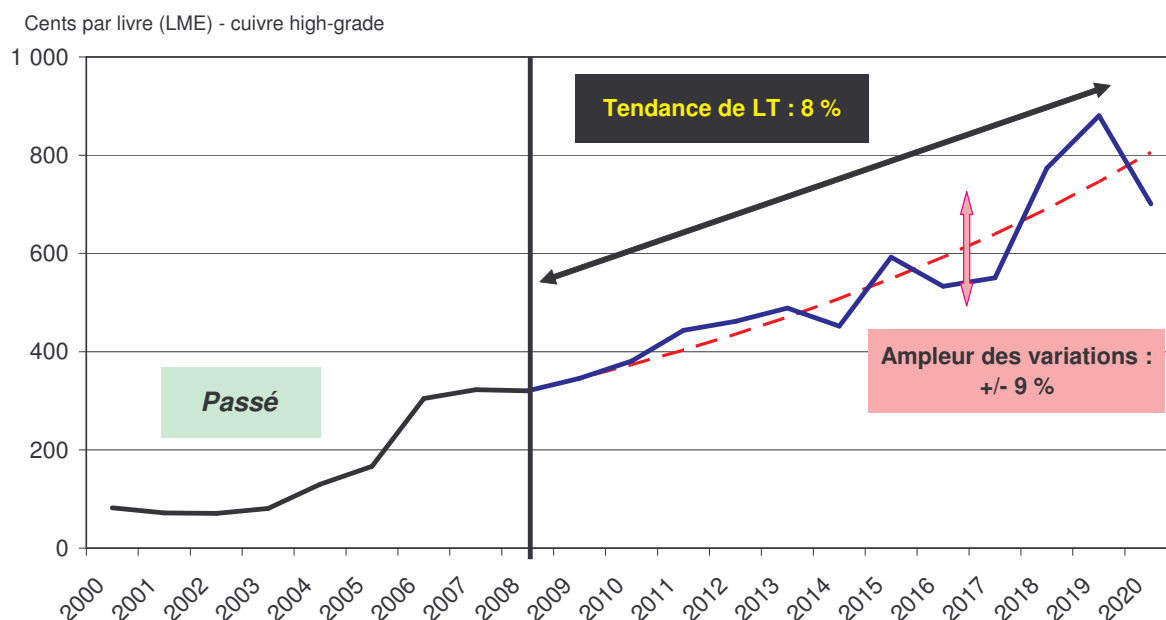
Compte tenu de la situation de l'offre et en particulier de l'absence de pénurie probable de cuivre, même à long terme, seuls deux scénarios sont décrits pour ce métal.

Scénario 1 : évolution « au fil de l'eau »

Dans le premier scénario, l'on suppose une évolution « au fil de l'eau » de la demande de cuivre impliquant une hausse progressive des prix de ce métal, conformément aux tendances passées. Le prix pourrait augmenter de 10 à 12 % par an dans ce scénario, après avoir connu une hausse de l'ordre de 10 % au cours des vingt dernières années. Dans ce scénario, les prix du cuivre

connaîtraient des variations autour de la tendance croissante relativement en phase avec celles constatées dans le passé. Globalement, les phases d'accélération et de repli seraient de l'ordre de 6 % (cf. graphique ci-après) autour de la tendance.

Graphique 48 : Évolution prospective des prix du cuivre dans le premier scénario



Source : série USGS-Platts Metal Week ; prévision BIPE

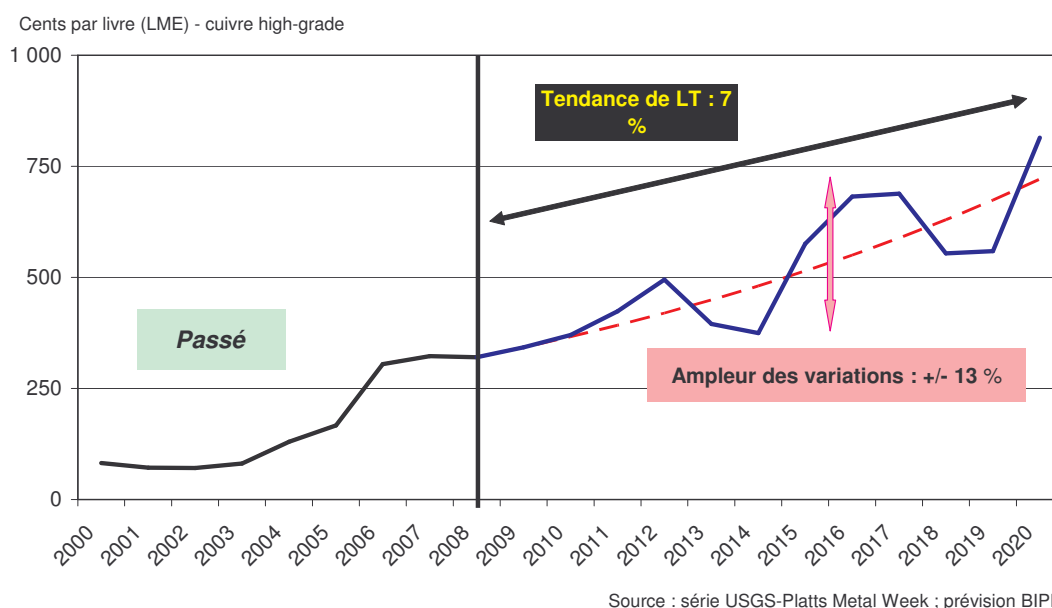
Dans ce scénario, l'Amérique latine (Chili et Pérou) reste la zone dominante de la production mondiale de cuivre (hors récupération - recyclage pour lesquels la zone de « production » est celle des secteurs clients, c'est-à-dire essentiellement les pays industrialisés et certains pays émergents). Mais les sociétés qui exploitent les gisements de cuivre dans cette zone ne cherchent pas à utiliser leur position de force pour accélérer le mouvement de hausse des prix par la création artificielle de pénuries. Il est vrai qu'une généralisation de ces pratiques pousserait les pays utilisateurs à renforcer la filière de récupération.

Avec le développement de la filière « récupération » et une offre de métal primaire non rationnée, les pays clients ne cherchent pas à accélérer le développement de filières concurrentes au cuivre (aluminium, etc.). Dans ce cadre, l'utilisation du cuivre dans la production d'équipements électriques reste dominante.

Scénario 2 : instabilité et volatilité

Dans le deuxième scénario, on suppose une forte volatilité des prix suite à la succession de chocs sur les marchés conduisant à des périodes de forte hausse, puis de baisse, de la demande. Cela conduit à des ajustements des prix des offreurs qui cherchent à profiter des périodes de tension, et à maintenir leur part de marché en cas de forte baisse de la demande.

Graphique 49 : Évolution prospective des prix du cuivre dans le deuxième scénario



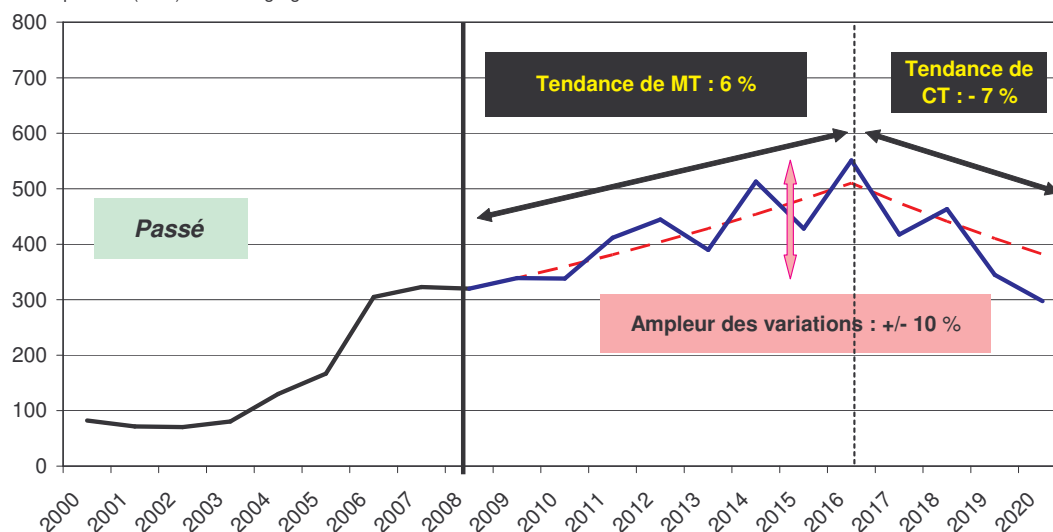
Ce scénario s'enclencherait dans le cas où l'accélération de la croissance des investissements (investissements productifs des entreprises et investissements dans le bâtiment) dans les pays émergents prendrait une telle ampleur qu'une pénurie structurelle de métal rouge venait à se développer, malgré l'envolée du recyclage et la recherche de solutions alternatives. Dans ce cas, malgré le développement de l'usage de substituts au cuivre, les tensions sur l'offre se traduiraient par des fortes fluctuations des prix, à la hausse ou à la baisse. Ces variations seraient accentuées par la généralisation d'actions spéculatives sur un marché dit « liquide » (marché sur lesquels interviennent des acteurs financiers en tant qu'acheteurs ou vendeurs mais qui ne sont ni producteur ni utilisateur du métal traité sur son marché). En outre, dans ce contexte d'instabilité, il n'est pas certain que certains pays producteurs (le Chili, par exemple) ne seraient pas tentés de financer nombre de leurs dépenses avec ce qui serait devenu une super-rente de situation.

Scénario 3 : anticipation des pénuries

Dans le troisième scénario, l'anticipation de pénuries éventuelles se traduit par la recherche active de substituts et le développement de capacités de recyclage, et par une baisse tendancielle du prix du métal rouge à long terme.

Graphique 50 : Évolution prospective des prix du cuivre dans le troisième scénario

Cents par livre (LME) - cuivre high-grade



Source : série USGS-Platts Metal Week ; prévision BIPE

Lithium

5.4.3.4. L'offre mondiale de lithium

Le lithium est largement distribué sur la planète, mais on ne le trouve pas sous sa forme métallique à cause de sa grande réactivité. On le trouve principalement sous forme d'impuretés dans les sels d'autres métaux alcalins. Bien que très abondant dans la nature (c'est le 33ème élément le plus abondant sur la Terre), il n'existe, en concentration permettant une exploitation économique rentable, qu'en très peu d'endroits sur la planète.

Les ressources mondiales exploitables sont évaluées à 11 millions de tonnes (USGS). Il s'agit donc d'un métal relativement rare, d'autant que sa demande croît rapidement, ce qui n'est pas sans conséquence sur les prix et sur les perspectives à long terme de ces derniers.

Tableau 11 : Production et réserves mondiales de lithium

Millions of tons

	Mine production		Reserves ²	Reserve base ²
	2007	2008 ^e		
United States	W	W	38,000	410,000
Argentina ^e	3,000	3,200	NA	NA
Australie ^e	6,910	6,900	170,000	220,000
Bolivia	—	—	—	5,400,000
Brazil	180	180	190,000	910,000
Canada	707	710	180,000	360,000
Chile	11,100	12,000	3,000,000	3,000,000
China	3,010	3,500	540,000	1,100,000
Portugal	570	570	NA	NA
Zimbabwe	300	300	23,000	27,000
World total (rounded)	³ 25,800	³ 27,400	4,100,000	11,000,000

^eEstimated. NA Not available. W Withheld to avoid disclosing company proprietary data.

Source : US Geological Survey, USGS 2009.

NB : attention la production de la Bolivie, premier producteur mondial, n'est pas chiffrée par le USGS.

Cinq pays dominent l'offre mondiale de lithium. Tout d'abord, la Bolivie qui disposerait de près de la moitié des réserves mondiales (le plus grand gisement au monde est le Salar d'Uyuni dans le département de Potosi). Elle est suivie du Chili (27 % des réserves mondiales en 2008). L'Australie, la Chine et l'Argentine suivent assez loin, avec moins de 2 % des capacités chacune. Ainsi, l'offre actuelle de lithium est très concentrée puisque deux pays totalisent les trois quarts des réserves connues.

Mais des inconnues importantes demeurent. Les véritables réserves du lac salé Salar d'Uyuni pourraient être 20 à 100 fois supérieures aux estimations et des réserves énormes pourraient être présentes dans le sous-sol de la Méditerranée occidentale. Mais il est à craindre que les réserves de la Méditerranée occidentale ne soient pas exploitables rapidement. Par contre, les réserves boliviennes sont plus accessibles, d'où le projet du groupe Bolloré d'investir 1,2 milliard de dollars pour exploiter un gisement présent dans le désert de sel d'Uyuni (notons d'ailleurs que ce lac est à 3000 mètres d'altitude et qu'il n'y a pour l'instant aucune voie de communication pour amener la saumure contenant 5 à 6% de lithium dans l'unité de transformation).

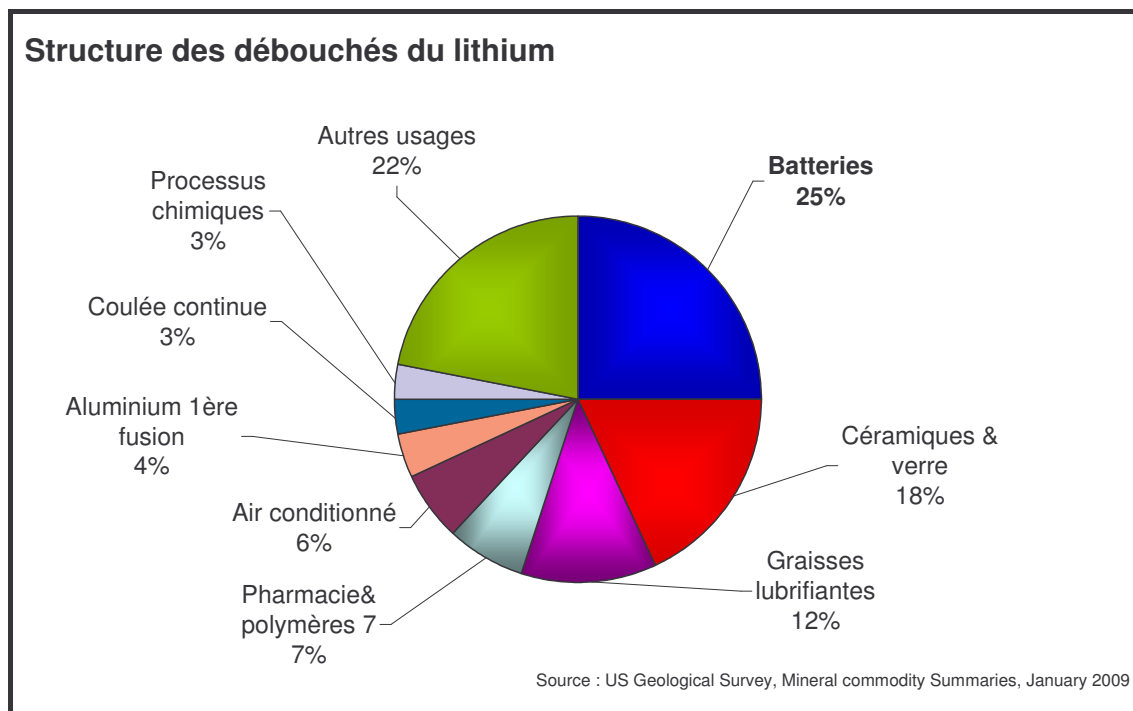
Dans un contexte caractérisé par une demande en croissance durable sur long terme (10/15 ans) et par un déséquilibre en faveur des offreurs (rareté de la ressource, concentration de 90% de l'offre dans un faible nombre de pays), le jeu concurrentiel pourrait se faire en faveur des vendeurs et donc constituer un élément favorable à des pressions haussières sur les prix de longue période. Certes, des possibilités techniques existent pour remplacer le lithium (notamment dans le secteur des batteries), mais cela n'apparaît pas suffisant pour éviter des tensions sur l'offre si celles-ci apparaissaient à terme.

C'est ce qui s'est passé depuis le début des années 2000. Ainsi, la demande ayant crû très fortement, notamment pour la production de batteries en lithium-ion pour le marché de l'informatique et de la téléphonie, le prix du lithium est passé d'environ 350 dollars la tonne en 2003 à près de 3 000 dollars l'an passé. Il est donc relativement logique de faire l'hypothèse que, sur un marché très dynamique sur long terme, la progression de l'offre ne sera pas suffisante pour éviter de nouvelles hausses de prix, d'autant plus que les producteurs seront peu nombreux et donc dans une position favorable dans le jeu concurrentiel.

5.4.3.5. Les usages du lithium

Le lithium est souvent utilisé comme anode de batterie en raison de son potentiel électrochimique élevé. Les batteries utilisant du lithium sont très employées dans les systèmes embarqués du fait de leur grande densité énergétique aussi bien massique que volumique. Ce débouché est le plus important et le plus prometteur pour le lithium.

Graphique 51 : Structure des débouchés du lithium



5.4.3.6. Les prix du lithium

Avec le développement très rapide du marché des batteries et des piles lithium-ion, les prix du lithium ont enregistré une forte progression : une quasi-multiplication par huit en environ cinq ans. En outre, le marché du lithium est relativement opaque. En effet, ce métal n'est pas coté. Il s'agit d'un marché de gré à gré et il n'y a pas de contrats à terme. La connaissance des prix du lithium est donc particulièrement délicate.

Les perspectives de la demande due au développement accéléré des voitures électriques (et donc à une nouvelle accélération de la demande de batteries de nouvelles générations, à la fois plus petites, plus puissantes et d'usage plus durable) vont favoriser la mise en exploitation de nouvelles sources de lithium (cf. le projet du groupe Bolloré en Colombie).

Mais la concentration des sources exploitables dans des conditions économiques fiables et la relative rareté des ressources disponibles pour une exploitation économique réaliste (à un horizon de 10/15 ans) sont suffisamment fortes pour que l'hypothèse d'une croissance rapide des prix du lithium apparaisse comme le scénario le plus probable au cours des dix à vingt prochaines années. L'on peut, en effet, craindre que les ressources existantes, probablement dans le sous-sol de la Méditerranée occidentale, ne puissent être exploitées industriellement avant de nombreuses années. En outre, le fait que le lithium soit fortement présent dans la nature (c'est le 33^e élément le plus présent) ne suffit pas à ce que les endroits caractérisés par un taux de lithium élevé et donc économiquement exploitables soient nombreux.

5.4.3.7. Évolutions prospectives des prix du lithium

Dans ces conditions, l'offre restera caractérisée par une certaine rareté. Certes, des divergences existent entre scientifiques mais la question de la rareté du lithium exploitable industriellement se pose fortement. Ainsi, pour W. Tahill de l'Institut Meridian, il faut 22,5 kg de lithium pour alimenter une Volt GM, la voiture hybride de GM. Or, pour 5 millions de Volt il faudrait 112 000 tonnes de lithium, chiffre à comparer avec la production actuelle. Si, en outre, on tient compte de l'électrification partielle du futur parc automobile des pays émergents, on arrive à des estimations de besoins supérieures aux capacités chiffrées actuelles. Même si on fait une erreur importante, on voit bien que le risque de pénurie demeure.

Par ailleurs, même si l'on pourrait voir se développer des solutions de remplacement, il est à craindre que le développement des batteries pour voitures électriques souffre d'un manque de lithium. De ce fait, les prix de celui-ci devraient croître fortement d'ici 2015.

Dans ce contexte, trois scénarios d'évolution possibles des prix du lithium peuvent être envisagés :

Scénario 1 : évolution « au fil de l'eau »

Dans le premier scénario, on suppose une évolution plus ou moins régulière et relativement lente de la demande de lithium – suffisamment lente pour ne pas conduire à des problèmes d'approvisionnement ou de pénuries temporaires d'offre susceptibles d'induire une forte hausse des prix. Dans ce scénario, le prix du lithium augmenterait de 10 % par an environ à partir de son niveau actuel, soit une évolution nettement plus lente que celle connue sur le passé récent (la croissance de la demande de lithium a crû d'environ 50 % par an en moyenne au cours des 5 dernières années). Comme pour les autres métaux stratégiques, des fluctuations autour de cette moyenne seront inévitables, mais dans ce scénario celles-ci ne seraient pas très importantes.

Scénario 2 : instabilité et volatilité

Dans le deuxième scénario, une succession de chocs et de problèmes d'approvisionnement (instabilité politique dans les pays disposant de ressources importantes, difficultés d'exploiter les gisements dans des régions mal desservies en termes de moyens de transport et au climat dur, etc.), et des stratégies délibérées des offreurs cherchant à tirer parti de la relative pénurie d'offre, face à une demande en hausse continue, conduiraient à une forte volatilité des prix. Dans ce scénario, la forte demande tend en permanence le rapport entre offre et demande, ce qui provoque une hausse tendancielle des prix. Les pays disposant de gisements importants de lithium ne sont pas particulièrement riches en autres matières premières, ont de gros problèmes de développement, font face à des tensions géopolitiques internes et cherchent à utiliser leur position de force sur le marché mondial pour accroître leurs revenus.

La tendance haussière des prix est plus forte que sur la période antérieure, la hausse atteignant 80% en moyenne, mais avec des mouvements de forte amplitude (de l'ordre de 20%) du fait des rapports de force conflictuels entre offreurs et demandeurs. Dans ce scénario, les stratégies des offreurs conduisent à des pénuries chroniques, et ce d'autant plus facilement que l'explosion du marché des batteries pour automobiles faisant appel au lithium favorise une très forte accélération de la demande mondiale de ce métal.

Dans ces conditions, les secteurs clients cherchent à développer des technologies économisant les besoins en lithium, voire à mettre au point des techniques faisant appel à d'autres alliages. Ils mettent aussi en place des filières de récupération – recyclage importante. Une fois ces solutions techniques mises au point, la demande de lithium subit un sensible ralentissement, voire même une inversion. Les prix connaissent alors une contraction, baissant de l'ordre de 40% par an. Cette inversion de tendance pourrait, dans ce scénario, se produire vers 2018.

Scénario 3 : anticipation des pénuries

Dans le troisième scénario, l'anticipation des pénuries à venir conduirait à privilégier le développement d'autres processus moins intensifs en lithium, ce qui inciterait les prix à renouer avec une tendance baissière après une période longue de fortes tensions sur les prix. Les utilisateurs de batteries développent des techniques permettant de remplacer le lithium par un métal ou un alliage plus disponible, dont l'offre est moins concentrée : en effet, la forte croissance des prix du lithium peut être un facteur de frein au développement des voitures électriques du fait du surcoût qu'induit l'usage de batteries électriques utilisatrices de lithium.

En outre, la volonté de réduire la dépendance vis-à-vis des producteurs de lithium pousse les utilisateurs à mettre au point des filières de récupération des batteries usagées, et de recyclage des produits présents dans celles-ci, permettant notamment de récupérer le lithium. Au cours de la seconde partie des années 2010, les nouvelles batteries produites pourraient à la fois être plus performantes (rendre possible un kilométrage plus élevé sans recharge) et ne plus faire appel au lithium, ou tout au moins en consommer une quantité nettement plus faible.

Dans ce scénario, après avoir enregistré une phase de progression de ses prix nettement inférieure au rythme de la dernière décennie (de l'ordre de 25% en annuel, une fois la crise actuelle passée) puis s'accroissant à partir de 2013 (entre 5 et 10 % par an), les prix du lithium subiraient une inversion de tendance et diminueraient de l'ordre de 60 % par an – chute pouvant être mise en relation avec le rythme de hausse enregistré au cours des cinq années précédant la crise actuelle. Ce mouvement baissier des prix s'amorcerait probablement après 2015.

5.5. Les indicateurs clés et leurs évolutions possibles

Évolution de la production et des réserves de métaux précieux

Pour les métaux précieux analysés dans cette note, l'analyse des caractéristiques portant sur la production et sur les réserves disponibles montre que l'offre est souvent concentrée dans un petit nombre de pays. C'est particulièrement vrai pour le platine et le lithium, et aussi pour le cuivre, même si cette caractéristique est un peu moins marquée pour le métal rouge. De ce fait, la forte progression attendue de la demande à long terme donne un avantage compétitif aux offreurs sur les acheteurs. Cela devrait se traduire par des tensions haussières persistantes sur les prix, en l'absence de substituts ou de développement du recyclage.

Développement de nouvelles capacités de production

La possibilité d'augmenter fortement les capacités de production (ouverture de nouvelles mines, mise en exploitation de nouvelles réserves connues, découverte de nouveaux gisements, etc.) apparaît limitée pour certains métaux (lithium), ou tout au moins insuffisante pour satisfaire la progression de la demande sans qu'il y ait des tensions sur les prix.

Évolution des emplois des métaux précieux (et notamment des nouveaux usages liés à l'automobile) et conséquences sur la demande

À un horizon de 20 ans, pour chacun de ces quatre métaux précieux, l'analyse des besoins mondiaux prévisibles incite à considérer comme très probable une forte augmentation de la demande, notamment du fait du développement rapide des grands pays émergents. Ces derniers vont notamment connaître une forte hausse de leurs besoins en produits d'amont des filières (y compris de métaux précieux), notamment pour alimenter une production de véhicules en croissance rapide. La progression de la demande sera particulièrement forte pour le lithium avec des besoins de plus en plus importants pour les batteries, ce qui poussera les prix à la hausse.

Les tensions sur les ressources et l'augmentation marquée des prix favoriseront toutefois la recherche et le développement de solutions techniques de substitution (remplacement du cuivre

par certains plastiques libérant des quantités de métal pour les usages électriques, remplacement du lithium par d'autres métaux et/ou alliages pour les batteries, etc.).

Malgré cela, la demande mondiale devrait continuer de progresser fortement à court et moyen terme du fait de la forte croissance des pays émergents et du développement rapide de l'automobile dans ces pays (à 10 ans, on ne voit pas de rupture significative dans les parts modales des transports).

La fixation des prix des quatre métaux précieux et leurs facteurs explicatifs

Pour les quatre métaux précieux analysés dans cette note, les facteurs déterminants des mouvements de prix diffèrent. Si pour le cuivre, les variations de la demande apparaissent comme étant le facteur essentiel, ainsi que le niveau des stocks (fortement corrélé à l'état de la demande), cela est nettement moins vrai pour le lithium. En effet, la rareté de l'offre amplifie les tendances haussières issues de la demande pour les batteries.

Développement de technologies de remplacement

La mise au point de technologies de remplacement pour les usages envisagés pour les quatre métaux précieux analysés dans cette note est fortement fonction de la période d'analyse. Si cette période est une quinzaine d'années, ces technologies doivent probablement avoir été déjà conçues si l'on envisage, pour elles, une application industrielle de masse. Nous n'avons donc pas ou exceptionnellement retenu des technologies qui, à l'heure actuelle, restent essentiellement du domaine de la théorie.

5.6. Bibliographie

- Copper, Platinum, Chromium, Lithium : US Geological Survey, Mineral commodity Summaries, January 2009.
- Platine et cuivre : CNUCED.
- Lithium : "The Trouble with Lithium" Meridian International Research.
- Platine : BRGM, Ministère de l'industrie.
- Platinum, Chromium and Copper : Metalprices.com

6. A6 – COUT ET QUALITE DU TRAVAIL

6.1. Définition

Le Bureau International du Travail (BIT) définit le coût salarial par :

- Les salaires et traitements directs (y compris les primes de production directe et les majorations pour les heures supplémentaires) ;
- La rémunération des heures rémunérées mais non effectuées (congrés annuels, jours fériés etc.) ;
- Les primes et gratifications (primes de fin d'année, de participation, de vacances) ;
- Les avantages en nature (nourriture, combustible, vêtement) ;
- Les coûts relatifs au logement du personnel supportés par l'employeur ;
- Les charges de sécurité sociale supportées par l'employeur (légalés, conventionnelles et contractuelles) ;
- Les frais de formation professionnelle ;
- Les coûts relatifs aux services sociaux (cantines, services de bien-être) ;
- Tous les autres coûts, tels que les frais de transport, les vêtements de travail, le recrutement ;
- Les impôts et taxes considérés comme coût de main-d'œuvre (taxes sur l'emploi ou les salaires.).

Ainsi, le coût du travail représente l'ensemble des dépenses liées à l'utilisation de la main-d'œuvre et à la rémunération du facteur travail, comprenant notamment les coûts salariaux et les cotisations sociales des entreprises.

Dans un contexte de mondialisation et de concurrence accrue, les enjeux liés au coût du travail sont de plus en plus importants compte tenu des implications sur la compétitivité. En particulier, l'importance des écarts de coûts de la main-d'œuvre entre différents pays explique l'intérêt porté aux comparaisons internationales de niveaux de salaires et d'évolution des coûts relatifs ces dernières années. Le coût salarial est en effet un élément important des décisions de production, d'investissement (substitution de capital au travail), de localisation des sites de production et d'organisation des chaînes de valeur, etc.

Toutefois, si le coût salarial constitue un élément important de la compétitivité d'une économie, d'autres facteurs jouent aussi un rôle important, notamment la qualité des produits et/ou des services, les délais de livraison, etc. Globalement, la compétitivité est déterminée par des facteurs de compétitivité-prix, tels que le coût horaire du travail, la productivité des facteurs et le taux de change, et sur des facteurs de compétitivité non-prix dont l'importance et la nature varient selon les produits / services et selon les attentes ou préférences de l'utilisateur final. La qualité des produits et services repose toutefois elle-même en partie sur la qualification de la main-d'œuvre ainsi que sur les modes de gestion des entreprises, ce qui fait de la compétence un enjeu primordial dans l'évolution future du marché du travail. En outre, la qualité de la main-d'œuvre locale est aussi un critère important à l'origine des décisions d'implantation ou de délocalisation des sites de production.

6.2. Indicateurs pertinents

- **Indicateurs du Bureau of Labor Statistics américain :** coût horaire ouvrier (dollar par heure) incluant la rémunération horaire ainsi que les charges et taxes sociales supportées par l'employeur.

- **Indicateurs de coût unitaire relatif du travail de l'OCDE** : cet indicateur représente le lien entre la productivité et le coût de la main-d'œuvre pour la production. Les coûts unitaires de la main-d'œuvre mesurent le coût moyen de la main-d'œuvre par unité produite. Ils sont égaux au ratio entre les coûts totaux de la main-d'œuvre et la production en volume ou, de façon équivalente, au ratio entre les coûts moyens de la main-d'œuvre par heure travaillée et la productivité du travail (production horaire).
- **Qualité du travail : indicateurs de la Commission européenne.**

6.3. Synthèse des évolutions passées et conséquences pour la filière automobile

- Relativement à l'Europe de l'Ouest, le différentiel de coût de la main-d'œuvre reste très important tant en Asie qu'en Amérique latine ou en Europe centrale et en Europe de l'Est ;
- L'amélioration du niveau de vie et le développement économique des pays émergents entraînent une convergence graduelle des coûts du travail ;
- La convergence reste un phénomène de très long terme : le clivage devrait persister encore longtemps, les écarts de coût du travail étant la source principale de compétitivité des pays émergents dans l'industrie et les services ;
- La qualité des produits, et donc la qualification de la main-d'œuvre, constitue un facteur de plus en plus important de compétitivité.

6.4. Trajectoires futures possibles

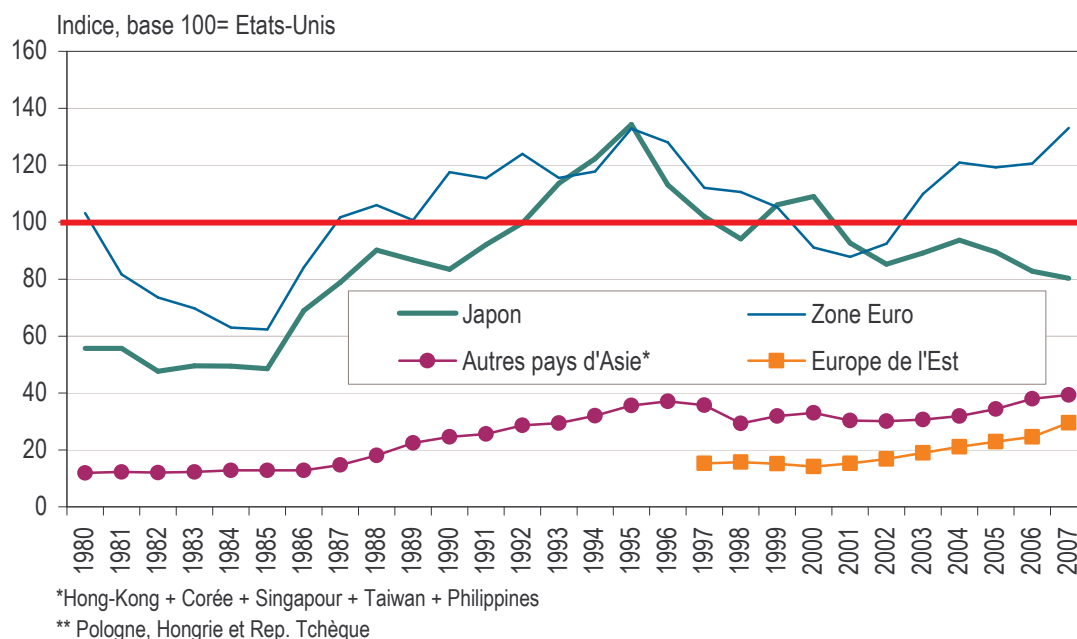
- Une convergence graduelle des coûts de la main-d'œuvre est attendue entre les différentes régions du monde, plus rapide toutefois entre l'Europe de l'Ouest et les pays d'Europe de l'Est (liée à l'intégration européenne) que vis-à-vis des pays asiatiques ou d'Amérique latine : à titre de référence, dans les années qui ont suivi leur intégration dans l'Union européenne, les coûts salariaux de pays tels que l'Espagne, la Grèce, le Portugal ou l'Italie n'ont convergé que lentement vers le niveau des économies les plus riches comme l'Allemagne.
- La qualification de la main-d'œuvre et le développement des compétences joueront un rôle de plus en plus important en tant que facteurs de compétitivité.
- Les années à venir seront caractérisées par une intensification de la concurrence entre pays et grandes régions du monde, avec une course probable à l'attraction des investissements directs étrangers (IDE) de la part des pays/régions en difficulté.

6.5. Rétrospective

6.5.1. Comparaison internationale

La faiblesse des coûts de production constitue une des sources principales de compétitivité dans l'industrie, les pays dont les coûts de production sont élevés ne pouvant concurrencer les pays « low cost » que sur des produits de qualité supérieure. Si l'ouverture des échanges commerciaux et la mondialisation des capitaux font peu à peu converger les prix et les coûts du capital, le coût du travail reste une source majeure de différence dans les coûts de production. Ainsi, les écarts de coûts salariaux unitaires entre pays de l'OCDE et pays émergents restent très élevés.

Graphique 52 : Coûts salariaux unitaires dans l'industrie



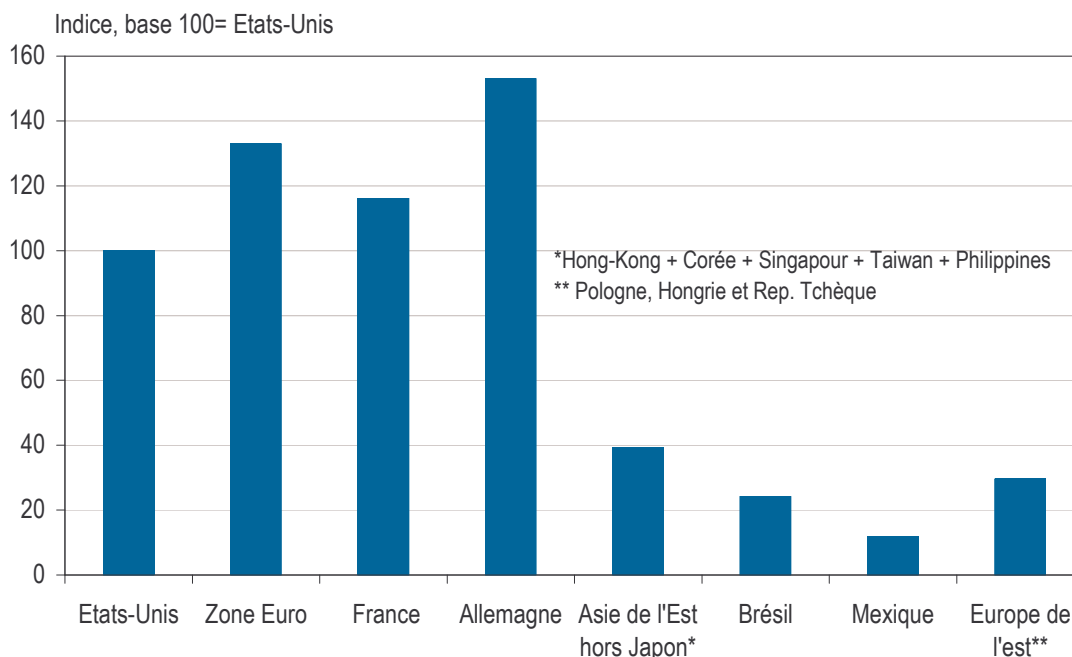
BIPE - Septembre 2009

Source : Bureau of Labor Statistics

Relativement aux États-Unis, les coûts salariaux en zone euro sont supérieurs de plus de 30% en moyenne en 2007 (au taux de change de 2007). Certes, le niveau du taux de change – qui varie d’année en année – influence ces comparaisons. Mais certains pays européens comme la Norvège, l’Allemagne et le Danemark se distinguent par des écarts encore plus significatifs de respectivement 80%, 66% et 56% par rapport aux États-Unis. Hors Europe, seuls le Canada et l’Australie ont des coûts salariaux supérieurs à ceux observés aux États-Unis.

À l’opposé, dans le reste du monde, les coûts salariaux unitaires sont nettement plus faibles qu’aux États-Unis. À titre d’exemples, les pays d’Asie de l’Est hors Japon (Hong-Kong, Corée du Sud, Philippines, Singapour et Taïwan) ont, toujours en 2007, des coûts salariaux unitaires inférieurs de 60% en moyenne à ceux des États-Unis. C’est également le cas en Amérique latine : au Mexique et au Brésil, les coûts du travail sont inférieurs de respectivement 88% et 76% relativement aux États-Unis. En Chine, la différence est encore plus importante puisqu’elle était supérieure à 97% en 2006 !

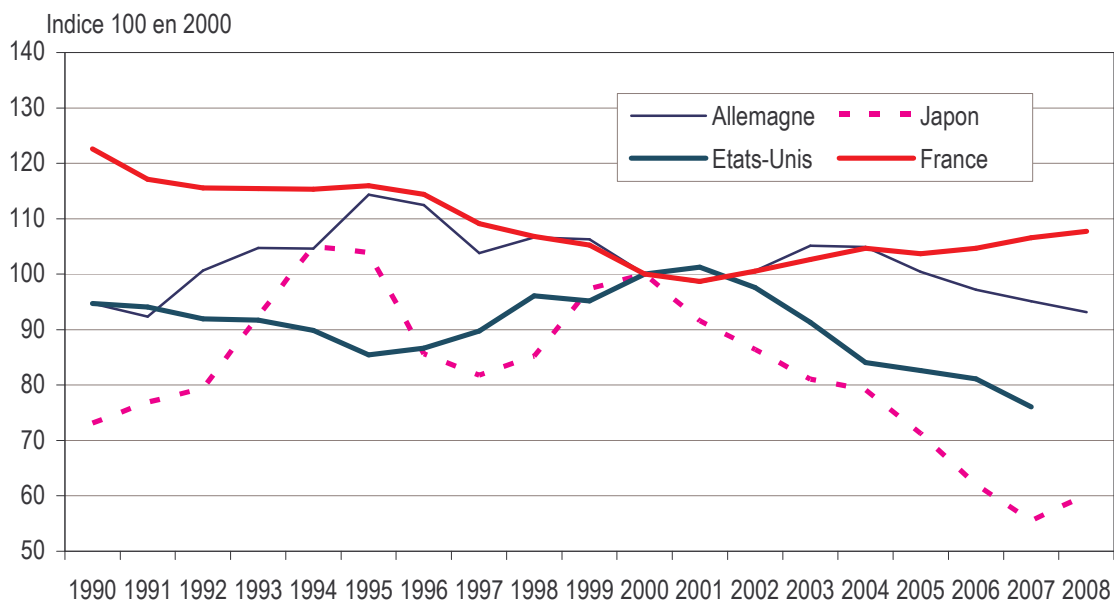
Graphique 53 : Coûts salariaux unitaires dans l'industrie, 2007



BIPE - Septembre 2009

Source : Bureau of Labor Statistics

Graphique 54 : Évolution du coût unitaire relatif de la main-d'œuvre dans le secteur manufacturier dans quatre pays industrialisés 1990-2008



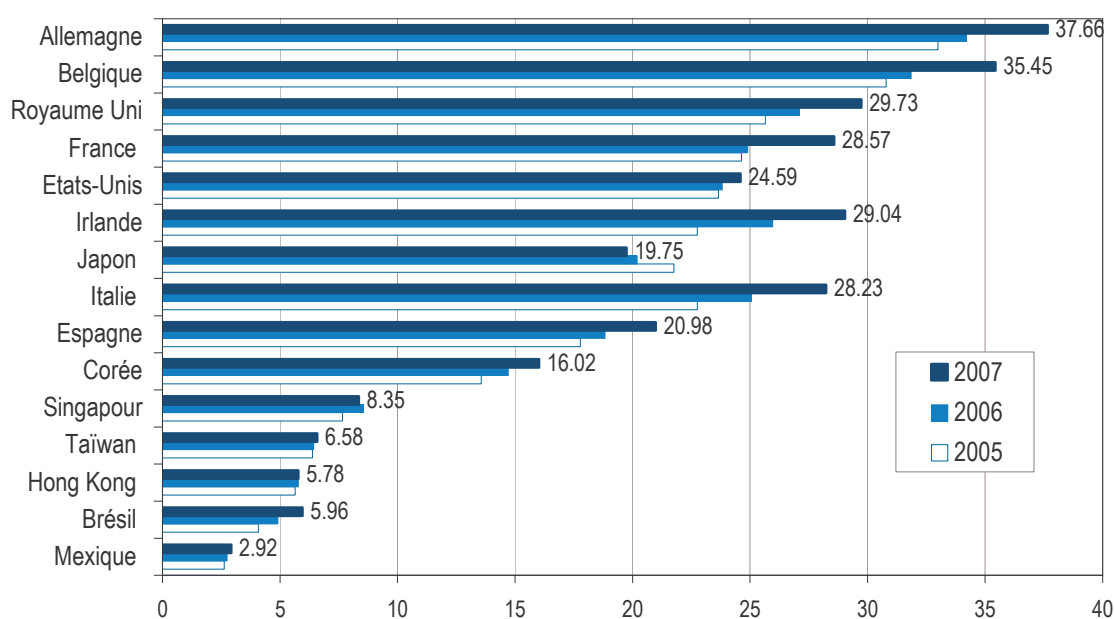
BIPE - Septembre 2009

Source : Perspectives Economiques de l'OCDE

Ces écarts de coûts salariaux, combinés à une concurrence accrue des pays émergents¹ (Chine et autres pays asiatiques, pays de l'Europe de l'Est, Amérique latine...) sur les marchés précédemment dominés par les pays industrialisés, exercent une pression baissière sur le coût du travail dans les pays industrialisés : au cours des 20 dernières années, les coûts relatifs unitaires de la main-d'œuvre des pays industrialisés ont en effet plutôt été orientés à la baisse, avec des différences importantes selon les pays.

À titre d'exemple, alors que le coût moyen du travail dans le secteur manufacturier n'est que de 3 dollars par heure au Mexique, 6 dollars au Brésil ou bien 7 dollars à Taïwan, il est d'environ 38 dollars par heure dans un grand pays industrialisé comme l'Allemagne, 28 dollars en France et 25 dollars aux États-Unis.

Graphique 55 : Comparaison du coût horaire ouvrier dans le secteur manufacturier de différents pays, en \$ US



BIPE - Septembre 2009

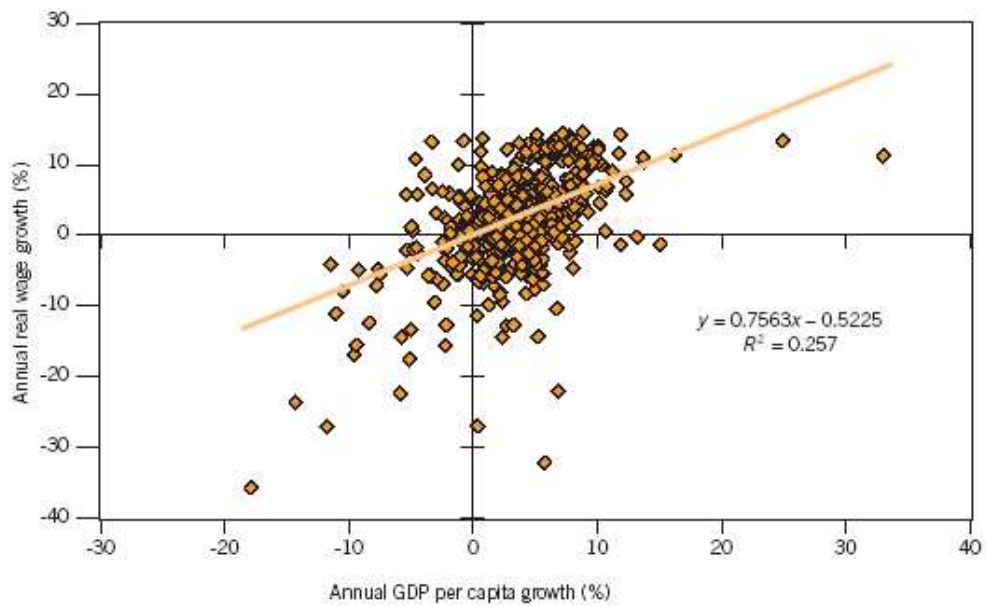
Source : BLS

D'après le Bureau International du Travail (BIT), qui a réalisé une étude portant sur un échantillon de 83 pays, la croissance des salaires réels est généralement corrélée à celle du PIB. La Chine illustre bien ce phénomène : entre 1995 et 2007, les salaires réels ont crû de 11% par an grâce à une croissance à deux chiffres sur la période.

Plusieurs autres études dans la littérature économique ont aussi mis en avant le fait que les écarts significatifs des niveaux salariaux entre différents pays reflètent généralement des différences de niveau de développement économique et de productivité du travail. Comme illustré ci-avant, ce sont les pays où le niveau de vie (mesuré par le PIB par habitant en PPA) est le plus bas et où le coût de la main-d'œuvre est le plus faible. Les données de la base Chelem du CEPII relatives au niveau des coûts horaires dans différents pays confirment cette analyse.

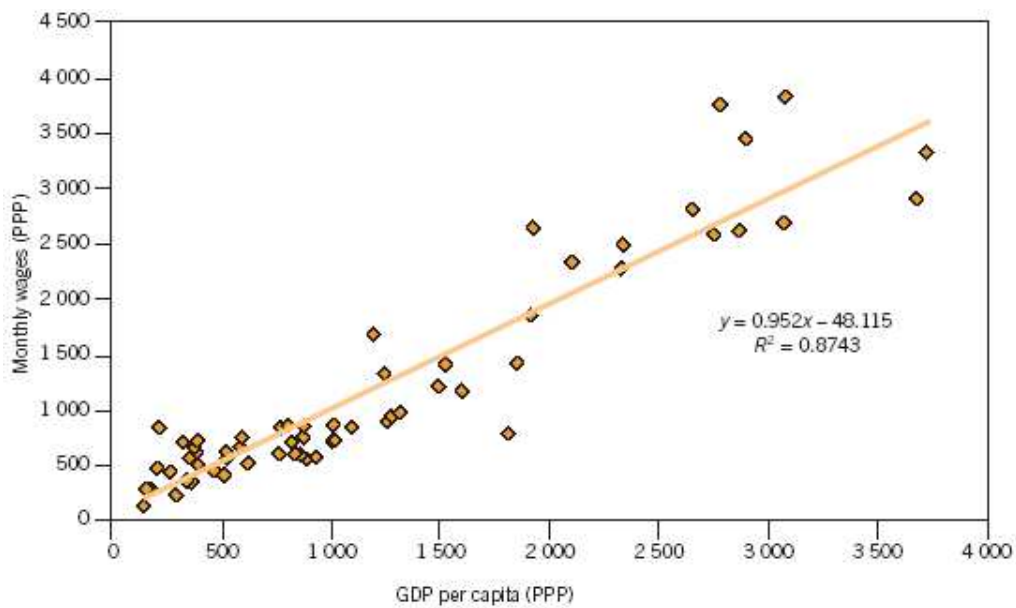
¹ Liée notamment à la libéralisation du commerce mondial qui se traduit notamment par la réduction progressive des barrières tarifaires et l'élimination des quotas.

Graphique 56 : Croissance du PIB par tête et salaires réels, (1995-2007)

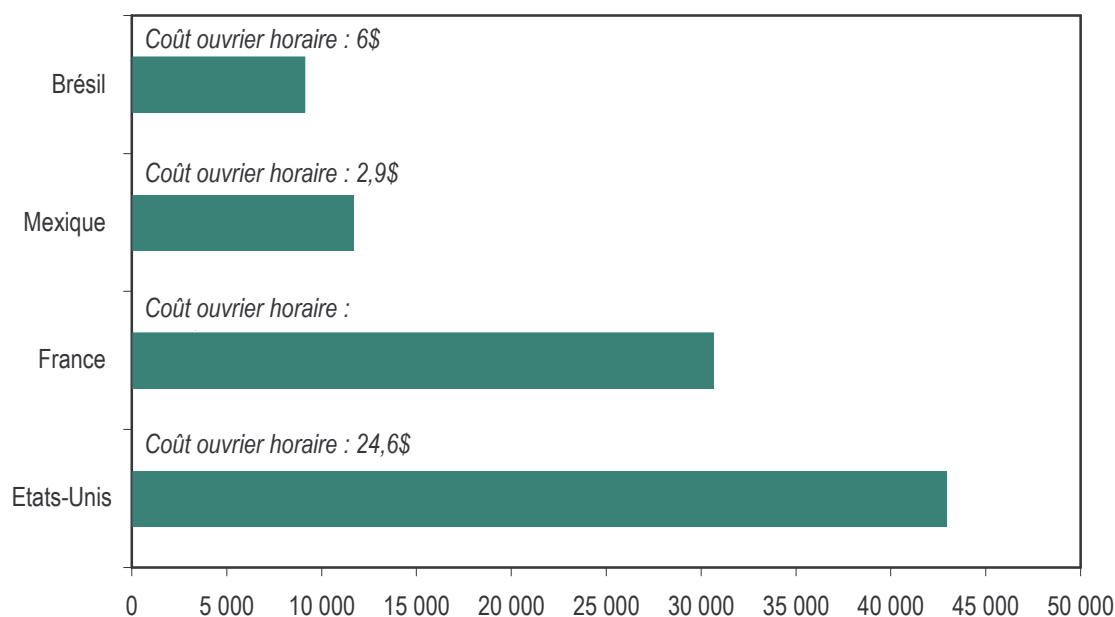


Source : BIT

Graphique 57 : Niveau du PIB par tête et niveau des salaires réels, en parité de pouvoir d'achat (1995-2007)



Source : BIT

Graphique 58 : PIB par tête et coût horaire ouvrier, en dollar PPA

BIPE - Septembre 2009

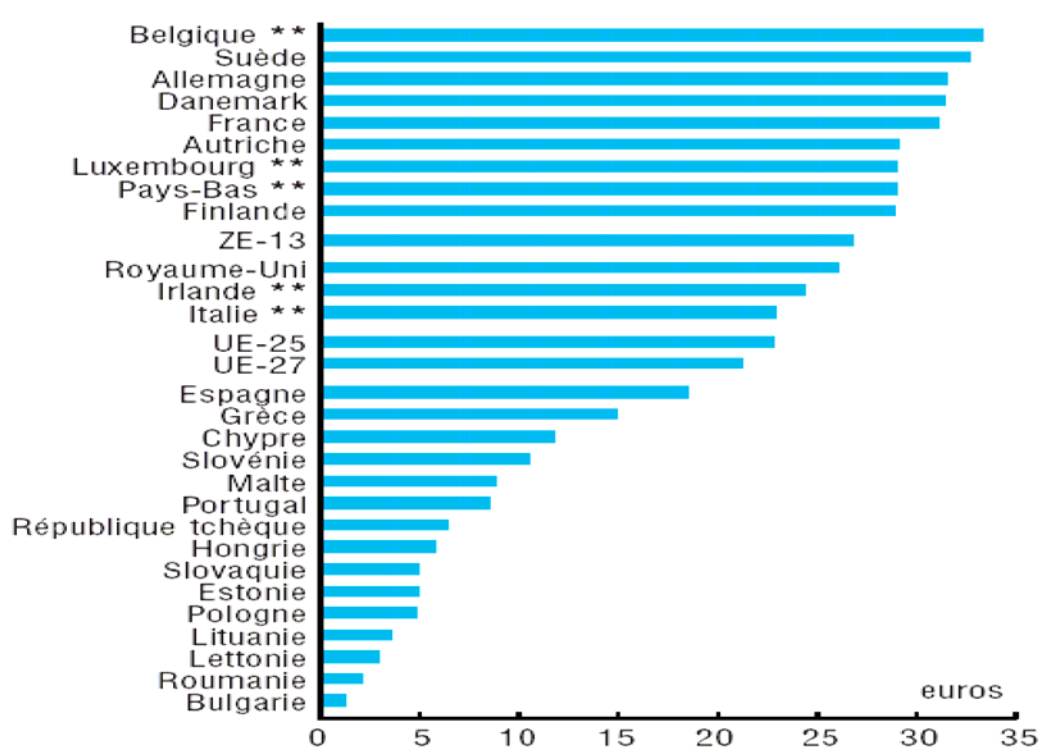
Source : CEPIL, Chelem

6.5.2. Comparaison intraeuropéenne

Même si une certaine convergence se dessine entre les anciens et nouveaux membres de l'Union européenne, les pays d'Europe de l'Est continuent d'avoir un différentiel de coût de la main-d'œuvre très important en comparaison avec les pays d'Europe de l'Ouest.

Ce clivage devrait perdurer plusieurs années encore. Les différences de coût salarial s'expliquent à la fois par des différences de niveau de développement (les services étant moins échangés, le prix des services converge plus lentement que celui des biens manufacturés, aussi la convergence du salaire moyen horaire dans l'économie se fait-elle aussi plus lentement), et par des effets de composition (liés à différentes structures de population, à une composition sectorielle du PIB différente, à des différences dans les déterminants du salaire tels que le niveau de formation, l'expérience ou le sexe, aux différences de contexte réglementaire ou fiscal, etc.). Dans ces pays aussi, les variations de taux de change (pour ceux qui ne sont pas dans la zone euro) peuvent modifier les classements d'une année à l'autre, sans toutefois jamais corriger dans l'absolu les écarts observés avec les économies les plus riches de l'UE.

Graphique 59 : Comparaison des coûts salariaux horaires en Europe dans l'industrie manufacturière en 2006



* y compris IAA et hors énergie ; ** 2005.

Champ : entreprises de 10 salariés ou plus.

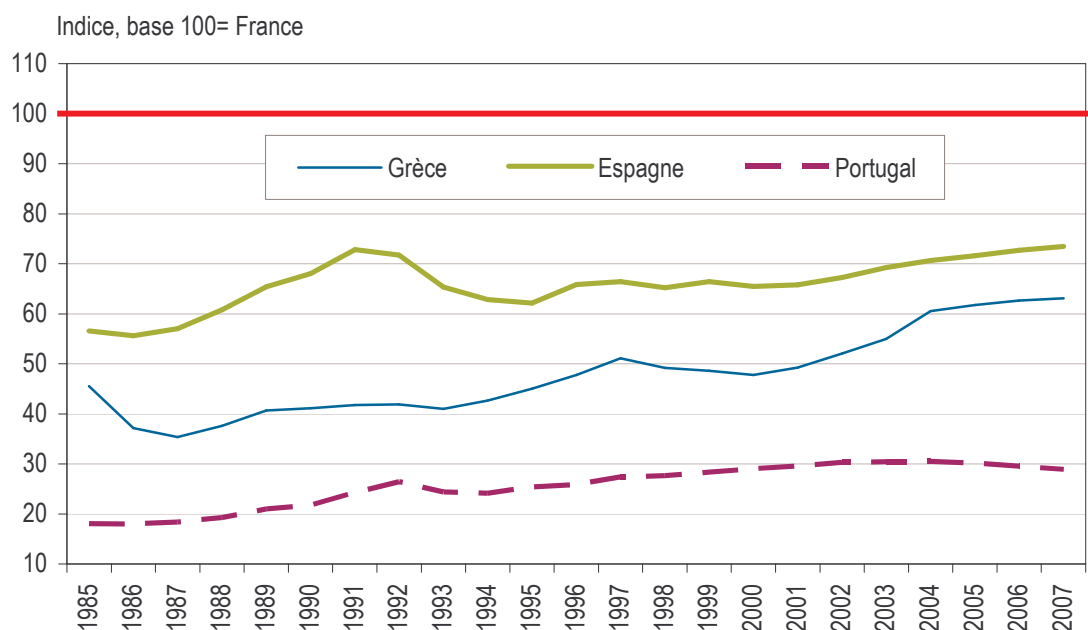
Source : Eurostat.

6.5.3. Vers une convergence du niveau des coûts de la main-d'œuvre ?

Le suivi du coût relatif de la main-d'œuvre dans différents pays a généralement pour objectif d'éclairer les décisions stratégiques des entreprises. En termes de prospective, l'intégration commerciale entre pays émergents et autres pays industrialisés devrait conduire à une convergence graduelle des prix et des niveaux des coûts salariaux : les inégalités existantes entre pays émergents et pays développés devraient ainsi s'amoinrir à long terme.

En effet, l'expérience des pays membres de l'UE a montré que l'intégration européenne conduisait à une convergence progressive – plus ou moins rapide selon qu'il s'agit de biens ou de services, et selon qu'il s'agisse de biens très échangés ou cantonnés à des marchés locaux – des prix sur les marchés « efficaces et concurrentiels ». Cette convergence est partagée entre ajustement des prix et des salaires nominaux d'une part, et ajustement des taux de change d'autre part. Cependant, cette dynamique s'inscrit sur plusieurs années : dans le cadre de l'intégration européenne, les coûts salariaux de nombreux pays (notamment de l'Espagne, de la Grèce ou du Portugal) ne se sont rapprochés des niveaux allemands ou français qu'à un rythme relativement lent. Compte tenu du poids de plus en plus grand des pays émergents dans le commerce mondial, on devrait assister au même phénomène de convergence à plus ou moins long terme, avec le maintien de pressions baissières sur le coût de la main d'œuvre dans le monde industrialisé, mais une accélération de leur croissance dans le monde émergent.

Graphique 60 : Convergence des niveaux de salaires de la Grèce, de l'Espagne et du Portugal entre 1985 et 2008



BIPE - Septembre 2009

Source : Bureau of Labor Statistics

Tableau 12 : Tendances récentes de l'évolution des salaires minimum au sens du BIT

	Real growth in minimum wages (%)	Minimum wages / average wages (%)		Minimum wages / GDP per capita (%)	
		2001-07	2000-02	2004-07	2000-02
Developed countries	+ 3.8	39	39	38	37
Developing countries	+ 6.5	36	40	76	68
Total	+ 5.7	37	39	68	60

Source : BIT

Une autre approche des écarts de coûts salariaux entre pays peut se faire à travers la comparaison du salaire minimum : celui-ci est défini par le BIT comme le salaire plancher protégeant les salariés se trouvant à l'échelle la plus basse de la distribution des salaires. Historiquement, on observe une convergence progressive du salaire minimum dans les pays émergents avec les niveaux de salaires d'autres pays, confirmant la tendance structurelle au rattrapage des pays à plus bas salaires.

Dans certains pays émergents, la hausse du salaire minimum au sens du BIPE est expliquée par le développement progressif de filets de protection sociale, alors que dans d'autres celle-ci reste

pratiquement inexistante (seule une part très faible des salariés en Chine cotise en vue de la retraite).

Par conséquent, malgré le processus de convergence en cours aujourd'hui, le différentiel de coût de la main-d'œuvre entre le monde industrialisé et émergent devrait rester élevé à moyen terme, en raison de l'hétérogénéité des modèles de protection sociale : dans de nombreux pays, les charges sociales constituent une proportion assez importante du coût total de la main-d'œuvre. Les différences de réglementation sociale expliquent en effet une part importante des différences salariales entre pays.

Par ailleurs, les différences structurelles importantes entre pays industrialisés et émergents (en termes de caractéristiques des entreprises, de composition de la main-d'œuvre, de secteur d'activité, de niveau d'éducation...) continueront longtemps d'expliquer des différences de hiérarchies salariales.

6.5.4. La qualité du travail et la qualification de la main-d'œuvre

Selon un rapport du CEDEFOP, l'évolution du marché du travail européen à horizon 2020 devrait s'articuler autour d'une tendance à la hausse de la demande d'emplois qualifiés liée aux nombreux départs en retraite prévus à cet horizon. La compétitivité européenne dépendra donc, outre le coût du travail, de la capacité du système éducatif à adapter l'offre de travail aux exigences de qualifications et de compétences des entreprises.

Au niveau européen, la stratégie d'emploi ne comprend donc pas uniquement dans ses objectifs l'atteinte du plein emploi, mais également l'amélioration de la productivité et la promotion de la **qualité du travail**, au sens sociétal et non au sens du seul intérêt des utilisateurs de cette « ressource » qu'est le travail. En effet, si, sur un marché du travail en concurrence pure et parfaite, les salaires captureraient complètement l'aspect qualitatif du travail en compensant la moindre productivité et/ou la moindre attractivité de certains métiers, dans la réalité il n'en est pas ainsi. Compte tenu des nombreuses imperfections des marchés, les différentiels de salaires ne reflètent pas parfaitement les différences de « qualité » du travail. Aussi, d'autres facteurs doivent être pris en compte. La Commission européenne propose quatre dimensions principales pour évaluer la qualité du travail :

- Le niveau des salaires et le degré de sécurité socio-économique de l'emploi ;
- Les conditions de travail, et son intensité ;
- Le développement de compétences, ainsi que le niveau de formation et l'expérience professionnelle ;
- La conciliation entre travail et vie privée.

En retenant ce cadrage, le rapport de la Commission européenne conclut à une forte hétérogénéité entre les pays de l'Union avec la segmentation suivante :

- Pays nordiques (Finlande, Suède, Danemark) y compris Royaume-Uni et Pays-Bas : salaires élevés, bonnes conditions de travail, bon niveau d'éducation et de formation professionnelle et forte intensité du travail ;
- Europe continentale (Belgique, Allemagne, Autriche, France, Luxembourg, Irlande, Chypre, Slovaquie) : plus représentatifs de la moyenne européenne pour la majorité des indicateurs ;
- Europe du Sud (Grèce, Portugal, Espagne, Italie, Malte) : salaires relativement faibles, faible participation à la formation professionnelle, conditions de travail défavorables, écart d'emploi

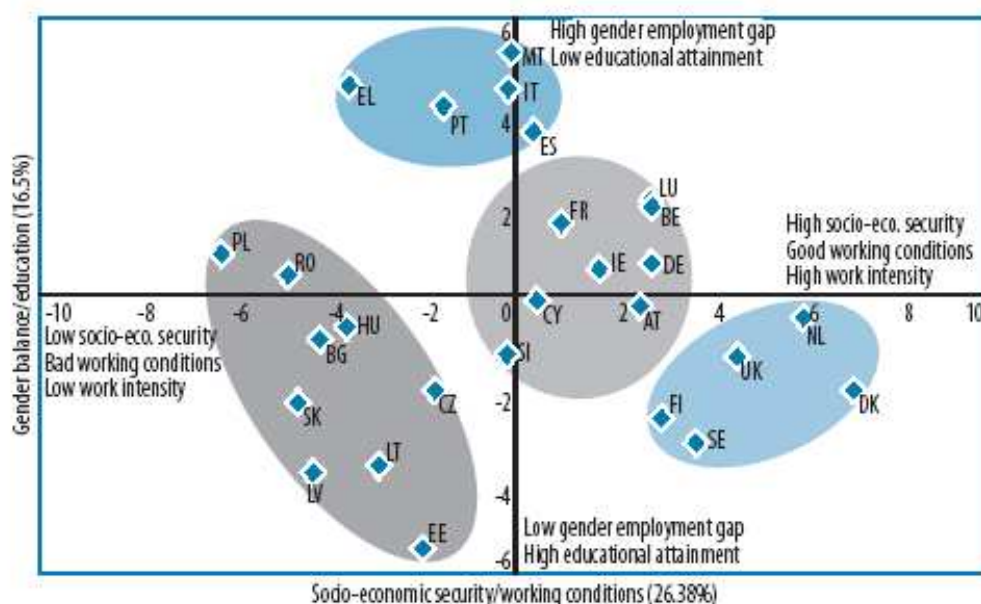
selon le sexe relativement élevé... ;

- Nouveaux pays membres (Pologne, Hongrie, Roumanie, Bulgarie, Slovaquie, République Tchèque, Lituanie, Lettonie et Estonie) : faibles salaires et mauvaises conditions de travail, mais niveau d'éducation/formation relativement haut et écart de taux d'emploi par sexe relativement faible.

Ces quatre dimensions de la qualité du travail sont représentées sur les axes du graphique qui suit, qui illustre le positionnement de chaque groupe de pays.

Graphique 61 : Positionnement de différents pays en termes de « qualité » du travail

Chart 2: PCA – country scores on an enlarged job quality framework: socio-economic security/working conditions and gender balance/education



Source: Adapted from Davoine et al. (2008).

Sur le graphique ci-avant, l'axe des abscisses mesure le degré de sécurité socio-économique, les conditions de travail ainsi que l'intensité du travail alors que celui des ordonnées représente l'écart d'emploi lié au sexe ainsi que le niveau de formation.

Les résultats suggèrent l'existence de synergies importantes entre qualité du travail, offre de travail et productivité du travail. Les pays avec la combinaison la plus favorable des différentes dimensions de qualité du travail (premier groupe) ont également les meilleures positions en termes de taux d'emploi et de productivité.

6.6. Évolutions prospectives

Les scénarios d'évolution possibles des coûts relatifs de la main-d'œuvre présentés ici sont ceux qui découlent des scénarios d'évolution attendue de la croissance mondiale, décrits dans la première partie de ce chapitre.

Scénario 1 : évolution « au fil de l'eau »

Dans le premier scénario, qui suppose que les pays émergents renouent relativement rapidement avec les rythmes de croissance qu'ils ont connu avant la crise, grâce à une réorientation des moteurs de croissance vers la demande intérieure, la convergence des coûts salariaux que l'on a connu sur le passé devrait se poursuivre, à un rythme modéré pour le travail non qualifié, et à un rythme plus rapide pour le travail qualifié, compte tenu de l'impact sur les niveaux de salaires de la circulation des personnes entre pays et régions du monde.

Dans ce scénario, deux importants facteurs de rupture avec les deux dernières décennies s'affirment. Tout d'abord, la croissance des pays émergents, dont le moteur principal était les exportations vers les pays industrialisés (États-Unis et Europe essentiellement), s'appuie désormais sur un moteur interne. Cela permet à ces pays de renouer assez vite avec un rythme de croissance soutenu.

Dans ce cadre, ces pays connaissent une importante mutation consistant à ne pas imposer aux ménages d'avoir un taux d'épargne très élevé pour pallier l'absence d'un système de protection sociale (maladie, chômage et retraite). Certes, ces pays ne créent pas, du jour au lendemain, un système de protection équivalent à celui des pays ouest-européens, mais ils mettent peu à peu en place un système de protection sociale appelé à se développer et à s'élargir aux différentes couches de la société. Cela rassure les populations et se traduit par une baisse tendancielle du taux d'épargne, et une montée de la consommation. On voit d'ores et déjà en Chine les premières esquisses de ce changement : les autorités de ce pays sont conscientes du fait qu'elles ne peuvent, à long terme, maintenir durablement un taux de croissance de 8 % sans développer un levier de croissance alternatif aux marchés externes.

En parallèle avec ce déplacement des moteurs de la croissance, ces pays connaîtraient une montée significative de leurs coûts de la main-d'œuvre qui, sans rattraper le niveau moyen des pays anciennement industrialisés, réduit néanmoins les écarts de coûts salariaux avec le reste du monde. Par ailleurs, l'introduction ou le recours à un système de cotisations prélevées sur les actifs accélère la réduction des écarts de coûts de la main-d'œuvre vis-à-vis des États-Unis et des pays européens. La réduction de l'écart des coûts résulte aussi de l'appréciation graduelle des taux de change de ces pays, jusqu'à présent souvent sous-évalués et/ou liés à un dollar qui a tendance à se déprécier sur le long terme.

Scénario 2 : instabilité et volatilité

Dans le deuxième scénario, on suppose une croissance mondiale plus faible, suite à la forte volatilité des prix de nombreuses matières premières et à la succession de chocs externes. La convergence entre pays traditionnellement industrialisés et pays émergents est plus lente et, en 2015, les écarts de rémunération restent très importants. Dans ce scénario, la majorité des pays émergents enregistrerait une croissance certes forte, mais nettement moins élevée qu'au cours de la dernière décennie, et surtout insuffisante pour que l'ensemble de leur population ne puisse connaître une forte progression de leur pouvoir d'achat. Or, dans les grands pays émergents, de nombreuses zones de faible développement demeurent, alimentant un risque d'explosion sociale. Dans ce contexte, la mise en place de systèmes de protection sociale (au sens large) qui permettrait à une partie importante de la population d'utiliser une fraction croissante de leurs revenus pour financer une protection sociale et de ne plus recourir pour cela à l'épargne est plus difficile.

De ce fait, dans ce second scénario, le taux d'épargne des ménages demeure durablement élevé dans les pays émergents (en proportion des revenus), ce qui ne permet pas à la consommation finale des ménages de devenir la nouvelle locomotive de la croissance. Celle-ci reste tirée, autant

faire ce peut, par les exportations vers l'Amérique du Nord et l'Europe. Certes, la pression des pays composant ces deux zones pour limiter leurs déficits commerciaux avec les pays émergents freine ce mouvement. La croissance des pays émergents tend donc à se tasser par rapport à la période 1995/2007. Pour continuer à développer leurs exportations, ces pays maintiennent un différentiel de coûts du travail élevé. Dans ce scénario, l'écart de coûts salariaux entre pays émergents et pays occidentaux ne se réduit que lentement et dans des proportions, somme toute, limitées.

Scénario 3 : anticipation des ruptures à venir, et préparation des changements

Dans le troisième scénario, décliné en deux variantes selon le degré de solidarité internationale, le niveau de convergence des salaires varie selon la mise en œuvre ou non d'un système de solidarité géré internationalement via une structure du type OMC ou G20. Si un système de solidarité est mis en place, la croissance de l'ensemble des économies devrait rester relativement élevée, grâce à la mise en place d'un système de péréquation qui doperait la croissance des pays en difficulté via des transferts temporaires de ressources originaires des pays les plus riches et les plus stables (pays industrialisés et pays émergents producteurs de ressources rares). Le système de solidarité est toutefois conditionné à une régulation du marché international du travail, visant à éviter le « dumping » social. Ce scénario conduirait à une plus grande convergence à terme des coûts du travail. Toutefois, d'ici 2020, les écarts resteront importants, mais pourraient avoir diminué d'un tiers environ.

Dans la variante dans laquelle le degré de solidarité resterait faible, voire inexistant, l'économie mondiale pourrait néanmoins enregistrer une croissance moyenne modérée, mais avec des grandes différences entre groupes de pays. Plusieurs pays en développement resteraient à la traîne et seraient amenés à gérer des situations internes difficiles (pauvreté, montée des inégalités, etc.), et ne pourraient donc faire décoller leur croissance. D'autres pays émergents (notamment les BRIC, le Vietnam, la Malaisie, le Chili) pourraient en revanche voir leur niveau de développement se rapprocher de celui des pays d'Amérique du Nord, d'Europe et du Japon.

Entre ces pays émergents détenteurs de ressources de base et d'un potentiel de croissance soutenu, et les pays avancés, les coûts de la main-d'œuvre tendront à se rapprocher. Par contre, les écarts de coûts salariaux avec les pays pauvres et appelés à le rester resteront très importants. Par rapport à la première variante de ce scénario, les pays émergents tels que les BRIC seraient toutefois incités à freiner, autant que faire ce peut, le rapprochement des coûts du travail avec les pays traditionnellement industrialisés afin de garder un avantage compétitif par rapport aux autres pays émergents sur les marchés d'Amérique du Nord et d'Europe.

6.7. Les indicateurs clés

Coût horaire ouvrier (dollar heure)

Relativement à l'Europe de l'Ouest, le différentiel de coût de la main-d'œuvre reste très important, tant en Asie qu'en Amérique latine ou en Europe de l'Est.

L'amélioration du niveau de vie et le développement économique des pays émergents entraînent cependant une convergence graduelle des coûts du travail.

Cette tendance devrait se poursuivre dans les années à venir, voire s'accélérer du fait de la poursuite de la mondialisation et de l'augmentation de l'écart de croissance entre pays industrialisés (dont la croissance potentielle est négativement impactée par la crise) et pays émergents.

Le processus de convergence reste toutefois un phénomène de très long terme : le clivage devrait persister encore longtemps, les écarts en termes de coût du travail restant la source principale de compétitivité des pays émergents.

Taux de change des émergents

La convergence des coûts entre monde émergent et industrialisé devrait se faire, en partie, via un ajustement de leur taux de change à moyen terme.

Qualité du travail (critères de la Commission européenne)

On observe une forte hétérogénéité des situations entre les différents pays de l'Union en matière de « qualité » du travail, au sens sociétal du terme. Les pays nordiques et le Royaume-Uni semblent comparativement mieux placés que le reste de l'UE en termes de « qualité » du travail.

Dans les années à venir, le degré de qualification de la main d'œuvre et le développement des compétences joueront un rôle de plus en plus important en tant que facteur de compétitivité.

6.8. Bibliographie

- Artus Patrick (2008), « Convergence des coûts entre les pays émergents et les pays de l'OCDE : quelle ampleur, quels effets ? » Flash éco septembre 2008.
- CEDEFOP (2008) : « skill needs in Europe, Focus on 2020 ».
- Commission européenne (2008) : « Employment in Europe 2008 ».
- International Labor office, « Global wage report, 2008/2009 ».
- V. Markus, (2006) : « Les salaires et le coût du travail dans l'Union européenne et les pays candidats », Données sociales-la société française.

7. A7 - Diversification et disponibilité électrique par région

7.1. Définition

Cette fiche traite de la disponibilité d'électricité par grande région du monde. Elle traite également des besoins probables d'électricité des différentes régions, des possibilités de satisfaire ces besoins et de l'évolution à long terme des capacités de production. Il s'agit notamment de mesurer les contraintes qu'impose une augmentation de la production d'électricité sur la demande d'énergie primaire.

Le développement des besoins d'électricité pour le transport passager (lié notamment au développement des véhicules électriques) et à terme pour le fret aura pour conséquence le développement d'un nouveau marché pour l'électricité, alors qu'en parallèle le parc automobile est appelé à croître fortement dans les pays émergents, notamment en Asie et en Amérique latine. Dans ce cadre, l'on abordera dans cette fiche les arbitrages qu'il faudra éventuellement faire entre besoins d'électricité, capacités de production, besoins d'énergies primaires et impact sur l'environnement, la production d'électricité à partir de charbon n'ayant pas les mêmes conséquences en termes d'émissions de CO₂ que celle d'origine hydraulique ou solaire.

Le développement d'un nouveau marché pour l'électricité (le transport routier) et l'affirmation en tant que grands consommateurs/producteurs d'électricité de pays émergents tels que la Chine, l'Inde et, dans une moindre mesure, le Brésil, la Russie et des pays moins peuplés (Vietnam, Pakistan, Indonésie, Argentine...) nous amèneront à aborder les points suivants :

- les fondamentaux du marché de l'électricité à horizon de vingt ans ;
- les risques de déséquilibres dans la filière de production (des énergies primaires aux utilisations de l'électricité) ;
- les possibilités de substitution ou celles d'économies (baisse des coefficients unitaires de consommation : kWh par tonne d'acier, par m² d'habitations, par km parcourus, etc.) ;
- le lien entre besoin accru d'électricité et développement durable.

7.2. Indicateurs pertinents

- Demande mondiale d'électricité ;
- Disponibilité des sources d'énergies primaires nécessaires à une production nouvelle d'électricité ;
- Couverture présente et future des besoins par l'offre.

7.3. Synthèse des évolutions passées et conséquences pour la filière automobile

- Croissance régulière de la consommation mondiale d'électricité depuis 25 ans en raison de la montée du niveau de vie et du développement économique ;
- Arrivée très rapide des pays émergents à population élevée (montée rapide dans ces pays du coefficient kWh/hab.) en tant que consommateurs et producteurs importants ;
- Besoins en croissance très rapide de la part de l'automobile, mais qui se heurteront aux capacités de production ;
- Contradiction de plus en plus forte entre consommation électrique et développement durable,

notamment en termes d'émission de gaz à effets de serre (GES) ;

- Tensions accrues entre offre et demande d'électricité dans la majorité des grandes zones du monde, provoquant une augmentation significative des prix du kWh et des énergies primaires peu polluantes.

7.4. Trajectoires futures possibles

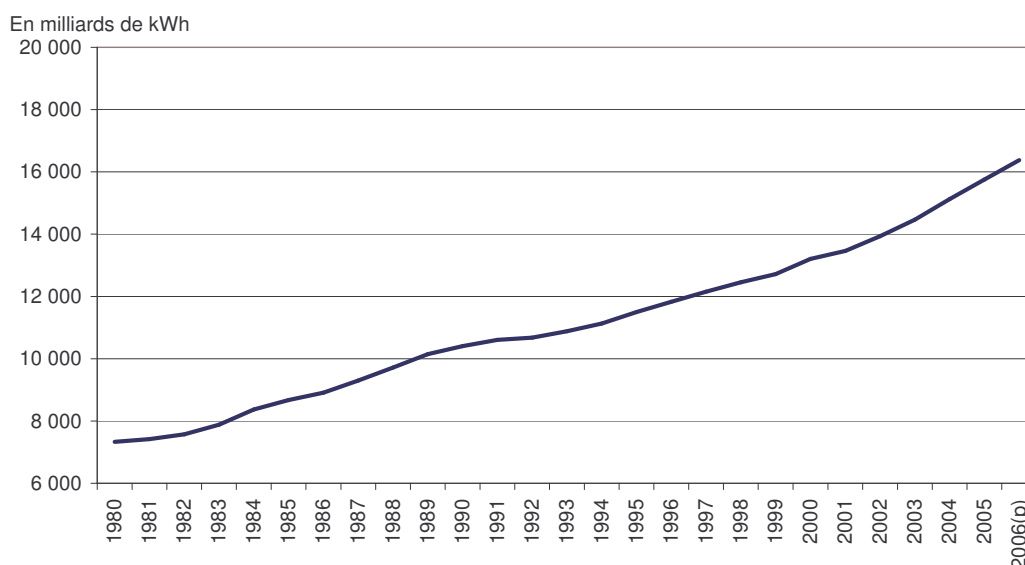
- Développement de nouvelles capacités à partir d'énergies renouvelables ;
- Évolutions différenciées de la demande mondiale.

7.5. Rétrospective

Depuis la seconde guerre mondiale, la consommation mondiale d'électricité a crû rapidement, de l'ordre de 3 % par an depuis 1980 selon les données de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE). Cette évolution a résulté de la montée du niveau de vie et du développement industriel. La montée en puissance des grands pays émergents a conduit à une nouvelle accélération du rythme de croissance au cours de la dernière décennie.

Graphique 62 : Évolution de la consommation d'électricité dans le monde depuis 1960

Consommation nette d'électricité (monde)



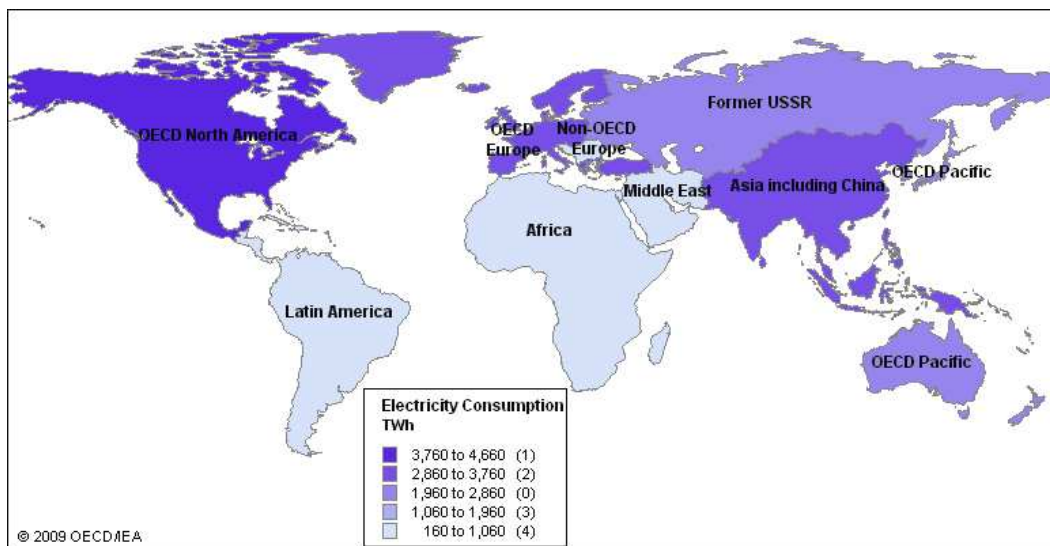
En termes de consommation d'électricité, la crise conjoncturelle récente constitue une phase exceptionnelle dans la mesure où, pour la première fois depuis 1945, la demande mondiale d'électricité a diminué : selon l'Agence internationale de l'Energie (AIE), la consommation mondiale baisserait de l'ordre de 4 % en 2009, avec une baisse de 2 % en Chine, de 10 % en Russie et de 5 % environ dans les pays de l'OCDE.

Toutefois, une fois sorties de la crise actuelle, les économies devraient renouer avec une tendance haussière de leur demande d'électricité - tout au plus celle-ci devrait être un peu moins vive qu'auparavant au cours des cinq prochaines années. Au-delà de ces cinq années, les principaux facteurs qui influenceront la demande mondiale d'électricité seront d'ordre structurel : offre potentielle, évolution des besoins et degré de prise en compte, par les pays consommateurs, de la contrainte de développement durable. Or, celle-ci implique des ruptures de

comportement en matière de mode de transport, d'organisation de l'habitat, d'investissements dans le logement, d'organisation industrielle, de processus de production, etc.

Actuellement, trois grandes zones du monde sont à l'origine de l'essentiel de la demande d'électricité : l'Amérique du Nord, l'Europe et l'ensemble « Asie du Sud & Extrême-Orient ». C'est cette dernière région qui a connu, de loin, la croissance la plus forte au cours des quinze dernières années.

Carte 7 : Energy Indicators World - Electricity Consumption 2006



Consommation d'électricité: Production brute + importations - exportations – pertes liées à la transmission/distribution d'électricité

Source: IEA Energy Statistics

Tableau 13 – Niveau de la production électrique et de chaleur dans le monde en 2006

	Electricité	Chaleur
	<i>Unité: GWh</i>	<i>Unité: TJ</i>
Production à partir de :		
- charbon	7 754 636	4 965 736
- pétrole	1 096 047	952 329
- gaz	3 806 892	6 704 492
- biomasse	173 332	317 299
- déchets	66 049	253 917
- nucléaire	2 793 030	22 399
- hydro*	3 120 614	
- géothermique	59 240	11 577
- solaire PV	2 781	
- solaire thermal	1 061	132
- vent	130 073	0
- marées	550	0
- autres sources	10 276	689 319
Production totale	19 014 576	13 917 200
Importation	606 697	153
Exportation	-614 267	-278
Offre domestique	19 007 008	13 917 072
Écart statistique	2 854	7 191
Transformation - total**	3 952	
Centrales électriques	0	27 796
Génération de chaleur	3 952	
Secteur énergétique***	1 716 266	1 507 211
Pertes dans la distribution	1 630 096	944 449
Consommation finale totale	15 659 552	11 444 808
Industrie	6 513 624	4 926 460
Transport	265 101	0
Secteur résidentiel	43 09 172	4 087 552
Commerce et services publics	3 686 070	1 157 897
Agriculture / Forêts	404 848	154 601
Pêche	2 726	520
Autre non-spécifié	478 010	1 117 779

* Inclut la production à partir de réservoirs de barrage remplis par pompage

Source : 2009 OCDE/IEA

** Le secteur de la transformation comprend l'électricité utilisée par les pompes à chaleur et les boilers électriques

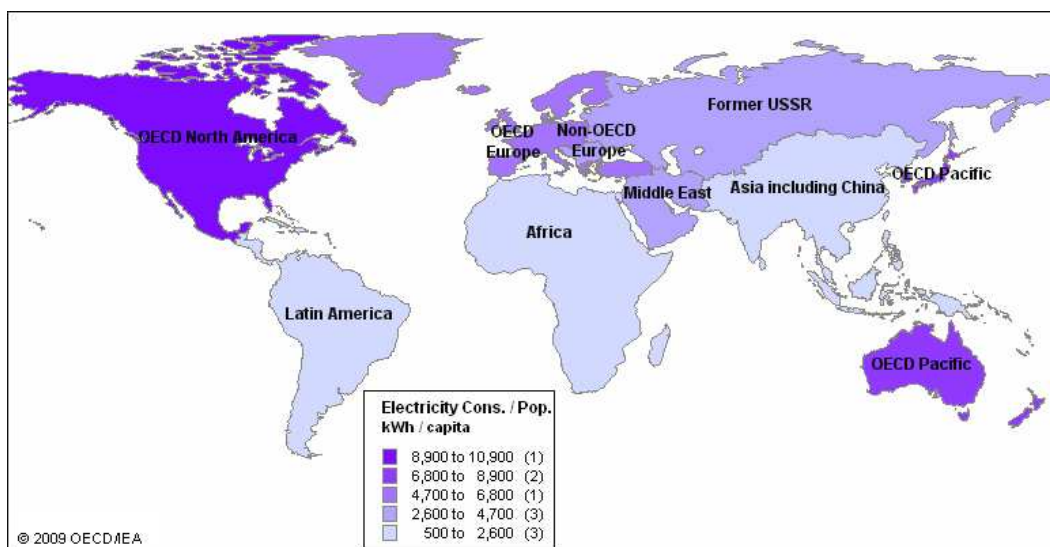
*** Le secteur de l'énergie inclut aussi les usages propres et les usages pour remplir des réservoirs de barrage.

La meilleure mesure de la consommation d'électricité est le ratio consommation/population, qui sert d'ailleurs souvent de mesure indirecte du niveau de développement économique d'un pays. Ce ratio peut aussi mesurer la demande potentielle à venir si le monde ne change pas de modèle de développement au cours des vingt prochaines années, ce qui apparaît assez probable compte tenu des évolutions récentes, notamment dans les pays émergents qui suivent, certes en mode accéléré, le modèle de développement des pays industrialisés.

L'analyse de ce ratio relativise la position de l'Extrême-Orient et de l'Asie du Sud : déjà consommatrices importantes en données absolues, ces deux régions sont appelées à devenir les principales zones de consommation mondiale du fait de la masse de population et du retard économique actuel par rapport à l'Amérique du Nord et à l'Europe.

Si le rythme de croissance des trente dernières années se maintient dans les décennies à venir, l'on voit rapidement se poser un premier problème: quel impact sur la demande d'énergies primaires? Et, quel impact sur les émissions de GES, que l'on cherche en parallèle à réduire ?

Carte 8 : Consommation électrique par habitant dans différentes régions du monde en 2006



Consommation d'électricité = production brute + importations - exportations – pertes liés à la transmission/distribution d'électricité

Source: IEA Energy Statistics

L'impact à long terme de l'évolution attendue de la consommation d'électricité sur les émissions de GES est accentué quand on intègre l'analyse de la structure de la production d'électricité par source d'énergies primaires. En effet, cette analyse montre que près de deux tiers de la production mondiale d'électricité est d'origine thermique, c'est-à-dire que l'essentiel de l'électricité actuellement produite l'est avec des combustibles fossiles, et notamment du charbon. Cela pose différents problèmes, et en premier lieu celui de l'émission des GES dans la mesure où l'emploi du charbon est le processus de production de l'électricité le plus émetteur de GES.

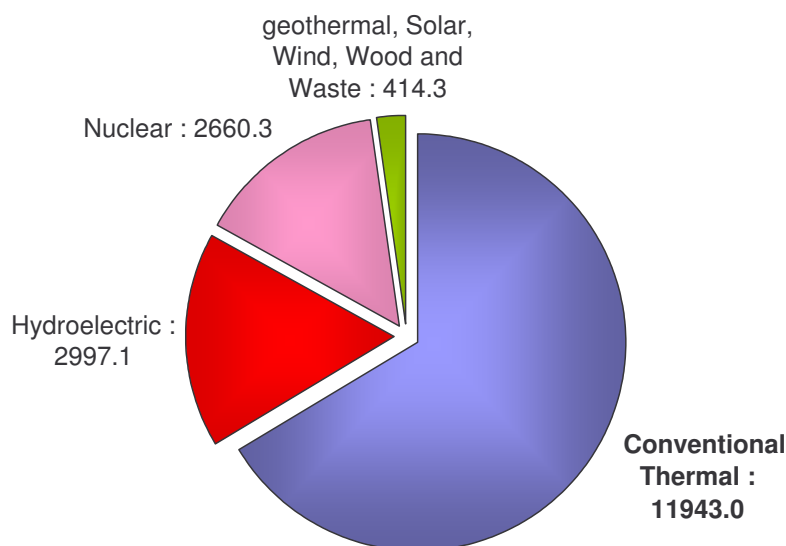
Sauf à imaginer une croissance exceptionnellement forte des énergies renouvelables, les combustibles fossiles resteront la source majeure de production d'électricité à horizon de 10-20 ans. Or, la production hydroélectrique est déjà, dans un grand nombre de pays développés, proche de son maximum potentiel. Le solaire et l'éolien ne représenteront pas non plus une part

significative de la génération électrique avant plusieurs décennies, même en envisageant des taux d'investissement élevés dans ces deux domaines. Quant au nucléaire, indépendamment de ses autres conséquences environnementales et d'autres enjeux géostratégiques, une hausse sensible de sa part dans le total de la génération électrique au niveau mondial risque, à terme, de se heurter aux limites des réserves d'uranium.

Au final, compte tenu du potentiel de croissance envisageable pour les énergies renouvelables non polluantes nouvelles (solaire, éolien...), et des limites posées par les réserves minières connues (combustibles fossiles, uranium), il paraît très difficile d'augmenter l'offre mondiale d'électricité de 3 % par an en moyenne sans recourir aux combustibles fossiles et, en premier lieu, au charbon – ce combustible étant l'énergie primaire dont les réserves identifiées sont les plus importantes au niveau mondial.

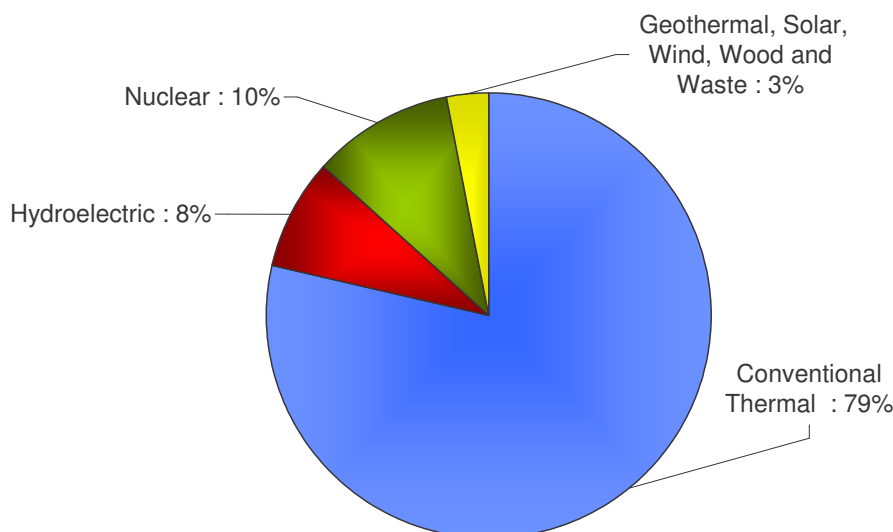
Graphique 63 : Génération électrique nette par type d'énergie primaire, en 2006

World : Net Electricity Generation by Type (Annual Estimates for 2006)



Source : Energy Information Administration (US Department of Energy)

Cette situation défavorable que représente la prédominance des combustibles fossiles dans la production d'électricité l'est encore plus dans les deux pays devant dominer la demande mondiale au cours des deux prochaines décennies, à savoir les États-Unis et la Chine, qui sont deux des trois principaux consommateurs d'électricité avec l'Europe. En outre, la demande d'électricité en Chine progresse (et continuera de progresser) très rapidement.

Graphique 64 : Capacité installée de génération électrique par type d'énergie primaire, en janvier 2007**USA : Electricity Installed Capacity by Type (Estimation for Jan. 2007)**

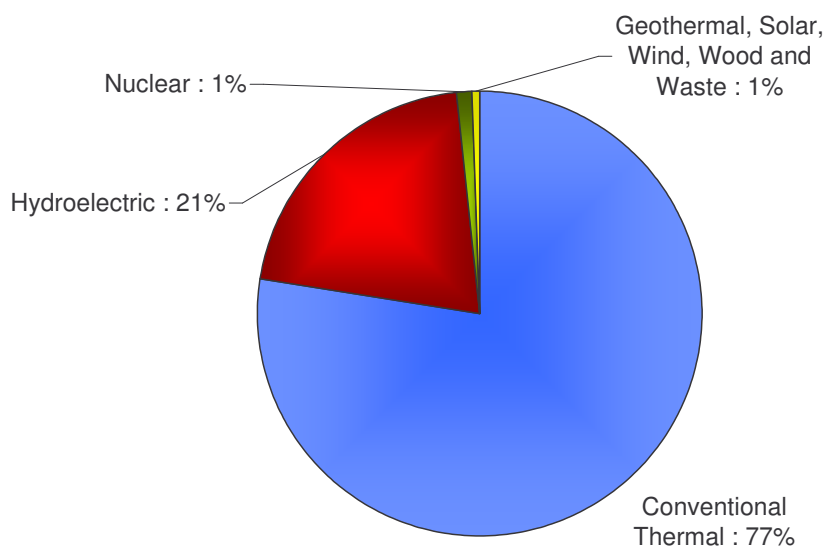
Source : Energy Information Administration (US Department of Energy)

L'atteinte simultanée des objectifs de développement économique (donc d'augmentation de la consommation mondiale d'électricité) et d'inscription de l'économie mondiale sur une trajectoire de développement durable (assimilée aujourd'hui de manière un peu sommaire à une réduction des émissions de GES) pose donc un défi majeur. Même sans le développement de nouveaux usages pour l'électricité, la poursuite du modèle de développement actuel pose des problèmes fondamentaux à long terme (20-30 ans). La satisfaction des besoins en électricité qui apparaîtront notamment du fait du développement de pays à population importante (l'Inde et la Chine totaliseront, à elles seules, près de trois milliards d'individus) ne pourra se faire que par le recours aux combustibles fossiles, c'est-à-dire avec des émissions nettement croissantes de GES (schéma inverse de celui qui préside les accords de Kyoto), et ce même si les besoins d'électricité n'accélèrent pas trop fortement. Si ces derniers augmentaient plus rapidement dans les 10 prochaines années qu'au cours des deux ou trois dernières décennies, la conciliation des deux objectifs ci-dessus – développement économique et soutenabilité – serait impossible, conduisant irrémédiablement à une crise majeure à plus long terme.

Or, le développement du marché de la voiture électrique, qui vise à réduire la part du pétrole dans la consommation totale d'énergie du transport par route (les carburants d'origine pétrolière représentant actuellement environ 97 % du total des carburants automobile), accroîtra nécessairement la demande de kilowatts dans des proportions non négligeables.

Graphique 65 : Capacité installée de génération électrique en Chine, en janvier 2007

China : Electricity Installed Capacity by Type (Estimation for Jan. 2007)



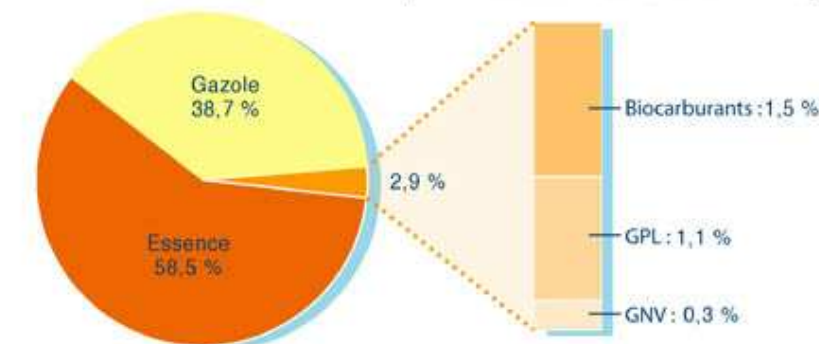
Source : Energy Information Administration (US Department of Energy)

Graphique 66 : Consommation mondiale d'énergie dans le secteur des transports en 2005

■ Consommation mondiale d'énergie dans le secteur des transports en 2005

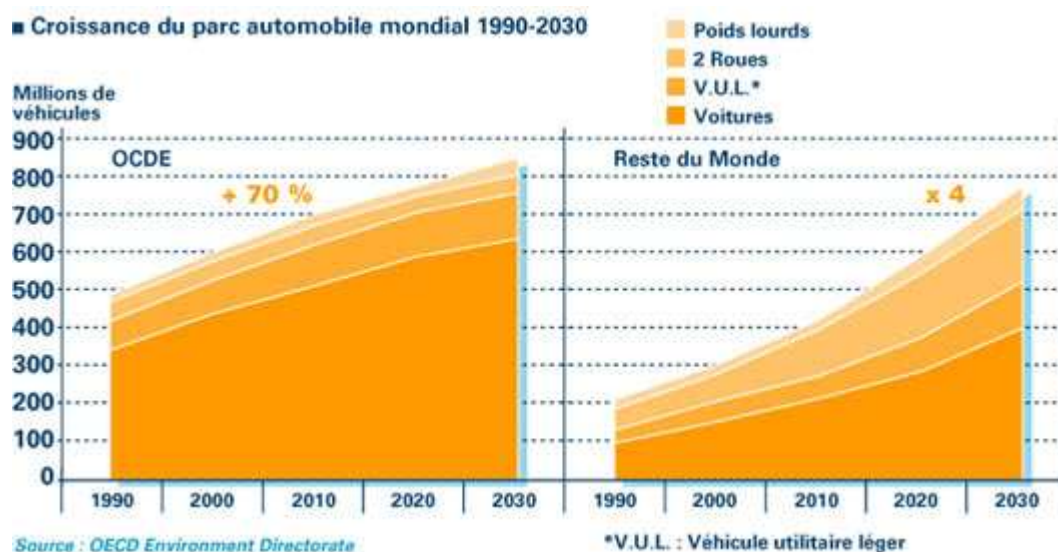
Carburants conventionnels : 1600 Mtep

Carburants alternatifs : 44 Mtep



Source : IFP

L'évolution de la demande future d'électricité pour le transport routier terrestre dépendra à la fois de l'évolution du parc automobile mondial (celui-ci est estimé à environ un milliard de véhicules en 2008), de la part des voitures électriques, du kilométrage moyen par véhicule et de la consommation de kilowatts par véhicule. Même si l'on tient compte d'une amélioration de la performance technique des batteries, l'importance de l'augmentation du parc automobile mondial se traduira, à l'horizon 2030, par une forte hausse de la demande d'électricité du secteur. En effet, l'objectif étant de développer les véhicules électriques, la progression de ce nouveau débouché de l'électricité sera plus rapide que celle du parc.

Graphique 67 : Évolution du parc automobile mondial entre 1990 et 2030

Dans ce contexte, il est très probable que des tensions fortes émergent entre les différents usages de l'électricité. En effet, la consommation électrique de la part du parc automobile est actuellement marginale, étant essentiellement le fait de flottes captives de véhicules possédés par des entreprises ou des administrations. En outre, l'on ne trouve ces flottes captives que dans quelques pays industrialisés plus sensibles que les autres aux problèmes environnementaux ou intéressés par créer une image environnementale.

Ces tensions ne toucheront pas nécessairement toutes les grandes zones de consommation, épargnant certains pays. Mais elles apparaîtront certainement dans plusieurs économies émergentes, notamment en Extrême-Orient, sauf à ce que la croissance économique dans cette zone connaisse une rupture très importante avec les rythmes de la dernière décennie ainsi qu'avec la quasi-totalité des estimations de croissance à long terme qui portent sur cette zone. Ainsi, on imagine mal comment la Chine pourra satisfaire les besoins en électricité induits par une croissance économique d'au moins 8 % (celle qui est nécessaire pour limiter les risques d'explosion sociale) en développant en parallèle et de manière significative un parc automobile électrique, sans construire de nombreuses nouvelles centrales à charbon. En effet, les solutions alternatives ne peuvent satisfaire qu'une fraction de la demande supplémentaire attendue avec un tel taux de croissance. De ce fait, une montée rapide de la motorisation électrique dans le parc automobile devrait induire celle des émissions de GES.

En résumé, si les débouchés actuels restent d'importants consommateurs d'électricité et si, à ceux-ci, s'ajoute le transport terrestre, il est peu probable que l'offre d'électricité puisse progresser suffisamment pour satisfaire toutes les demandes sans une forte augmentation de la production d'électricité à partir de charbon.

7.6. Évolutions prospectives

Il en résulte plusieurs scénarios futurs possibles :

- soit le marché du transport terrestre devient effectivement un marché important et durable de l'électricité ; ce scénario suppose toutefois que des substituts à l'électricité aient été trouvés pour les autres débouchés afin de rendre disponible une partie de l'offre mondiale pour les usages de transport si on ne veut pas enregistrer des tensions extrêmement vives entre offre et

demande dans certaines zones géographiques (Chine, Amérique du Nord, Europe), et donc une remontée des prix rendant non économique cette utilisation de l'électricité dans les transports ;

- soit, scénario le plus probable, l'usage de l'électricité dans le transport par route n'est qu'une solution temporaire et limitée à une petite échelle.

Dans les deux cas cependant, la hausse de la génération électrique nécessaire sur la période suppose une augmentation de la production à base de charbon, donc un impact négatif sur les émissions de GES.

Cela signifie que même si, au cours des trois décennies à venir, une fraction du parc de véhicules fonctionnait à base d'électricité (véhicules tout électrique, véhicules hybrides), ce moyen de propulsion ne deviendra en aucun cas majoritaire, et ne constitue pas une solution durable à la pénurie annoncée des produits pétroliers.

Scénario 1 : croissance « au fil de l'eau »

Compte tenu des hypothèses relatives à la croissance mondiale, et notamment des hypothèses de croissance des grands pays émergents, la production (et la demande) mondiale d'électricité pourrait croître à un rythme moyen annuel supérieur à 3 % par an. Dans ce scénario, les pays émergents rattraperaient une partie du retard qu'ils ont en termes de consommation d'électricité par tête.

Sous l'hypothèse d'un rattrapage intégral des consommations électriques par tête en vingt ans, le taux de croissance de la demande d'électricité devrait être deux fois supérieur aux 3% indiqués ci-avant. Cependant, il s'agit là d'une évolution peu probable ; les pays émergents les plus performants ne pourront en effet pas rattraper les pays les plus consommateurs en kW par tête, sauf à construire un nombre invraisemblable de centrales électriques et à trouver la solution pour les faire fonctionner (resterait-il de l'énergie primaire pour les autres pays dans ce cas, cela n'est pas sûr). En outre, le développement de la motorisation électrique d'une partie croissante du parc automobile mondial devrait entraîner l'apparition d'une demande supplémentaire nouvelle. Si nous envisageons que 10 % du parc mondial serait à motorisation électrique totale ou partielle, et que la performance des batteries aurait sensiblement augmenté (nombre de km avant recharge, vitesse autorisée, etc.), les besoins de production d'électricité nécessaires pourraient augmenter le rythme de croissance annuel indiqué précédemment de près de un point.

Cela ne peut que poser des problèmes importants en termes de capacités d'investissements dans les centrales électriques, les barrages ou les économies renouvelables. D'autant que, pour ces dernières, les besoins potentiels sont sans commune mesure avec les possibilités d'équipement telles qu'elles sont envisagées actuellement.

L'élément suivant montre l'ampleur du problème. Un institut de recherche américain, Earth Policy Institute, a récemment projeté la situation chinoise en 2031 dans le cas où l'ensemble des Chinois venaient à adopter l'actuel mode de vie américain (trois voitures pour quatre habitants) : ce "rêve" de la possession d'un véhicule privé conduirait le parc automobile chinois à plus d'1,1 milliard d'unités en 2031 (c'est-à-dire à peu près le parc mondial en 2008).

En guise de synthèse, compte tenu des hypothèses généralement admises concernant l'augmentation de la population mondiale et des hypothèses de croissance sur dix ans pour le monde (et notamment pour les géants asiatiques), il faudrait que la production d'électricité augmente de 3 à 3,5 % par an pour que les différents pays réalisent leurs objectifs de croissance. Si l'on tient compte en plus de la pénétration de l'électricité dans la motorisation des VP, il faudrait que la production d'électricité croisse d'environ 4,0 à 4,5 % pour qu'une fraction significative du parc mondial de véhicules puisse fonctionner avec une motorisation électrique

en prenant en compte l'augmentation rapide du parc actuel du fait notamment de l'explosion des parcs chinois et indien.

Pour satisfaire l'augmentation importante des besoins en électricité au cours des dix à quinze prochaines années, il faudra accélérer notablement le rythme des investissements dans le domaine des unités de production d'électricité (d'au moins 25 % par an). Ces investissements seront nécessaires même en l'absence de développement des véhicules électriques. Cette augmentation de la demande traduit la persistance d'une élasticité supérieure à 1 entre niveau de vie (ou pouvoir d'achat) et besoin d'électricité. Cette contrainte va certainement s'opposer à celle du développement durable car, compte tenu des contraintes actuelles et des possibilités techniques connues, il est difficilement imaginable d'augmenter les investissements dans cette proportion sans employer massivement des combustibles fossiles, et notamment le charbon, principal émetteur de GES.

7.7. Les indicateurs clés

Évolution de la demande/production mondiale d'électricité à horizon 2020

La demande mondiale d'électricité devrait continuer à croître à un rythme rapide au cours de la prochaine décennie, tirée notamment par les BRIC (où les usages domestiques et industriels se développent) et les pays industrialisés qui renoueront avec une croissance positive après les deux années de crise. L'émergence de nouveaux usages, notamment pour les véhicules électriques, accélérera d'autant la croissance de la demande.

Déséquilibre croissant entre offre et demande mondiales durant les 10/15 prochaines années

Les prochaines décennies devraient voir l'émergence de tensions persistantes, voire accrues, entre offre et demande d'électricité dans certaines zones du monde, notamment en Asie du Sud et en Extrême-Orient. **Celles-ci pousseront à la hausse le prix de l'électricité, et exerceront aussi des pressions à la hausse sur les prix des énergies primaires que sont le pétrole, le gaz et le charbon, en raison de la concurrence entre ces différents carburants.**

Évolution de l'intensité électrique des usages classiques

A horizon de 20 à 30 ans, de nouveaux investissements en économie d'énergie et la modification de la structure de l'offre (hausse de la part des produits à plus forte valeur ajoutée) devraient permettre de réduire quelque peu la consommation électrique par unité produite dans les principaux usages de l'électricité (industrie, chauffage, etc.). Mais cette amélioration de l'efficacité énergétique ne devrait pas pour autant être suffisante pour annihiler les besoins supplémentaires dus au développement économique. Au total, la demande mondiale d'électricité devrait croître à un rythme proche de 4 % pour pouvoir espérer satisfaire à la fois la contrainte de croissance mondiale permettant le passage au stade d'économie développée des pays émergents et d'enregistrer la montée rapide de la motorisation électrique dans un parc automobile en pleine explosion.

Impact sur les émissions de GES

La progression de la demande mondiale d'électricité (modérée si les usages actuels persistent sans que de nouveaux apparaissent, très rapide si la demande d'électricité dans le transport terrestre se développe rapidement) impliquera la construction de nouvelles unités de production. Il est difficile d'imaginer comment ces unités pourraient fonctionner sans faire appel aux énergies primaires que sont les énergies fossiles. Cela signifie inéluctablement une hausse de la production de GES.

Dans le domaine de l'automobile et de la mobilité, les solutions techniques ne faisant pas appel aux carburants issus du pétrole restent des solutions partielles ou limitées sur long terme

Dans le système actuel faisant massivement appel aux véhicules particuliers, les besoins en carburants ne permettent d'espérer qu'un rôle d'appoint pour les carburants alternatifs (agrocarburants, gaz, etc.). Une hausse de la part de ces derniers dans la demande d'énergie des transports n'allègera donc pas significativement la demande de carburants classiques (essence, diesel).

Vu l'évolution attendue du parc mondial (forte croissance due aux pays émergents), la montée de la part des voitures électriques ne pourra se faire sans que des problèmes de disponibilité d'électricité se posent de manière croissante.

7.8. Bibliographie

- World Energy outlook – International Energy Agency.
- Electric Power – US Department of Energy.
- L'électrification du transport routier – IFP.
- La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde – Observ'ER-EDF.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Croissance potentielle des différentes zones mondiales	12
Tableau 2 : Évolution du PIB per capita dans différents pays émergents et aux États-Unis	14
Tableau 3 : Les atouts et les faiblesses des BRIC	17
Tableau 4 : Agglomérations de plus de 10 millions d’habitants.....	20
Tableau 5 : Nombre de voitures et de véhicules utilitaires pour 1 000 habitants.....	23
Tableau 6 : Évolution des prix du gaz naturel pour les principales références.....	50
Tableau 7 : Facteurs d’évolution des métaux stratégiques.....	72
Tableau 8 : Production minière, réserves connues et réserves potentielles	73
Tableau 9 : Production et réserves mondiales de chrome	79
Tableau 10 : Production et réserves mondiales de cuivre En millions tons of Copper	83
Tableau 11 : Production et réserves mondiales de lithium Millions of tons	89
Tableau 12 : Tendances récentes de l’évolution des salaires minimum au sens du BIT....	103
Tableau 13 – Niveau de la production électrique et de chaleur dans le monde en 2006.....	112

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : Taux de croissance du PIB des BRIC, en PPA, en %	12
Graphique 2 : Évolution des dépenses de consommation des BRIC entre 2006 et 2015 (en Mrd \$)	13
Graphique 3 : Évolution de la structure de consommation en Inde entre 1995 et 2025, en %	13
Graphique 4 : Composition de la croissance des pays émergents, en %	15
Graphique 5 : Les réserves de change des BRIC.....	16
Graphique 6 : Le phénomène d'urbanisation par continent	19
Graphique 7 : La consommation d'énergie par habitant, en 2005, en tep.....	21
Graphique 8 : Les ventes de véhicules légers et de voitures particulières, en millions d'unités	22
Graphique 9 : Lien entre les taux d'équipement en VP et le niveau de PIB per capita	23
Graphique 10 : Évolution du PIB mondial et fourchette de croissance autour de cette moyenne entre 2009 et 2019 dans le premier scénario	24
Graphique 11 : Évolution du PIB mondial et fourchette de croissance autour de cette moyenne entre 2009 et 2019 dans le deuxième scénario.....	25
Graphique 12 : Évolution du PIB mondial et fourchette de croissance autour de cette moyenne entre 2009 et 2019 dans le troisième scénario, sous hypothèse de solidarité internationale	27
Graphique 13 : Évolution du PIB mondial et fourchette de croissance autour de cette moyenne entre 2009 et 2019 dans le troisième scénario, sous hypothèse d'absence de solidarité internationale	29
Graphique 14 : Évolution de la demande mondiale de pétrole	34
Graphique 15 : Évolution mensuelle des prix du pétrole, en \$/baril	35
Graphique 16 : Évolution du prix du pétrole sur longue période, en \$/baril	36
Graphique 17 : Écart entre réserves découvertes et production.....	37
Graphique 18 : Rentabilité économique des réserves connues, à différents niveaux de prix	38
Graphique 19 : Calendarisation du risque de « Peak Oil »	39
Graphique 20 : Évolution des prix du pétrole dans le scénario « au fil de l'eau » ...	40
Graphique 21 : Évolution des prix du pétrole dans le scénario « volatilité »	41
Graphique 22 : Évolution des prix du pétrole dans le scénario « anticipation du peak oil »	42
Graphique 23 : Répartition des réserves prouvées en 1988, 1998 et 2008.	48
Graphique 24 : Évolution de la production par grande région.....	49
Graphique 25 : Évolution des prix du gaz dans le scénario « au fil de l'eau »	52
Graphique 26 : Évolution des prix du gaz dans le scénario « volatilité ».....	53
Graphique 27 : Évolution des prix du gaz dans le scénario « anticipation des pénuries »...	54
Graphique 28 : Schéma simplifié des filières de production de biocarburants	56
Graphique 29 : les perspectives de développement des biocarburants, et les risques.....	57
Graphique 30 : Les usages actuels de la biomasse (2007)	58
Graphique 31 : Les taux de rendement par grande région	59
Graphique 32 : Le potentiel de croissance mondiale : gisements & utilisation	59
Graphique 33 : Le poids de la biomasse par rapport aux principales autres énergies renouvelables.....	60

Graphique 34 : La répartition géographique de la production d'éthanol et de biodiesel	61
Graphique 35 : Évolution du prix du maïs sur le marché américain	63
Graphique 36 : La contribution de l'agriculture et de la déforestation aux émissions de gaz à effet de serre	65
Graphique 37 : Offre de platine par grande région, moyenne 2002-2006.....	73
Graphique 38 : L'automobile, principal utilisateur de platine	74
Graphique 39 : Évolutions prospectives attendues des prix du platine dans le premier scénario	76
Graphique 40 : Évolutions prospectives attendues des prix du platine dans le deuxième scénario	77
Graphique 41 : Évolutions prospectives attendues des prix du platine dans le troisième scénario	78
Graphique 42 : Évolutions prospectives attendues des prix du chrome dans le premier scénario	80
Graphique 43 : Évolutions prospectives attendues des prix du chrome dans le deuxième scénario	81
Graphique 44 : Évolutions prospectives attendues des prix du chrome dans le troisième scénario	82
Graphique 45 : Utilisation mondiale du cuivre en 2007, répartition selon la provenance ...	84
Graphique 46 : Le marché du cuivre.....	84
Graphique 47 : Évolution des prix et des stocks de cuivre depuis 2001	85
Graphique 48 : Évolution prospective des prix du cuivre dans le premier scénario	86
Graphique 49 : Évolution prospective des prix du cuivre dans le deuxième scénario.....	87
Graphique 50 : Évolution prospective des prix du cuivre dans le troisième scénario	88
Graphique 51 : Structure des débouchés du lithium.....	90
Graphique 52 : Coûts salariaux unitaires dans l'industrie.....	97
Graphique 53 : Coûts salariaux unitaires dans l'industrie, 2007.....	98
Graphique 54 : Évolution du coût unitaire relatif de la main-d'œuvre dans le secteur manufacturier dans quatre pays industrialisés 1990-2008	98
Graphique 55 : Comparaison du coût horaire ouvrier dans le secteur manufacturier de différents pays, en \$ US	99
Graphique 56 : Croissance du PIB par tête et salaires réels, (1995-2007)	100
Graphique 57 : Niveau du PIB par tête et niveau des salaires réels, en parité de pouvoir d'achat (1995-2007)	100
Graphique 58 : PIB par tête et coût horaire ouvrier, en dollar PPA.....	101
Graphique 59 : Comparaison des coûts salariaux horaires en Europe dans l'industrie manufacturière en 2006.....	102
Graphique 60 : Convergence des niveaux de salaires de la Grèce, de l'Espagne et du Portugal entre 1985 et 2008	103
Graphique 61 : Positionnement de différents pays en termes de « qualité » du travail	105
Graphique 62 : Évolution de la consommation d'électricité dans le monde depuis 1960... 	110
Graphique 63 : Génération électrique nette par type d'énergie primaire, en 2006	114
Graphique 64 : Capacité installée de génération électrique par type d'énergie primaire, en janvier 2007	115
Graphique 65 : Capacité installée de génération électrique en Chine, en janvier 2007.....	116
Graphique 66 : Consommation mondiale d'énergie dans le secteur des transports en 2005	116
Graphique 67 : Évolution du parc automobile mondial entre 1990 et 2030	117

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Quatre pays émergents sont les moteurs de la croissance mondiale.....	9
Carte 2 : Villes de plus d'un million d'habitants dans le monde en 2005	18
Carte 3 : Villes de plus de 7 millions d'habitants dans le monde en 2009.....	20
Carte 4 : Réserves de gaz à la fin 2008 (en milliards de m3)	47
Carte 5 : L'indice de développement humain dans différentes zones du monde	62
Carte 6 : Le développement des productions bute déjà sur l'Amazonie. Alors demain.....	64
Carte 7 : Energy Indicators World - Electricity Consumption 2006.....	111
Carte 8 : Consommation électrique par habitant dans différentes régions du monde en 2006	113