

## Chapitre 2

### Quels seront les stimulants externes de la bioéconomie d'ici 2030 ?

*Plusieurs facteurs stimuleront la bioéconomie en créant les conditions propices à l'investissement. L'un des plus importants sera l'augmentation de la population et du revenu par habitant, en particulier dans les pays en développement. Ces pays assureront 97 % d'une croissance démographique qui devrait porter la population mondiale à 8.3 milliards d'individus en 2030. Le PIB devrait croître de 4.6 % par an dans les pays en développement, et de 2.3 % dans les pays de l'OCDE. Cette croissance de la population et des revenus, combinée aux progrès rapides des performances éducatives en Chine et en Inde, permet de penser non seulement que la bioéconomie sera mondiale, mais que les principaux marchés biotechnologiques tant pour la production primaire (agriculture, sylviculture et pêche) que pour l'industrie pourraient se situer dans les pays en développement. L'augmentation de la demande énergétique, surtout si elle est associée à des mesures de réduction des gaz à effet de serre, pourrait créer d'importants marchés pour les biocombustibles et les biocarburants.*

*Le vieillissement prévu de la population, aussi bien en Chine que dans les pays de l'OCDE, augmentera les besoins de solutions thérapeutiques faisant parfois appel aux biotechnologies pour traiter les maladies chroniques et neurodégénératives. De nombreux pays et prestataires de soins médicaux s'efforceront d'inverser la tendance actuelle à l'augmentation rapide du coût de la santé. Les biotechnologies offrent des solutions pour réduire les coûts de la R-D pharmaceutique et de la fabrication des médicaments. Par ailleurs, elles pourraient renforcer l'efficacité thérapeutique en faisant en sorte que les traitements onéreux procurent une amélioration adéquate et significative de la santé et de la qualité de vie.*

Les contours de la bioéconomie de demain dépendront des percées de la recherche fondamentale et appliquée en sciences biologiques, ainsi que des débouchés commerciaux et des innovations qui marqueront les réglementations et les modèles d'activité économique. Mais elle résultera aussi, à l'horizon 2030, de facteurs externes qui pèseront sur la localisation, la taille et la typologie des marchés de produits biotechnologiques, dont notamment les aliments pour l'homme et l'animal, les fibres, les carburants et combustibles, les plastiques, la chimie fine et les produits pharmaceutiques. Ces facteurs externes sont la population et les revenus, la démographie et l'éducation, la consommation énergétique, la disponibilité et le coût de ressources fondamentales (énergie, alimentation, eau), l'accès aux soins médicaux, ainsi que les technologies tant contributives que concurrentes.

Sauf événement imprévu de type grand conflit mondial ou pandémie mortelle, on peut estimer la population, le revenu et la consommation énergétique de la planète de manière relativement précise, car ces éléments suivent des tendances de long terme quantifiables. Des estimations approximatives sont en outre possibles en matière de changement climatique, de ressources humaines, de prix alimentaires, de consommation d'eau et de technologies concurrentes, même si les orientations futures de ces facteurs sont plus sensibles aux mesures publiques actuelles ou envisagées.

Les grandes tendances à relever sont les suivantes. Parallèlement à leur influence dans les affaires du monde, les pays en développement voient et verront leur importance économique croître. Leur population migrera des campagnes vers les villes à mesure que le niveau d'instruction s'élève et que les débouchés des services et de l'industrie augmentent. Ces évolutions pourraient aussi avoir des incidences sur la santé et les modes de consommation alimentaire, comme le montre la multiplication des cas d'obésité due à la sédentarisation et une diète plus riche. La part de l'agriculture dans l'emploi total reculera du fait d'une mécanisation accrue. Avec leur fort accroissement démographique, les grands pays en développement soutiendront des marchés intérieurs pérennes proposant des services et des produits de base comme de pointe.

Les pays de l'OCDE conserveront des revenus et une richesse par habitant plus élevés que les pays en développement, mais l'écart se réduira au fil du temps. Le vieillissement général de la population s'accompagnera encore de défis économiques. Au mieux, il engendrera des gains de productivité proportionnels à la demande, mais au pire, il sera pour la société un lourd fardeau bridant la croissance. L'avenir économique de la zone OCDE demeurera centré sur les services et l'innovation, ce qui stimulera l'essor de nouvelles technologies médicales et de techniques manufacturières modernes nécessitant des capitaux importants tant pour la R-D que pour la commercialisation. Certaines de ces technologies seront trop coûteuses pour maints pays en

développement. L'accès aux marchés des grandes économies non membres de l'OCDE sera toutefois considéré comme un moteur essentiel de la croissance.

Dans sa grande majorité, la population active des pays de l'OCDE et de plusieurs très grands pays en développement aura grandi avec l'informatique et sera tout à fait à l'aise avec les apprentissages et le maillage social sur Internet, qui ont des répercussions profondes sur la façon dont les individus vivent, travaillent et interagissent. Des communautés virtuelles mondiales d'environnementalistes, de mouvements politiques et de scientifiques favoriseront la propagation rapide des idées, des savoirs et des technologies sur toute la planète. Des régions autrefois considérées comme éloignées seront de plus en plus connectées au monde via Internet et les communications mobiles. Il en résultera également des bouleversements sociaux dus à l'exposition croissante de l'individu à d'autres cultures et idées.

La demande énergétique et l'accès à l'énergie resteront de grands défis mondiaux. Malgré le recours croissant aux énergies renouvelables et aux sources d'énergie à faible émission de carbone, les combustibles fossiles fourniront encore une large part de l'énergie. Il pourrait y avoir conflit avec les mesures prises pour traiter le changement climatique, phénomène dont on estime qu'il renforcera l'intensité des tempêtes, des sécheresses et des vagues de chaleur ; modifiera les régimes pluviométriques ; et provoquera une élévation graduelle du niveau moyen des mers. Ces facteurs climatiques, accompagnés de la pollution et de contraintes croissantes quant aux ressources en eau potable, renchéiront, à moyen terme au moins, la satisfaction de la demande de produits alimentaires pour l'homme et l'animal, de fibres et d'énergie. L'éventuelle signature d'un accord planétaire équitable sur le changement climatique n'empêchera pas l'apparition de défis écologiques nécessitant de nouvelles solutions innovantes.

L'effet conjugué de tous ces changements planétaires variera selon la région. De larges pans de la population mondiale resteront marqués par la pauvreté, et la malnutrition demeurera une préoccupation majeure dans certaines régions. Les pénuries de ressources et la hausse des prix des produits de base pourraient créer des tensions à l'échelle de la planète, dans la mesure où tous les pays ou presque, dans un monde interconnecté, seront touchés.

Le monde de 2030 sera confronté à des défis considérables, mais certains d'entre eux créeront de nombreux débouchés pour les biotechnologies. La bioéconomie de 2030 dépendra de l'aptitude des autorités et des entreprises à mettre au point et en œuvre des biotechnologies susceptibles de faire face à ces enjeux.

## Population et revenu

En 2030, la population mondiale comptera quelque 8.3 milliards d'individus (ONU, 2006 ; voir tableau 2.1)<sup>1</sup>. La croissance démographique devrait se concentrer en presque totalité – 97 % – dans les pays en développement. Celle des pays développés sera très faible et résultera principalement de l'immigration. La population de plusieurs pays européens et du Japon pourrait décroître. Comme le montre le graphique 2.1, l'Asie continuera de dominer la planète sur le plan démographique, la Chine et l'Inde représentant à elles seules légèrement plus du tiers de la population mondiale. Avec près de 16 % en 2030 contre tout juste plus de 10 % de la population mondiale en 2005, la population de l'Afrique subsaharienne affichera les gains relatifs les plus forts.

Tableau 2.1. **Population et PIB par habitant en 2005 et en 2030, par région**

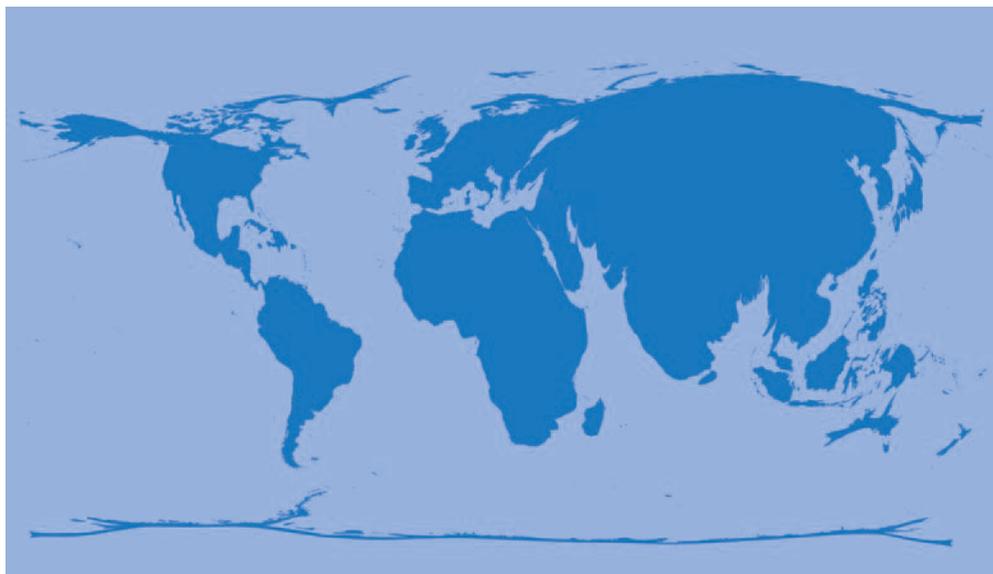
	2005		2030		Taux de croissance annuel moyen, 2005-30	
	Population (millions)	PIB par habitant <sup>1</sup>	Population (millions)	PIB par habitant <sup>1</sup>	Population	PIB <sup>2</sup>
Monde	6 494	5 488	8 236	8 606	0.96 %	2.79 %
OCDE	1 250	22 430	1 368	35 802	0.36 %	2.26 %
Europe	598	16 034	621	25 951	0.15 %	2.10 %
Amérique du Nord	429	30 253	522	47 495	0.79 %	2.62 %
Océanie	25	19 004	31	29 073	0.86 %	2.59 %
Asie	198	25 233	194	36 951	-0.08 %	1.45 %
Hors OCDE	5 244	1 432	6 868	3 141	1.08 %	4.31 %
Afrique	946	740	1 525	1 391	1.93 %	4.53 %
Europe orientale, Asie centrale et Moyen-Orient	483	2 826	570	6 246	0.66 %	3.91 %
Asie (hors Asie centrale)	3 372	1 146	4 198	2 992	0.88 %	4.83 %
Chine	1 326	1 671	1 457	5 088	0.38 %	4.95 %
Asie du Sud, Inde incluse	1 483	559	2 035	1 426	1.27 %	5.14 %
Amérique du Sud	443	3 561	575	5 795	1.05 %	3.04 %
Brésil	179	3 162	226	4 980	0.94 %	2.79 %

1. Le PIB est exprimé en USD de 2001.

2. Le taux de croissance annuel moyen concerne le PIB national ou régional et non le PIB par habitant.

Source : OCDE, 2008a.

Graphique 2.1. Masses continentales en fonction de la population attendue en 2030



Source : carte produite par Salim Sawaya à l'aide de données établies par la variante moyenne de la croissance démographique estimée par l'ONU (ONU, 2006).

Entre 2005 et 2030, le PIB mondial devrait progresser de 57 %, le PIB moyen par habitant passant de 5 488 à 8 608 USD. Une grande partie de cette croissance sera le fait de régions extérieures à la zone OCDE : leur part du PIB mondial réel oscillera en fin de période entre 21 et 30 %. Le PIB augmentera chaque année de 4.3 % dans les régions non OCDE, et de 2.26 % dans la zone OCDE. En 2030, le revenu par habitant des pays de l'OCDE restera trois à six fois plus élevé que la moyenne mondiale (voir tableau 2.1). Malgré une nette baisse du pourcentage de la population mondiale vivant avec moins de 2 USD par jour, la pauvreté chronique demeurera le lot de plus de 1.8 milliard de personnes en 2030, contre 2.7 milliards en 2003 (Banque mondiale, 2007).

L'un des moteurs de la croissance économique future sera la mondialisation des échanges et des services, qui devrait se poursuivre jusqu'en 2030 et, à ce moment-là, aborder peut-être une phase plus intense. Celle-ci se caractérisera par une importance accrue du commerce des services et de la R-D – qui prendra le pas sur les autres sources de croissance (Banque mondiale, 2007).

Croissance économique régulière et hausse des revenus seront des facteurs essentiels de l'essor de la bioéconomie, même si la crise économique mondiale 2008-10 pourrait abaisser les niveaux de revenus attendus pour 2030

(voir encadré 2.1). La progression des revenus mondiaux, en particulier dans les pays en développement, créera un surcroît de demande dans les domaines suivants : soins médicaux ; viande, poisson et spécialités alimentaires ; biens de consommation durables ; automobile ; enseignement supérieur ; voyages. La hausse des revenus constituera également pour les entreprises et les particuliers une source d'épargne dont une partie s'investira dans la R-D. De grands centres de recherche biotechnologique commencent à éclore dans plusieurs pays actuellement en développement. Cette tendance se poursuivra.

### Encadré 2.1. La crise économique mondiale

L'année 2008 s'est achevée sur une crise économique planétaire provoquée par une crise du crédit. L'ampleur et la durée de cette crise mondiale dépendront à la fois de sa gravité réelle et des réactions des autorités nationales. Les prévisions économiques à l'horizon 2030 du tableau 2.1 pourraient s'avérer suffisamment solides pour résister à des récessions périodiques. Mais la crise économique en formation pourrait en fin de compte se révéler plus longue et profonde que les crises de mémoire récente. Aucun éclairage historique n'est en mesure de nous aider à savoir combien de temps la crise actuelle continuera de peser sur l'économie mondiale.

Deux examens récents de la situation économique internationale ont conclu que la zone OCDE pourrait connaître en 2009 un recul du PIB compris entre 0.4 % (OCDE, 2008a) et 2.0 % (FMI, 2009). Ils prévoient par ailleurs une progression du PIB de 1.5 et 1.0 % respectivement en 2010. Le PIB par habitant de la zone OCDE estimé au tableau 2.1 pour 2030 subirait alors une baisse comprise entre 3.7 et 6.1 %<sup>1</sup>.

La crise économique mondiale pourrait aussi avoir deux conséquences directes sur la bioéconomie émergente. La contraction durable des marchés du crédit et la hausse consécutive du coût des emprunts pourraient réduire le volume des capitaux disponibles pour investir dans la R-D biotechnologique et dans les jeunes entreprises innovantes à haut risque de la zone OCDE. Cette tendance pourrait même se dessiner sans la crise économique mondiale, les détenteurs de capitaux recherchant de meilleures opportunités d'investissement dans des pays en développement qui affichent des taux de croissance élevés. Inversement, la crise mondiale pourrait devenir un véritable tremplin pour la bioéconomie émergente si les pays de l'OCDE, soucieux de stimuler la croissance à long terme, y réagissent en augmentant leurs investissements dans la recherche et dans les infrastructures utiles pour les énergies de substitution et l'agriculture durable.

1. Ce chiffrage du recul du PIB par habitant en 2030 est une estimation des auteurs.

La hausse du revenu par habitant accroîtra la demande mondiale de soins médicaux, mais le faible niveau des revenus moyens dans les pays en développement en 2030 pourrait restreindre le marché des traitements onéreux aux individus relativement nantis. En l'absence d'évolution globale dans le financement et dans la mise en œuvre des recherches consacrées aux biotechnologies de la santé, les produits biopharmaceutiques et autres technologies médicales de pointe pourraient rester hors de portée financière de la majeure partie des habitants du tiers monde.

La demande de produits agricoles augmentera du fait tant de la croissance démographique que de la progression des revenus. Cette dernière amplifiera la demande de viande, de poisson et de produits laitiers, dont la production suppose des apports importants de nourriture animale. Comme nous le verrons plus loin de manière plus détaillée, l'accroissement de la demande de produits agricoles pourrait faire grimper les prix alimentaires, annulant ainsi une partie des gains tirés de la hausse des revenus. Les ONG et les autorités nationales pourraient soutenir le recours aux biotechnologies pour mettre au point de nouvelles variétés de cultures dans le cadre d'une politique agricole visant à réduire les pénuries alimentaires ou à améliorer la qualité des aliments destinés à l'homme et l'animal.

Le développement de l'agriculture intensive et l'augmentation de la demande de nombreux biens qui résultera de la croissance démographique et de la hausse des revenus exacerberont certains des problèmes environnementaux qui sont déjà d'actualité. Cette confrontation pourrait stimuler la demande de biotechnologies industrielles mises au service de mesures de dépollution environnementale ou de techniques de production plus propres.

## Démographie et ressources humaines

D'ici 2030, la part des plus de 60 ans dans la population mondiale va augmenter, et celle des moins de 15 ans diminuer. Cette évolution démographique se produira dans les pays aussi bien en développement que développés, mais l'accroissement du poids des plus de 60 ans sera plus marqué dans ces derniers où, conséquence importante, la population d'âge actif (15-59 ans) se contractera, passant de 62.9 % à 56.0 % de la population totale. À l'inverse, la population d'âge actif des pays en développement se stabilisera autour de 61 % (ONU, 2006).

Comme la population totale des pays en développement s'étoffera de plus de 1.5 milliard d'individus entre 2005 et 2030, la population mondiale d'âge actif passera d'à peine plus de 3 milliards de personnes en 2001 à plus de 4.1 milliards en 2030 (soit une hausse annuelle d'environ 1 %). En 2030, la main-d'œuvre mondiale se situera à 90 % dans les pays en développement,

dont la Chine et l'Inde représenteront à elles seules 40%. Au cours de la même période, la main-d'œuvre des pays développés se contractera de quelque 0.16% annuels (Banque mondiale, 2007). Le secteur des services fournira la majorité des emplois des pays développés, tandis que dans les pays en développement, les emplois agricoles diminueront au profit des emplois de l'industrie et des services. Les travailleurs agricoles, qui représentaient en 2001 autour de 43% de la main-d'œuvre mondiale, n'y entreront plus que pour 30% environ en 2030. Cette mutation suscitera une hausse de la demande énergétique qui pourrait être partiellement satisfaite par des produits agricoles dérivés dans la mesure où des processus autrefois humains se mécanisent.

Le relèvement du niveau scolaire de la main-d'œuvre mondiale se poursuivra. En 2030, les investissements éducatifs devraient avoir élargi considérablement la part de la population mondiale d'âge actif ayant fréquenté l'enseignement supérieur<sup>2</sup>. Dans la zone OCDE, la proportion des diplômés du supérieur devrait passer de 26% en 2005 à 36% en 2025 (OCDE, 2008b). Dans de nombreux pays non membres de l'OCDE, la part de la population passée par l'enseignement supérieur devrait croître de manière substantielle entre 2000 et 2030. Elle devrait ainsi doubler pour dépasser les 10% en Chine, et augmenter de 6.5% à près de 14% au Brésil et en Inde (OCDE, à paraître). La proportion d'individus ayant fréquenté le secondaire devrait aussi croître de manière significative, tandis que la part de la population dépourvue d'instruction reculera dans toutes les régions (Lutz *et al.*, 2004).

Les mutations démographiques mondiales et le relèvement du niveau d'études peuvent être synonymes, pour la bioéconomie, de débouchés et de défis. La montée en puissance des tranches les plus âgées de la population – sur toute la planète, mais plus spectaculairement dans les pays de l'OCDE et en Chine – multipliera les cas de maladies neurodégénératives et d'autres maladies du grand âge, accroissant par là même la demande de soins de longue durée. Les biotechnologies seront mises à profit pour étudier les traitements possibles. De manière générale, le gonflement de la cohorte la plus âgée dans les pays de l'OCDE devrait étoffer les marchés auxquels s'adressent les entreprises du secteur de la santé, mais le recul numérique de la population d'âge actif pourrait de son côté amenuiser la masse imposable mise à contribution pour financer les services publics de santé.

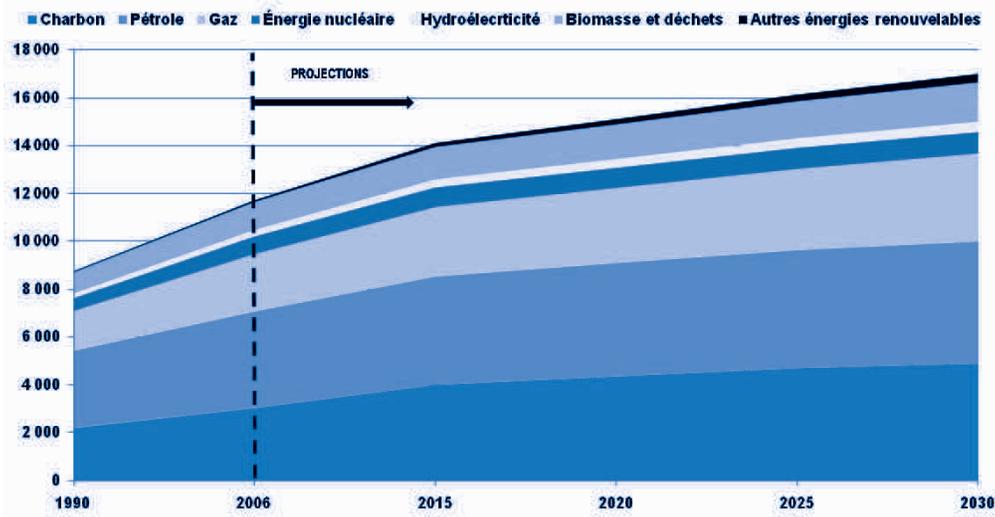
Compte tenu de la forte intensité cognitive des biotechnologies, la progression de la population mondiale ayant fréquenté l'enseignement supérieur étoffera le réservoir de main-d'œuvre disponible pour la R-D biotechnologique. Dans les pays en développement, une population active plus nombreuse et plus instruite pourrait épauler un regain d'investissement dans les biotechnologies appliquées à la production industrielle et primaire.

## Consommation énergétique et changement climatique

En l'absence de bouleversements dans l'action des pouvoirs publics concernant l'utilisation des énergies et le changement climatique, le monde dépendra davantage, d'ici 2030, des combustibles fossiles. La demande de charbon, de pétrole et de gaz augmentera de plus de 44 % entre 2006 et 2030. Au cours de la même période, la part de la demande énergétique totale satisfaite par les combustibles fossiles se stabilisera autour de 80 % (voir le graphique 2.2). La hausse de la demande énergétique proviendra principalement du monde en développement, dont la demande dépassera celle des pays de l'OCDE vers 2013.

Les scientifiques s'accordent à dire que les activités humaines, et notamment les émissions de gaz à effet de serre (GES) résultant de la consommation énergétique, ont puissamment contribué à la hausse des températures sur la Terre au cours du siècle écoulé. Le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) observe que la majeure partie de la hausse des températures moyennes mondiales provient de manière « très probable » de l'augmentation des émissions de GES résultant d'activités humaines (GIEC, 2007)<sup>3</sup>.

Graphique 2.2. **Demande énergétique primaire mondiale attendue (Mtep)**



*Note* : se fonde sur le scénario de référence de l'AIE comprenant les effets des politiques et des mesures publiques énergétiques promulguées ou adoptées à la mi-2008.

*Source* : les auteurs, sur la base d'AIE, 2008.

La poursuite de la hausse de la demande de combustibles fossiles devrait s'accompagner à l'avenir de celle des émissions de GES, d'autant plus que de nombreuses sources futures de combustibles fossiles seront plus sales que les sources actuellement exploitées. La température moyenne mondiale en 2030 devrait dépasser celle de 1990 de 1.4 à 1.6°C, et le réchauffement devrait s'accélérer après 2030 (GIEC, 2007).

Les hausses de température ainsi prévues à l'horizon 2030 affecteront les écosystèmes et les activités humaines. À titre d'exemple, le rapport Stern et le GIEC estiment tous deux qu'un réchauffement d'environ 1 C pourrait raréfier l'eau disponible et accroître la sécheresse sous les basses latitudes, tout en augmentant le risque de blanchiment corallien et de feux incontrôlés. Il pourrait également provoquer une chute des rendements des cultures sous les basses latitudes, qui pourrait toutefois être partiellement compensée par une progression des rendements sous des latitudes plus hautes ; ce dernier effet positif ne résisterait cependant pas en cas de réchauffement plus marqué, puisque les rendements attendus avec une hausse de 3°C décroîtraient partout. Le réchauffement de la planète pourrait aussi augmenter les risques sanitaires si les maladies infectieuses s'étendaient à de nouvelles zones géographiques (Stern, 2006 ; GIEC, 2007)<sup>4</sup>.

Le réchauffement généralisé du climat a des répercussions très fortes sur les biotechnologies agricoles, environnementales et industrielles. L'agriculture sera confrontée à des rendements en baisse du fait de phénomènes perturbateurs tels que la hausse des températures, la sécheresse et la salinité. La mise au point et l'adoption de biotechnologies agricoles – notamment de variétés de plantes dont les caractéristiques agronomiques renforcent la résistance aux agressions – pourraient contribuer à atténuer ces effets. La demande énergétique croissante et le potentiel de hausses durables des prix de l'énergie pourraient susciter un usage plus généralisé des bioénergies et des biotechnologies industrielles dans les procédés lorsque la consommation énergétique peut s'en trouver réduite.

La propagation de maladies dans les pays développés pourrait stimuler l'investissement dans les capteurs et diagnostics permettant de détecter les vecteurs de maladies et les agents infectieux. Elle pourrait aussi encourager l'investissement dans des traitements et des vaccins novateurs, mais la possibilité de gérer de nombreuses maladies infectieuses telles que le paludisme au moyen de mesures sanitaires publiques complique l'évaluation de cette relation de cause à effet<sup>5</sup>.

## Agriculture, prix alimentaires et eau

En raison d'une demande mondiale croissante de viande<sup>6</sup> et de biocarburants ou biocombustibles, le prix moyen des produits énergétiques et des aliments destinés à l'homme et l'animal devrait être nettement supérieur entre 2008 et 2017 à celui de la décennie précédente, et atténuer – sans l'éliminer – le

déclin à long terme des prix réels. Cette prévision reste valable après la chute des prix intervenue au début de l'année 2008 (OCDE-FAO, 2008). En raison de la multitude de facteurs concernés, il est difficile de projeter les prix des cultures alimentaires pour l'homme et l'animal au-delà de 2017. La mise en place de solutions du côté de l'offre devrait accroître la production – par exemple en augmentant encore les surfaces cultivées, qui ont déjà progressé de 10.4 % entre 1961 et 2005<sup>7</sup>. Il se peut que ces dispositions ne suffisent pas à aplanir les contraintes de l'offre, car la FAO prévoit un accroissement plus faible dorénavant des zones cultivables agro-alimentaires nouvelles (FAO, 2002). L'autre solution consiste à augmenter les rendements en recourant dans les pays en développement aux techniques de l'agriculture intensive, mais elle suppose des prix supérieurs à la moyenne capables de stimuler l'investissement. Par conséquent, même en l'absence d'évaluations quantitatives des prix alimentaires pour 2030, on peut estimer que ceux-ci resteront élevés, par comparaison avec le passé, tout au long de la période.

D'ici 2017, les pays en développement devraient produire davantage de produits alimentaires, dans la catégorie des produits les plus échangés, que les pays de l'OCDE. Ils représenteront aussi une part croissante des importations et des exportations alimentaires mondiales (OCDE-FAO, 2008). Mais la conversion de terres à un usage agricole – par le biais, pour l'essentiel, de déboisements en Amérique du Sud et en Afrique – pourrait avoir des conséquences environnementales non négligeables, dont de fortes émissions de CO<sub>2</sub> et une dégradation de la biodiversité.

Les facteurs mêmes qui contribuent à augmenter la demande de produits agricoles accroîtront la consommation d'eau à l'avenir. Responsable de 70 % environ de l'ensemble des prélèvements d'eau, l'agriculture est le plus gros consommateur d'eau du monde (OCDE, 2008a). Les besoins en eau de la production de viande sont particulièrement élevés<sup>8</sup>.

Ces conditions, aggravées par le potentiel de sécheresse que recèle le changement climatique, pourraient se traduire par une augmentation massive du nombre d'individus vivant dans des zones frappées de stress hydrique (voir le tableau 2.2). On s'attend à ce que la population totale vivant sous stress hydrique fort et moyen s'accroisse d'ici 2030 de 38 et 72 % respectivement. À l'inverse, la hausse du nombre d'individus vivant dans des zones où le stress hydrique est faible ou nul n'atteindrait que 4 %. Avec 5 milliards de personnes (soit 1.1 milliard de plus qu'aujourd'hui) non raccordées à un réseau d'assainissement en 2030 (OCDE, 2008c), la pollution de l'eau pourrait elle aussi progresser.

Il est probable que la permanence de prix élevés pour les produits alimentaires et l'eau fera de l'agriculture un domaine d'action privilégié à l'échelle internationale. Les biotechnologies agricoles, et notamment celles qui accroissent les rendements des nouvelles variétés de plantes et leur tolérance à la salinité et à la sécheresse, constituent une amorce de solution dans de nombreuses

Tableau 2.2. **Population vivant des zones souffrant de stress hydrique**<sup>1,2</sup>

(en millions)

	2005	Pourcentage de la population mondiale	2030	Pourcentage de la population mondiale	Évolution totale en pourcentage (2005-30)
Stress élevé	2 837	44 %	3 901	47 %	38 %
Stress moyen	794	12 %	1 368	17 %	72 %
Stress faible	835	13 %	866	11 %	4 %
Pas de stress	2 028	31 %	2 101	26 %	4 %
Total	6 494	100 %	8 236	100 %	27 %

1. Les estimations 2030 reposent sur des extrapolations de tendances passées et actuelles et sur l'hypothèse d'une absence de toute politique nouvelle.

2. Le total des colonnes peut être différent de 100 % en raison des arrondis.

Source : OCDE, 2008c.

parties du monde. Par ailleurs, la hausse des prix de l'alimentation pour le bétail et les pénuries d'eau remettront en question la viabilité économique des biocarburants et des bioraffineries. Les pénuries d'eau et les risques sanitaires résultant du sous-développement des réseaux d'assainissement pourraient, de leur côté, stimuler l'essor de biotechnologies industrielles réduisant la consommation d'eau ou traitant les sources d'eau polluées.

## Coûts des soins de santé

Que ce soit dans les pays de l'OCDE ou ailleurs, les dépenses de santé, exprimées en pourcentage du PIB, devraient nettement augmenter d'ici 2030. En 2005, les dépenses publiques consacrées aux soins de santé et de longue durée s'élevaient en moyenne à 5,7 % du PIB des pays de l'OCDE. Les projections montrent que ce pourcentage pourrait monter à 12,8 % d'ici 2050, si l'on suppose que les dépenses croissent 1 % plus vite chaque année que les recettes (tendance observée ces deux dernières décennies), ou à 10,1 % si des mesures sont prises par les pouvoirs publics pour endiguer cette croissance supplémentaire de 1 % (OCDE, 2006). Les estimations sont encore plus élevées si l'on y intègre les dépenses privées.

Après une croissance rapide au début des années 70, la part des soins de santé dans le PIB s'est stabilisée tout au long des années 80, pour remonter en flèche au début des années 90. Les nouvelles technologies de santé ont joué un rôle essentiel dans cette croissance. Une étude de l'OCDE note qu'« en

l'absence de facteurs strictement démographiques décisifs, cette tendance haussière des dépenses [de soins de santé] est probablement imputable à la diffusion accrue des technologies et à l'évolution des prix relatifs » (OCDE, 2006).

La croissance rapide des coûts des soins de santé en pourcentage du PIB pourrait avoir d'énormes répercussions sur l'innovation appliquée au monde de la santé. Selon une enquête menée auprès d'analystes de ce secteur, la perspective de contrôles visant les prix et l'accès aux nouvelles technologies de santé est le premier risque stratégique que courent les sociétés spécialisées dans les biotechnologies médicales (Ernst et Young, 2008). Les contrôles en question seront porteurs de défis particuliers pour les modèles économiques actuels relatifs à ces biotechnologies, dans la mesure où une baisse des recettes tirées des technologies mises au service de la santé sera désincitative pour la R-D – sauf lorsque les nouvelles technologies peuvent potentiellement abaisser les coûts des soins de santé. Certaines études estiment ainsi que le recours aux biotechnologies agricoles pour fabriquer des produits pharmaceutiques complexes pourrait rendre les coûts de production de certains de ces produits trois fois moins élevés que ceux des systèmes de production microbiens (Frost et Sullivan, 2004). Les aliments fonctionnels et les alicaments dont les bienfaits pour la santé sont prouvés pourraient abaisser les coûts des soins de santé en diminuant le risque d'apparition de certaines affections. En outre, des biotechnologies industrielles pourraient s'appliquer à la dépollution de l'environnement et au traitement de l'eau, et améliorer par là les résultats sanitaires. La société pourrait aussi accepter de dépenser une part plus forte du PIB pour les questions de santé si elle en retirait des améliorations sanitaires proportionnelles. Les biotechnologies sont porteuses de progrès potentiellement significatifs pour la santé globale et la qualité de la vie ; elles pourraient contribuer à habituer l'opinion publique à des niveaux de dépenses considérés comme acceptables.

## **Technologies contributives et concurrentes**

L'essor des biotechnologies ne se fera pas de manière isolée. Les technologies contributives et concurrentes telles que l'informatique et les sources alternatives d'énergie continueront de progresser. Les technologies contributives influenceront sur les modalités du développement des produits biotechnologiques, tandis que les technologies concurrentes détermineront la taille du marché des biotechnologies, ainsi que leurs parts de marché.

### ***Technologies contributives***

Les deux grandes technologies venant à l'appui des biotechnologies sont l'informatique et les nanotechnologies<sup>9</sup>. À ce jour, les progrès des technologies informatiques et de la bioinformatique ont eu plus d'importance que la science

nanotechnologique émergente, mais cette dernière pourrait avoir à l'avenir un fort impact sur les biotechnologies, et notamment sur celles appliquées à la santé.

De nombreuses applications bioinformatiques nécessitent une très grande puissance de traitement et des espaces de stockage considérables se chiffrant souvent en téraoctets. Au cours des quatre dernières décennies, les puissances de traitement ont rapidement progressé et leurs coûts ont simultanément décliné, ce qui a permis aux chercheurs de créer, consulter et manipuler des ensembles de données plus grands, et de modéliser plus précisément les systèmes biologiques. Ces tendances devraient se poursuivre. En outre, le surcroît de bande passante disponible à l'échelle planétaire offre aux chercheurs de nouveaux moyens de communication et de collaboration, au rang desquels figurent la vidéo et des sites Internet de maillage social.

Les nanotechnologies permettent notamment de produire des dispositifs nanométriques capables d'interagir directement avec des biomolécules tant à la surface qu'à l'intérieur des cellules. Ces dispositifs peuvent comporter des vecteurs géniques et médicamenteux ciblant des zones précises du corps. De plus, on peut utiliser les nanobiotechnologies pour fabriquer des prothèses ou des liquides organiques de remplacement biocompatibles, des systèmes d'autodiagnostic utilisables à domicile, des capteurs destinés à des « laboratoires sur puce » et du matériel de régénération osseuse et tissulaire. Les bionanotechnologies offrent également des applications prometteuses en matière de dépollution environnementale.

### *Technologies concurrentes*

Bien des produits fabriqués au moyen de biotechnologies (carburants, combustibles, plastiques ou produits chimiques) peuvent l'être grâce à d'autres technologies. Il en résulte une éventuelle concurrence entre les atouts sociaux, économiques et environnementaux des biotechnologies et ceux d'autres méthodes manufacturières. Cette concurrence peut aussi se manifester lorsque les marchés de produits offrent des substituts similaires. Par exemple, le coton génétiquement modifié résistant aux insectes entre en concurrence avec la culture du coton classique assortie de techniques de gestion des ravageurs. Les biocarburants sont actuellement en concurrence avec les carburants d'origine fossile et pourraient l'être à l'avenir avec les véhicules électriques. De la même manière, les mesures de santé publique peuvent s'avérer beaucoup plus économiques pour maîtriser les épidémies qu'une R-D coûteuse visant à mettre au point des vaccins. La solution technique optimale dépend donc de la valeur relative accordée par les économies de marché aux atouts sociaux, environnementaux et économiques des biotechnologies par rapport à ceux de leurs solutions de substitution.

Pendant que la recherche appliquée aux solutions biotechnologiques continue d'abaisser les coûts et de renforcer l'efficacité, la recherche de solutions technologiques de remplacement ira elle aussi de l'avant. Ainsi, la recherche portant sur les générateurs solaires pourrait entraîner de fortes baisses des coûts de production des panneaux solaires et une conversion plus efficace de la lumière solaire en électricité. Surtout adossés à des avancées dans le stockage de l'électricité, les générateurs solaires pourraient être une source d'énergie renouvelable meilleur marché pour l'automobile que les biocarburants.

La compétitivité des solutions tant biotechnologiques que substitutives vis-à-vis de ces problèmes notamment est inconnue, et dépendra de différents facteurs : quantité de R-D investie dans chaque option, coût relatif des différentes technologies, aide apportée par l'État par le biais de subventions, de crédits d'impôt ou d'obligations. D'importantes avancées techniques dans une technologie concurrente sont par ailleurs susceptibles d'éloigner les investissements privés et publics de certaines biotechnologies.

À l'avenir, les biotechnologies seront encore concurrencées par des technologies de substitution. Dans le domaine agricole, les progrès de l'agriculture de précision et des techniques de conservation des ressources en eau pourraient concurrencer les solutions environnementales biotechnologiques. Dans le domaine des maladies infectieuses, il en ira de même avec des solutions peu coûteuses telles que le traitement de l'eau. La concurrence la plus forte viendra probablement des applications industrielles. D'autres énergies renouvelables telles que le solaire, la géothermie et l'éolien, aux effets secondaires moins nombreux, pourraient se poser en rivales sérieuses des bioénergies.

## Synthèse des moteurs de la bioéconomie

On trouvera au tableau 2.3 une synthèse des grandes tendances abordées dans les sections ci-dessus et de leurs répercussions sur les applications bioéconomiques et biotechnologiques dans les domaines de la production primaire, de la santé et de l'industrie. Leurs conséquences sur la bioéconomie ne seront pas identiques dans tous les secteurs. Ce sont les chiffres de la population et les niveaux de revenu qui pèseront le plus sur l'utilisation des biotechnologies dans la production primaire. Les évolutions démographiques, notamment dans les pays de l'OCDE, auront un impact maximal sur les biotechnologies de la santé. Le changement climatique et les défis environnementaux auront des incidences sur l'avenir des biotechnologies agricoles, mais plus encore, probablement, sur les applications industrielles.

Tableau 2.3. Les moteurs de la bioéconomie

		Implications			
Situation en 2030		Bioéconomie	Production primaire	Santé	Industrie
Population et économie	La population mondiale atteint 8.3 milliards d'individus. Les pays en développement représentent 97% de cette progression. Le PIB mondial est le double de celui de 2005, mais nombreux sont ceux qui vivent avec moins de 2 USD par jour. Le revenu par habitant des pays de l'OCDE reste trois à six fois plus élevé que la moyenne mondiale.	La R-D et les investissements bénéficieront d'un surcroît de moyens financiers. Des centres de R-D biotechnologique naissent en dehors de la zone OCDE. La hausse des revenus des pays en développement modifie les habitudes des consommateurs en termes d'alimentation, de soins médicaux, de voyage, etc.	L'accroissement de la population et la hausse de la demande de viande et de poisson font grimper les prix alimentaires. Les incidences sur les populations pauvres sont propices aux solutions biotechnologiques améliorant les rendements.	La hausse des niveaux de revenu accroît la demande de soins de santé destinés à des populations plus nombreuses.	La croissance démographique entraîne des défis écologiques qui créent des débouchés pour les biotechnologies industrielles.
Démographie et ressources humaines	La population active mondiale augmente de 25%. Dans les pays de l'OCDE, les cohortes d'âge actif et de jeunes se contractent. Le niveau final d'études progresse et l'emploi agricole recule au profit de l'emploi dans l'industrie et les services.	Difficultés de financement des programmes de prestations sociales. Le relèvement du niveau scolaire, avec notamment un gonflement de l'effectif des étudiants de l'enseignement supérieur, accroît les ressources humaines disponibles pour la R-D.	La mécanisation de l'agriculture dans les pays en développement accroît la demande énergétique.	Le vieillissement de la population entraîne une hausse de la demande de soins de santé, en particulier de longue durée. La prévalence des maladies dégénératives augmente. Les solutions biotechnologiques à ces problèmes pourraient s'avérer limitées.	L'agriculture se mécanisant de plus en plus dans le monde en développement et la demande de carburants et combustibles augmentant, les biotechnologies industrielles sont mises à contribution pour convertir les déchets agricoles en carburant ou en combustible.

Tableau 2.3. Les moteurs de la bioéconomie (suite)

		Implications			
Situation en 2030		Bioéconomie	Production primaire	Santé	Industrie
Énergie et changement climatique	La demande énergétique croissante est satisfaite par les combustibles fossiles ; les émissions de GES augmentent. La température de la Terre augmente de 1,0 °C et le niveau des mers s'élève.	Hausse de la R-D consacrée aux énergies à faible émissions de GES et à l'atténuation du changement climatique.	Les rendements des cultures diminuent et la sécheresse et la salinité augmentent dans certaines régions, ce qui incite à mettre au point et adopter des variétés de plantes qui ont un meilleur rendement et une meilleure résistance au stress.	La hausse des températures entraîne la propagation de certaines maladies dans des zones nouvelles, mais les solutions prévues par les mesures de santé publique entrent en concurrence avec les solutions biotechnologiques.	Le niveau élevé des prix énergétiques et la prégnance des réglementations environnementales incitent à recourir aux biotechnologies industrielles pour réduire la consommation d'énergie et les émissions de GES.
Prix alimentaires et eau	Par rapport aux tendances passées, les prix alimentaires restent élevés en raison d'une hausse de la demande de biocarburants et de viande. Les zones frappées de stress hydrique connaissent de fortes hausses de leur population et la planète pâtit, à 67 %, d'une insuffisance ou d'une absence de réseaux d'assainissement.	Le niveau élevé des prix annule certains gains économiques. On constate des investissements de R-D dans l'agriculture et la dépollution environnementale.	La demande de produits alimentaires et d'eau suscite un intérêt pour l'agriculture. Des variétés modernes de plantes issues des biotechnologies apparaissent comme une solution dans de nombreuses régions.	L'absence ou l'insuffisance d'eau potable et d'assainissement accroît la prévalence de certaines maladies.	Les biotechnologies industrielles permettent de réduire la consommation d'eau et de dépolluer l'eau contaminée. Les prix de l'alimentation animale et les pénuries d'eau mettent en question la viabilité des bioraffineries et des biocarburants/biocombustibles.

Tableau 2.3. Les moteurs de la bioéconomie (suite)

		Implications			
Situation en 2030		Bioéconomie	Production primaire	Santé	Industrie
Coûts de santé	Les nouvelles technologies contribuent à une augmentation mondiale des dépenses de soins de santé.	Les préoccupations relatives aux coûts des soins de santé limitent la rentabilité potentielle de la R-D consacrée à la santé, ce qui contribue à susciter une diversification de la R-D biotechnologique vers les applications industrielles et agricoles.	La volonté de contenir les coûts des soins de santé conduit à essayer de favoriser la prévention grâce à une alimentation saine et la production de médicaments par des plantes.	Le recul des tensions liées aux coûts réduit les incitations à la R-D et complique la mise en œuvre de nouveaux dispositifs médicaux onéreux.	Les biotechnologies industrielles sont étudiées pour, en traitant l'eau, prévenir peut-être certaines maladies.
Technologies contributives et concurrentes	L'informatique et les nanotechnologies stimulent l'essor des biotechnologies, dont la concurrence avec les autres technologies s'intensifie.	Les progrès de la puissance de traitement informatique profitent à la bioinformatique. La concurrence dans l'attribution de fonds de R-D s'accroît.	L'agriculture de précision et des techniques de conservation des ressources en eau sont étudiées.	Les avancées des nanotechnologies peuvent résoudre certains problèmes techniques d'administration des médicaments et de thérapeutique expérimentale.	Les nanotechnologies stimulent la mise au point de techniques de dépollution environnementale, mais les bioénergies subissent la concurrence d'autres énergies renouvelables.

## Notes

1. Ce chiffre repose sur la variante moyenne des Nations unies.
2. L'enseignement dit supérieur regroupe la majeure partie des programmes de niveau postérieur au second degré, dont les programmes de professionnalisation en une ou deux années, les diplômes universitaires en trois ou quatre années, et les masters et doctorats.
3. « Très probable » désigne une probabilité d'occurrence évaluée à plus de 90 % (GIEC, 2007).
4. Un récent rapport inventorie 12 maladies qui pourraient s'étendre à de nouvelles zones géographiques sous l'effet du changement climatique : grippe aviaire ; babésiose ; choléra ; virus Ébola ; parasites intestinaux et externes ; maladie de Lyme ; peste ; intoxication paralysante par les mollusques (PSP) due à une recrudescence des dinoflagellés provoquant des marées rouges toxiques ; fièvre de la vallée du Rift ; trypanosomiase africaine ; tuberculose ; fièvre jaune (Wildlife Conservation Society, 2008).
5. Les mesures sanitaires publiques, dont notamment l'assèchement des marais et le recours au DDT pour détruire les moustiques vecteurs, ont été les principales actions à l'origine de l'éradication du paludisme en Europe (Bruce-Chwatt et Zulueta, 1980). Plus récemment, des mesures sanitaires publiques de type quarantaine ou détection précoce ont mis un coup d'arrêt à la propagation du SRAS (Smith et Alvarez, 2008).
6. La consommation annuelle de viande par habitant est déjà passée, dans les pays en développement, de 10 kg en 1964-66 à 26 kg en 1997-99, et devrait atteindre 37 kg en 2030, ce qui augmentera la demande d'aliments pour le bétail de type céréales ou soja (FAO, 2002).
7. La base de données FAOSTAT recense dans le monde, respectivement en 1961 et en 2005, 1 280 780 ha et 1 413 425 ha de terres arables, définies comme les « terres affectées aux cultures temporaires [...], prairies temporaires à faucher ou à pâturer [...] et terres en jachères temporaires [...] ». Les terres abandonnées à la suite de cultures itinérantes ne figurent pas dans cette catégorie. » (FAO, 2005).
8. Il faut à peu près dix fois plus d'eau pour produire un kilogramme de viande que pour produire un kilogramme de blé (FAO, citée par la BBC, 2008).

9. Les nanotechnologies englobent la production et la mise en œuvre de systèmes physiques, chimiques et biologiques à des échelles comprises entre la taille d'un atome ou d'une molécule et 100 nanomètres environ. Un nanomètre vaut un milliardième de mètre.

## Références

- AIE (Agence internationale de l'énergie) (2008), *World Energy Outlook : 2008*, AIE, Paris.
- Banque mondiale (2007), *Global Economic Prospects : Managing the Next Wave of Globalization*, Washington, DC, [www.worldbank.org/gep2007](http://www.worldbank.org/gep2007).
- BBC (2008), « The Cost of Food : Facts and Figures », [news.bbc.co.uk/2/hi/in\\_depth/7284196.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/in_depth/7284196.stm), accès le 12 novembre 2008.
- Bruce-Chwatt, L. J. et J. de Zulueta (1980), *The Rise and Fall of Malaria in Europe*, Oxford University Press.
- Ernst et Young (2008), « Strategic Business Risk : Biotechnology 2008 », [www.ey.com/Global/assets.nsf/International/Industry\\_Biotechnology\\_StrategicBusinessRisk\\_2008/\\$file/Industry\\_Biotechnology\\_StrategicBusinessRisk\\_2008.pdf](http://www.ey.com/Global/assets.nsf/International/Industry_Biotechnology_StrategicBusinessRisk_2008/$file/Industry_Biotechnology_StrategicBusinessRisk_2008.pdf), accès le 12 novembre 2008.
- FAO (2005), *Base de données FAOSTAT*, FAO, Rome.
- FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) (2002), « Agriculture mondiale 2030 : conclusions principales », <http://www.fao.org/french/newsroom/news/2002/7833-fr.html>, accès le 12 novembre 2008.
- FMI (Fonds monétaire international) (2009), *World Economic Outlook : World Growth Grinds to Virtual Halt, IMF Urges Decisive Global Policy Response*, [www.imf.org/external/pubs/ft/survey/so/2009/RES012809A.htm](http://www.imf.org/external/pubs/ft/survey/so/2009/RES012809A.htm), accès le 3 février 2009.
- Frost et Sullivan (2004), « Biopharming in Plants – A Future Method of Biopharmaceutical Production ? », [www.frost.com/prod/servlet/market-insight-top.pag?docid=25148491](http://www.frost.com/prod/servlet/market-insight-top.pag?docid=25148491), accès le 12 novembre 2008.
- GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) (2007), « Bilan 2007 des Changements climatiques – Rapport de synthèse : résumé à l'intention des décideurs », [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_fr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf), accès le 12 novembre 2008.

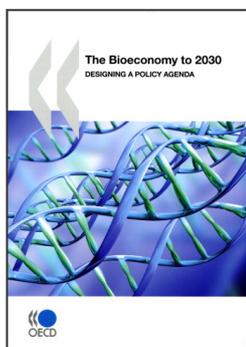
- Lutz, W., *et al.* (2004), « The End of World Population Growth in the 21<sup>st</sup> Century : New Challenges for Human Capital Formation and Sustainable Development », *Earthscan*, Londres, p. 131-137.
- OCDE (2006), « Projecting OECD Health and Long-term Care Expenditures : What are the Main Drivers? », document de travail du Département des affaires économiques de l'OCDE, [www.oecd.org/dataoecd/57/7/36085940.pdf](http://www.oecd.org/dataoecd/57/7/36085940.pdf).
- OCDE (2008a), *Perspectives économiques*, vol.2, p.6, OCDE, Paris, décembre 2008.
- OCDE (2008b), *L'enseignement supérieur à l'horizon 2030 (vol. 1) – Démographie*, OCDE, Paris.
- OCDE (2008c), *Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2030*, OCDE, Paris.
- OCDE (à paraître), *L'avenir des migrations internationales vers les pays de l'OCDE à l'horizon 2030*, OCDE, Paris.
- OCDE-FAO (2008), *Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2008-2017*, OCDE, Paris.
- ONU (Nations Unies) (2006), *Perspectives de la population mondiale : la Révision de 2006*, Division de la population du Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat des Nations unies, <http://esa.un.org/unpp>, accès le 4 avril 2008.
- Smith, R. et M. M. Álvarez (2008), *Global Change and Health : Mapping the Challenges of Global Non-Healthcare Influences on Health*, Organisation mondiale de la santé, Genève.
- Stern, N., *et al.* (2006), « Stern Review Report on the Economics of Climate Change », [www.hm-treasury.gov.uk/stern\\_review\\_climate\\_change.htm](http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_climate_change.htm).
- Wildlife Conservation Society (2008), *The Deadly Dozen*, [www.wcs.org/media/file/DEADLYdozen\\_screen.pdf](http://www.wcs.org/media/file/DEADLYdozen_screen.pdf), accès le 12 novembre 2008.

## *Table des matières*

Sigles et acronymes .....	13
Préface .....	17
Résumé .....	19
<b>Chapitre 1. Définir la bioéconomie</b> .....	<b>23</b>
Qu'est-ce qu'une bioéconomie ? .....	26
Les contours futurs de la bioéconomie émergente .....	31
Notes .....	33
Références .....	34
<b>Chapitre 2. Quels seront les stimulants externes de la bioéconomie d'ici 2030 ?</b> .....	<b>37</b>
Population et revenu .....	40
Démographie et ressources humaines .....	43
Consommation énergétique et changement climatique .....	45
Agriculture, prix alimentaires et eau .....	46
Coûts des soins de santé .....	48
Technologies contributives et concurrentes .....	49
Synthèse des moteurs de la bioéconomie .....	51
Notes .....	55
Références .....	57
<b>Chapitre 3. La bioéconomie aujourd'hui : état des lieux</b> .....	<b>59</b>
Plates-formes technologiques .....	60
Applications des biotechnologies dans le secteur de la production primaire .....	63
Applications des biotechnologies dans le secteur de la santé .....	72
Applications des biotechnologies dans l'industrie .....	82
Biocarburants .....	90
La bioéconomie aujourd'hui .....	95
Notes .....	97

Annexe 3.A1. Variétés transgéniques autorisées par le ministère de l'agriculture des États-Unis (USDA) .....	100
Annexe 3.A2. Classifications de la valeur thérapeutique par la Haute Autorité de Santé (HAS) .....	102
Annexe 3.A3. Analyse des évaluations de la valeur thérapeutique menées par la revue <i>Prescrire</i> .....	103
Références .....	105
<b>Chapitre 4. La bioéconomie à l'horizon 2015</b> .....	113
Les plates-formes technologiques à l'horizon 2015 .....	115
Les applications des biotechnologies dans le secteur de la production primaire à l'horizon 2015 .....	118
Les applications des biotechnologies dans le secteur de la santé à l'horizon 2015 ..	126
Les applications des biotechnologies dans le secteur de l'industrie à l'horizon 2015 .....	138
Biocarburants à l'horizon 2015 .....	144
La bioéconomie en 2015 .....	150
Notes .....	152
Références .....	154
<b>Chapitre 5. Les déterminants institutionnels et sociaux de la bioéconomie</b> .....	159
Recherche publique .....	160
Réglementation .....	166
Droits de propriété intellectuelle .....	175
Réactions de l'opinion publique .....	177
Notes .....	180
Références .....	182
<b>Chapitre 6. Les modèles économiques de la bioéconomie</b> .....	187
Les modèles économiques actuels de la biotechnologie .....	188
Modèles économiques émergents dans le domaine des biotechnologies .....	196
Conclusions .....	211
Notes .....	213
Annexe 6.A1. Dépenses de R-D des principales entreprises de biotechnologie .....	216
Références .....	218

<b>Chapitre 7. La bioéconomie en 2030</b> .....	223
Introduction .....	224
La bioéconomie probable en 2030 .....	224
Scénarios appliqués à la bioéconomie en 2030 .....	233
Conclusions .....	241
Notes .....	243
Annexe 7.A1. Scénarios fictifs de la bioéconomie à l’horizon 2030 .....	244
Références .....	270
<b>Chapitre 8. Quelles options privilégier pour promouvoir la bioéconomie ?</b> .....	273
Production primaire .....	279
Santé .....	287
Industrie .....	298
Questions transversales .....	307
Des enjeux mondiaux .....	310
Calendrier .....	313
Une situation complexe pour l’action publique .....	315
Notes .....	317
Références .....	321
<b>Chapitre 9. Conclusions : cap sur la bioéconomie</b> .....	327
Principales conclusions .....	329
Remarques finales .....	336
Notes .....	337
<b>Annexe A. Membres du groupe de pilotage du projet</b> « Bioéconomie à l’horizon 2030 » .....	339
<b>Annexe B. Experts externes sollicités pour le projet</b> « Bioéconomie à l’horizon 2030 » .....	347
<b>Glossaire de quelques termes scientifiques et techniques</b> .....	353



Extrait de :  
**The Bioeconomy to 2030**  
Designing a Policy Agenda

Accéder à cette publication :

<https://doi.org/10.1787/9789264056886-en>

**Merci de citer ce chapitre comme suit :**

OCDE (2009), « Quels seront les stimulants externes de la bioéconomie d'ici 2030 ? », dans *The Bioeconomy to 2030 : Designing a Policy Agenda*, Éditions OCDE, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264056909-4-fr>

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les arguments exprimés ici ne reflètent pas nécessairement les vues officielles des pays membres de l'OCDE.

Ce document et toute carte qu'il peut comprendre sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région.

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à [rights@oecd.org](mailto:rights@oecd.org). Les demandes d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales peuvent être obtenues auprès du Copyright Clearance Center (CCC) [info@copyright.com](mailto:info@copyright.com) ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) [contact@cfcopies.com](mailto:contact@cfcopies.com).