



LES CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES DU RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Octobre / 2015

Quel sera l'impact du réchauffement climatique sur nos économies et sur nos sociétés ?

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
AVANT-PROPOS	3
ENJEUX STRATÉGIQUES DE RÉDUCTION DES GES	4
UNE BIODIVERSITÉ MENACÉE	6
DES PRATIQUES AGRICOLES EN ÉVOLUTION	7
DES MIGRATIONS HUMAINES EFFECTIVES	10
UN IMPACT SUR LE TOURISME ATTENDU	11
UNE ÉVOLUTION DE L'EMPLOI EN MARCHÉ	13
DES DÉGÂTS CLIMATIQUES A L'ASSURANCE	14
BILAN	17
POUR EN SAVOIR PLUS	10



AVANT-PROPOS

Au-delà des incertitudes sur les causes, le réchauffement climatique est maintenant une certitude. L'élévation de la température moyenne atmosphérique et des océans ne laisse aucune ambiguïté sur l'ampleur des modifications à attendre sur le **cycle hydrologique et climatique**.

Le changement climatique, au-delà de modifier le climat, va induire des impacts sur la **biodiversité**, les écosystèmes et par voie de conséquence sur **l'homme et ses activités** : modification de rendements agricoles, augmentation du nombre de réfugiés climatiques, de catastrophes naturelles, adaptation économique...

Tous les secteurs sont impactés économiquement par les effets du changement climatique : l'agroalimentaire, les transports, la santé, la construction, le tourisme, la banque et la finance, l'investissement et l'assurance,...

Il est largement admis que les effets néfastes du changement climatique seront plus importants dans les pays les moins armés pour s'adapter, que ce soit socialement ou économiquement. Nous devons nous adapter aux manifestations futures du changement climatique pour **limiter les impacts négatifs** et en **saisir les opportunités potentielles**.

A quelle ampleur de modifications nos sociétés doivent-elles se préparer ? Quels sont les secteurs les plus à risque ? Quelles actions à mener pour s'adapter au changement climatique ?

Ce livre blanc est extrait de l'article « *Gaz à effet de serre : enjeux de réduction et méthodes de comptabilisation* » rédigé par Laurent DUMERGUES [G8300]. Retrouver l'intégralité de l'article sur :

www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/environnement-securite-th5/developpement-durable-42597210/gaz-a-effet-de-serre-enjeux-de-reduction-et-methodes-de-comptabilisation-g8300/

ENJEUX STRATÉGIQUES DE RÉDUCTION DES GES

Depuis la dernière période glaciaire, il y a 20 000 ans, la température moyenne planétaire n'a augmenté « que » de 5°C. Pourtant, à cette époque, le monde avait un visage différent : les terres françaises, inaptées aux cultures, étaient gelées à l'année alors que les tropiques avaient des caractéristiques météorologiques similaires à celles que nous connaissons aujourd'hui ; de France, l'accès en Angleterre pouvait se réaliser directement à pieds à cause du niveau de la mer plus bas de 120 mètres...

À l'époque, les concentrations atmosphériques de CO₂ étaient de l'ordre de 190 ppm. Dans les années 1850, au début de la révolution industrielle, elles étaient de 280 ppmv. Les concentrations de CO₂, fin 2011, sont de l'ordre de **390 ppmv**.

Jamais, sur les derniers 800 000 ans, des teneurs en CO₂ et CH₄ n'ont été aussi élevées qu'aujourd'hui : pour le CO₂, les concentrations mesurées dans les carottes glacières en Antarctique ont varié entre **180** (en périodes glaciaires) et **300** ppmv (maximum mesuré en période interglaciaire) pendant les derniers 800 000 ans.

En France, au cours du XX^e siècle, la température moyenne a augmenté de + 0,9 C, contre + 0,74°C à l'échelle mondiale. Cette différence s'explique par le fait que les océans qui couvrent 70 % de la surface de la Terre se réchauffent moins vite que les continents.

Afin d'atteindre les objectifs du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) figurant dans l'accord du Sommet de Copenhague sur le climat en 2009, c'est-à-dire limiter l'augmentation de la température planétaire à + 2 °C par rapport à la température de l'ère préindustrielle, il est nécessaire de maintenir les concentrations de CO₂ dans l'atmosphère sous la barre des 450 ppm.

Au-delà de cette concentration, il y a une forte incertitude sur les possibilités d'un « emballement » climatique associé à de lourdes conséquences estimées pour l'espèce humaine.

Le changement climatique, au-delà de modifier le climat, va induire des impacts sur la biodiversité, les écosystèmes et par voie de conséquence sur l'homme et ses activités : modification de rendements agricoles, augmentation du nombre de réfugiés climatiques, de catastrophes naturelles, adaptation économique...

Cela devrait induire des perturbations dans le marché mondial, les transports, les réserves d'énergie et le marché du travail, la banque et la finance, l'investissement et l'assurance,... Il est largement admis que les effets néfastes du changement climatique seront plus importants dans les pays les moins armés pour s'adapter, que ce soit socialement ou économiquement .

CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES

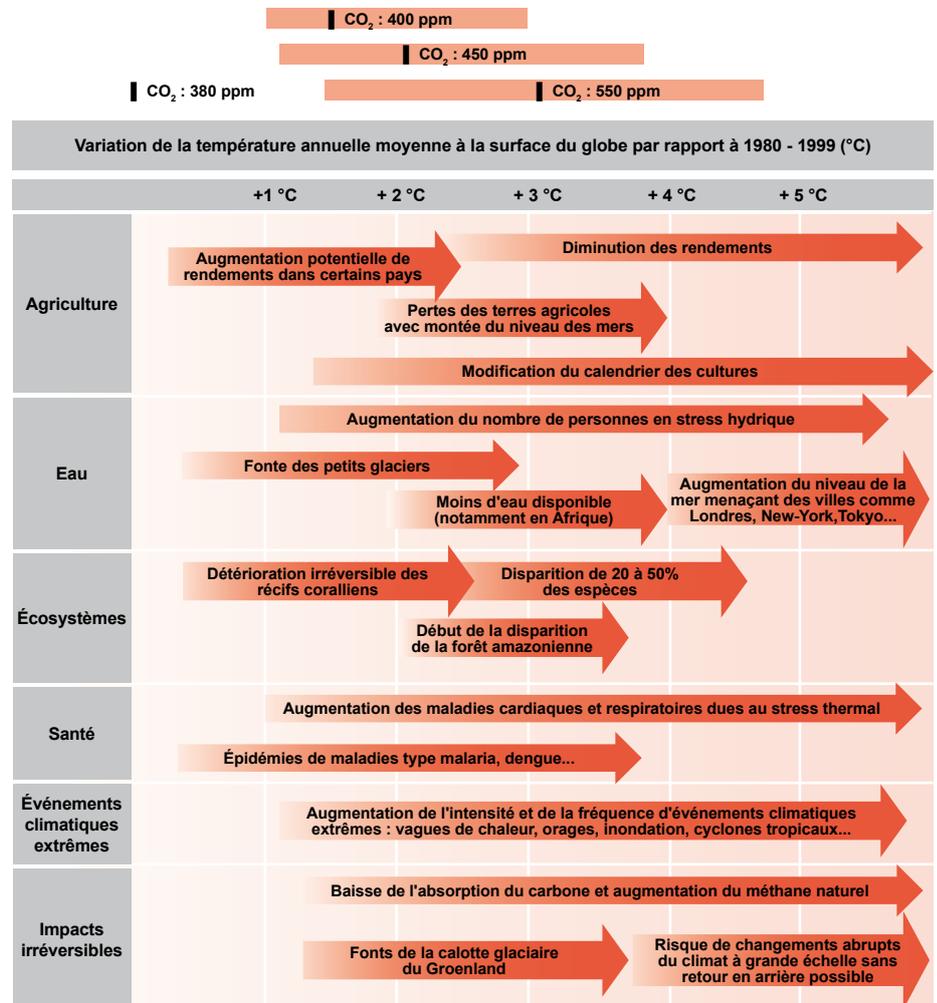
En 2006, le rapport de l'économiste Stern a estimé les conséquences économiques liées à l'adaptation humaine au changement climatique : « *les impacts majeurs du changement climatique coûteraient jusqu'à 20 % du PIB mondial (de l'ordre de 6 000 milliards de dollars US par an selon le rapport) alors que les mesures permettant de les éviter ne coûteraient que 1 à 2 % (soit entre 300 et 600 milliards de dollars par an)* ». Des ordres de grandeurs similaires ont depuis été proposés par le GIEC.

En France, un rapport de l'Observatoire national sur les effets du changement climatique (ONERC) a évalué le coût des conséquences du changement climatique au niveau national à plusieurs milliards d'euros par an à l'horizon 2050.

Ces données restent empreintes d'énormes incertitudes liées aux modèles utilisés (extrapolation linéaire des impacts), aux évolutions futures (inertie des systèmes, capacité d'adaptation, conséquences des événements extrêmes, interaction entre contraintes environnementales et développement économique...) et aux problématiques actuelles (incapacité de nos sociétés à gérer des risques en évolution, méconnaissances, globalisation des impacts...).

En raison de l'inertie des systèmes climatiques, les actions d'adaptation n'auront des effets concrets qu'à moyen ou à long terme, mais nécessitent d'être engagées dès aujourd'hui pour une efficacité maximale et une réduction de l'amplitude des impacts. Mobiliser et réagir à court terme pour contrer un impact à moyen ou à long terme est le grand défi posé par l'adaptation.

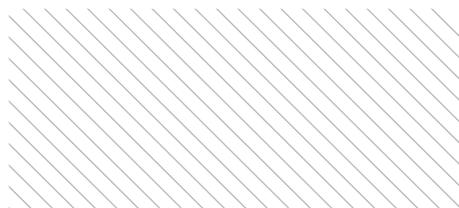
Concentration atmosphérique et intervalle de probabilité de la hausse des températures



Concentrations de CO₂ : les barres horizontales tout en haut indiquent l'intervalle de probabilité de la hausse des températures associée selon les localisations géographiques.

Incidents (flèches) : ces incidents prévisionnels liés au changement climatique seront aussi dépendants du degré d'adaptation, du rythme de changement et du mode de développement socio-économique.

Concentration de CO₂ atmosphérique et exemples d'incidents associés correspondants à l'élévation de la température moyenne à la surface du globe (sources : adaptations de Stern et GIEC)



UNE BIODIVERSITÉ MENACÉE

Les produits et services fournis par les écosystèmes représenteraient 23 500 milliards de dollars par an, soit deux fois la richesse globale produite par l'humanité. 40 % de l'économie mondiale dépend directement de ces services. Il s'agit par exemple de la dépollution naturelle, du cycle de l'eau, de la régulation climatique ou tout simplement de la pollinisation (abeilles...), de l'oxygénation, de la protection physique contre les tempêtes (massif corallien...), etc.

En France par exemple, la disparition des abeilles qui pollinisent les fruits et légumes coûterait 2 milliards d'euros par an en main d'œuvre. La disparition des récifs coralliens en Polynésie française entraînerait une perte monétaire nette d'au moins 4,5 milliards d'euros par an pour les seuls services de régulation (protection côtière, fixation du carbone, épuration de l'eau). L'évaluation des services rendus par la biodiversité sont estimées à 300 €/ha/an pour les prairies, 970 €/ha/an pour les forêts et entre 5 000 et 10 000 €/ha/an pour un récif corallien français.

Au niveau de la santé, 75 % de la population mondiale n'utilise que la seule pharmacopée naturelle (10 000 à 20 000 espèces végétales utilisées en médecine). L'industrie pharmaceutique est l'un des premiers bénéficiaires de la biodiversité : de nombreux principes actifs de médicaments ont été mis au point à partir de molécules naturelles.

Aujourd'hui les connaissances restent très incomplètes tant sur les inventaires précis des écosystèmes et de la biodiversité, que sur la valeur réelle des « services » qui sont apportés par la nature et qui profitent à l'homme.

Les effets annoncés du changement climatique vont nécessiter une adaptation des espèces beaucoup plus rapide que la normale. Des analyses portant sur un échantillon de 1103 plantes terrestres et animaux suggèrent que 15 à 37 % finiraient par disparaître en raison des changements climatiques attendus en 2050.

En parallèle, certains écosystèmes vont être bouleversés par les effets du changement climatique d'origine anthropique. Aux pôles, on note une disparition de la faune terrestre, une modification de la flore, une prolifération des espèces introduites, une acidification des eaux et un appauvrissement des océans en sels nutritifs.

EXEMPLES :

- En Afrique, l'**assèchement de zones déjà arides** est amplifié par le changement climatique. Celui-ci est en voie de faire diminuer le ruissellement d'au moins 40 % du bassin du Zambèze, entraînant une perte d'écosystème.
- La **quantité de carbone atmosphérique consommée par la photosynthèse** a décliné durant la décennie 2000-2010 (elle était ascendante jusque-là). Certains auteurs y voient l'effet de l'accentuation des sécheresses induites par le changement climatique. Une interprétation qui reste à confirmer.
- La **dissolution du CO₂ atmosphérique dans l'eau de mer** provoque l'abaissement du pH (acidification) de celle-ci. Entre 1700 et 1990, toutes les eaux du globe ont vu leur pH diminuer (de l'ordre du dixième d'unité pH). Les eaux plus froides dissolvant mieux le CO₂, cette acidification s'avère plus forte aux hautes latitudes des deux hémisphères.

En parallèle, le **contenu en chaleur de l'océan** augmente. Bien que l'élévation de température moyenne de l'océan soit infime (0,04 °C), 90 % de cette augmentation est attribuée au changement de la Terre depuis 40 ans : la température de l'eau s'est réchauffée 10 fois plus vite, ces 25 dernières années, que durant tout le XX^e siècle.

Des espèces marines commencent à migrer du Pacifique vers l'Atlantique, grâce aux ouvertures saisonnières du passage du nord-ouest.

DES PRATIQUES AGRICOLES EN ÉVOLUTION

Qu'il s'agisse de constats ou de prévisions, les organismes internationaux et nationaux qui étudient les conséquences du changement climatique sur l'agriculture arrivent aux mêmes conclusions : en vue d'assurer une sécurité alimentaire, les pratiques agricoles vont devoir évoluer afin de s'adapter aux changements climatiques.

D'un côté les augmentations de CO₂ atmosphérique vont permettre une **amélioration des rendements pour les plantes utilisant la photosynthèse**. En France, grâce au changement climatique, certaines espèces comme la vigne vont potentiellement évoluer dans des conditions plus favorables.

En contrepartie, le changement climatique est préjudiciable à certaines cultures peu adaptées aux évolutions du climat. Il est à l'origine de **stress hydrique accru**, d'événements météorologiques hors norme plus fréquents, de l'extension géographique de **pathogènes et ravageurs des cultures**, de l'**avancement des dates de récoltes**.

EXEMPLES :

- **Dates de vendanges précoces** : La date des vendanges est un indicateur pertinent du régime thermique de l'année. La phénologie de la vigne est corrélée à la somme des températures moyennes journalières supérieures à 10 °C. Plus la somme des températures est élevée (plus il fait chaud au cours du cycle de développement), plus la date de vendange est précoce.
 - dans le *Saint Émilion* (Gironde), la moyenne des dates de récolte de 1900 à 1990 est réalisée au jour 270 (26 septembre). Depuis, les vendanges se font en moyenne 10 jours plus tôt (jour 260 : 16 septembre). Dans le cas d'années caniculaires, les dates sont encore avancées : jour 244 (1^{er} septembre) en 2003.

- en *Côtes du Rhône méridionales*, en l'espace de 50 ans, et quelle que soit l'appellation (AOC Tavel, AOC Châteauneuf du Pape), la date des vendanges s'est retrouvée avancée de trois semaines et ce phénomène s'intensifie depuis le début des années 1990. Cette précocité pourrait avoir une influence sur la qualité de la vendange car elle décalerait la période de maturation vers des conditions thermiques plus chaudes, en particulier la nuit, alors qu'actuellement, en zone méditerranéenne, des températures fraîches apparaissent comme un facteur de qualité.

- en *Champagne*, les vendanges ont lieu en moyenne deux semaines plus tôt qu'il y a vingt ans. Au cours de cette période, les rendements agronomiques observés n'ont pas diminué, au contraire. En parallèle, on note un gain de 0,8 % vol. d'alcool à maturité moyenne à la vendange liée à une maturation décalée sur des journées plus longues, plus chaudes, et des teneurs en CO₂ atmosphérique probablement plus élevées, améliorant l'efficacité de la photosynthèse.

- **La fièvre catarrhale se répand au sein des herbivores européens** : La fièvre catarrhale est une maladie animale qui touche les herbivores. Originnaire d'Afrique, elle semble monter vers le nord, possiblement grâce au changement du climat. Le virus a été détecté dès la fin des années 1950 au sud de l'Espagne et du Portugal, en 2000 en Corse, en 2006 aux Pays-Bas, Belgique et Allemagne.

Les estimations prévisionnelles font aussi état de changements notoires à prévoir pour l'activité agricole.

EXEMPLES :

- **Production laitière et bovine (États-Unis)** : Aux États-Unis, une augmentation de + 5 °C de la température entraî-

nerait une baisse de rendement de 10 % de la production de lait, et des naissances des veaux.

- **Rendements agricoles (Europe)** : En 2030, les rendements en Europe du Nord devraient atteindre + 20 % pour la pomme de terre et + 24 % pour la vigne (source : IPCC, WG II, chapitre sur l'Europe), mais des baisses de rendements sur les cultures de blé, tournesol et maïs de 14 à 36 % en Europe du Sud.
- **Modifications culturelles et conséquences économiques et sociales (Afrique)** : L'augmentation des températures pourrait signifier la perte totale de certaines variétés actuellement récoltées. En Ouganda par exemple, une augmentation de la température de 2°C entraînera une forte réduction de la superficie totale de la région adaptée à la culture du café robusta. Les petits exploitants, les plus fragilisés, devront adapter leurs pratiques agricoles, créer une nouvelle organisation sociale et inventer des nouvelles stratégies de commercialisation. Au Kenya, les récoltes de première nécessité, cultivées aux latitudes subtropicales, pourraient voir leur production chuter (blé, maïs) ou disparaître (riz) suite à l'augmentation des températures de 2,5°C.
- **Evolution de la flore (France)** : L'effet d'un doublement de CO₂ sur une prairie du Massif Central a été étudié sans modifier les autres conditions climatiques. Les résultats montrent :
 - une modification de la constitution des plantes (plus riches en sucre mais moins en protéine) ;
 - une évolution de la composition botanique de la prairie (la part relative des plantes de la famille des graminées ont tendance à baisser au profit des légumineuses) ;
 - une augmentation de 10 à 20 % de la production de la prairie (augmentation de la photosynthèse et de la fixation biologique de l'azote).
- **Déficit hydrique (France)** : Un déficit hydrique estimé à 2 milliards de m³ d'eau par an serait observé à l'horizon 2050 en réponse au changement climatique, en considérant une stabilité de la demande du secteur industriel, agricole et en alimentation en eau potable. Outre cette baisse de disponibilité en eau, le secteur agricole pourrait subir

des événements extrêmes, des variabilités interannuelles et des risques sanitaires tout en connaissant une hausse des rendements en grandes cultures.

CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES

Pour assurer une sécurité alimentaire et une adaptation de l'agriculture mondiale, des investissements conséquents, et non disponibles actuellement, sont nécessaires.

Aux **États-Unis**, avec des adaptations des pratiques agricoles, les impacts économiques liés au changement climatique sur l'agriculture aboutiraient, entre 2030 et 2090, à des effets opposés : de 4 à 5 milliards de dollars de réduction de profits pour les producteurs (soit une perte de 13 à 17 % des revenus), contrebalancés par des prix plus bas qui bénéficieraient au consommateur (de l'ordre de 1 %).

En **France**, sans mesures d'adaptation, la multiplication d'événements tels que la canicule de 2003 pourrait par exemple entraîner en 2100 un coût atteignant plus de 300 millions d'euros par an pour la culture du blé .

Au-delà des conséquences directes sur la filière agricole, l'ensemble des secteurs annexes est directement ou indirectement économiquement impacté. Il s'agit par exemple des **industries agroalimentaires, agrocarburant et agro-ressources, du bois et de l'ameublement, d'engrais, d'agents phytosanitaires...** :

Exemples d'actions visant à adapter l'agriculture au changement climatique et secteurs concernés

Actions envisageables d'adaptation	Secteurs impactés
<p>Mise au point de pratiques agricoles pour limiter l'émission en gaz à effet de serre :</p> <ul style="list-style-type: none"> • gestion au plus juste des matières organiques d'origine animale et végétale pour réduire les émissions de CH₄ ; • aération et utilisation rationalisée d'azote pour limiter les émissions de N₂O, nouvelles gestions d'apports d'engrais... ; • politique de boisement des terres agricoles, choix d'espèces adaptées produisant le plus de biomasse (bois, feuilles), usage des végétaux comme source d'énergie pour limiter l'usage des énergies fossiles ou comme matériaux dans la construction, préservation de la fertilité des sols... 	<p>Engrais Industrie du bois, énergie, bâtiment</p>
<p>Sélection génétique pour obtenir des variétés à cycle plus long ou plus tardif, plus résistantes à la chaleur. Amélioration de l'efficacité de l'utilisation des engrais.</p>	<p>Recherche, biotechnologies, génétique</p>
<p>Changement d'habitudes agricoles avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'ajustement du calendrier des cultures et des techniques culturales (fertilisation, irrigation) ; • le développement de nouveaux systèmes agricoles et de modes de consommation alternatifs ; • des systèmes nationaux plus efficaces sur la recherche en agriculture et l'échange d'informations entre agriculteurs ; • une gestion de l'eau plus efficace pour s'adapter à un climat plus sec ; • l'utilisation flexible des terres et le choix de variétés appropriées au terroir 	<p>Monde agricole, météorologie Agriculture biologique Systèmes d'information Marché de l'eau Politiques agricoles, locales, labels</p>
<p>Prise en compte du développement ou de l'émergence de maladies et de ravageurs</p> <p>Intégration des politiques agricoles, environnementales et culturelles afin de préserver l'héritage de l'environnement rural</p>	<p>Industrie phytosanitaire</p> <p>Gestion politique, culture</p>

DES MIGRATIONS HUMAINES EFFECTIVES

Les impacts du changement climatique (sécheresse, inondations...) sont d'ores et déjà à l'origine de réfugiés climatiques. Le terme de « réfugié climatique » est apparu pour la première fois dans un rapport de 1985 du programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE). À ce jour, il n'existe pas dans le droit international de définition du statut juridique des réfugiés climatiques.

Même si la quantification et la prévision des déplacements de personnes liées aux conséquences du changement climatique sont empreintes de très lourdes incertitudes, des estimations permettent d'en apprécier les ordres de grandeurs.

EXEMPLES :

- **20 millions de réfugiés climatiques recensés en 2008.** Il s'agit de personnes forcées de quitter leur maison ou leur village à cause de tempêtes, ouragans, typhons, pluies diluviennes et inondations. C'est plus de quatre fois le nombre de réfugiés dus aux guerres et violences. Ce chiffre ne tient pas en compte du nombre de personnes déplacées à cause des catastrophes à évolution lente telles que les sécheresses ou l'élévation du niveau des mers.
- On estime entre **250 millions et 1 milliard le nombre de réfugiés climatiques en 2050** à cause de conditions

météorologiques extrêmes, de la baisse des réserves d'eau et d'une dégradation des terres agricoles.

- **634 millions de personnes sont installées sur les côtes maritimes** à 10 mètres ou moins du niveau de la mer (soit un dixième de la population mondiale). Deux tiers des villes de plus de cinq millions d'habitants sont situées dans des secteurs côtiers de basses terres.

Le changement climatique provoque la fonte des glaciers, des différentes calottes glaciaires, ainsi que la dilatation de l'eau sous l'effet de la chaleur (l'eau chaude occupe plus de volume que l'eau froide). Ces phénomènes augmentent le volume d'eau dans les océans entraînant une hausse du niveau de la mer. Lors de la dernière glaciation, il y a 18 000 ans, le niveau de la mer était 120 m plus bas.

Les modèles informatiques, malgré d'énormes incertitudes, prévoient que le niveau de la mer continuera à s'élever au cours du siècle à venir de 0,11 à 1,35 m à la fin du XXI^e siècle. L'élévation du niveau de la mer ne sera pas identique partout dans le monde.

- **12 000 habitants des îles Tuvalu.** Ces îles seront englouties d'ici à 2050 environ, même si le changement climatique s'arrêtait aujourd'hui. C'est donc un pays qui va disparaître de la carte avec des conséquences difficiles à évaluer : perte de racine, de culture pour les migrants, potentielle tension géopolitique dans les pays hôtes...

UN IMPACT SUR LE TOURISME ATTENDU

Le tourisme mondial a augmenté d'environ 25 % depuis dix ans. Il représente près de 10 % de l'activité économique mondiale et figure parmi les principaux secteurs créateurs d'emplois. Même s'il n'y a plus de doute sur le fait que le tourisme sera impacté par le changement climatique, l'ampleur, la nature et la localisation de ces impacts comportent encore de vastes zones d'ombre.

Tout comme pour l'agriculture, le secteur du tourisme va devoir s'adapter face à la montée des eaux, la perte d'enneigement en montagne, les événements météorologiques difficilement prévisibles, le développement de parasites, la sécheresse, les incendies, l'amplification de phénomènes de pollution, la rareté de l'eau en période caniculaire...

EXEMPLES :

- **33 % des stations des Alpes françaises n'auraient plus un enneigement assuré** en cas d'une augmentation de la température de + 2 °C en moyenne. Dans les Alpes françaises, 143 domaines skiables bénéficient actuellement d'un enneigement fiable. En cas de réchauffement de + 1 °C, cela ne sera le cas que pour 123 stations ; pour 96 stations si le réchauffement atteint 2 °C et seulement pour 55 stations dans le cas d'un réchauffement de 4 °C. Autrement dit, pour des températures supérieures à + 2 °C, aux altitudes de 1 500 à 1 800 mètres, le manteau neigeux serait fortement réduit : les stations situées à cette altitude auraient de considérables difficultés à trouver un équilibre économique.
- **20 % des communes touristiques françaises ont actuellement leurs plages atteintes par l'érosion.** La France connaît une lente remontée du niveau de la mer, ceci indépendamment de l'effet de serre ; ce dernier devrait plutôt accélérer ce phénomène qui contribue, parmi d'autres, à l'érosion des côtes.
- **80 % des communes touristiques françaises sont concernées par les risques naturels.** Si 49 % des communes françaises sont répertoriées par rapport à au moins un type de risques, la proportion devient nettement plus importante pour les seules communes touristiques. Ainsi, les 1 047 communes définies en 1999 par l'Institut français de l'environnement (Ifen) comme très touristiques sont concernées à plus de 80 %. Le changement climatique n'a pas un impact sur tous les risques naturels, et tous les risques naturels n'ont pas la même importance pour le tourisme (*voir tableau*).
- **Les coûts des pertes économiques en Europe liées à la vague de chaleur de 2003** qui a causé plus de 30 000 morts **sont estimés à 15 milliards de dollars.** Cette vague de chaleur, qui correspond à un été moyen en 2080 dans un scénario d'émission du GIEC « SRES/A2 » d'après les modèles climatiques, a montré que beaucoup de logements en France auraient besoin d'être rénovés thermiquement pour être vivables dans un monde futur où plus d'un été sur deux serait plus chaud que celui de 2003. Une telle rénovation coûterait autour de 300 milliards d'euros, c'est-à-dire 25 % du PIB français (hors augmentation de prix qu'engendrerait la pénurie de matériaux et de travailleurs qualifiés dans le secteur de la construction).
- Conséquences indirectes de cyclones :
 - les coûts de reconstruction ont augmenté de près de 40 % en Floride suite aux quatre cyclones de la saison 2004 (conséquence de la pénurie de matériaux et de travailleurs qualifiés). La même année, la Floride a perdu sa place de 1^{re} destination des retraités américains en partie à cause de la conscience du risque cyclonique ;
 - en 1992, suite au passage du cyclone Andrew, on a observé une baisse de 18 % des prix de l'immobilier dans la zone proche mais non touchée par le cyclone. Cette

baisse s'explique par la prise de conscience du risque cyclonique dans une région qui avait été épargnée pendant une longue période.

Même si le changement climatique n'est qu'un des phénomènes naturels impactant les activités touristiques, son implication aggrave généralement le risque global.

Certains impacts peuvent être problématiques pour le tourisme à différents niveaux. Les **pénuries d'eau seront liées aux conflits d'usage probables** : le tourisme consomme

de l'eau potable et sanitaire mais est aussi source d'autres consommations : celles des espaces verts, des hébergements et des activités de loisirs (piscines, canons à neige, golfs). L'accès aux eaux intérieures fournissant un cadre de séjour (lacs, rivières) ou un support d'activités (baignade, nautisme) sera fragilisé (eutrophisation...).

De manière générale, en France métropolitaine, le secteur du tourisme devra s'adapter aux manifestations futures du changement climatique pour limiter les impacts négatifs et en saisir les opportunités potentielles.

Risques naturels, changements climatiques et impact potentiel sur le tourisme :

Phénomènes naturels	Risques associés	Aggravation du risque avec le changement climatique	Importance du risque pour le tourisme
Précipitations et vents	Cyclones tropicaux	Très probable	Très fort
	Tempêtes en métropole	Incertain	Très fort / fort
	Submersion marine (outre-mer)	Certain	Très fort
	Submersion marine (métropole)	Incertain	Mal évalué
	Inondations	Probable	Très fort
	Glissement de terrain	Probable	Modéré
	Avalanches	Incertain / Peu probable	Fort
Vague de chaleur	Canicule	Certain	Très fort
Sécheresse	Feux de forêt	Certain	Très fort
Sismicité	Sismicité	Nul	Très fort

UNE ÉVOLUTION DE L'EMPLOI EN MARCHE

Compte tenu, d'une part, des moyens financiers à mettre en œuvre pour limiter les effets et s'adapter au réchauffement climatique et, d'autre part, de la restructuration annoncée de certains secteurs économiques, des changements sont à prévoir sur le marché de l'emploi. Les mesures permettant à l'Union européenne de réduire ses émissions de CO₂ d'environ 40 % en 2030 ne détruisent globalement pas d'emplois, mais induisent des modifications substantielles de l'offre et de la demande d'emplois et de qualification au sein et entre les secteurs :

- le **transport** (7 % des emplois dans l'UE) recèle un énorme potentiel de création d'emplois dans les modes de transport alternatifs aux véhicules routiers (camion, voiture, moto) et les technologies propres, mais porte des risques pour la filière automobile et le fret routier. Il est possible de stabiliser les émissions du transport de 1990 à 2030, sans politique additionnelle de lutte contre le changement climatique, tout en créant 20 % d'emplois supplémentaires ;
- la **production d'énergie** sera sensible aux politiques énergétiques menées. Des modifications de besoins

de qualification sont à prévoir, liées au développement d'énergies renouvelables. Ce développement devrait permettre un accroissement du nombre de postes d'environ 50 %. Au contraire, entre 1990 et 2030, une diminution d'effectif européen dans le pétrole (- 16 %) et dans le charbon (- 50 %) est prévisible. À ce stade, différents choix politiques seront déterminants : baisse de la consommation énergétique, généralisation de la capture et du stockage de CO₂ pour les centrales à charbon en 2020, maintien du parc nucléaire... ;

- la **sidérurgie** européenne pourrait perdre 15 % de ses effectifs à l'horizon 2030 en raison de la délocalisation vers les pays à bas coûts de main d'œuvre n'appliquant pas de limitation des émissions de CO₂ ;
- le secteur du **bâtiment / construction** constitue un gisement très important d'emplois mais doit relever les défis de la formation au « bâtiment durable » et de l'innovation. La directive européenne sur les travaux correspondant à une « haute qualité énergétique » de 50 kWh/m² doit aboutir à un gain de 10 % de l'emploi européen du secteur.



DES DÉGÂTS CLIMATIQUES À L'ASSURANCE

Les dégâts les plus fréquents occasionnés par le climat sont :

- **inondations** : elles se produisent le plus souvent près des cours d'eau sous forme de crue, mais aussi potentiellement dans n'importe quelle région du globe après de violents épisodes de pluie (averses, orages). Les inondations peuvent conduire à une érosion des sols et des reliefs, aux glissements de terrains lors de pluies torrentielles, à la pollution des eaux, à la destruction de biens matériels... ;
- **tempêtes, typhons, cyclones et ouragans** : ils sont caractérisés par des vents violents de 120 à 350 km/h, qui circulent entre les zones de basse pression atmosphérique et les zones de haute pression. Les conséquences des tempêtes sont diverses : destructions matérielles, érosion mécanique, inondations, augmentation temporaire du niveau des mers, glissements de terrains... Pour les compagnies d'assurance, les ouragans représentent la catastrophe naturelle la plus significative : ils sont ainsi, à eux seuls, responsables des deux tiers des dépenses de ces compagnies en matière d'indemnisation depuis 1950 ;
- **sécheresses, canicules** : les sécheresses correspondent à une élévation de température couplée à de nombreux paramètres : nombre de jours passés sans précipitation, nature des sols, taux d'évaporation, quantité des dernières précipitations, type de végétation présente... Ses effets sont progressifs : diminution de la disponibilité en eau, ralentissements ou arrêts des productions de certaines entreprises (centrale nucléaire, pertes des récoltes agricoles), feux de forêts, voire même des pertes humaines. La sécheresse reste l'une des catastrophes naturelles les plus difficiles à prévoir.

Les coûts engendrés par ces dégâts sont généralement importants.

EXEMPLES :

- Le coût **potentiel à l'économie mondiale pour chaque degré centigrade supplémentaire** est de 2 000 milliards de dollars, selon Munich Re le géant allemand de la réassurance.

Même ordre de grandeur pour les Nations unies qui estiment que les risques climatiques pourraient coûter jusqu'à 1 000 milliards de dollars par an à la communauté internationale d'ici 2040.

- 3,4 %. C'est le **coût potentiel (en % du PIB américain)** dû aux variations des paramètres thermiques (températures) et hydrique (précipitation) par rapport à la normale (soit jusqu'à 485 milliards de dollars par an pour l'économie américaine).

Les secteurs de l'industrie minière (par une variation des demandes en charbon, pétrole et gaz à des fins de chauffage) et de l'agriculture sont les plus sensibles. Ils peuvent voir varier leurs résultats économiques annuels de 14 % et 12 % respectivement pour chacun des deux secteurs. Viennent ensuite le secteur manufacturier (variation de 8 %), ceux de la finance et de l'assurance (8 %), ceux des ventes de biens (7 %). En revanche, les résultats des secteurs des services semblent peu impactés tout comme ceux du commerce de détail (2 %).

- > 1 milliard d'euros. C'est le **coût potentiel des dommages aux logements générés par les glissements de terrains des sols argileux** en France en 2100 comme conséquence de l'augmentation de la fréquence des canicules. À ce jour, ce coût s'élève à environ 200 millions d'euros par an. Le montant prévisionnel pourrait être multiplié par un facteur 4 à 5 si l'on prolonge les tendances actuelles d'urbaniser dans les zones à risques.

- > 10 milliards de dollars. C'est le **coût des pertes économiques liées aux inondations majeures**. En 1998, les inondations en Chine furent à l'origine de 30 milliards d'euros de pertes. Seuls un milliard de ces pertes étaient des biens assurés (soit 3,3 %).

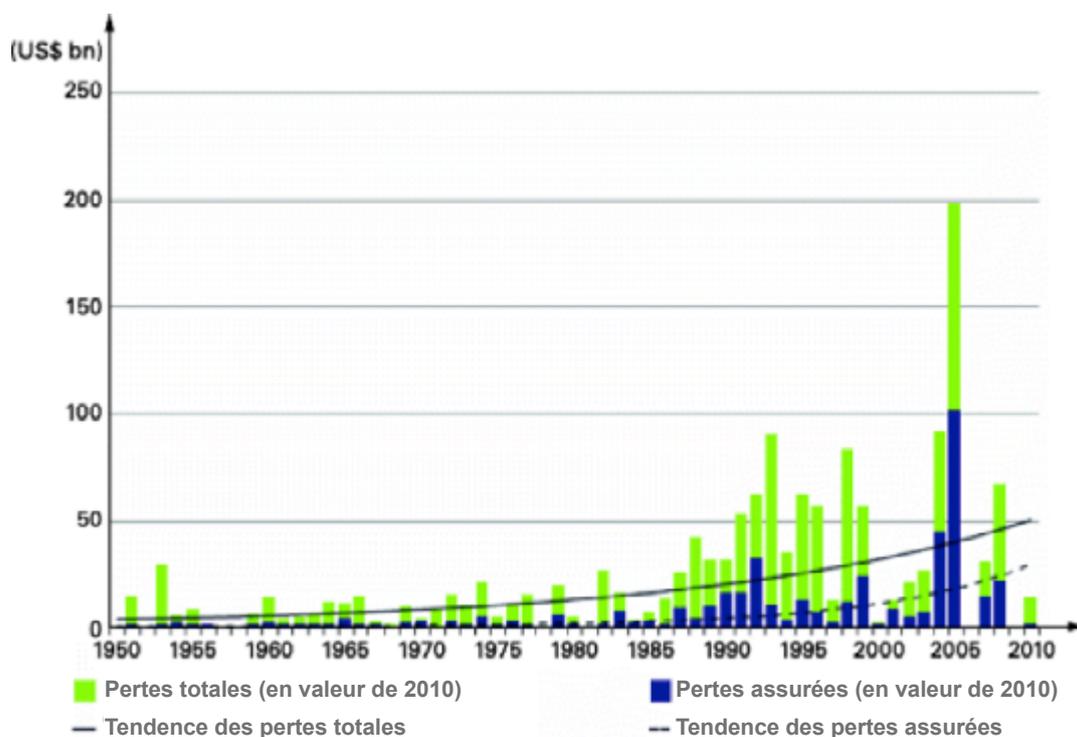
En 2002, les inondations en Allemagne et Europe de l'Est ont coûté 16,5 milliards d'euros dont 3,4 milliards d'euros de biens assurés (21 %).

- > 10 milliards de dollars. C'est le **coût des pertes économiques assurées liées aux sécheresses majeures**. Pour les assurances, les principales pertes causées par les sécheresses sont les destructions de récoltes. Viennent aussi les pertes de production énergétiques dues aux périodes de sécheresse et les pertes dues aux interruptions des transports fluviaux, en raison d'un niveau des eaux trop faible pour permettre la navigation. Le montant de tous ces dégâts atteint parfois des sommes

considérables : 13 milliards de dollars pour la sécheresse ayant affecté l'Ouest américain en 1988.

- > 100 milliards de dollars. C'est le **coût des pertes économiques liées aux cyclones majeurs**. En 2005, le cyclone Katrina qui a frappé les États-Unis a engendré 125 milliards de dollars de perte. En Europe, les pertes liées à la tempête Lothar en 1999 ont été estimées à 11,5 milliards de dollars. Dans les deux cas, près de la moitié des pertes concernait des biens assurés.

La conjonction de facteurs économique (augmentation de la valeur des biens assurés du fait des développements technologiques), culturel (grande pénétration de l'assurance dans les modes de vie des sociétés occidentales), sociétale (concentration des activités humaines) et climatiques (augmentation de la fréquence et l'ampleur des événements climatiques) aboutissent à une augmentation des pertes économiques assurées ces vingt dernières années.



Coût totaux (en milliard de dollars US) et assurés des grandes catastrophes liées au climat de 1950 à 2010 : inondations, sécheresses, tempêtes...

La première catastrophe naturelle ayant causé plus d'un milliard d'euros de dommages couverts par les assurances serait l'ouragan Alicia qui a touché les États-Unis en 1983. Depuis les années 1980, l'ensemble des aléas climatiques sévères ont causé plus de 1 600 milliards de dollars de dégâts. Leur nombre a déjà triplé depuis 1950.

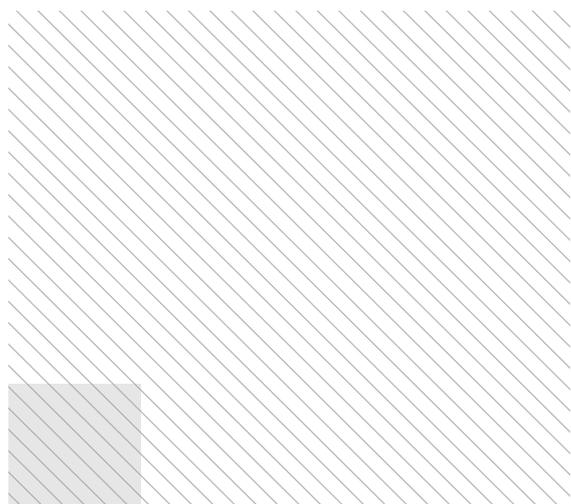
On estime que le secteur de l'assurance ne supporte que 20 % en moyenne des pertes dues à des événements climatiques, le reste étant à la charge de l'État, des collectivités locales et des propriétaires. Cette proportion est très faible dans les pays en développement où le marché de l'assurance est peu développé (7 % en Afrique et 4 % en Asie pour l'année 1998), et plus importante, mais inférieure à 50 %, dans les pays développés : 27 % en Europe, 30 % aux États-Unis, 34 % en Australie.

Afin de pallier cette problématique, les assureurs s'organisent de plus en plus afin de transférer les risques vers des sociétés de réassurance. Les assurés voient se développer :

- la hausse des prix des contrats d'assurance ;
- la limitation de la valeur des biens assurés ;
- la limitation du périmètre de remboursement ;
- l'obligation de maîtrise des pertes (pour les industriels qui doivent mettre en place une politique de prévention des risques).

Globalement, un activisme actionnarial de la question climatique se développe.

Les banques, les assureurs et investisseurs demandent de plus en plus d'engagements de la part d'entreprises appartenant à des secteurs fortement exposés. Ces dernières sont souvent amenées à évaluer les impacts de leurs émissions de GES et à s'expliquer sur leurs actions d'amélioration.



BILAN

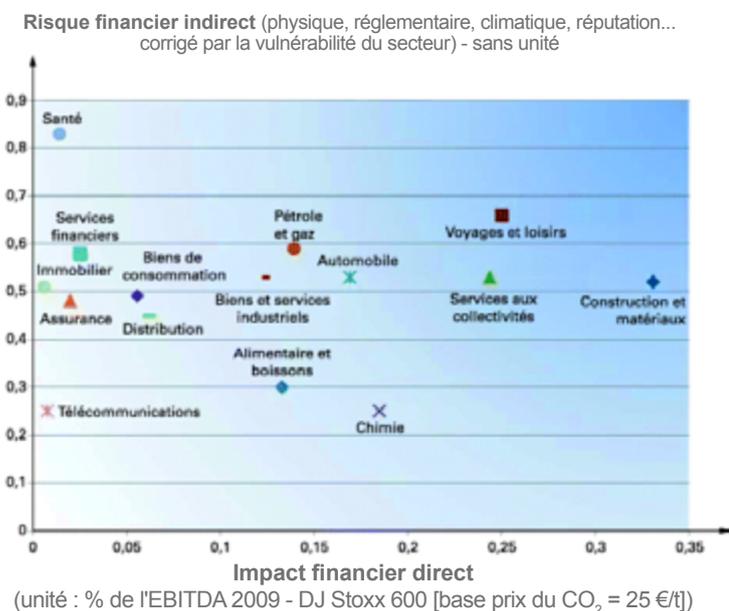
Les exemples précédents montrent qu'indirectement tous les secteurs sont impactés économiquement par les effets du changement climatique (agriculture, assurance, agroalimentaire, tourisme, santé, construction, services financiers...).

Ces secteurs sont impactés de différentes façons (voir tableau ci-dessous). Pour le secteur de la santé par exemple, le changement climatique est potentiellement à l'origine de risques à la fois sur du court terme (événements climatiques extrêmes aboutissant à des décès prématurés) et sur du long terme (modifications dans la dynamique des maladies infectieuses).

Changement climatique : principales interactions sectorielles identifiées

Effets liés au changement climatique	Agriculture	Forêt	Eau	Santé	Tourisme	Énergie	Infrastructures	Risques naturels	Biodiversité
Baisse de la ressource en eau, conflits d'usage	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Usage de la ressource en bois		■				■			■
Développement de maladies animales et végétales transmissibles à l'homme	■			■					■
Modification des productions agricoles du terroir	■				■				
Modification des ressources pour la pêche	■		■						■
Transmission de maladie par les voyageurs et santé des touristes				■	■				
Développements microbiens, évolution de l'aire de répartition de certains vecteurs				■					■
Développement de maladies allergènes (pollens)				■					■
Utilisation de l'énergie dans les transports				■		■	■		
Consommation d'énergie dans le cadre du bâti						■	■		
Inondations			■	■		■	■	■	■
Risques côtiers				■	■		■	■	■
Mouvements de terrain			■		■		■	■	
Incendies de forêt		■		■	■			■	■

Au-delà des risques économiques liées directement aux conséquences purement physiques du changement climatique, certains secteurs se retrouvent fragilisés économiquement par rapport à des risques indirects (réglementation, taxes sur les gaz à effet de serre...)



• Dans le rapport « Climate changes your business » (bilan d'une cinquantaine de rapports, principalement financiers), quatre types de risques liés au changement climatique ont été identifiés :

- les **risques réglementaires** (conséquences d'une réglementation, de taxes...);
- les **risques physiques** (impacts directs météorologiques...);
- les **risques de réputations** (auprès du marché boursier, des consommateurs...);
- les **risques de litige** (juridique, administratif...).

Les risques sont quantifiés d'élevé (2) à faible (0) en fonction de leur occurrence relevée dans les 50 rapports étudiés. Ces résultats ont été par la suite recoupés avec le niveau de vulnérabilité par secteur pour aboutir à :

- six secteurs en zone de danger (risque « climatique » supérieur à la préparation du secteur) : **pétrole/gaz,**

aviation, santé, finance, tourisme et transport ;

- neuf secteurs en « zone mixte » (le risque climatique est globalement compensé par la préparation) : **automobile, construction et matériel, assurance, bâtiment, industrie manufacturière, métaux, pharmacie, distribution, services ;**

- trois secteurs en zone « privilégiée » (la préparation de ces secteurs leur permet de ne pas être soumis à des risques significatifs) : **télécommunication, chimie, alimentaire et boissons.**

- Le secteur de la finance n'est pas insensible aux émissions de gaz à effet de serre des sociétés. De nouveaux indices, prenant en compte les émissions carbone des entreprises, proposent aux investisseurs une nouvelle alternative de placement financier.

L'indice Low Carbon 100 Europe® par exemple mesure la performance des 100 plus grandes sociétés européennes émettant le plus faible niveau de CO₂ dans les secteurs ou sous-secteurs auxquels elles appartiennent. En moyenne, les entreprises du Low Carbon 100 Europe émettent 42 % de CO₂ de moins que l'ensemble des entreprises du panel. Un tiers sont des entreprises financières. Viennent ensuite l'industrie et les biens de consommation qui représentent chacun 12 % de l'indice, contre 10 % pour les services de consommation.

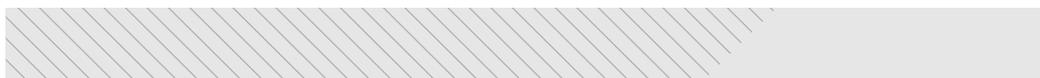
Progressivement de 2013 jusqu'en 2027, les quotas d'émissions de CO₂ attribués aux entreprises sur le marché européen des quotas, par l'European Union Trading Scheme, vont devenir payants et concerner un périmètre de plus en plus étendu. En se basant sur cette contrainte, AXA Insurance UK et Trucost ont analysé les conséquences économiques du risque carbone sur les entreprises du DJ Stoxx 600.

Certains secteurs vont être particulièrement touchés, puisque le coût des émissions carbone en % de l'EBITDA dépasserait les 30 % pour le secteur « construction et matériaux » et les 20 % pour les secteurs des « services aux collectivités », « voyages et loisirs », « ressources de base ». Cette étude met en avant la fragilité de secteurs pourtant

faiblement émetteurs de carbone de par leur activité, mais qui vont émettre indirectement du fait de l'utilisation de processus de production intensifs en carbone.

Au final, même si les risques directs et indirects, liés au changement climatique, sur les différents secteurs économiques sont bien réels, ils peuvent aussi être perçus comme une opportunité de développement avec la création de nouveaux emplois. Pour les industries de biens d'équipement par exemple, il faudra compter sur une substitution des emplois générés par la conception, l'ingénierie et la construction des équipements liés à la production d'énergie à partir de combustibles fossiles et au transport routier individuel (camions, voitures), par des emplois dans la filière équipementière des énergies renouvelables (éolien, solaire) et de la cogénération, de l'efficacité énergétique, voire du nucléaire, et du matériel ferroviaire.

L'intégration des nouvelles technologies de l'information et de la communication aux technologies à faible contenu en carbone (conception et gestion des systèmes de contrôle dans le bâtiment et le transport) ainsi que la recherche de nouveaux produits et services (nouveaux matériaux composites dans l'éolien) exigeront des qualifications de haut niveau.



POUR ALLER PLUS LOIN :

- DUMERGUES Laurent – **Gaz à effet de serre : enjeux de réduction et méthodes de comptabilisation** [G8300], Environnement (2012)
- DAVID Jacques, LE NGOC Boris – **Problématiques économiques du changement climatique** [P4247], Environnement (A paraître 2015)
- LA JEUNESSE Isabelle – **Changement climatique et impacts sur l'eau** [P4242], Analyse et caractérisation (2015)
- MOLINARI Laurent – **De la comptabilité carbone au management des GES** [G8305], Environnement (2012)
- WOLFF Aurélie – **Bilan Carbone® – Mise en œuvre** [G1819], Environnement (2015)
- FAUCHEUX Sylvie – **Les conséquences économiques du changement climatique** [SE4240], Sécurité et gestion des risques (A Paraitre 2015)
- Base documentaire « **Risques naturels et impacts industriels** » [réf. 42828], Sécurité et gestion des risques
- Base documentaire « **Développement durable** », Environnement
- Base documentaire « **Analyse dans l'environnement** », Techniques d'analyse
- Base documentaire « **Les grands rendez-vous de l'année 2015** », Innovations technologiques

TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR

QUI SOMMES-NOUS ?

Fondées en 1946 et membres du groupe Weka depuis 1996, les Éditions T.I. sont un leader incontesté de l'information scientifique et technique. Intégrées depuis leur création au paysage mondial de la documentation francophone, elles se déclinent aujourd'hui en deux grandes activités :

- La publication de ressources documentaires de référence (Dossiers fondamentaux, Fiches et outils pratiques », Services associés, articles de Veille & Actualités, etc.)
- Un service de conseil en ingénierie technologique : « Conseil et Formation »

TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR C'EST :

- La plus importante collection documentaire technique et scientifique en langue française,
- Un département dédié à la formation, externe et interne,
- Un acteur majeur du conseil pour l'industrie française et la recherche,
- Le partenaire de référence qui accompagne les industriels français dans leurs projets depuis 60 ans.

TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR EN QUELQUES CHIFFRES :

- Une référence pour les ingénieurs depuis plus de 60 ans,
- Plus de 400 bases documentaires,
- Un réseau de 3 500 experts,
- Plus de 8 000 articles de base documentaire (ou scientifiques), dont 3 000 articles d'archives,
- Près de 2 000 articles d'actualité,
- Plus de 700 fiches de mise en application pratique,
- Un bouquet de 9 services,
- Plus de 300 000 utilisateurs,
- Plus d'un million de pages vues chaque mois sur www.techniques-ingenieur.fr.

LES THÉMATIQUES COUVERTES :

Sciences fondamentales | Génie industriel | Procédés Chimie Agro Bio | Mesures Analyse
Matériaux | Mécanique | Énergies | Électronique Photonique | Technologies de l'information
Construction | Innovation | Environnement

EDITIONS TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR (E.T.I.)

IMMEUBLE PLEYAD 1 – 39, BOULEVARD ORNANO 93200 SAINT-DENIS FRANCE

TÉLÉPHONE : 01 53 35 20 00

MAIL : ACTUS@TECHING.COM

WWW.TECHNIQUES-INGENIEUR.FR
