

## Chapitre 2 : La dégradation des écosystèmes

### 1. En quoi les écosystèmes ont-ils changé ?

#### 1.1 Quels types d'écosystèmes ont le plus changé ?

Presque tous les écosystèmes sur Terre ont subi des transformations importantes suite aux actions de l'Homme. Les écosystèmes ont changé plus rapidement au cours de la deuxième moitié du XXe siècle qu'à n'importe quelle autre période de l'histoire de l'humanité. La conversion des forêts et des prairies en terres de culture, le détournement d'eau douce et son stockage derrière des barrages, ou encore la perte des zones de récifs coralliens et de mangroves sont quelques-uns des changements les plus considérables.

Aujourd'hui, les changements les plus rapides ont lieu dans les pays en voie de développement, mais les pays industrialisés ont connu des changements comparables par le passé. Toutefois, les transformations actuelles semblent se produire à un rythme plus élevé par rapport aux changements antérieurs à l'ère industrielle.

**Les écosystèmes marins côtiers et insulaires , Les écosystèmes agricoles et forestiers , Les écosystèmes urbains, polaires et des zones arides, Les écosystèmes des eaux intérieures et des montagnes.**

Au sein des **écosystèmes marins**, les populations des espèces pêchées ont souffert de la demande mondiale croissante en nourriture pour les humains et les animaux. Depuis le début de la pêche industrielle, la masse totale subsistant dans le milieu naturel des espèces marines exploitées commercialement a diminué de 90% à de nombreux endroits de la planète.

La création de barrages et le captage d'eau pour les activités humaines ont modifié les **écosystèmes d'eau douce**. En effet, ces interventions humaines ont perturbé le débit de bon nombre de grandes rivières, ce qui a eu entre autres comme effet de diminuer le flux de sédiments. Ces sédiments constituent la source principale d'éléments nutritifs pour les écosystèmes des estuaires.

Au sein des **écosystèmes terrestres**, plus de la moitié des terres initialement occupées par de nombreux types de prairies et de forêts ont été converties en terres agricoles. Les seuls types d'écosystèmes terrestres à n'avoir connu que des changements relativement mineurs sont les toundras et les forêts boréales. Néanmoins, l'impact du changement climatique commence à s'y faire ressentir.

De façon générale, la transformation des écosystèmes en terres agricoles commence à ralentir. Comme la majeure partie des terres adéquates ont déjà été converties, les options d'expansion future pour les terres de culture et d'élevage se font de plus en plus rares dans bien des régions du globe. Par ailleurs, les progrès en matière de productivité agricole ont également réduit le besoin d'extension des terres arables. En outre, dans les régions tempérées, certains terres de culture sont aujourd'hui reconverties en forêts ou ne servent plus à l'agriculture.

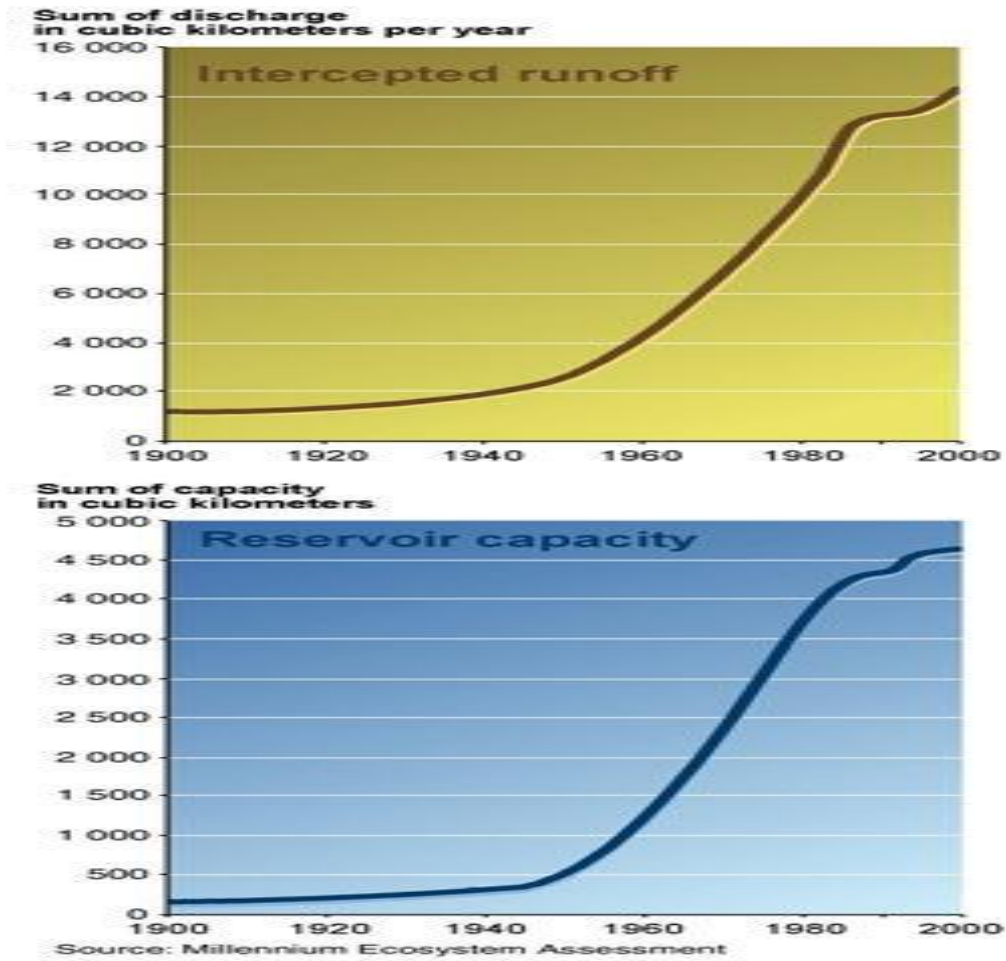
## **1.2 En quoi les cycles naturels ont-ils changé ?**

La capacité des écosystèmes à procurer des bienfaits aux hommes – en d'autres termes, à leur fournir des services – est fondée sur les cycles naturels de l'eau, de l'azote, du carbone et du phosphore. Dans certains cas, les activités humaines ont modifié de façon significative ces processus. Les changements ont été plus rapides au cours de la deuxième moitié du XXe siècle qu'à n'importe quelle autre période de l'histoire de l'humanité.

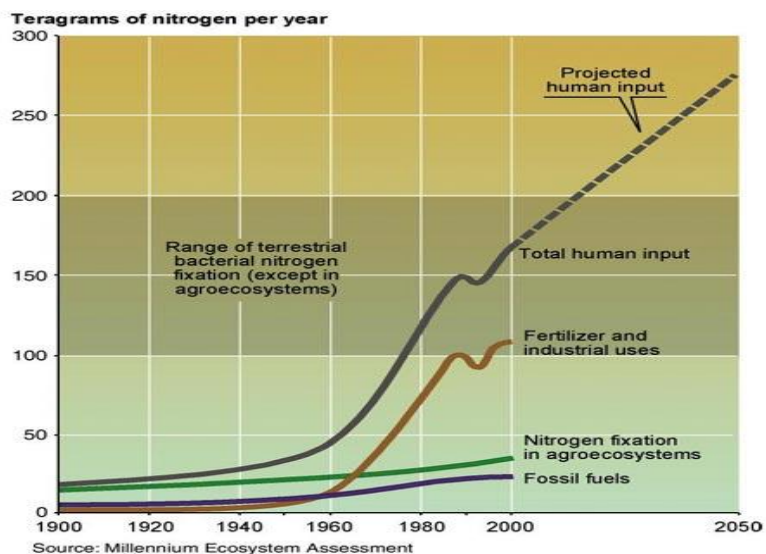
**1.2.1 Le cycle de l'eau :** les captages d'eau depuis les rivières et les lacs pour l'irrigation, les usages urbains et les applications industrielles ont doublé entre 1960 et 2000.

Globalement, l'Homme utilise un peu plus de 10% des réserves renouvelables d'eau potable disponibles. Toutefois, dans certaines régions comme en Afrique du Nord, l'eau des nappes phréatiques est captée plus rapidement qu'elle n'est renouvelée.

**1.2.2 Le cycle du carbone :** Au cours des deux derniers siècles et demi, la concentration de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans l'atmosphère a augmenté d'un tiers. Les écosystèmes terrestres constituaient une source nette de dioxyde de carbone au cours des XIXe et XXe siècles et sont devenus un puits net de carbone vers le milieu du siècle dernier. On doit ce renversement à l'augmentation de la croissance des plantes provoquée notamment par de nouvelles pratiques agricoles ou de gestion des forêts.



**1.2.3 Le cycle de l'azote :** La quantité totale d'azote mise à disposition des organismes par les activités humaines a été multipliée par neuf entre 1890 et 1990. Cette augmentation a été particulièrement forte à partir de 1950 à cause de l'usage accru d'engrais synthétiques. Aujourd'hui, les activités humaines libèrent autant d'azote que toutes les autres sources réunies.



**1.2.4 Le cycle du phosphore** : l'usage d'engrais à base de phosphore et le rythme d'accumulation du phosphore dans les sols agricoles ont presque triplé entre 1960 et 1990, mais ont diminué quelque peu depuis. Le flux de phosphore vers les océans équivaut actuellement à trois fois le flux naturel.

### **1.3 Quels changements dans la biodiversité a-t-on observé ?**

Un changement dans un écosystème touche nécessairement les espèces qui en font partie. A leur tour, les changements au sein des espèces influencent les processus liés aux écosystèmes (chaînes et réseaux alimentaires).

1.3.1 Les espèces sur Terre sont exposées à l'extinction ou à la perte de populations ainsi qu'à l'invasion ou à l'introduction d'espèces dans de nouvelles régions.

1.3.2 La disparition d'espèces Au cours des derniers siècles, l'Homme a multiplié le rythme d'extinction par un coefficient qui se situe entre 50 et 1000 fois celui du rythme naturel.

- La majorité des espèces au sein de nombreux groupes d'espèces ont vu s'amoinrir leurs effectifs, leur étendue géographique, ou les deux.
- Certaines espèces ne sont pas en déclin, soit parce qu'elles sont protégées dans des réserves naturelles, soit parce que certaines menaces qui pèsent sur elles sont éliminées, ou encore parce qu'elles s'épanouissent dans les paysages modifiés par l'Homme.
- Parmi les groupes bien étudiés (les conifères, les cycadées, les amphibiens, les oiseaux et les mammifères), 10 à 50% des espèces sont actuellement menacées d'extinction.

1.3.3 L'érosion génétique : Globalement, la gamme de différences génétiques entre les espèces a diminué, en particulier en ce qui concerne les plantes de culture et les animaux d'élevage.

- Cette tendance a également été observée chez les espèces sauvages fortement exploitées à des fins commerciales.
- Dans les écosystèmes agricoles, l'intensification de l'agriculture et la diminution de l'utilisation des espèces locales traditionnelles en faveur d'un nombre plus réduit de variétés modernes ont provoqué une perte de la diversité génétique des plantes et des animaux domestiques.
- Les banques de graines ont permis d'éviter partiellement la perte définitive de diversité génétique.

## 2. Types de services fournis par les écosystèmes :

Les services fournis par les écosystèmes sont les multiples bienfaits que les écosystèmes procurent aux Hommes. Ceux-ci comprennent :

A) les services d'approvisionnement tels que la nourriture, l'eau, le bois, la fibre et les ressources génétiques...;

B) les services de régulation tel que la régulation du climat (Pm, T°C, Air...) la qualité de l'eau et interaction des facteurs biotiques et abiotiques afin d'assurer l'équilibre biologique;

C) les services culturels tels que les bienfaits récréatifs, esthétiques et spirituels;

D) les services de soutien tels que les facteurs de formation des sols, la pollinisation, le cycle des éléments nutritifs (réseaux trophiques)...etc.

- L'utilisation humaine de tous les services fournis par les écosystèmes s'est intensifiée rapidement.
- L'Homme a seulement augmenté la quantité ou la production d'un nombre réduit de services fournis par les écosystèmes, en particulier les récoltes, les animaux d'élevage, l'aquaculture...etc.

A peu près deux tiers des services évalués ont été dégradés au cours du siècle dernier, notamment l'approvisionnement en eau douce et la pêche.

**2.1. Les services d'approvisionnement** sont les produits que procurent les écosystèmes, tels que la nourriture, l'eau douce et le bois. L'utilisation que l'Homme en fait a augmenté rapidement au cours de la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle ne cesse d'augmenter.

La capacité des écosystèmes à fournir ces services dans le futur est compromise lorsque les services sont utilisés plus vite qu'ils ne peuvent être renouvelés.

La durabilité de l'utilisation des services d'approvisionnement varie d'un endroit à l'autre, mais pour plusieurs de ces services, l'usage qui en est fait n'est, globalement, pas durable.

Par exemple : Le rythme de pêche actuel a entraîné l'effondrement de nombreuses populations de poissons. Un quart des stocks de poissons marins est aujourd'hui surexploité ou fortement amoindri.

Dans l'ensemble, l'utilisation locale d'eau douce dépasse souvent les réserves renouvelables, ce qui réclame une surexploitation des eaux souterraines ou des transferts d'eau...

Dans certaines régions, les pratiques agricoles ne sont pas durables à cause de l'utilisation excessive de sources d'eau, d'engrais ou de pesticides ou encore à cause de la dégradation du sol.

**2.2. Les services de régulation** sont le résultat de processus liés aux écosystèmes. Ils comprennent par exemple la régulation du climat et le traitement des déchets.

L'Homme a profondément modifié les services régulation en modifiant l'écosystème l'exemple de cas du traitement des déchets, en dépassant la capacité des écosystèmes à assurer ce service (problème de décharges des produits).

Les changements dans les écosystèmes ont provoqué :

- une dégradation de la régulation du climat due aux changements dans les niveaux de CO<sub>2</sub>, augmentation des T°C...
- une modification de la distribution et de la fréquence des maladies due à la transformation des habitats, par exemple suite aux contacts plus rapprochés entre les populations,
- une augmentation significative des inondations et d'incendies de forêts sur tous les continents depuis.
- l'incapacité des écosystèmes à éliminer la totalité des toxines « substance toxique élaborée par un organisme vivant (bactérie, champignon vénéneux, insecte ou serpent venimeux » et des excédents d'éléments nuisibles (nocifs) en raison de leur surabondance.

**2.3. Les services culturels** sont aussi des bienfaits que l'Homme retire des écosystèmes, à savoir par exemple l'enrichissement spirituel et les loisirs. la demande de ces services ne cesse d'augmenter.

- La transformation des écosystèmes Ainsi, la perte rapide d'écosystèmes et de paysages appréciés pour leur valeur culturelle et contribuer à rompre l'unité sociale (impact important sur la stabilité sociale des différentes populations).

**2.4. Quel est le lien entre la biodiversité et les services des écosystèmes ?**

- Les changements dans la biodiversité affectent la capacité des écosystèmes à fournir des services et à se remettre de perturbations. Lorsqu'une espèce apparaît ou disparaît à un endroit déterminé, les services fournis par les écosystèmes qui dépendent franchement de cette espèce sont perturbés aussi.

## **2.5. Quelles sont les conséquences des choix entre différents services ?**

Quand l'Homme modifie un écosystème pour en améliorer un des services, cela se solde généralement par des changements dans d'autres services de cet écosystème soit par :

**Contreparties négatives :** L'amélioration d'un des services d'un écosystème peut entraîner des effets négatifs sur d'autres services ...

Recourir à des combustibles fossiles plutôt qu'à du bois de chauffage, par exemple, réduit la pression sur les forêts, mais augmente les émissions nettes de gaz à effet de serre.

Par exemple, l'augmentation de la production alimentaire impliquent souvent les effets suivants: diminution des ressources en eau, perte de biodiversité, diminution de la couverture forestière, perte de produits forestiers ou encore émission de gaz à effet de serre. Ces contreparties négatives sont rarement prises en compte comme il se doit au moment de prendre des décisions pour la production ou l'exploitation.

**Réponses positives:** les mesures visant à conserver ou à améliorer une composante particulière d'un écosystème ou ses services peuvent également produire des synergies positives pour d'autres services ou à d'autres parties pérennantes.

Les espaces verts en ville, par exemple, répondent aux besoins spirituels, esthétiques, éducationnels et récréatifs tout en générant d'autres services tels que la purification de l'air, l'offre d'habitats pour la faune sauvage et la séquestration du carbone.

Les synergies positives apparaissent souvent entre les services culturels, et de soutien d'une part et la conservation de la biodiversité d'autre part.

## **3. Quel est l'impact des changements dans les écosystèmes sur le bien-être humain**

### **3.1. Un lien direct entre le bien-être humain et services des écosystèmes**

Le bien être de l'Homme dépend notamment de son bien-être matériel, de sa santé, de ses bonnes relations sociales, de sa sécurité, et de sa liberté. Toutes ces composantes sont

affectées par les changements dans les services que procurent les écosystèmes (mais également par la quantité et la qualité des moyens disponibles.

Quand l'offre de services que fournissent les écosystèmes dépasse la demande =====> Ecosystèmes ne sont pas perturbés et les biens de l'Homme ne sont pas touchés.

A l'inverse, quand l'offre du service est faible =====> le bien-être humain est affecté de façon significative.

### **3.2. L'économie dépend des services fournis par les écosystèmes ?**

Les services que procurent les écosystèmes, en particulier la production d'aliments et de bois ainsi que les stocks de pêche, les réserves en eau jouent un rôle important dans l'emploi et l'activité économique à l'échelle mondiale.

L'exploitation intensive des écosystèmes offre bien souvent le plus grands profit à cours terme, mais une utilisation excessive et non durable peut se solder par des pertes sur le long terme.

En 2000, les pays en voie de développement, contribuaient avec une part bien plus importante du Produit Intérieur Brut (PIB), pour une valeur totale de la production alimentaire mondiale (produit mondial brut).

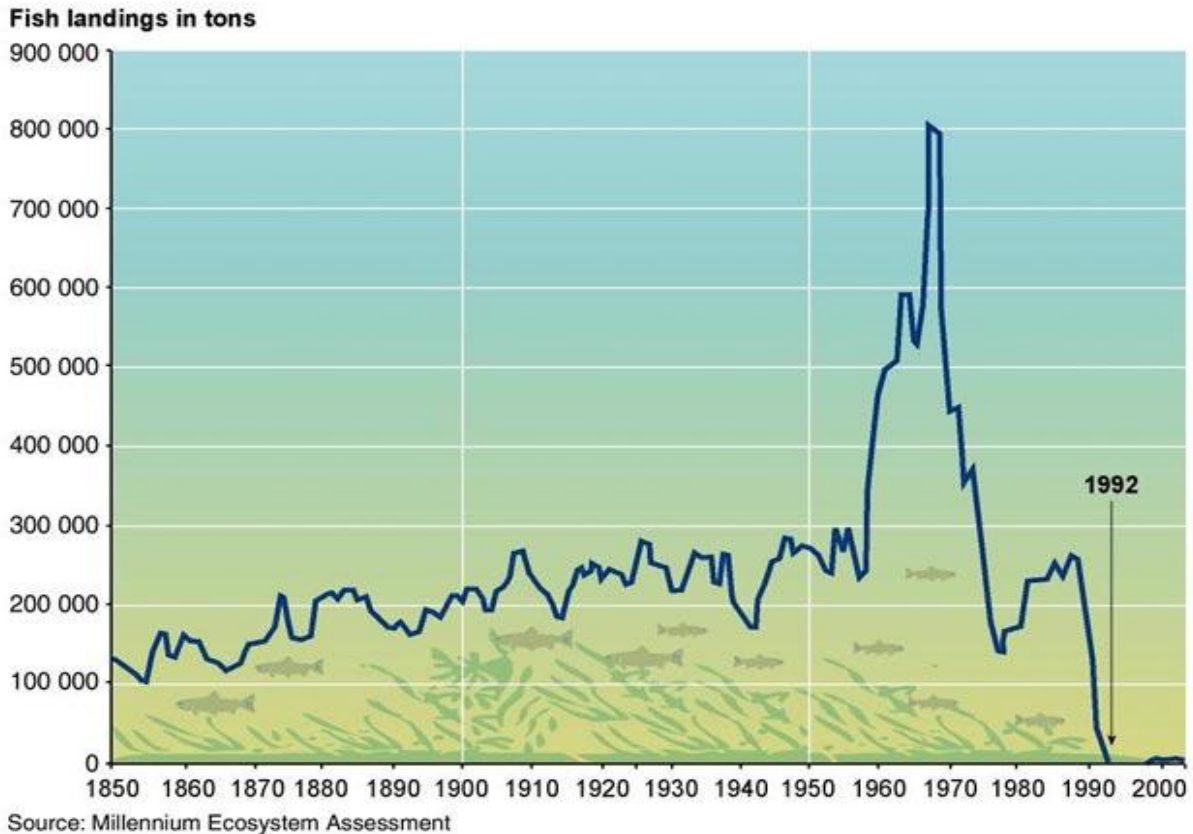
Mais les écosystèmes dans ces pays étaient exposés à la diminution et la dégradation de nombreux services (fournis par ces écosystèmes) représentant ainsi une perte de capital naturel.

Par exemple, un pays pourrait abattre ses forêts et épuiser ses stocks de poissons, cela ne se traduirait que par un accroissement du PIB, malgré la perte de capital naturel.

Cette dégradation des services fournis par les écosystèmes porte (souvent lourdement) atteinte au bien être humain. Mais aussi des dépenses importantes pour leurs restaurations.

l'exemple de, l'effondrement de la population de morue de Terre-Neuve « une grande île au large de la côte atlantique de l'Amérique du Nord». (à partir de 1990) dû à la surpêche a coûté des dizaines de milliers d'emploi et au moins 2 milliards de dollars pour le recyclage et la reconstitution.





- Des investissements importants sont souvent nécessaires pour restaurer ou préserver les services non marchands que procurent les écosystèmes.
- Le processus de dégradation des services fournis par les écosystèmes pourrait être fortement ralenti, voire inversé, si la valeur économique totale des services était prise en compte au moment de prendre des décisions.
- Actuellement, dans les pays riches, les institutions et les ressources financières permettent bien souvent d'atténuer l'impact de la dégradation des services fournis par les écosystèmes.

### 3.3. Relation direct avec la pauvreté :

L'augmentation de l'impact de la dégradation des services fournis par les écosystèmes se traduit par une aggravation de la pauvreté dans les pays en voie de développement (budget dépensé pour la restauration des écosystèmes perturbés) qui peut en retour affecter les pays industriels voisins en ralentissant la croissance économique régionale et en contribuant à l'apparition de conflits ou à des migrations de réfugiés.

La richesse peut mettre les populations à l'abri de certains effets de la dégradation des écosystèmes, mais pas tous. Par exemple, il n'existe souvent pas de substituts possibles pour pallier (remédier) la perte de bénéfices culturels ou gisements de pétroles.

### **3.4. Impact du Commerce :**

L'augmentation du commerce a souvent permis de répondre à la demande croissante de services fournis par les écosystèmes tels que les graines, le poisson et le bois dans des régions où l'offre de ces services est limitée.

Si d'une part cela diminue les pressions sur les services fournis par les écosystèmes dans la région importatrice, d'autre part cela augmente les pressions dans la région exportatrice. Le poisson, par exemple, fait l'objet d'un commerce intensif, et approximativement 50% des exportations proviennent de pays en voie de développement.

Ce commerce permet à la demande croissante des pays industrialisés d'être satisfaite malgré les réductions dans les prises de poissons marins.

### **3.5. Impact de l'urbanisation :**

Près de la moitié de la population mondiale vit actuellement dans des zones urbaines, et cette proportion est en augmentation. Les développements urbains ont de sérieux impacts sur les services fournis par les écosystèmes, par exemple à travers la production de déchets ou la pollution de l'eau et de l'air.

### **3.6. Les aspects spirituels et culturels des écosystèmes sont aussi importants que d'autres services.**

Les gens profitent des services culturels des écosystèmes de bien des façons, notamment à travers la jouissance esthétique, les loisirs, l'épanouissement artistique et spirituel ainsi que le développement intellectuel. Nous remarquons aussi que, les contributions à l'économie par l'emploi de l'écotourisme, a également augmenté.

## **4. Quels sont les plus importants facteurs de changements dans les écosystèmes ?**

On appelle facteur de changement tout élément naturel ou d'origine humaine qui induit directement ou indirectement un changement dans un écosystème.

- **Un facteur direct de changement:** comme la transformation des habitats influence les processus liés aux écosystèmes de manière non équivoque.

- **Un facteur indirect de changement:** comme les changements dans la population humaine opère de façon plus diffuse en modifiant un ou plusieurs facteurs directs de changement.

Les facteurs de changement qui modifient les services des écosystèmes et le bien-être humain ont une portée qui varie entre les échelles locale et mondiale et un impact soit immédiat soit à plus long terme. Cela les rend difficile à la fois à évaluer et à gérer. Ainsi, les changements climatiques peuvent opérer à l'échelle de la planète ou de larges régions tandis que les changements politiques peuvent opérer à l'échelle de la nation ou d'une municipalité.

De même, les changements socioculturels sont généralement lents, s'étalant sur des dizaines d'années, tandis que les changements économiques ont tendance à se produire plus rapidement. Ces spécificités spatiales et temporelles des facteurs de changement font que les forces qui peuvent sembler les plus importantes à un endroit et à un moment donnés ne sont pas forcément les plus importantes à d'autres échelles géographiques ou temporelles.

#### **4.1. Quels sont les facteurs indirects de changement et comment changent-ils ?**

**4.1.1. Les forces de changement** sont presque toujours multiples et interagissent presque toujours entre elles, de sorte qu'il existe rarement de lien direct entre une force de changement bien spécifique et un changement bien particulier dans les écosystèmes. Les cinq facteurs de changement majeurs qui influencent les écosystèmes et les services qu'ils fournissent sont :

**4.1.2. Les changements dans la population :** cela comprend la croissance démographique et les migrations. La population mondiale a doublé au cours des quarante dernières années, atteignant 6 milliards d'habitants en 2000. La plus grosse partie de cette croissance a eu lieu dans les pays en voie de développement.

Cependant, à l'heure actuelle, certains pays en voie de développement présentent des taux de croissance démographique très faibles alors que certains pays à hauts revenus ont des taux élevés à cause de l'immigration.

**4.1.3. Les changements dans l'activité économique :** l'activité économique mondiale a presque été multipliée par sept au cours des 50 dernières années.

A mesure que le revenu par habitant augmente, la demande de nombreux services fournis par les écosystèmes s'accroît et la structure de la consommation change également. La part des revenus consacrée à la nourriture, par exemple, diminue en faveur de biens et services industriels.

**4.1.4. Les facteurs sociopolitiques :** ces facteurs comprennent les processus de prise de décision et le degré de participation publique à ces décisions. Le mouvement vers des institutions démocratiques au cours des 50 dernières années a donné aux communautés locales plus de pouvoir d'action. Le nombre d'accords multilatéraux portant sur l'environnement a également augmenté.

**4.1.5. Les facteurs culturels et religieux :** dans ce contexte, la culture peut être défini comme les valeurs, les croyances et les normes que partage un groupe de personnes. Elle conditionne les perceptions du monde des individus et suggère des lignes de conduite qui peuvent avoir des impacts importants sur d'autres facteurs de changement tels que le comportement de consommation.

**4.1.6. La science et la technologie :** le XX<sup>e</sup> siècle a été le témoin de progrès considérables dans la compréhension du fonctionnement de notre monde ainsi que dans les applications techniques de cette connaissance. Une grande partie de l'augmentation de la production agricole au cours des 40 dernières années est le fruit d'une augmentation du rendement par hectare plutôt que d'une expansion des terres. En même temps, les progrès technologiques peuvent aussi entraîner la dégradation de services fournis par les écosystèmes. Les progrès technologiques dans le domaine de la pêche par exemple ont contribué à réduire de façon significative les stocks de poissons marins.

**4.1.7. La croissance économique :** n'est plus aussi liée à la consommation de services fournis par les écosystèmes qu'elle ne l'était par le passé. En général, l'utilisation des services fournis par les écosystèmes a augmenté dans une mesure nettement moindre que le PIB au cours des cinquante dernières années. Cela reflète un changement dans les structures économiques mais également une utilisation plus efficace des services et une plus grande disponibilité de substituts. Toutefois, la consommation d'énergie et de matières continue d'augmenter en termes absolus, la demande augmentant plus rapidement que l'efficacité.

Le commerce des services fournis par les écosystèmes amplifie les effets - bons ou mauvais - de la gouvernance, de la réglementation et des pratiques de gestion. Un commerce accru peut accélérer la dégradation des services fournis par les écosystèmes dans les pays exportateurs si leurs systèmes politiques, législatifs et de gestion sont inadéquats. Le commerce international constitue une importante source de plus-values étant donné qu'il permet d'exploiter les avantages comparatifs et qu'il accélère la diffusion de technologies et de pratiques plus efficaces.

La croissance économique et démographique dans les centres urbains a augmenté les pressions sur les écosystèmes. Toutefois, on considère le peuplement urbain et la forte densité de population qui en découle comme étant un fardeau moins important pour l'environnement que l'étalement des villes et des banlieues.

En outre, les pressions sur certains écosystèmes ont fortement diminué suite à l'exode vers les milieux urbains, ce qui s'est traduit par le reboisement de certaines régions dans les pays industrialisés.

#### **4.2. Quels sont les facteurs directs de changement ?**

Les facteurs directs de changement les plus importants comprennent entre autres : la transformation des habitats, le changement climatique, les espèces envahissantes, la surexploitation et la pollution. A l'heure actuelle, dans la plupart des écosystèmes, la majorité des facteurs directs de dégradation des écosystèmes et de la biodiversité restent constants ou augmentent en intensité.

Les facteurs directs de changement les plus importants au cours des 50 dernières années ont été :

**4.2.1 Dans les écosystèmes terrestres :** la modification de la couverture végétale, due principalement à la transformation en terres de culture et à l'application de nouvelles technologies contribuant à la production accrue d'aliments, de bois et de fibres. Seules les régions inadaptées à la culture, comme les déserts, les forêts boréales et la toundra, demeurent largement inchangées par les activités humaines.

**4.2.2. Dans les écosystèmes marins :** la pêche. Parmi les stocks de poissons marins sauvages exploités à des fins commerciales pour lesquels on dispose d'informations, près de la moitié sont pleinement exploités et sans aucun potentiel d'augmentation des prises de pêche. L'impact de la pêche a été particulièrement importante dans les zones côtières mais touche maintenant également la haute mer.

**4.2.3. Dans les écosystèmes d'eau douce :** les changements dans le régime des eaux dus par exemple à la construction de grands barrages ; les espèces envahissantes qui peuvent entraîner l'extinction d'espèces ; et la pollution comme les fortes teneurs en éléments nutritifs.

**Les facteurs directs de changement** qui perturbent les écosystèmes côtiers sont multiples. Près de 40% de la population mondiale vit sur l'étroite bande de terre à moins de 50 km de l'océan. Les pressions sur la pêche dans ces écosystèmes sont liées à toute une gamme d'autres facteurs de changement dont la pollution terrestre, fluviale et marine, la perte d'habitats, les espèces envahissantes et l'augmentation de la teneur en éléments nutritifs. La plus grande menace qui pèse sur les **écosystèmes côtiers** est la transformation de ses habitats pour l'étalement urbain dans les zones côtières, le développement de stations balnéaires et de ports, l'aquaculture et l'industrialisation.

**Au cours des quarante dernières années**, les niveaux excessifs d'éléments nutritifs dans les sols et dans l'eau se sont révélés être l'un des facteurs directs de changement parmi les plus importants dans les écosystèmes terrestres, marins et d'eau douce.

De fait, l'utilisation d'engrais, si elle peut augmenter la productivité des terres agricoles, entraîne par ailleurs de nombreux effets néfastes pour l'environnement.

L'introduction excessive d'éléments nutritifs dans les écosystèmes marins côtiers ou d'eau douce peut provoquer une prolifération extrême de plantes et d'algues ainsi que d'autres changements indésirables dans les écosystèmes.

A leur tour, ces changements peuvent entraîner la diminution ou la disparition de populations de poissons, l'augmentation de la fréquence de maladies et l'augmentation du coût de la purification de l'eau. Ils peuvent aussi nuire aux services culturels par des interdictions de nager, de faire du canot ou de jouer des étangs et lacs de quelque autre manière. Les autres effets de la forte teneur en éléments nutritifs comprennent la pollution de l'air, l'émission de gaz à effet de serre et la détérioration de la couche d'ozone.

Le climat a changé au cours du siècle dernier : la température moyenne de la planète a augmenté d'environ 0,6°C, la répartition et la fréquence des précipitations ont été altérées et le niveau moyen des océans a augmenté de 10 à 20 centimètres. Ces changements ont déjà eu un impact mesurable sur les écosystèmes et devraient se poursuivre au cours du XXI<sup>e</sup> siècle. Les effets du changement climatique sur les écosystèmes comprennent les modifications dans la répartition des espèces, dans la taille des populations et dans les périodes de reproduction ou de migration, de même que l'émergence d'insectes nuisibles et d'épidémies.