

## VII. ÉPUISEMENT DES RESSOURCES NATURELLES

### JUSTIFICATION

Les ressources naturelles énergétiques et matérielles<sup>1</sup> sont le carburant des activités humaines. Afin d'être utilisées, les ressources extraites ou collectées subissent une série de traitements qui leur permettent d'acquiescer des fonctions spécifiques ayant une valeur pour l'humain. Les domaines traités dans ce document (pour rappel : agriculture, énergie, habitat, mobilité, et santé) font appel à des quantités de ressources fortement croissantes, exerçant une pression toujours plus forte sur l'environnement<sup>73</sup> et les écosystèmes

Lors de l'utilisation des ressources sous forme de produits, on observe une dégradation progressive de leur faculté à remplir une fonction donnée ou à rendre un service à l'humain. Ce phénomène permet de définir les ressources renouvelables comme étant susceptibles de recouvrir une qualité suffisante par des processus naturels ou artificiels, sur une échelle de temps comparable à la vie humaine. Au contraire, les ressources non renouvelables sont celles dont la qualité ne peut être rétablie après utilisation. Dans ce programme, nous considérons que l'air, l'eau, les sols, la biomasse (dont les terres arables), ainsi que les énergies solaire, géothermique et de gravité sont des ressources renouvelables. Les énergies fossiles, les minéraux et l'uranium sont quant à elles considérées comme non renouvelables puisque leur utilisation entraîne une dégradation irréversible de leur qualité.

De nombreuses ressources naturelles telles que l'eau, les sols et la biomasse - bien que renouvelables - sont cependant exploitées à un rythme qui ne permet pas la reconstitution des stocks : les ressources en eau sont bien souvent polluées ou surexploitées, l'air que nous respirons dans la plupart des grandes métropoles est toxique, pollué, les sols subissent une artificialisation ainsi qu'une érosion importante, la biomasse subit de graves dommages tant dans les règnes animal que végétal. Il y a donc plusieurs façons de caractériser l'épuisement des ressources : un épuisement qualitatif basé sur la non-renouvelabilité des ressources et un épuisement quantitatif, caractérisé par la non-soutenabilité de l'exploitation des ressources.

Le dérèglement du cycle des ressources se traduit par un épuisement dans la mesure où les activités humaines ne permettent plus la régénération de leur quantité ou de leur qualité. Les conditions de vie humaines sont donc menacées si nous ne changeons pas nos modes de production et de consommation.

#### *L'épuisement des ressources naturelles*

Les découvertes scientifiques et les avancées techniques ont permis des conditions de vie plus favorables pour certaines populations, celles-ci prenant un avantage compétitif sur leurs voisines. Mais cela s'est bien souvent réalisé au détriment des autres populations et au prix d'une exploitation intensifiée des ressources naturelles. L'industrialisation s'est accompagnée par de fortes inégalités sociales et un usage grandissant des ressources naturelles. Aujourd'hui, ce sont près de 95 milliards de tonnes de matières qui sont extraites chaque année, dont près de

73. Définition : les ressources naturelles sont comprises ici comme tout moyen matériel ou énergétique, non domestiqué, exploitable par l'humain pour sa survie et son épanouissement.

60 % de minéraux et métaux, 25 % de biomasse, 15 % de ressources fossiles. La dégradation et le déséquilibre des flux de ressources met en péril les écosystèmes et la santé du monde vivant, notamment dans les régions déjà vulnérables. L'épuisement de la richesse et des services essentiels à la santé et à la vie (humaine, animale et végétale) causé par l'effondrement de la biodiversité implique de mettre rapidement en place des mesures de protection et de repenser la course à la consommation et au développement technologique.

Les conséquences irréversibles causées par un épuisement continu des ressources impliquent des changements de civilisation qui contraindront ceux qui se nourrissent à trouver d'autres moyens de se nourrir, ceux qui ont accès à l'eau potable à trouver d'autres moyens de boire, ceux qui sont logés, chauffés et véhiculés à trouver d'autres moyens d'habiter et de se déplacer. Il faudra aussi trouver des moyens de faire avec moins, car les services offerts par les ressources encore disponibles ne nous permettront plus les phénoménales performances de l'économie, de la production, et des innovations permises depuis la découverte des énergies fossiles résultant de millions d'années d'énergie solaire cumulée et stockée sous forme de biomasse.

#### *La nécessaire adaptation des sociétés*

Les ressources utilisées par les industries, notamment pharmaceutiques, agricoles et alimentaires, du bâtiment et du secteur du transport, sont au coeur du problème. Les médicaments, les produits phytosanitaires, les engrais (phosphates, azote), les aliments transformés et leurs emballages, les matériaux de construction et les véhicules aériens et terrestres sont responsables d'une très grande majorité des émissions de gaz à effet de serre. Ils sont également responsables d'une consommation massive de ressources matérielles, amenée à accélérer à mesure que l'on se tourne vers les technologies bas-carbone, moins consommatrices de combustibles fossiles mais plus consommatrices de minéraux et de métaux. Si l'exploitation des ressources naturelles pourra être temporairement intensifiée par un usage accru des ressources fossiles, il est inéluctable que l'épuisement des stocks de pétrole, de gaz et de charbon provoquera un accès plus difficile aux ressources, fragilisant les efforts de transition et de développement.

L'épuisement des ressources va donc contraindre les sociétés à se réorganiser afin d'accéder aux ressources de manière raisonnée et respectueuse des cycles, à prélever ce qui peut se reconstituer, à apprendre à reconsidérer l'importance des ressources vivantes et matérielles. Il est donc important d'axer les efforts de recherche sur la préparation d'un monde capable de fournir des conditions de vie acceptables pour les futures générations, tout en s'adaptant et en préservant les ressources naturelles disponibles. Dans cette perspective, plusieurs thèmes de recherche sont proposés, chacun pouvant être décliné et complété pour chaque type de ressource naturelle.

## DOMAINES D'INTERVENTION

### 1. Sources et cycles

#### Propositions de recherches - Bloc 45

- Quels sont les stocks de matière et leurs propriétés ?
- Quels sont les indicateurs de l'épuisement des ressources (disparition, dissipation, accessibilité, etc.) ?
- Comment la thermodynamique peut-elle s'appliquer à l'étude des cycles biogéochimiques et du métabolisme socioéconomique ?
- Comment et sur quelle échelle de temps s'établissent les cycles des différentes ressources ? Quelle est leur stabilité ?
- Quels sont les types de pressions anthropiques sur les cycles des matières ?
- Quels sont les gîtes de ressources naturelles et quelle est l'évolution de leur nature et de leur diversité ?

### 2. Collecte et transformation des ressources

#### Propositions de recherches - Bloc 46

- Comment définir les ressources naturelles et quels sont les mécanismes de valorisation de ces ressources en fonction des services rendus à l'humain et son environnement ?
- Comment classer les ressources en fonction de leur importance pour l'humain ? Comment hiérarchiser leur utilité ?
- Comment effectuer le suivi des chaînes de transformation des ressources complexes ? Comment les caractériser ?
- Quelle est la capacité de récupération/réutilisation/réparation/recyclage/valorisation énergétique des déchets (plastiques, textiles, chimiques) et quels sont les bénéfices ? Quel est le potentiel de reconversion ou recyclage des produits fabriqués ?
- Recyclage fonctionnel ou non fonctionnel, quelles réglementations ?
- Recycler les déchets nucléaires ? Sinon que faire qui ne fait pas porter le risque radioactif sur les générations futures ?
- Quels nouveaux usages, notamment après recyclage (souvent non fonctionnel) ?
- Comment développer des standards industriels de production permettant de favoriser la durabilité, collectabilité, réutilisabilité, réparabilité, recyclabilité ?
- Quelle est la perte de valeur associée à la fin de vie ou au recyclage d'un produit ?
- Comment favoriser la recirculation multi-échelle des matières et produits afin d'en maintenir leurs valeurs le plus longtemps ?

- Quels moyens de collecte adaptés à quels produits ?
- Comment améliorer la connaissance et les pratiques en matière d'économie circulaire ?

### **3. Utilisation des ressources par l'humain**

#### **Propositions de recherches - Bloc 47**

- Quelles quantités de ressources consommons-nous directement et indirectement ?
- Quels sont les secteurs les plus consommateurs et ceux amenés à le devenir (ex : numérique) ?
- Quels niveaux de prélèvement des ressources sont acceptables ?
- Quels sont les déterminants du métabolisme socioéconomique ? Quel est son évolution historique ?
- Comment limiter volontairement sa consommation de ressources ? Choix politiques ou choix individuels ? Quels gisements de réduction ? Quels facteurs de réductions sont atteignables ? Par quelles actions ?
- Comment réduire, annuler ou inverser l'épuisement des ressources ?
- Comment satisfaire les besoins en ressources dans différents scénarios de prospérité sociétale ?
- Quelles mesures prendre face à un épuisement avéré ? Comment se préparer et s'adapter aux limites ? Quelles transitions et adaptations ?
- Comment la transition vers un monde bas-carbone va impacter le métabolisme socio-économique et notamment la consommation de ressources ?
- Que représente le prix des ressources naturelles ? Comment s'établit-il ?
- Quels sont les déterminants de l'accroissement de la consommation ? Quelles en sont les limites ?

### **4. Impacts environnementaux liés à l'épuisement des ressources**

#### **Propositions de recherches - Bloc 48**

- Quels impacts environnementaux de cycle de vie ? (interventions, pollutions, rejets, émissions, etc.)
- Quelles mesures d'empreinte sur les ressources naturelles ?
- Quelles consommations énergétique et chimique nécessaires à leur extraction et leur transformation ? Quel taux de retour énergétique ?
- Quels sont les impacts environnementaux des techniques de transformation ?
- Comment améliorer l'efficacité environnementale (énergétique, matériaux, etc.) des processus de production ?

- Quelles sont les substitutions de matières possibles, mais également les substitutions fonctionnelles des produits fabriqués ?
- Quel soutien et quelle acceptabilité pour l'utilisation de produits d'occasion ou recyclés ?
- Comment favoriser les produits qui minimisent l'épuisement des ressources naturelles ?
- Quels sont les impacts déportés et les effets rebonds ?
- Quels sont les impacts de la miniaturisation des objets ? Quelle influence sur les capacités de réutilisation/recyclage ?
- Quel est le degré d'irréversibilité des épuisements observés ?
- Quelles réglementations mettre en place pour l'aire de protection des ressources ? Quelles sont les contraintes économiques et techniques des modes de collecte ou d'extraction ?
- Quelles réglementations sur les produits fabriqués à partir de certaines matières pénalisantes, nocives, et/ou impactantes ?

## 5. Ressources et société

### Propositions de recherches - Bloc 49

- Comment se partager les ressources de manière équitable ? Comment intégrer le partage intergénérationnel et interrégional des ressources ?
- Comment se partager la responsabilité des impacts environnementaux ?
- Sous quelles conditions extraction, recyclage et sobriété peuvent cohabiter ?
- Comment vivre des ressources dans le respect des écosystèmes ?
- Quels impacts socio-environnementaux positifs de la consommation des ressources (bien-être, confort, progrès, etc.) ?
- Quelle Histoire et quelles évolutions historiques par rapport au monde pré-industriel où la question de l'épuisement des ressources était encore marginale ?
- Quelle application du principe de précaution tout en satisfaisant une consommation suffisante de ressources ?
- Comment définir des aires de protection des gîtes de ressources naturelles ?
- Quelles relations humain-ressources ? Quelles formes de respect des ressources biotiques et abiotiques ?
- Comment les formes de vie apparaissent des cycles des ressources ?
- Quels modes de gestion des ressources sur différentes échelles de temps et d'espace ?
- Comment prévoir les besoins futurs ?
- Quels sont les bienfaits des symbioses industrielles et environnementales ?

Comment caractériser, prendre en compte, et optimiser les co-bénéfices d'une circulation vertueuse de matière ?

- Quelles sont les types de crises pouvant survenir d'un épuisement plus ou moins rapide et/ou imprévu des ressources ? Comment s'y préparer en intégrant la notion de résilience ?