

Semaine 1 – 1. Les enjeux environnementaux - Nicolas Perry

Cette séquence va s'intéresser aux enjeux environnementaux. Elle va illustrer les raisons, les justifications qui expliquent pourquoi les démarches d'éco-conception sont devenues, à ce jour, une nécessité pour répondre aux problématiques environnementales.

Pour commencer, la première cause est liée à l'explosion démographique. En 1950, nous étions 2 milliards et demi. Aujourd'hui en 2015 nous sommes presque 7 milliards avec des objectifs à 10 milliards de personnes à échéances de 2100. La conséquence directe est :

- l'augmentation des besoins pour alimenter et pour chauffer ces populations,
- des besoins aussi en consommation de biens.

Donc tout ceci lié à de la consommation d'énergie. Les consommations de biens consomment de l'énergie mais aussi des matières premières et des ressources, qui mécaniquement sont aussi augmentées. Donc nous parlons de pression sur la planète que nous allons essayer d'illustrer.

Et nous allons commencer par illustrer ces pressions par l'eau. Aujourd'hui la consommation en ressource d'eau devient critique dans de plus en plus de régions, illustrée ici par deux clichés de la mer d'Aral à presque 20 ans de différence. L'eau dans le monde est en moyenne majoritairement consommée par l'agriculture à hauteur de quasiment 70% et 20% pour des applications industrielles.

Quand on utilise un produit, derrière les matériaux qui sont utilisés ou derrière ces produits il y a ce qu'on appelle une eau cachée. Par exemple pour l'acier, la transformation d'un kilogramme d'acier nécessite entre 300 et 600 litres d'eau. Cette eau cachée est nécessaire à la fabrication de tous les produits qui nous intéressent. Evidemment les produits alimentaires issus de l'agriculture ont des empreintes en eau cachée qui sont nettement plus importantes de par la phase agricole.

Le profil de la France est particulier en effet par rapport à cette moyenne mondiale, de par un climat et des précipitations plus propices. Notre profil de consommation d'eau est majoritairement utilisé par l'industrie, 12% pour l'agriculture.

Alors cette analyse permet d'identifier des pays dans lesquels la notion de stress hydrique, la problématique d'accès à l'eau, devient de plus en plus prégnante. Si on regarde le graphique ici en bas à droite. Par exemple de l'Amérique du Nord en 1995 n'était pas un pays avec risques liés au stress hydrique important. Cela le devient de par des besoins en eau de plus en plus importants et de par aussi des conséquences comme le réchauffement climatique. Le stress hydrique est aujourd'hui défini à hauteur de 1700 m³ par an et par habitant qui correspond à l'équivalent en volume d'eau nécessaire pour pouvoir vivre confortablement. Il y a différentes causes évidemment ; moins de ressources d'eau potable couplé à du changement climatique qui va perturber les précipitations induisent l'augmentation des risques associés à certaines géographies.

Deuxième aspect important, la dimension énergie.

Les énergies sont nécessaires dans presque tous les secteurs pour chauffer, pour transporter, et transformer des biens. Dans les familles des énergies, on retrouve des énergies basées sur les énergies fossiles (on va retrouver le pétrole, le gaz, le charbon). Il y a eu une prise de conscience dans les années 70 sur la notion de quantités limitées des énergies fossiles, et de ressources avec des volumes finis qui ont amenées à un premier choix pétrolier dans les années 70 et la prise de conscience que, on n'a pas *ad vitam aeternam* accès à ces ressources.

En fonction des types de ressources, il y a des perspectives qui sont différentes. Si on prend par exemple le cas du charbon : les réserves estimées sont relativement importantes comparées à une production et une consommation annuelles qui laissent envisager finalement en gros 130 ans de disponibilité. Si on prend le cas du pétrole : les quantités aujourd'hui connues de réserves en sous-sol sont plus réduites, avec des quantités de production plus conséquentes et de consommation aussi plus importantes qui laissent envisager environ une quarantaine d'années de réserve.

Ainsi, la notion de criticité (liée aux énergies mais on verra aussi aux matières premières) est très différente, de même qu'on l'a vu pour l'eau. La criticité va changer d'un pays à l'autre, si on est plus ou moins dépendant du charbon ou du pétrole ou d'autres natures d'énergie.

Voici le profil énergétique de la France. Nous avons aujourd'hui une énergie, qui est, en tout cas pour la part électrique réseau, qui est majoritairement basée sur l'énergie nucléaire. Donc, nous sommes peu dépendants au pétrole ou au charbon.

Alors il y a une seconde différence qui vient du fait que la conséquence liées aux énergies nucléaires sur les émissions de gaz (de type CO₂ en tout cas) sont très différentes par rapport à d'autres pays qui ont des ressources en énergie beaucoup plus issues du fossile.

Donc si on regarde en France, 40% de ces consommations en énergie sont dédiées à un usage plutôt en résidentiel et en tertiaire (pour chauffer ou pour électrifier, et illuminer ces bâtiments). Si on regarde dans ces 40% la moitié donc est utilisée pour le chauffage, ce qui explique pourquoi il y a des évolutions réglementaires, comme la réglementation thermique associée aux bâtiments avec une évolution en 2012 (RT2012) qui impose des performances liées aux performances énergétiques de ces bâtiments. Ceci explique aussi pourquoi un certain nombre d'actions et donc d'incitations sont possibles pour pouvoir faire évoluer, réhabiliter des bâtiments, que ce soit des bâtiments neufs (construction aux regards des nouvelles exigences réglementaires) ou la réhabilitation pour améliorer les performances thermiques.

La conséquence attendue de ces réglementations d'aider à une réduction des consommations d'énergie globale qui va naturellement conduire à la réduction des énergies au sens large au niveau du pays. On peut noter par exemple que le transport consomme environ 30% de cette énergie et l'industrie globalement 20%. Gardons en tête que l'on est sur des focus très électriques.

Un troisième élément clé à prendre en considération concerne la part matières premières et l'accès critique à certains matériaux. En fonction des dispositions des matériaux sur les pays et des consommations de certains matériaux dans les pays, les niveaux de criticité vont être différents.

Prenons le cas de l'aluminium sur lequel on imagine avoir des réserves qui varient de 100 à 1000 ans. Cette pérennité est due d'une part du fait que les ressources premières (la bauxite) sont relativement abondantes sur la Terre et deuxièmement on dispose de technologies qui sont capables de récupérer et recycler ces matériaux en fin de vie. Il y a un écart sur ces prédictions. 100 et 1000 ans, c'est important, qui sont entre autres liés à des niveaux d'incertitudes sur :

- les données liées aux gisements existants,
- les modes et les règles de calcul liés au recyclable
- et aujourd'hui sur les solutions effectivement mises en œuvre sur d'une part la transformation pour passer de la bauxite à l'aluminium
- l'efficacité du recyclage

Ces incertitudes permettent d'envisager des taux de récupération importants, d'où des écarts importants.

A contrario d'autres matériaux, comme l'indium par exemple, ont des quantités identifiées beaucoup plus réduites et pour lesquelles aujourd'hui, pour ce matériau-là, on n'a pas de technologie existante qui permet de les recycler. Donc cet indium qui est utilisé dans beaucoup d'applications liées aux écrans LCD typiquement, a des réserves évaluées à quasiment une grosse dizaine d'années.

Enfin, il y a des matériaux sur lesquels, on n'a pas des connaissances sur le gisement actuel : le gallium qui est fortement utilisé pour les cellules photovoltaïques ou les lasers, et pour lesquels, on n'a pas de technologie de recyclage non plus. Donc là, on a une vraie difficulté à évaluer le niveau de criticité de ces matériaux.

Jusqu'à présent nous avons parlé majoritairement des consommations énergie, matières premières. Maintenant, nous allons nous pencher sur les émissions et pollutions. Une des conséquences liée notamment à nos activités est le réchauffement climatique : on parle de gaz à effet de serre.

Alors qu'est-ce que les gaz à effet de serre ?

Ce sont des gaz qui sont émis et qui se positionnent en zone stratosphérique et bloquent en fait le renvoi de la chaleur de la terre vers l'extérieur qui se fait par rayonnements infrarouges. Ce rayonnement, qui est renvoyé de la terre vers l'extérieur est bloqué entre la Terre et les couches stratosphériques, a pour conséquence de réchauffer au global la planète. Cette conséquence à des conséquences secondaires comme l'activation de la fonte des glaces qui elle-même induit l'augmentation du niveau des océans et joue sur des décalages de températures chaudes, températures froides et donc de changements climatiques plus globaux, on a parlé de la problématique de l'eau un peu plus tôt.

Ces gaz ont aussi pour conséquence de modifier un certain nombre d'équilibres, que je vais appeler chimiques, notamment la présence de CO₂ stocké dans les océans. Cette présence de plus en plus importante fait changer son potentiel d'acidité, son pH, et donc ce qui a des effets négatifs sur l'écosystème marin. Le tout étant malheureusement activé par l'augmentation de la température des océans, due au réchauffement climatique.

Alors quelques gaz sont listés dans cette slide. Ce que l'on peut retenir c'est qu'ils ont tous des effets différents. Ils ont des durées de vie qui peuvent être très différentes d'un gaz à l'autre.

- Le CO₂ a une durée de vie stratosphérique d'environ une centaine d'années, majoritairement émis par des sources liées à l'usage des transports.
- D'autres gaz, comme le méthane, sont plutôt issus des fermentations et des élevages bovins, ont une durée de vie plus courte.
- Enfin, il y a d'autres gaz qui peuvent avoir des durées de vie pouvant aller jusqu'à 50 000 ans.

Donc la complexité est de savoir, dans ces réactions et ces stockages de gaz à très haut niveau dans l'atmosphère, combien de temps vont perdurer ces gaz ? sous quelle forme ? quelles quantités sont émises ? et quelles sont leurs interactions qui se produisent à ces altitudes-là ? des réactions qui viennent favoriser les réchauffements climatiques ? L'autre conclusion est aussi que finalement nous payons ou nous subissons le stockage d'années passées dû à ces gaz et donc les actions aujourd'hui n'auront des effets que dans plusieurs années de par les phénomènes d'épuration de ce stockage.

Alors un dernier point concerne les déchets, qui est un secteur important de pollution. On génère de plus en plus de produits. Ces produits, arrivés en fin de vie, conduisent à des déchets. On peut

retenir que les principaux déchets concernent les déchets de construction ainsi que les déchets de mines et carrières, et que la production industrielle ne génère que, en moyenne mondiale, 12 % des déchets et le secteur ménager 7% en Europe.

Ces déchets vont devenir aujourd'hui des nouveaux gisements de matières premières. On parle de mines urbaines puisque dans ces déchets, on va pouvoir retrouver un certain nombre de sources, de ressources en différentes matières premières qu'on va pouvoir réutiliser grâce au développement de l'activité de recyclage, ou de démarches d'économie circulaire.

Donc si on doit dresser un constat, nous réalisons que le monde, aujourd'hui, a des capacités finies : pas autant d'énergie, pas autant de matières premières qu'on le souhaite. On voit que ces ressources sont de plus en plus consommées de par l'explosion démographique et l'explosion de la consommation sur différents aspects : eau, énergie comme je viens de l'indiquer.

En parallèle l'écosystème est un système fragile qui est impacté, qui est altéré par nos activités, les différentes émissions, les différentes pollutions. Et sa capacité à auto-absorber et s'auto-régénérer est dépassée. On peut constater aujourd'hui les conséquences avérées par l'impact de l'homme à l'échelle de quelques dizaines d'années et notamment des effets qui sont traduits par des phénomènes de réchauffement climatique ou à des problématiques de pollution, de pollutions massives par exemple.