

Éléments de base sur l'énergie au XXI^e siècle
Partie 8 – La comptabilité carbone



Cours magistraux dispensés à MINES ParisTech
Année scolaire 2018 – 2019

AVERTISSEMENT

Ce document a été réalisé par les membres de l'association de loi 1901 THE SHIFTERS au cours du second semestre 2019.

Il contient une transcription écrite d'une des interventions filmées de Jean-Marc JANCOVICI à MINES ParisTech au cours de l'année scolaire 2018-2019.

Cette transcription a été réalisée dans le but d'être la plus fidèle possible aux propos tenus par l'orateur lors de son intervention. Cependant, comme toute transcription écrite de propos tenus oralement, celle-ci est nécessairement imparfaite, et certains éléments du discours original ont été supprimés ou révisés – quoique de façon marginale – afin d'obtenir un texte plus fluide.

L'intervention filmée originale est consultable à l'URL suivante:

<https://www.youtube.com/watch?v=lgoUns8Cu0w>

Ce document est placé sous licence CC-BY-NC-SA. Il est librement distribuable, sauf à des fins commerciales. Dans le cas où ce document servirait à produire des créations dérivées, il convient aux auteurs de ces créations dérivées de faire mention de la provenance du présent document et de placer ces créations dérivées également sous licence CC-BY-NC-SA.

Table des matières

1	Notre axiome (de type « terre plate ») de départ	2
2	Notre capital de départ	4
3	Et si on veut le remplacer?	5
4	Rions un peu (si l'on veut...)	7
5	L'économie mondiale en un clin d'œil	9
6	Reprenons : nos prix sont faux, et notre économie aussi	11
7	Le bilan carbone... compte le carbone	14
8	Additionner, mais quoi?	16
9	Mesurer, pourquoi faire?	19
10	L'unité de comparaison (1) : le PRG	21
11	Le PRG en pratique	22
12	Les pays ont déjà leur comptabilité du problème aval	24
13	Et la France en a rajouté une couche	27
14	Et la France en a rajouté une couche (bis)	29
15	225, 75, et tout ça tout ça	34
16	Allez la France!	35
17	En économie, un maître mot : la dépendance	37
18	Qu'allons-nous compter exactement?	40
19	Émissions de GES : calcul ou mesure?	42
20	Attention à ne pas confondre carbone et CO ₂ !	45
21	Facteurs d'émissions pour l'énergie	47
22	Facteurs d'émissions pour l'électricité	50
23	Où l'on retombe sur ses pieds (carbonés)	51
24	L'électricité, de presque zéro à >1kg de CO ₂ par kWh	53
25	Facteurs d'émissions pour certains matériaux	54
26	Une moyenne peut avoir un écart type majeur	56
27	Se déplacer émet plus ou moins	58
28	La vertu ferroviaire n'est pas automatique	62
29	Parfois se déplacer émet plus ou plus	64
30	Et si je mélange électricité et transports?	65
31	La combinatoire est vaste...	68
32	Et même la nourriture!	70

33	Un bilan carbone est un bilan, donc doit permettre d'agir	75
34	C'est vrai aussi pour l'élu d'une collectivité	78
35	Dis-moi ce que tu émet, je te dirai si tu consommes	79
36	Un distributeur d'eau	83
37	Un opérateur de téléphone	86
38	Une société de BTP (hors utilisation)	89
39	Une banque (hors prêts)	91
40	Un organisme public de promotion des échanges culturels	94
41	Quand on réduit, ne pas se tromper d'indicateur	95
42	L'entreprise cernée par le carbone	98
43	Quels métiers pour le « développement durable »?	102
44	Quels métiers pour le « développement durable »? (bis)	104
45	Quels métiers pour le « développement durable »? (ter)	105
46	Quels métiers pour le « développement durable »? (quater)	106

Introduction

Vous avez compris que nous avons un petit problème. Je vous résume les sept cours précédents. Qui connaît l'histoire de Faust dans cette salle? Ah, vous n'êtes pas très nombreux. Si? Non? Bon, alors pour ceux qui ne connaissent pas, Faust est un homme qui vend son âme au diable en échange d'un instant de félicité sur Terre, d'accord? Pour être certain qu'il aura l'amour de la femme dont il est épris. Donc, les sept premiers épisodes de ce cours, c'est la partie sympathique de l'histoire de Faust, c'est-à-dire qu'on profite de ce qui se passe sur Terre.

Le huitième cours, celui d'aujourd'hui, va s'attaquer à : « Une fois qu'on est en face du sujet, comment peut-on l'aborder? » Là, je vais un peu vous parler de mon métier qui est : « Pour n'importe quelle entité économique face aux sujets que j'ai évoqués, comment s'empare-t-on du problème? Par quel bout le prend-on? Comment l'aborde-t-on? » Et ça va être, on va dire, quelques éléments de base sur le sujet.

1. Notre axiome (de type « terre plate ») de départ



Les ressources naturelles sont inépuisables, car sans cela, nous ne les obtiendrions pas gratuitement. Ne pouvant ni être multipliées ni épuisées, elles ne sont pas l'objet des sciences économiques.

Jean-Baptiste Say, Traité d'économie politique (1803)

Diapositive 2.

Je vais un tout petit peu revenir à cet homme, je vous avais déjà parlé de lui, parce que, dans votre vie professionnelle, l'indicateur que vous allez manipuler le plus souvent, ce seront des euros. Je vous le rappelle : pour un certain nombre d'entre vous, vous allez entrer dans une entreprise. Une entreprise est une entité économique. Elle se définit même dans le Code Civil comme une entité dont le but est de faire du profit. D'autres vont entrer dans une administration. Et même là, vous aurez des gens qui vont s'occuper du budget. Donc on va quand même parler argent. Même pour ceux d'entre vous qui vont entrer dans une association, c'est un endroit où on va vous parler argent.

Donc, l'indicateur transversal que vous allez le plus manipuler dans votre vie professionnelle, c'est les sous.

Je vous rappelle que l'argent ne prend pas en compte, par construction, les éléments qu'on a vus pendant les sept premiers cours. Je vous ai parlé de la dépendance de nos activités productives à l'énergie, je vous ai parlé du changement climatique. Rien de tout cela ne se trouve dans les grandeurs économiques que vous allez manipuler et qui s'appellent l'argent.

1. NOTRE AXIOME (DE TYPE « TERRE PLATE ») DE DÉPART

C'est, soit dit en passant, bien pour cette raison qu'on a aujourd'hui un conflit d'objectifs, quand on essaye de marier à la fois quelque chose qui marche bien du côté argent et quelque chose qui marche bien du côté « Je m'accommode des limites sur l'énergie et le climat ». C'est bien à cause de ça qu'on a un problème : parce qu'on a des conflits d'objectifs.

2. Notre capital de départ



Diapositive 3.

Ce que dit Monsieur Say, et ce que dit l'économie classique, c'est que cette chose – c'est-à-dire la seule station spatiale que nous connaissons et qui peut héberger quelques milliards d'individus – c'est gratuit.

Est-ce vraiment gratuit? Je vous le rappelle, il a fallu 14 milliards d'années depuis le Big Bang pour faire ça – deux générations d'étoiles, etc., je ne vous refais pas le topo. Donc, la question est : est-ce que c'est vraiment gratuit?

3. Et si on veut le remplacer ?



100 milliards de dollars pour 6 habitants (15 milliards par habitant). Pas d'espèces, pas de sols, pas d'océan, et bien sûr aucune mine ni aucun pétrole. Combien vaut la planète ?

Diapositive 4.

Pour comprendre à quel point tout ça relève de la convention, je vous propose un petit exercice sur la maison du salarié français le plus irradié de France. Vous vous rappelez que Thomas Pesquet est le salarié le plus irradié de France : 180 millisieverts pendant son voyage – en plus il veut y retourner, il doit vraiment être fou !

Ici vous avez la station spatiale internationale, qui est une grosse boîte de conserve capable d'héberger six personnes à temps plein. Ça vaut 100 milliards de dollars. Dit autrement, le programme qui a permis de construire la station spatiale internationale vaut 100 milliards de dollars. Alors pour 100 milliards de dollars, vous construisez dans l'espace un réceptacle qui est capable d'héberger six personnes. C'est-à-dire que, pour 6 personnes, ça fournit :

- une protection contre le vide intersidéral : une pression d'une atmosphère ;
- une protection contre le froid du vide intersidéral (parce que je vous rappelle qu'il ne fait pas très très chaud dans le vide intersidéral, il fait de

3. ET SI ON VEUT LE REMPLACER?

l'ordre de quelques degrés Kelvin, ce n'est pas terrible... – vous avez remarqué peut-être qu'aujourd'hui on s'en accommoderait);

- un cycle de l'eau élémentaire : vous buvez ce que vous arrivez à récupérer dans vos urines (mais ça ne suffit pas, il faut quand même de temps en temps acheminer un peu d'eau par vaisseau-cargo);
- et puis c'est à peu près tout.

Si! Vous avez aussi le droit d'appeler Houston pour dire que la planète c'est beau, vue d'en haut. Mais c'est à peu près tout ce que vous avez le droit d'avoir pour 100 milliards de dollars et 6 personnes, d'accord?

- Il n'y a pas de quoi faire pousser la moindre carotte.
- Il n'y a pas la moindre vague pour aller surfer sur l'océan.
- Vous n'avez pas le moindre code génétique de quelque espèce que ce soit.
- Vous n'avez pas de poissons à pêcher.

Enfin voilà, vous n'avez rien.

- Pas de sable.
- Pas de mines.
- Pas de minerai.
- Pas de gisement de pétrole.
- Rien.

Donc, pour 100 milliards de dollars pour 6 personnes – c'est-à-dire 15 milliards de dollars par personne – vous avez juste trois fonctions que la nature nous fournit gratuitement sur Terre, et qui sont : une pression à une atmosphère au sol, une température raisonnablement clémente au sol, et un cycle de l'eau qui nous amène naturellement l'eau au sol, d'accord? Et ces trois trucs, si vous allez dans l'espace, il faut 15 milliards de dollars par personne pour les reconstituer.

D'où la question : « À votre avis combien vaut la planète? ». Je vous dis : « Au moins 15 milliards de dollars par personne », puisque la planète nous assure au moins les trois fonctions que je viens d'évoquer : une atmosphère respirable, etc.

4. Rions un peu (si l'on veut...)

Par habitant, la planète vaut au moins aussi cher que la station spatiale internationale, soit 15 milliards de dollars

Nous en détruisons au moins 1‰ par an, soit 15 millions de dollars « détruits » par personne et par an

La production économique au sens du PIB est de 15.000 dollars par terrien et par an

Combien de temps peut survivre une entreprise qui, chaque année, facture 1000 fois moins que la perte de son capital de départ ?

Diapositive 5.

On va faire un petit exercice comptable un peu rigolo. La planète vaut au moins 15 milliards de dollars par personne. Ce que l'on peut regarder aujourd'hui, quand on regarde le rythme de consommation de la planète... Je prends tous les stocks non renouvelables qui sont situés sur la planète : les stocks de pétrole, les stocks de cuivre, les stocks de bauxite, les stocks d'argent, les stocks d'or, etc., tous les minerais que je trouve dans la terre, et je regarde à quel rythme on les exploite.

Ce que je dis, c'est qu'actuellement, les stocks initiaux, on les diminue, on les exploite, on détruit le stock initial en les exploitant à hauteur d'au moins un pour mille par an. En fait, si je prends le pétrole, c'est même plus que ça.

De même, quand je regarde le stock de poissons qu'on avait dans l'Atlantique Nord en 1900 et que je le compare au stock de poissons qu'on a dans l'Atlantique Nord aujourd'hui, je constate qu'il a, en gros, pour les espèces commerciales, été divisé par dix. Vous voyez : une division par dix en un siècle, ce qui, en fait, est beaucoup plus que 1% par an.

4. RIONS UN PEU (SI L'ON VEUT...)

Donc, vous avez un rythme d'exploitation que je vais me contenter, pour être sympa, de fixer à 1 pour 1000. Disons qu'aujourd'hui, ce capital naturel que nous avons à notre disposition, je l'entame, je le consomme – donc je le détruis – à hauteur d'environ 1 pour 1000 par an, sinon plus.

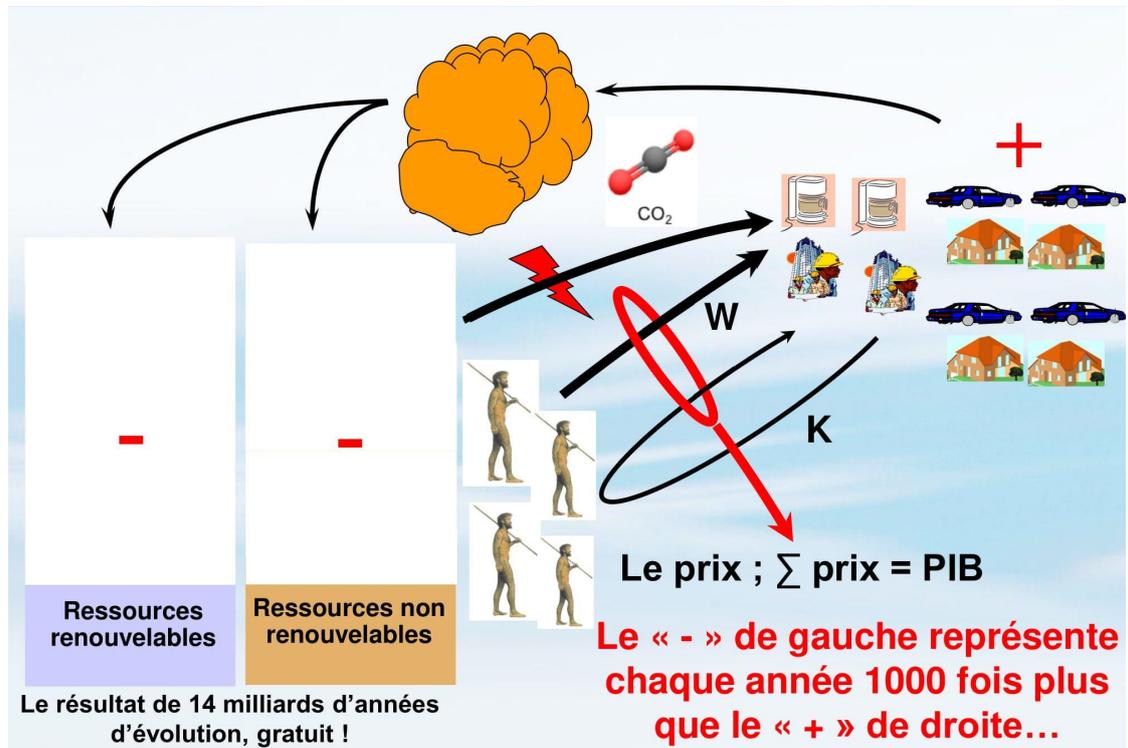
1 pour 1000 par an, ça veut dire que j'ai 15 millions de charges, puisque je consomme, je détruis, 1 pour 1000 d'un truc qui vaut au moins 15 milliards. Donc, j'ai 15 millions de charges par personne sur Terre et par an, d'accord? Vous suivez le raisonnement? J'ai un héritage initial qui vaut 15 *milliards* par personne, et je détruis 1 pour mille de cet héritage tous les ans. Cette destruction me coûte 15 *millions* par an.

En face de ça, j'ai une production économique comptée au sens du PIB qui, elle, vaut à peu près 15 *mille* dollars par personne et par an – c'est sur le petit schéma que je vous avais montré pendant le premier cours. C'est le côté « plus » de ce que je crée chaque année : des voitures, des immeubles, etc. Aujourd'hui, avec ce petit parallèle tout bête que je viens de vous montrer, vous vous rendez compte que la vitesse à laquelle on détruit le capital naturel – avec une convention pas plus idiote qu'autre chose puisque je dis que ce capital naturel vaut au moins ce que valent les trois premières fonctions essentielles dans la station spatiale internationale – je détruis le capital naturel 1000 fois plus vite que je produis des objets qui ont de la valeur pour les Hommes. Avec une convention pas plus idiote qu'autre chose...

Ce que je viens de vous montrer, c'est que le fait de ne pas avoir mis les ressources naturelles dans les prix montre que les prix ne nous aident en rien – j'insiste : en rien – pour gérer les problèmes que j'ai évoqués pendant les sept premiers cours de cette série.

À aucun moment en regardant les prix, je n'aurai de moi-même la solution pour décarboner le monde. Ça ne peut pas marcher simplement en regardant les prix.

5. L'économie mondiale en un clin d'œil



Diapositive 6.

Je vais le dire encore autrement. Dans cette animation que je vous avais passée au premier cours, je vous avais dit : « Ce qu'on compte aujourd'hui c'est le flux annuel de transformation ». Je vous rappelle que le PIB est un flux annuel de transformation, c'est-à-dire : je prends des ressources et je les transforme en produits manufacturés. Alors qu'il faudrait, si on voulait être pertinent au regard des limites physiques, passer à une *comptabilité de stocks*, c'est-à-dire qu'à chaque fois que je détruis quelque chose, à gauche j'inscris « moins » dans une colonne, en même temps que, quand je crée quelque chose, à droite j'inscris « plus » dans une colonne.

Le fait que le PIB soit une unité de flux et pas une unité de stock signifie notamment que, au moment où le PIB commence à faiblir, au moment où ce flux-là commence à se tarir parce qu'ici les stocks sont devenus grossièrement insuffisants, à ce moment, je suis beaucoup trop avancé dans la dégradation du patrimoine de départ pour espérer le remettre en état. C'est clair ou pas ? Dit autrement, quand le flux annuel de transformation va commencer à battre de

5. L'ÉCONOMIE MONDIALE EN UN CLIN D'ŒIL

l'aile parce qu'on aura trop entamé les stocks dont il se nourrit – et qui, par ailleurs, sont gratuits –, à ce moment-là, on est trop avancé dans la dégradation du système pour espérer le remettre en état.

C'est ce que, dans cet excellent ouvrage que je vous conseille de lire, qui s'appelle *The Limits to Growth*, qui a été écrit en 1972 par une bande de physiciens du MIT, dont un certain Dennis Meadows, ils avaient expliqué que la poursuite de la croissance perpétuelle – c'est-à-dire la poursuite de l'augmentation perpétuelle de ce flux – nous amènerait selon toute vraisemblance à une fin qui s'appelle *overshoot and collapse*. C'est-à-dire que vous franchissez les limites et après le truc s'effondre parce que vous ne pouvez plus revenir en arrière.

J'insiste beaucoup là-dessus, *l'indicateur monétaire est un indicateur qui ne porte en lui-même aucune information sur la distance à laquelle on se trouve de la limite physique*. Il ne vous donne aucune indication pertinente de ce point de vue. Ce qui veut dire que, si on veut traiter la limite, il faut la traiter en tant que telle avec sa comptabilité à elle. Ça ne se recoupe pas avec la comptabilité monétaire.

6. Reprenons : nos prix sont faux, et notre économie aussi

Nous avons tous appris ~~$P = F(K, W)$~~ . Les ressources naturelles ne sont pas dans la formation des prix : seuls y figurent le coût du travail humain, et le consentement - humain - à se défaire de sa propriété

En fait $P = F(K, W, R)$. Il faut « corriger » les prix de :

- la « dotation aux amortissements » pour diminution des stocks de toute sorte, et notamment d'hydrocarbures
- la « provision pour risques » pour perturbations à venir, dont le changement climatique

L'énergie – donc le carbone pour 80% - est un **traceur des flux physiques** -> elle permet de détecter les signaux faibles

Diapositive 7.

Je vais vous le dire encore autrement. Si on regarde la formation des prix, on n'y trouve que les facteurs humains. Et ce que je vous dis, c'est qu'il faut inclure dans la formation des prix quelque chose qui est de l'ordre de la ressource naturelle.

Je pourrais modifier la convention comptable, ça serait une première option où l'on pourrait dire : « Très bien je vais inclure ce qu'on appelle une dotation aux amortissements ». En comptabilité, une *dotation aux amortissements* c'est quelque chose que vous faites quand vous consommez une partie d'un stock. Votre stock valait 1000. Vous prenez 10 dedans. Il ne reste plus que 990, et vous passez une dotation aux amortissements, qui est une charge sur l'exercice de l'année où vous avez diminué votre stock.

On fait également ça avec les *immobilisations*. Quand j'achète cette table, c'est ce qui s'appelle une immobilisation, c'est un élément de capital. Donc, je

6. REPRENONS : NOS PRIX SONT FAUX, ET NOTRE ÉCONOMIE AUSSI

vais la mettre en comptabilité dans les actifs, dans les trucs qui valent quelque chose d'une année sur l'autre. Et chaque année je vais enlever un petit morceau. Ça s'appelle une *dotation aux amortissements*. J'ai considéré que ça vaut de moins en moins cher, et le petit morceau que j'enlève, je le mets dans les charges.

Donc, là on pourrait passer une *dotation aux amortissements*, en ce qui concerne la *consommation de ressources non renouvelables*, et pour les *risques qui sont différés dans le temps*. Ce qui est très exactement le cas en ce qui concerne le changement climatique, puisque vous vous rappelez qu'une bonne partie des conséquences du changement climatique sont différées dans le temps.

Si je prends l'exemple très concret de la température qu'il fait aujourd'hui, et plus encore la température qu'il fera demain et après-demain, ce sont des conséquences de ce que ma génération a fait jusqu'en... nous sommes en 2019... donc, jusqu'en 1999 – je caricature un peu, j'ai compté exactement vingt ans. Aujourd'hui nous sommes en train de voir les conséquences de ce que ma génération a fait jusqu'en 2000. Ce que nous avons fait depuis 2000 n'a pas d'influence sur ce qui est en train de se passer en ce moment. C'est simplement l'inertie du système qui nous a amenés là où nous sommes. Les émissions que nous avons faites entre 2000 et 2019, ou 2020, préparent des canicules plus importantes que nous aurons, de toutes façons, en 2040, même si demain matin on baisse les émissions. Voilà, ce n'est pas une très bonne nouvelle mais c'est comme ça.

À partir du moment où on sait qu'on va avoir des conséquences futures qui sont les résultats de nos actions passées, en comptabilité il y a quelque chose qui correspond à ce type de situation, qui s'appelle une *provision pour risques*. Le cas typique est : on vous fait un procès, il y a un risque que vous perdiez, eh bien, au moment où le procès démarre, vous inscrivez dans vos comptes une provision pour risques qui est une charge, et qui correspond à l'espérance mathématique des pertes que vous avez, si vous savez faire les calculs – et en général vous ne savez pas, parce qu'il y a un petit côté loto dans les procès. Mais la logique, c'est l'espérance mathématique de ce que vous risquez de perdre que vous mettez dans vos comptes. D'accord ?

En ce qui concerne le couple énergie-climat, pour le moment, une première option pourrait être de corriger les comptes avec quelque chose qui est de l'ordre de la *dotation aux amortissements*, et quelque chose qui est de l'ordre de la *provision pour risques*.

*** Question auditoire ***

« Le coût du travail humain ne reflète-t-il pas indirectement la distance à la limite ? »

6. REPRENONS : NOS PRIX SONT FAUX, ET NOTRE ÉCONOMIE AUSSI

Non, il n'y a pas que ça. Je vous ai montré au cours du deuxième cours (sur les combustibles fossiles), qu'il n'y avait pas de lien, pour le pétrole, entre la quantité disponible sur le marché et son prix. En fait, quand l'énergie ou une ressource se raréfie, ce n'est pas au travers des variations de prix – donc de la quantité de travail humain, puisque le prix ce n'est que du travail et des rentes humaines – que vous allez voir nécessairement la conséquence. Ça peut s'organiser autrement.

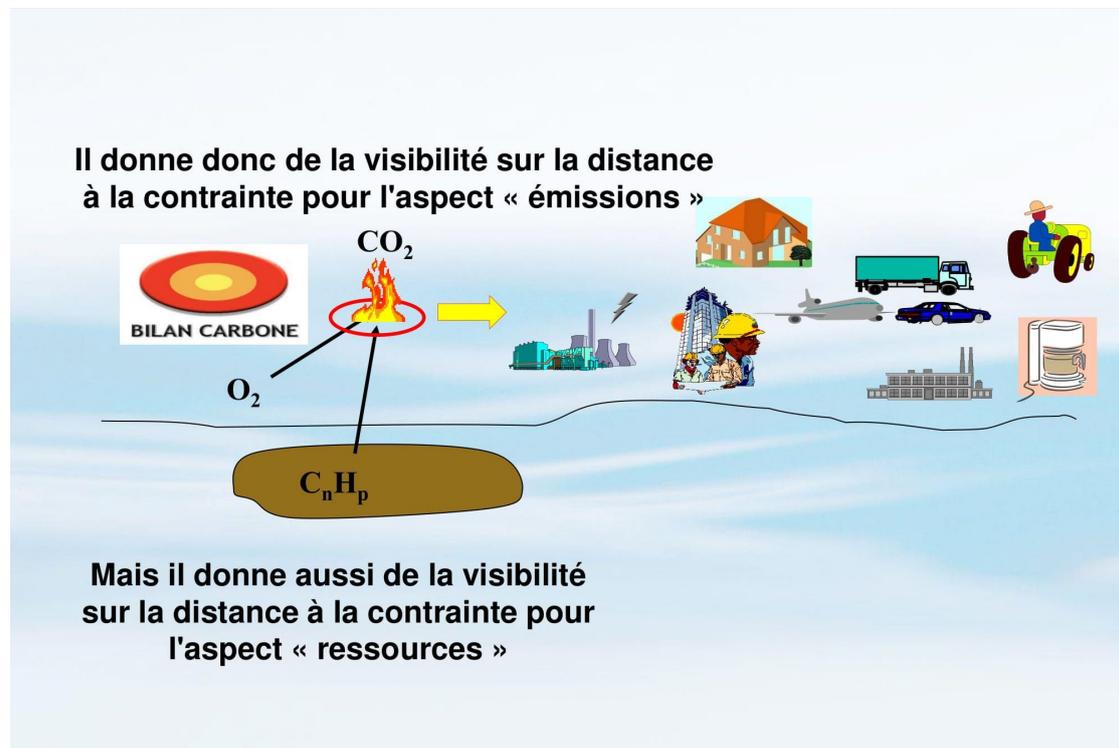
La régulation par les prix, ce n'est pas mon modèle, c'est ce que vous avez appris en cours d'économie. Le prix ne reflète que le facteur capital humain et travail humain. C'est ce que je vous expliquais au premier cours : dans la représentation économique il y a deux facteurs de production pris en compte : le capital humain et le travail humain. Ce qui revient à dire que les prix ne sont formés qu'avec du travail humain et du capital humain, et qu'on ne tient pas compte des ressources naturelles dans la formation des prix. C'est une autre façon d'exprimer, avec une belle équation – parce que je sais qu'ici on aime bien les équations – c'est une autre façon d'exprimer, avec une belle équation, le fait que les ressources sont gratuites. *L'existence de la ressource n'intervient pas dans la formation des prix.*

Encore une fois, les gens qu'il faut payer pour y accéder, ça peut intervenir, quand vous payez quelqu'un. Si, par exemple, vous allez chercher des nodules... – vous savez ce que c'est que les nodules? Ce sont des petites boules contenant des métaux que vous avez sur les planchers océaniques –, si vous allez chercher des nodules dans l'espace océanique international, en dehors des zones d'exclusivité économique, vous ne paierez pas l'accès à la ressource puisqu'il n'y a personne pour vous réclamer de l'argent. Tout ce que vous paierez, c'est du travail humain pour y accéder. Mais vous ne paierez pas la ressource.

Si vous allez chercher du pétrole dans un pays, là, par contre, vous paierez l'accès à la ressource parce qu'il y a quelqu'un qui habite dans le pays qui vous dit : « Pour prendre mon pétrole, tu vas me payer tant ». Voilà. Et si la pluie tombe toute seule – en ce moment elle serait bien inspirée de le faire – vous ne payez ni le travail ni la ressource. Vous ne payez rien.

Quand je vous disais : si on surveille simplement les indicateurs économiques, au moment où ceux-ci se dégradent de manière massive, on est trop près de la limite pour pouvoir y faire quelque chose, ça revient à dire que *les prix ne vous donnent pas les signaux faibles*. C'est un constat du passé : ça ne vous donne pas les signaux faibles.

7. Le bilan carbone... compte le carbone



Diapositive 8.

En fait, si vous voulez mesurer les flux en ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre, les flux de carbone, eh bien, comme disait Monsieur de la Palisse, la seule chose que vous ayez à faire c'est de mesurer les flux de carbone.

Donc, *il faut établir une comptabilité qui soit distincte de la comptabilité monétaire*, qui ne soit pas la comptabilité monétaire, et qui regarde directement les flux physiques. Le *bilan carbone*, qui est, en gros, la manière aujourd'hui dont on nomme la comptabilité carbone, se situe ici. C'est-à-dire qu'il regarde avec des unités physiques – en l'occurrence des unités de masse – *la quantité de carbone qu'on extrait du sol et qu'on va, après l'avoir oxydé, envoyer dans l'atmosphère*. En fait, il fait ça pour tous les gaz à effet de serre : le CO₂, le méthane, et les autres.

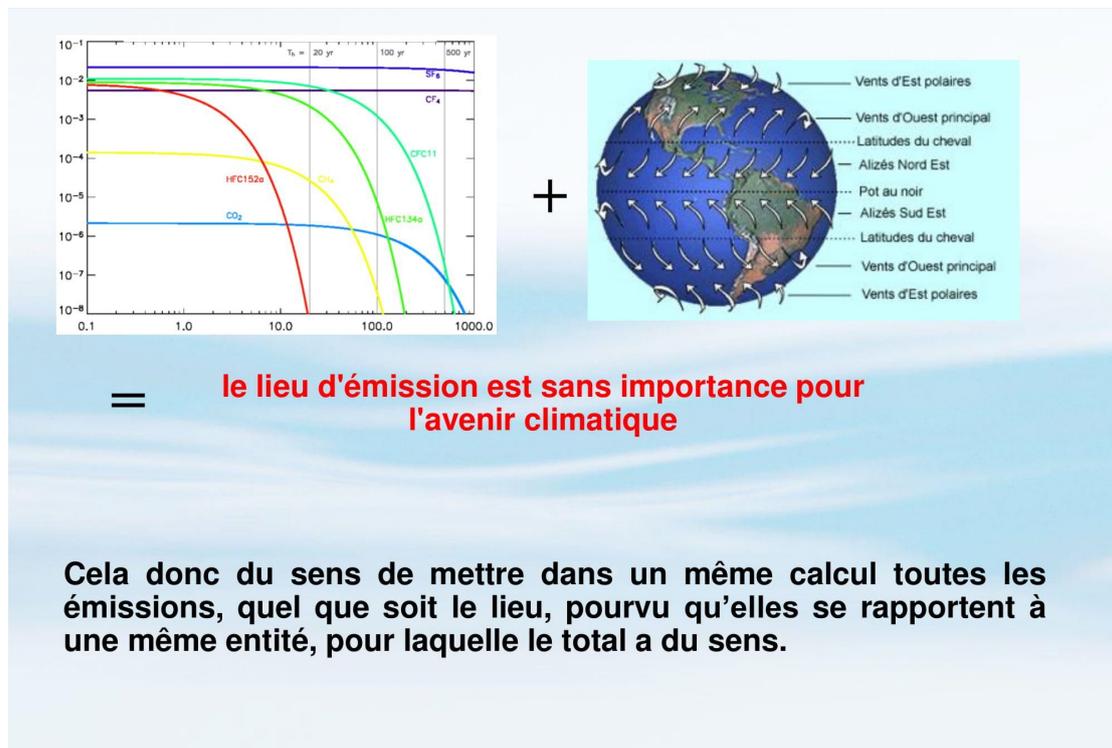
De ce fait, comme il se situe entre le réservoir et l'atmosphère, le bilan carbone vous donne évidemment une visibilité sur la contribution de nos activités à l'enrichissement de l'atmosphère en CO₂. Initialement, c'est pour ça qu'il a été fait. Mais il se trouve que, par construction – et j'insiste : par construction – la même métrique vous donne également *la distance à laquelle vous êtes de l'épui-*

7. LE BILAN CARBONE... COMPTE LE CARBONE

sement des ressources. Puisque, si vous regardez les flux de carbone, le carbone doit bien avoir été extrait de quelque part. Et ce quelque part c'est un gisement de combustibles fossiles.

Donc, le bilan carbone a ceci d'intéressant que *la même comptabilité physique peut vous permettre de vous attaquer à deux problèmes distincts, qui sont la question de la disponibilité en combustibles fossiles et la question du réchauffement climatique.* On peut avoir les deux avec la même métrique.

8. Additionner, mais quoi?



Diapositive 9.

Une question évidente se pose en ce qui concerne la mesure des émissions : pourquoi, finalement, serait-il légitime dans une comptabilité carbone d'agréger des émissions qui prennent place à Paris, à Bordeaux, et éventuellement au milieu du Gabon ?

En ce qui concerne la comptabilité monétaire, comme vous le savez probablement, l'argent est fongible. C'est la raison pour laquelle on a une comptabilité qui vous compte des flux monétaires. Quand vous achetez des vis à un fabricant japonais, vous allez agréger de l'argent qui a été versé à des salariés japonais et de l'argent qui va être versé à des salariés français. Et on considère que c'est quelque chose qui ne pose aucun problème parce que la monnaie est fongible. En ce qui concerne les émissions, il faut également avoir une bonne raison d'agréger des émissions qui prennent place ici et des émissions qui prennent place là.

Je vais commencer par prendre un exemple où il n'est pas légitime de faire ça. Par exemple les émissions de dioxyde de soufre. Le dioxyde de soufre vous

8. ADDITIONNER, MAIS QUOI?

occasionne essentiellement de la pollution locale. C'est-à-dire que ça va faire des pluies acides pas très loin de là où vous êtes, et ça va faire des aérosols réfléchissant pas très loin de là où vous êtes. Donc, dire, en ce qui concerne les pluies acides par exemple, que mon dioxyde de soufre soit émis au milieu de l'océan ou qu'il soit émis au milieu de l'Europe, c'est pareil, ce n'est pas légitime. Parce que si vous faites une pluie acide au milieu de l'océan, une fois que la pluie s'est diluée dans la masse océanique ça n'a strictement aucune espèce d'importance. Alors que, si vous faites ça au-dessus d'un continent, comme les conséquences vont se concentrer, on va dire, dans quelques centimètres ou quelques dizaines de centimètres de sol, vous n'avez évidemment pas du tout les mêmes implications. Et par ailleurs, les végétaux sont plus sensibles à la chose.

En ce qui concerne le CO₂, la raison pour laquelle il est légitime d'agréger des émissions où qu'elles prennent place réside dans les caractéristiques physiques et chimiques des gaz à effet de serre. Je vous ai indiqué que les gaz à effet de serre étaient des espèces qui avaient une très grande longévité chimique dans l'atmosphère. Ils restent longtemps dans l'atmosphère, des décennies ou des siècles. Or il se trouve que l'atmosphère a un système de circulation à grande échelle qui fait qu'elle est brassée sur à peu près la totalité de la surface planétaire en l'espace d'une année. Dit autrement, vous prenez une molécule d'air qui se trouve quelque part dans l'atmosphère, vous attendez une ou deux années, et cette molécule d'air peut se retrouver n'importe où. Vous avez un brassage de l'atmosphère par des circulations atmosphériques à large échelle dans lesquelles vous avez notamment les courants jets, mais pas que.

À partir du moment où vous mettez dans l'atmosphère quelque chose qui va y rester des siècles et que le brassage de l'atmosphère se fait en un ou deux ans, vous êtes d'accord avec moi que le lieu d'émission n'a strictement aucune espèce d'importance. C'est la raison pour laquelle il est légitime, en ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre, de ne pas se soucier de leur lieu de provenance, ou de survenance, pour tenir compte de leur impact sur le changement climatique. Donc, qu'une entreprise ou qu'un pays occasionne des émissions au nord de la Sibérie, au milieu du Brésil ou à Castelnaudary, n'a strictement aucune espèce d'importance en ce qui concerne les conséquences à suivre, d'une manière générale.

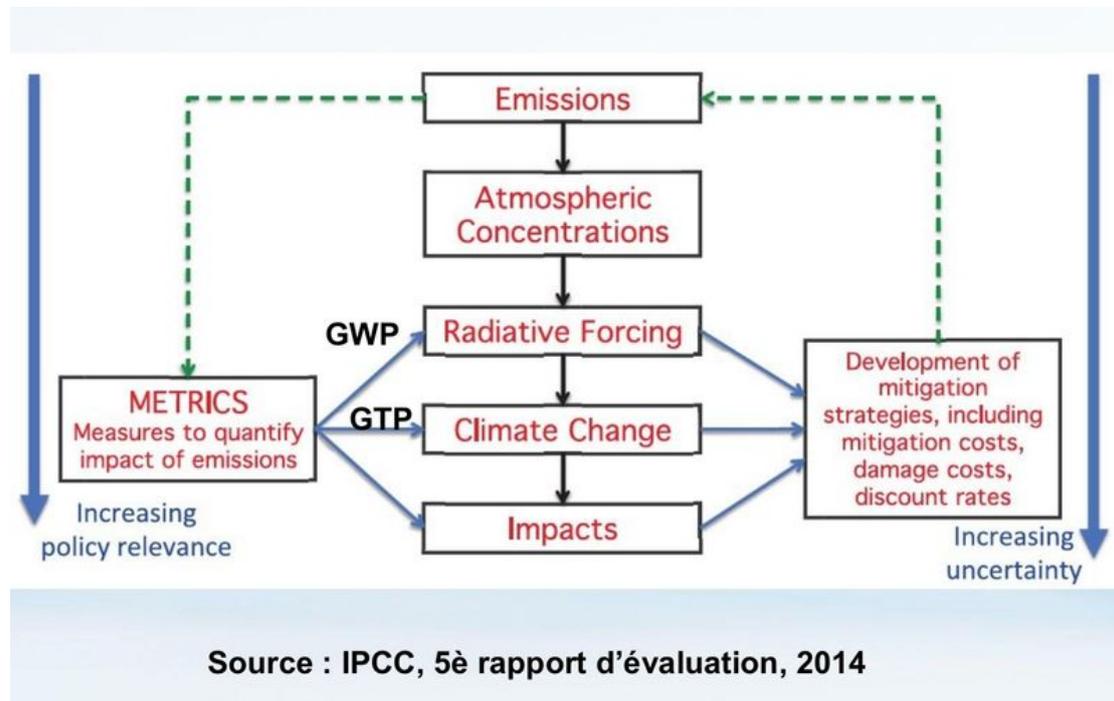
Par exemple, on va rester à côté de Castelnaudary, dans le Sud-Ouest, on va s'intéresser au foie gras. J'ai une chaîne de valeur qui part des petits canards et qui va jusqu'à l'assiette du consommateur. Je suis fondé, si je veux regarder l'impact de cette activité sur le climat, à prendre toutes les émissions qui vont depuis la production du maïs avec lequel je nourris les canards, jusqu'aux déjections des canards, en passant par les gens qui viennent travailler pour nourrir

8. ADDITIONNER, MAIS QUOI?

puis zigouiller les canards. Puis les gens qui fabriquent le métal pour mettre le foie gras en boîte. Puis la logistique aval pour distribuer tout ça à droite et à gauche. Et même, éventuellement, l'énergie de cuisson pour faire cuire le foie gras, quand il est poêlé.

Donc, ça a une logique de dire que, *où que les émissions prennent place, de toutes façons, elles sont identiques en ce qui concerne l'effet sur le climat*. Et donc, je peux d'une part les agréger, et d'autre part évidemment – et c'est une des choses qu'on va voir ensuite – je peux me poser la question de savoir où c'est le plus pertinent d'agir si je veux commencer à les faire baisser.

9. Mesurer, pourquoi faire ?



Diapositive 10.

Quand je mets des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, en fait, j'ai un enchaînement de causes et de conséquences.

Je commence par des émissions. Ces émissions modifient la concentration atmosphérique, du coup ça modifie le forçage radiatif, ça crée du changement climatique, et tout ça va créer des impacts. Et il se trouve que – pour mon plus grand malheur – ce qui a le plus de sens pour moi, c'est de regarder les impacts. Dit autrement, ce qui m'intéresse vraiment, quand je rajoute des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, c'est de savoir si, oui ou non, je vais avoir tant de gens qui vont mourir à cause de telle canicule. C'est l'impact qui m'intéresse vraiment. Savoir si, oui ou non, je vais perdre 30% de ma récolte sur les pommes de terre. Voilà, ça, ça m'intéresse. Alors que, malheureusement, tout ce que je sais mesurer quand je fais des émissions, ce sont les émissions.

Donc, une difficulté intrinsèque dans cette affaire-là est que, ce que l'on cherche à éviter, ce sont les impacts, mais ce que l'on sait mesurer ce sont des émissions. Ça a l'air idiot dit comme ça, mais comme vous avez l'atmosphère

9. MESURER, POURQUOI FAIRE ?

entre les deux, et donc un grand pot commun entre les deux, on est donc dans un système dans lequel *personne ne va hériter des impacts de ses propres émissions*.

Ce que les gens peuvent mesurer, et ce dont vous pouvez hériter, c'est de la mesure de vos propres émissions. Mais il se trouve que *la mesure de vos propres émissions n'est pas l'impact de vos propres émissions*. Parce qu'en fait, l'impact, c'est l'impact de l'ensemble des émissions. Dit autrement la canicule que vous aurez en France en 2050 dépend un tout petit peu de ce que les Français vont faire sur leurs propres émissions, et dépend essentiellement de ce que les Chinois, les Indiens, les Indonésiens, les Philippins, les Vietnamiens, les Camerounais, les Brésiliens, les Canadiens, et évidemment les Américains vont faire sur leurs émissions.

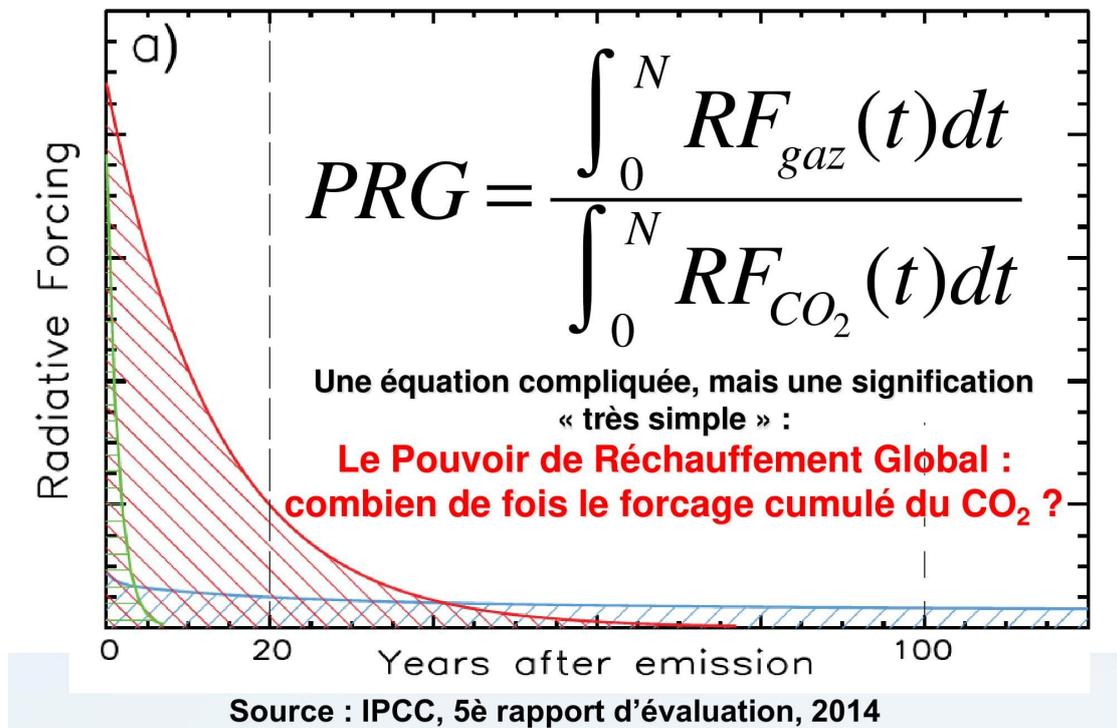
L'impact est ce qui nous intéresse vraiment, parce que c'est savoir si on va mourir ou ne pas mourir, mais ce qu'on sait mesurer ce n'est pas ça, ce sont les émissions.

Je vais évoquer deux unités deux grandeurs qui vont être importantes, enfin une que je vais évoquer, l'autre très peu.

- En ce qui concerne le *forçage radiatif*, l'unité qu'on va utiliser s'appelle le *Global Warming Potential*, ou le *Pouvoir de Réchauffement Global* en français, PRG.
- En ce qui concerne le *changement climatique*, il y a une autre unité – mais dont je ne vous parlerai que très peu parce qu'on ne s'en sert quasiment jamais – qui est le *Global Temperature Potential*, qui n'est pas exactement la même.

Le principe et la philosophie du *Global Warming Potential* sont de mesurer la quantité totale d'énergie renvoyée vers la surface, qui va faire suite à l'envoi dans l'atmosphère d'une unité de gaz à effet de serre. Quand j'envoie une unité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, du coup, j'augmente l'effet de serre, du coup, j'augmente le flux radiatif renvoyé vers le sol. Et la question est : « Quel est le lien entre le supplément de gaz à effet de serre que j'ai rajouté dans l'atmosphère et le supplément d'énergie que je vais récupérer au sol ? ». Et comme c'est un forçage radiatif, donc une puissance, ce supplément d'énergie, je ne peux le calculer que si je me donne un horizon de temps.

10. L'unité de comparaison (1) : le PRG



Diapositive 11.

Donc, le *Pouvoir de Réchauffement Global* (PRG) est défini comme *le forçage radiatif du gaz qui m'intéresse cumulé sur un horizon de temps donné*. Et plutôt que de le mesurer en valeur absolue on a décidé que ça simplifierait le boulot des ingénieurs que vous êtes de le mesurer en relatif. Donc, je le ramène à exactement la même chose qu'en ce qui concerne le CO₂.

Le PRG d'un gaz à effet de serre, en gros, est un multiple du forçage radiatif cumulé du CO₂. Il correspond à la question : « Combien de fois *plus* par rapport au CO₂, ou combien de fois *moins* par rapport au CO₂, ça va me renvoyer de l'énergie vers la surface dans un horizon de temps donné? » Le PRG du CO₂, quel que soit l'horizon de temps est bien évidemment 1, par définition.

Le PRG est une unité relative, une unité normalisée.

11. Le PRG en pratique

	Lifetime (years)		GWP ₂₀	GWP ₁₀₀	GTP ₂₀	GTP ₁₀₀
CH ₄ ^b	12.4 ^a	No cc fb	84	28	67	4
		With cc fb	86	34	70	11
HFC-134a	13.4	No cc fb	3710	1300	3050	201
		With cc fb	3790	1550	3170	530
CFC-11	45.0	No cc fb	6900	4660	6890	2340
		With cc fb	7020	5350	7080	3490
N ₂ O	121.0 ^a	No cc fb	264	265	277	234
		With cc fb	268	298	284	297
CF ₄	50,000.0	No cc fb	4880	6630	5270	8040
		With cc fb	4950	7350	5400	9560

Source : IPCC, 5è rapport d'évaluation, 2014

Diapositive 12.

Ici, vous avez un tableau extrait du dernier rapport du GIEC qui vous donne les valeurs pour un certain nombre de gaz. Vous voyez qu'à part le CO₂, tous les gaz à effet de serre ont un PRG qui est supérieur à 1.

Vous avez ici les horizons de temps 20 et 100 ans. À 20 et à 100 ans, le PRG n'est pas le même parce que, comme une unité de gaz à effet de serre que vous rajoutez dans l'atmosphère à l'instant zéro ne s'épure pas à la même vitesse en fonction des gaz – et par ailleurs n'a pas le même pouvoir absorbant dans l'infrarouge en fonction du gaz par unité de masse –, le fait que les durées de vie dans l'atmosphère ne soient pas les mêmes fait que, en fonction de l'horizon de temps, le rapport entre le gaz en question et le CO₂ change.

Dit autrement, si vous avez un gaz dont la durée de vie est plus courte que celle du CO₂, son PRG diminue quand l'horizon de temps s'allonge. Si vous avez un gaz qui est plus long en durée de vie que le CO₂ dans l'atmosphère – typiquement les gaz fluorés qu'on utilise dans les chaînes de froid – à ce moment, le PRG augmente avec l'horizon temporel.

11. LE PRG EN PRATIQUE

Vous allez me dire : « C'est passionnant tout ça, mais pourquoi est-ce qu'on s'enquiquine ? On prend un siècle, et puis on n'en parle plus. » Eh bien, on s'enquiquine pour être capable de passer à l'action quand votre patron vous dit : « Bon, je veux faire baisser les émissions de 3%, et j'ai le choix entre baisser un peu les fluides – enfin utiliser un peu moins de fluide dans la climatisation – ou bien utiliser un peu moins de camions dans la logistique, ou bien ceci, ou bien cela... » Si vous ne savez pas comparer les gaz, vous n'êtes pas capable de passer à l'action, parce que vous n'êtes pas capable de comparer les effets de vos actions. Donc, l'horizon temporel a quelque chose d'important.

Un exemple parmi d'autres : si vous passez l'horizon temporel de 100 ans à 20 ans, la question du cheptel bovin devient une question absolument cruciale, alors qu'avec le pouvoir de réchauffement global à 100 ans, c'est beaucoup moins visible dans le panorama des émissions. C'est déjà pas mal visible, mais ça l'est beaucoup moins. Si vous dites qu'on prend le PRG à 20 ans, vous aurez plus envie d'enquiquiner les éleveurs que si vous le prenez à un siècle. Vous voyez, ça a une conséquence très, très directe pour l'action derrière, cette affaire d'horizon temporel.

*** Demande de l'auditoire de préciser les légendes du tableau ***

Sur le tableau, **GTP** veut dire *Global Temperature Potential* et **cc fb** signifie *Carbon Feedback*. Le tableau distingue **No cc fb** qui se lit *Without Carbon Feedback* et **With cc fb** qui se lit *With Carbon Feedback*.

Le *Carbon Feedback*, je vous en ai parlé au moment du cours sur les conséquences du réchauffement climatique. C'est selon que votre modèle tient compte du réchauffement sur le déstockage des stocks de carbone ou pas. C'est selon que votre modèle est couplé sur le cycle du carbone, et prend le *Carbon Feedback* en compte ou pas. Le *Carbon Feedback* vous augmente toujours un peu le pouvoir de réchauffement global.

12. Les pays ont déjà leur comptabilité du problème aval

Dans le cadre de la Convention Climat (UNFCCC), les pays doivent faire des inventaires d'émission :

Prenant en compte toutes les sources présentes sur le territoire, mais rien que ces sources (pas de prise en compte des importations et exportations)

Limités aux « 6 gaz » : CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆ (ni ozone, ni vapeur d'eau stratosphérique)

Dont la communication est obligatoire dans le cadre de la convention Climat

Dont ils peuvent déduire ce qui est économisé « ailleurs », sous certaines limites

Diapositive 13.

Une fois qu'on est capable de comparer les gaz, on est capable de faire un inventaire, tous gaz confondus. On peut prendre en compte à la fois le méthane, le CO₂, etc., ce qui vient de l'élevage, ce qui vient des vaches, ce qui vient des rizières et ce qui vient des voitures.

Les premiers inventaires de gaz à effet de serre qui ont été mis en œuvre à large échelle sont les *inventaires d'émissions territoriaux* dans le cadre de la *Convention Climat*. Dans le cadre de la Convention Climat, tous les pays du monde en 1992 – donc avant votre naissance – se réunissent à Rio et disent qu'on va s'occuper de faire quelque chose de sérieux pour le climat – le résultat n'est pas encore très probant! – Les pays ratifient, notamment, une convention qui dit qu'on va se donner un objectif de maintenir le changement climatique anthropique à des niveaux qui ne présentent pas de danger pour l'Homme. C'est très exactement comme ça que c'était rédigé : « Nous allons limiter le changement climatique à des niveaux qui ne présentent pas de danger pour l'Homme ».

12. LES PAYS ONT DÉJÀ LEUR COMPTABILITÉ DU PROBLÈME AVAL

C'était ça l'objectif de la convention-cadre qui a été adoptée à Rio en 1992.

Dans le cadre de cette convention, il a été décidé que chaque pays mesurerait ses émissions. Or il se trouve qu'au traité de Westphalie il a été décidé que les États étaient souverains. Dit autrement, que pour ce qui se passait à l'intérieur de leurs frontières, c'était eux qui décidaient et personne d'autre. La seule exception étant quand on s'envahit les uns les autres. Mais, à part ça, on décide chez soi comme on veut.

En ce qui concerne les émissions, ceci revient à dire que chaque État ne peut stipuler que pour lui-même. Il ne peut s'engager que pour ses propres émissions puisque les émissions qui ont lieu ailleurs sont dans un autre État. C'est donc à cet autre État de s'en occuper.

Donc, on a mis en place un système d'inventaire *domestique*. L'inventaire domestique c'est : « Je compte les émissions de gaz à effet de serre qui ont lieu chez moi ». Ces émissions, par construction, se limitent aux sources présentes sur le territoire. Si vous avez une aciérie sur le territoire, les émissions de CO₂ de l'aciérie sont dans l'inventaire. Si vous importez de l'acier en provenance d'un pays tiers, les émissions de fabrication de l'acier ne sont pas dans votre inventaire. C'est la grosse différence entre ce qu'on appelle un *inventaire national*, et une vision *empreinte carbone* où, là, on regarde tout ce qui est la contrepartie de ce que vous consommez, que cela ait été fabriqué chez vous ou pas.

C'est bien évidemment quelque chose qui intègre tous les gaz à effet de serre connus – depuis Rio il y en a un supplémentaire, le NF3 si ma mémoire est bonne. Bon... il est totalement insignifiant dans les inventaires.

Et au début de la Convention Climat, il y a également eu un mécanisme – mais je ne vais pas entrer dans les détails – par lequel on pouvait déduire de son inventaire « le bien » qu'on faisait dans un autre pays. C'est ce qu'on appelait les « mécanismes de développement propre », ou le *Joint Implementation* dans le cadre du protocole de Kyoto.

Mais, en gros, un *inventaire national* aujourd'hui est l'inventaire de l'ensemble des sources qui prennent place sur le territoire. C'est également l'inventaire du *puits forestier territorial*.

En France, l'organisme chargé d'établir cet inventaire s'appelle le CITEPA – qui vient, soit dit en passant, de publier les émissions de gaz à effet de serre de la France jusqu'en 2018, sachant que les émissions de CO₂ commencent à être mesurées depuis 1960, et pour les autres gaz depuis 1990.

12. LES PAYS ONT DÉJÀ LEUR COMPTABILITÉ DU PROBLÈME AVAL

Le CITEPA vous donne les émissions par grands secteurs : les émissions des bâtiments, des transports, des industries de l'énergie, etc. De cet organisme viennent les émissions que je vous ai montrées pendant le cours sur le changement climatique, en vous donnant la trajectoire d'émissions de la France.

Tous les pays ont un organisme de cette nature, et, soit dit en passant, vous avez également aujourd'hui un processus de contrôle-qualité par lequel les organismes qui font l'inventaire dans un pays sont en général visités par leur homologue d'un autre pays, pour s'échanger les bonnes pratiques, regarder comment ils ont fait, se dire « Tiens, là, tu as peut-être fait une bêtise, etc. »

13. Et la France en a rajouté une couche

Loi Grenelle 2, votée en mai 2010 :

Sont tenus d'établir un bilan de leurs émissions de gaz à effet de serre :

1 - Les personnes morales de droit privé employant plus de cinq cents personnes ;

2 - L'état, les régions, les départements, les communautés urbaines, les communautés d'agglomération et les communes ou communautés de communes de plus de 50 000 habitants ainsi que les autres personnes morales de droit public employant plus de deux cent cinquante personnes

Ce bilan est rendu public. Il est mis à jour au moins tous les trois ans. Il doit avoir été établi pour le 31 décembre 2012.

Diapositive 14.

Désormais, les acteurs économiques français ont également une obligation de faire ce genre de choses. Historiquement, la première loi qui a obligé les entreprises françaises à mesurer leurs émissions, a été la loi « Grenelle 2 », qui a été votée en 2010. Cette loi « Grenelle 2 » n'était pas extrêmement contraignante, parce qu'elle disait, en gros, qu'on ne s'occupait que des émissions directes.

C'était bien dans le principe, simplement, c'était extrêmement limitant en ce qui concernait le périmètre couvert. Parce que si vous étiez, par exemple, un magasin Carrefour, les seules émissions qu'on vous demandait d'inventorier au titre de cette loi, c'était les émissions de votre chaudière. Pour le reste :

- Les émissions des véhicules pour que les clients viennent chez vous : on ne les compte pas.
- Les émissions des camions qui vous livrent les produits : on ne les compte pas.
- Les émissions pour fabriquer les produits : on ne les compte pas.

13. ET LA FRANCE EN A RAJOUTÉ UNE COUCHE

— Et si vous vendez des produits qui consomment de l'énergie comme des aspirateurs ou des barbecues, eh bien : on ne les compte pas.

Donc, en gros, l'essentiel des émissions dont dépend votre activité, on ne les compte pas.

Parce que si vous n'avez plus le droit d'utiliser un barbecue acheté chez Carrefour, vous n'allez pas l'acheter chez Carrefour. Et si vous n'avez plus le droit de brancher une perceuse achetée chez Leroy Merlin, vous n'allez pas l'acheter chez Leroy Merlin. Par ailleurs, si vous n'avez plus le droit de prendre votre voiture pour aller faire des courses, ça change aussi un tout petit peu la structure du commerce de ces gens-là.

Donc, en gros, la loi « Grenelle 2 » demandait de se concentrer sur un truc qui était totalement epsilonlesque.

14. Et la France en a rajouté une couche (bis)

Article 173 de la loi de transition énergétique :

Le rapport présenté par le conseil d'administration ou le directoire (...) à l'assemblée générale (...) comprend (...) des informations sur la manière dont la société prend en compte (...) les conséquences sur le changement climatique de son activité et de l'usage des biens et services qu'elle produit ;

Les établissements de crédit et les sociétés de financement mettent en place des dispositifs, stratégies et procédures (...) leur permettant de détecter, de mesurer et de gérer les risques auxquels ils sont ou pourraient être exposés du fait de leurs activités.

Ces risques incluent notamment (...) les risques mis en évidence dans le cadre de tests de résistance régulièrement mis en œuvre.

Le Gouvernement remet au Parlement, avant le 31 décembre 2016, un rapport sur [les] risques associés au changement climatique

Les entreprises d'assurance et de réassurance (...), les mutuelles (...), les institutions de prévoyance (...), [et divers établissements publics assimilés] mentionnent dans leur rapport annuel (...) les moyens mis en œuvre pour contribuer à la transition énergétique et écologique. (...) La prise en compte de l'exposition aux risques climatiques, notamment la mesure des émissions de gaz à effet de serre associées aux actifs détenus, ainsi que la contribution au respect de l'objectif international de limitation du réchauffement climatique et à l'atteinte des objectifs de la transition énergétique et écologique [à fournir]

Diapositive 15.

Par contre, maintenant, une deuxième loi passée en 2015 dit – vous lirez ça à tête reposée – qu'il faut prendre en compte les émissions qui sont la contrepartie de l'activité de façon beaucoup plus large. En gros, ce sont *les postes significatifs d'émissions de gaz à effet de serre*. C'est de cela dont je vais vous parler dans les quelques cas pratiques qu'on va voir ensuite.

Les postes significatifs d'émissions de gaz à effet de serre – j'en reviens à mon magasin Carrefour –, typiquement, si je ne trouve pas les camions c'est que quelque chose manque. Si je ne trouve pas les voitures des clients qui viennent dans les grandes surfaces, c'est que quelque chose manque. Si je ne trouve pas les émissions de fabrication des produits, qu'il s'agisse des biftecks, qu'il s'agisse des perceuses, des poupées Barbie, ou tout ce que vous voulez, eh bien, il y a quelque chose qui manque. On peut même inclure dans cette logique les émissions de cuisson des surgelés, ou de conservation des surgelés dans le freezer avant de les manger. Tout ça doit normalement être pris en compte dans l'inventaire.

14. ET LA FRANCE EN A RAJOUTÉ UNE COUCHE (BIS)

*** Question auditoire ***

« Ne risque-t-on pas de compter les choses deux fois ? »

Ça ne pose aucun problème de compter quelque chose deux fois. Dans le monde économique, on fait ça en permanence. Quand ma société envoie une facture à un client, la facture est comptabilisée chez moi, et elle est comptabilisée chez le client. Quand vous avez au sein d'un même groupe deux entités qui s'envoient une facture l'une à l'autre, ça apparaît dans les comptes de chacune des entités. Et évidemment, quand vous allez faire la comptabilité de l'ensemble de l'entité, vous avez ce qu'on appelle des *retraitements* à faire. C'est ce qui vous permet de sortir des comptes qu'on appelle consolidés. Les *comptes consolidés* sont des comptes dans lesquels vous avez enlevé tout ce qui est en doublon.

En ce qui concerne la *comptabilité carbone*, quand vous regardez une entité prise isolément, le fait qu'il y ait un double compte avec ce qui se passe dans une autre entité, ce n'est pas très grave parce que de toute façon votre problème à vous c'est de regarder tout ce dont vous dépendez. Il ne faut pas le retirer de votre champ de vision au motif que ce dont vous dépendez se passe chez le voisin, sinon vous allez faire une erreur d'appréciation sur la situation dans laquelle vous êtes.

*** Questions auditoire ***

« Qu'en est-il des puits forestiers dont vous avez parlé de faire l'inventaire ? »
« Que faire des zones qui ne dépendent pas d'un État, comme les eaux internationales ? »

Les eaux internationales ne sont pas considérées comme un puits forestier, pour l'excellente raison que la forêt qui pousse à la surface de l'océan est en quantité assez réduite. Donc, on ne les compte pas... Et les émissions qui sont absorbées par l'océan ne sont la propriété de personne, donc elles n'apparaissent dans aucun inventaire.

J'insiste : *un inventaire d'émissions n'est pas un inventaire de variation de la concentration, ni un inventaire des impacts, c'est vraiment un inventaire d'émissions*. Vous regardez ce qu'on émet, point. Et de ce qu'on émet, vous déduisez, sous certaines conditions, ce que votre forêt capte – à condition qu'elle capte quelque chose.

Dans les pays en déforestation, non seulement il n'y a pas de *puits forestier*, mais il y a une *source forestière*. Par exemple dans un pays comme l'Indonésie – je ne sais pas si c'est encore vrai aujourd'hui, mais il n'y a encore pas si longtemps que cela, bien après que j'ai commencé mes cours ici – la diminution de la surface forestière était le premier poste d'émissions du pays. Car supprimer un stock qui, derrière, part dans l'atmosphère sous forme d'émissions de com-

14. ET LA FRANCE EN A RAJOUTÉ UNE COUCHE (BIS)

bustion, était, de très loin, le premier poste d'inventaire d'émissions du pays. Dans un pays comme le Brésil, c'est pareil, la forêt n'est pas un puits. La forêt est une source d'émissions parce que vous êtes en phase de déforestation.

Par contre dans un pays comme la France, globalement la superficie forestière a tendance à croître un peu. C'est vrai sous réserve qu'on ne compte pas en forêt des trucs où il n'y a pas d'arbre, et ça peut arriver,

- par exemple, lorsqu'il y a des incendies,
- par exemple, lorsque les arbres meurent à cause des ravageurs,
- par exemple, parce que, quelques années de suite, on les coupe rapidement alors même que, cadastralement, ça reste des forêts.

Mais, globalement, la forêt française est en croissance. Et donc, on a un puits forestier.

Donc, ça dépend de l'état du stock forestier, s'il est en croissance ou en décroissance. S'il est en croissance, c'est un puits dans l'inventaire. S'il est en décroissance, il devient une source dans l'inventaire. Dans les deux cas de figure, c'est une source qui est compliquée à apprécier, parce que – j'en reviens à ce que j'ai dit à propos des énergies renouvelables – les sources fossiles vont en regard d'une comptabilité commerciale. Je vous assure que le pompiste qui vous vend votre essence est intéressé à ce que son compteur ne soit pas faux, et que vous ne vous serviez pas le double de ce qu'il pense qu'il vous a vendu. Il regarde très précisément ce qui se passe. Et une fois que je sais très précisément la quantité d'essence qui est entrée dans votre voiture, je sais très précisément la quantité de CO₂ qui en sort.

En ce qui concerne le bois, c'est beaucoup plus difficile d'aller demander à chaque arbre « T'as stocké combien de carbone cette année, toi? ». Ce sont nécessairement des calculs grossiers, approximatifs, avec de fortes incertitudes.

Je reviens à l'article 173. Un autre truc vous concerne aujourd'hui – enfin, pas trop vous, parce que, normalement, après tout ce que je vous ai raconté, il n'y en a quand même pas un milliard qui devraient aller bosser dans la finance pour devenir trader, on ne sait jamais après tout... il y en a peut-être quelques-uns qui iront quand même dans le secteur financier.

Dans le secteur financier, une obligation supplémentaire a été rajoutée au titre de cette même Loi de 2015 sur la transition énergétique, qui dit que tous les acteurs du monde financier doivent publier un rapport pour dire comment ils prennent en compte l'empreinte carbone, on va dire, de leur portefeuille. Quand vous êtes un investisseur financier, en général, c'est du reste parce que

14. ET LA FRANCE EN A RAJOUTÉ UNE COUCHE (BIS)

vous gérez l'épargne ou la trésorerie de quelqu'un. C'est ça l'essentiel des investisseurs. Si vos parents ont de l'assurance-vie, ils ont donné à une compagnie d'assurance-vie leur argent, et la compagnie d'assurance-vie va acheter des obligations et des actions, c'est-à-dire de la dette, et des actions, d'un certain nombre d'États pour la dette, et d'un certain nombre d'entreprises. Ces États et ces entreprises émettent des gaz à effet de serre. Ils en émettent sur l'ensemble de la chaîne de valeur.

Et l'article 173 dit : « Vous qui êtes dans le monde financier, vous allez vous intéresser à ce truc-là. Et vous allez commencer à me raconter des choses sur la façon dont vous prenez en compte l'empreinte carbone du portefeuille de vos investissements. Par ailleurs, j'aimerais bien que vous me racontiez également des choses sur l'impact du changement climatique sur les activités dans lesquelles vous avez investi : si vous avez investi chez un producteur de pommes de terre, j'aimerais que vous preniez le temps de regarder si le changement climatique ne va pas lui faire faire de très mauvaises affaires. »

Pour vous donner un exemple qui est à un peu plus large échelle, l'Allemagne a connu une petite récession fin 2018. Il se trouve qu'à l'été 2018, l'est de la France – donc le sud de l'Allemagne – a connu une sécheresse très intense. Ça rappelle peut-être quelques souvenirs à quelqu'un, s'il y a des gens ici qui sont originaires du Doubs, du Jura... Il y a des gens qui sont originaires du Doubs, du Jura ici ? Il y en a encore moins que des Bretons ! C'est pas vrai ! Bon, ce n'est pas grave, alors faites-moi confiance, croyez-moi sur parole.

Dans ce coin-là, il a fait très sec, le débit du Rhin a considérablement baissé. Et le Rhin a cessé d'être navigable pour les transports de marchandises un peu lourds. Du coup, ça a empêché quelques centrales électriques au charbon d'être approvisionnées, et ça a supprimé le transport de marchandises pour une partie des activités industrielles en Allemagne.

Eh bien, ça a probablement joué un rôle dans la récession qu'il y a eu en Allemagne au quatrième trimestre 2018, parce que le sud de l'Allemagne qui jouxte la France est une partie extrêmement industrialisée dans laquelle vous avez de grosses concentrations, notamment dans l'industrie automobile. C'est un exemple d'impact du changement climatique sur les activités économiques.

Vous en avez évidemment plein d'autres que je pourrais prendre en exemple. Prenez la température... Avec les températures qu'il va faire pendant les quelques jours qui viennent, des sols vont s'assécher de manière forte, ce qui va faire se rétracter des argiles, ce qui va fissurer des bâtiments. Ça a été le premier dommage assuré en 2003. Donc, vous avez un certain nombre de conséquences.

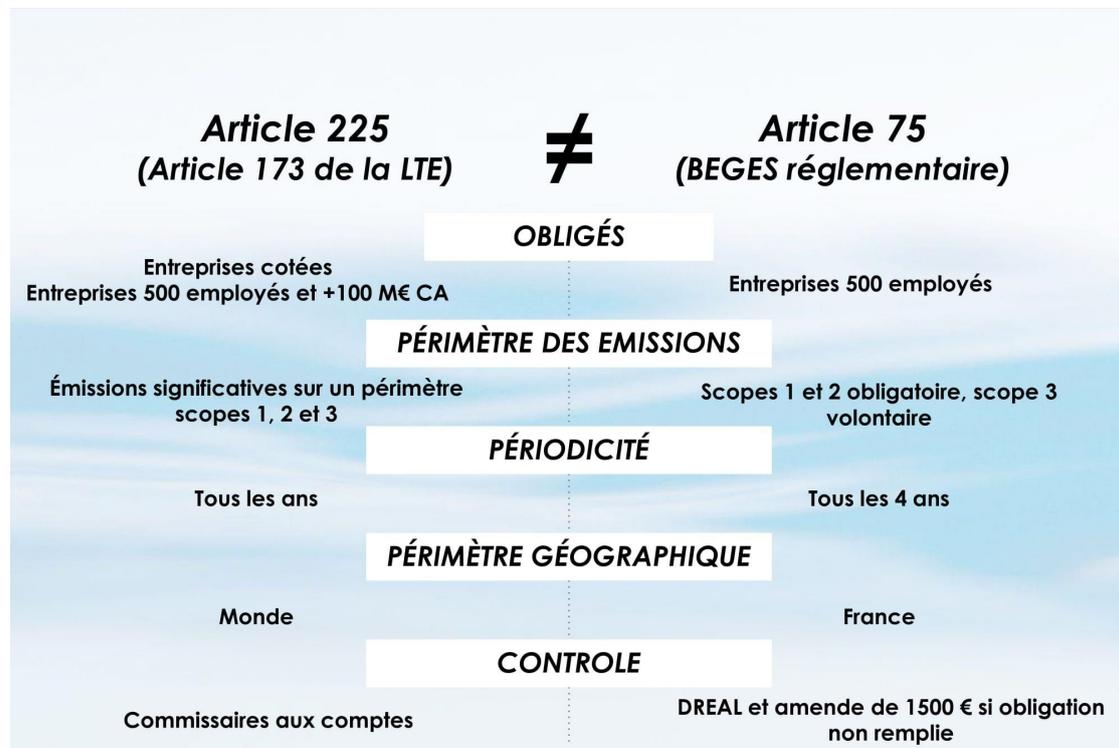
14. ET LA FRANCE EN A RAJOUTÉ UNE COUCHE (BIS)

La loi de 2015 dit aux gens qui ont investi de l'argent quelque part : « Intéressez-vous à cette affaire-là. » Pour le moment, ce sont des obligations très, très soft. Ce que les Anglo-saxons appellent *comply or explain*. Dit autrement, vous pouvez soit *comply*, c'est-à-dire faire ce qu'on vous demande de faire, soit *explain*, c'est-à-dire expliquer pourquoi vous ne l'avez pas fait. Donc, c'est un truc évidemment très, très soft.

Si on vous demande d'aller en contrôle et que vous n'y allez pas, et que vous dites : « J'avais une bonne raison : j'avais le nez qui gratte. – Très bien. Il n'y a pas de problème. Vous passerez quand même, il n'y a pas de problème. » Il est évident qu'un certain nombre d'entre vous préféreront aller faire la fête!

C'est exactement ce que font les financiers : ils font un peu la fête. Donc, pour le moment, ils ne sont pas très sérieux sur cette obligation. Et un certain nombre de gens comme moi militent pour qu'ils le soient un peu plus.

15. 225, 75, et tout ça tout ça



Diapositive 16.

Ça, je vais passer parce que ça n'a pas beaucoup d'intérêt aujourd'hui.

16. Allez la France!



Diapositive 17.

Au moment où l'article 173 de la loi est passée, la France – cocorico! – était le seul pays au monde qui demandait aux entreprises de reporter les émissions sur l'ensemble des processus amont et aval dont elles dépendent.

Je reprends l'exemple de ma grande surface. À cette époque, les pays que vous avez là demandaient simplement qu'on fasse un reporting des émissions directes. C'est ce qu'on appelle le « Scope 1 ».

Ce qu'on appelle le « Scope 2 », ce sont les émissions indirectes dues à l'approvisionnement énergétique. Dit autrement, ce sont les émissions des centrales électriques, de l'électricité que vous achetez.

Donc, l'essentiel des pays du monde qui avaient mis une obligation de déclaration des émissions aux entreprises demandaient à ces entreprises de simplement communiquer sur les émissions liées à leur propre consommation énergétique. Quand vous vous appelez BNP Paribas, les émissions de la propre consommation énergétique de BNP Paribas, c'est : l'électricité que vous ache-

16. ALLEZ LA FRANCE!

tez, le gaz que vous achetez, le fioul que vous achetez – s’il y a quelques agences bancaires chauffées au fioul –, et les voitures de fonction qui sont possédées par l’entreprise. Point.

Est-ce que vous pensez que c’est extrêmement représentatif des émissions de BNP Paribas? Enfin, plus exactement des émissions dont dépend BNP Paribas? Non, pas vraiment.

Je reprends l’exemple de Carrefour : si vous avez juste la chaudière du magasin Carrefour, ce n’est pas non plus vraiment représentatif, etc.

Si je prends l’école des Mines, c’est juste la chaudière de l’école des Mines, vous n’avez là-dedans ni les produits alimentaires servis au restaurant, ni les voyages en avion que vous allez faire pour partir en stage, ni le matériel qui est acheté pour les laboratoires, etc., tout ça disparaît. C’est évidemment très, très partiel.

Or si vous demandez aux gens de ne mesurer qu’une petite partie du problème, à ce moment, vous avez l’effet « lampadaire » que vous connaissez tous : « Pourquoi cherches-tu tes clés sous ce lampadaire? – Parce qu’il n’y a que là qu’il y a de la lumière. »

C’est évident que si vous dites aux entreprises « Tu ne vas regarder que les émissions qui ont lieu chez toi, » ensuite sur quoi vont-elles agir? Ben, juste sur les émissions qui ont lieu chez elles. Absolument évident. Donc, Carrefour va vous expliquer que c’est vachement bien, parce qu’ils ont augmenté l’efficacité énergétique de leur chaudière de 10%.

17. En économie, un maître mot : la dépendance

Le bilan carbone vise à caractériser non un lien de responsabilité ou de territorialité, mais un **lien de dépendance :**

Dans le BC d'un magasin, on doit trouver le fret pour acheminer les marchandises jusqu'au magasin

Dans le BC d'un distributeur d'eau, on doit trouver les émissions de fabrication des tuyaux renouvelés

Dans le BC d'un coiffeur, on doit trouver les émissions de fabrication des laques, mais aussi celles du chauffage du magasin ou encore celles liées au déplacement des client(e)s

Dans le BC d'un constructeur d'immeubles on doit trouver les émissions de fonctionnement de l'immeuble une fois vendu, et dans le BC d'un constructeur auto celles du fonctionnement des véhicules après la vente

Dans le BC d'une banque il y aura les émissions de fabrication de l'informatique, voire celles de la formation des informaticiens...

On peut encore faire le BC d'un toiletteur pour chiens, d'un fabricant de bottes, d'une agence de mannequins ou d'une école d'ingénieurs !

Diapositive 18.

Je reviens sur quelque chose qui est absolument essentiel : *quand vous faites un inventaire d'émissions, la première raison de le faire, ce n'est pas pour vous sentir coupable, c'est pour comprendre de quel processus dépend votre activité.* C'est ça, la première raison de faire un inventaire d'émissions. Ce qui veut dire que... mais je vous l'ai déjà dit 25 fois pour le magasin !

Prenons maintenant l'exemple d'un distributeur d'eau. Pour ne pas les nommer : Veolia, ou Suez, ou leurs copains. Bien évidemment, un distributeur d'eau sans tuyaux pour faire circuler l'eau, ça ne marche pas bien. Donc, dans l'inventaire d'émissions d'un distributeur d'eau vous devez logiquement trouver les émissions de fabrication des tuyaux qui sont renouvelés. Le plasturgiste qui a fait les tuyaux en PVC, ou Pont-à-Mousson qui a fait les tuyaux en fonte, ou qui a fait les regards en fonte, eh bien, vous allez devoir trouver les émissions de ces gens-là dans l'inventaire d'émissions de mon distributeur d'eau.

Soit dit en passant, dans l'inventaire de mon distributeur d'eau, il y a un autre truc que vous devriez trouver aussi, qui est encore plus important que ça,

17. EN ÉCONOMIE, UN MAÎTRE MOT : LA DÉPENDANCE

c'est tout simplement le fait que l'essentiel de l'eau distribuée est chauffée. Si vous n'avez plus le droit de chauffer l'eau que vous achetez, si je vous interdis à partir de maintenant de chauffer l'eau chez vous – c'est « douche froide ou rien » –, vous allez probablement consommer un peu moins d'eau, domestiquement. Parce que si c'est douche froide ou rien, ce n'est pas complètement sûr que vous garderez le même rythme de douche que celui que vous avez aujourd'hui. Vous achèterez un peu plus d'eau pour la machine à laver, mais comme ça sera interdit de chauffer l'eau pour la machine à laver aussi, vous ferez la lessive à l'eau froide. C'est compliqué.

Si, maintenant, je prends un coiffeur, le coiffeur hérite pour partie du bilan carbone de l'Oréal, puisque, chez le coiffeur, vous trouvez tout un tas de produits qui sont vendus par l'Oréal et consorts : des shampoings, des laques, tout un tas de machins pour teindre les cheveux dans tout un tas de couleurs sympathiques, etc.

Si je regarde maintenant un constructeur d'immeubles, il a logiquement dans ses émissions le fait qu'on puisse se servir de l'immeuble une fois vendu. C'est pareil : si tout ce que je construis ce sont des immeubles dans lesquels il n'y a pas de confort thermique, probablement que je vais les vendre un peu moins facilement que des immeubles dans lesquels il est possible d'avoir chaud l'hiver, et froid l'été. Si je vends un immeuble qui n'est jamais accessible par aucun moyen de transport, par exemple au milieu de l'océan, il va valoir un peu moins cher, pour quelqu'un qui a besoin d'aller travailler à Paris tous les jours, que quelque chose qui est mieux situé. Donc, si je ne tiens pas compte des émissions de fonctionnement de l'immeuble, à la fois pour les déplacements et pour le confort thermique, il y a quelque chose qui me manque dans l'inventaire d'émissions d'un constructeur d'immeubles.

C'est exactement pareil en ce qui concerne les constructeurs de voitures. Si je regarde les émissions directes d'un constructeur de voitures, ça ne m'apprend strictement rien sur la dépendance du constructeur de voitures aux émissions.

Je vous le dis autrement. Dans un monde dans lequel je contracte les émissions de façon forte, un monde dans lequel je dis : « Très bien, on va faire le monde à 2 °C », c'est-à-dire le monde dans lequel on divise les émissions par... - je vous l'ai dit la dernière fois – par 3 d'ici à ce que vous ayez mon âge, c'est simple –, dans ce monde, ce qui va gêner mon constructeur de voitures, c'est avant tout les émissions des voitures une fois en fonctionnement, beaucoup plus que les émissions de sa propre chaudière. C'est vraiment ça qui va le gêner.

Donc, dans un inventaire d'émissions qui est fait pour comprendre le *lien de dépendance* – et, du coup, ce qu'on devient dans un monde dans lequel les

17. EN ÉCONOMIE, UN MAÎTRE MOT : LA DÉPENDANCE

émissions baissent de gré ou de force –, il est essentiel d’avoir les émissions de l’ensemble de la chaîne de valeur.

Et pour reprendre l’exemple de BNP Paribas, il est évident que dans les émissions de BNP Paribas, ce qui va compter le plus, ce n’est pas du tout ses émissions directes. Ce sont ses émissions indirectes. C’est-à-dire le fait que les activités dans lesquelles on a investi, ou les activités auxquelles on a prêté, puissent fonctionner. Parce que si tout le monde fait faillite, il y a un tout petit sujet quand vous êtes une banque.

Par ailleurs, il y a un certain nombre d’autres émissions, et notamment les émissions de fonctionnement de tout ce qui est informatique. Je n’ai pas prévu d’en parler pendant le cours, mais je fais une petite parenthèse. La modeste association que j’ai l’honneur de présider, et qui s’appelle The Shift Project, a sorti il y a trois, quatre mois, cinq mois – je ne sais plus – un rapport sur l’empreinte carbone du numérique que je vous invite à aller consulter – c’est sur un site internet qui s’appelle *theshiftproject.org*, c’est facile à trouver, et vous verrez qu’il y a des indications assez intéressantes sur ce truc-là.

Je vous donne très rapidement la conclusion. C’est que *la numérisation est un facteur d’accroissement des émissions de gaz à effet de serre*, et pas du tout d’économies. Voilà. C’est ennuyeux. Quand on a découvert ça, on était un peu enquinés.

Donc, comme toute activité économique est une activité de transformation, que toute transformation va avec de l’énergie, et qu’aujourd’hui l’essentiel de l’énergie est fossile, *vous pouvez faire le bilan carbone de toute activité économique*. D’accord? Il y aura toujours du carbone.

En fait, *le carbone, c’est une monnaie*. Exactement comme j’avais dit tout à l’heure : comme les euros ou les dollars. C’est une monnaie. Le carbone c’est une monnaie. C’est exactement pareil. C’est-à-dire que c’est quelque chose que vous pouvez utiliser pour *agréger tous les processus qui comptent dans une transformation productive*. Et, par ailleurs, c’est quelque chose que vous pouvez – comment dire – mettre sur un pied d’égalité, quel que soit l’endroit où vous vous en êtes servi.

Prenez n’importe quelle entité, je peux faire son bilan carbone.

18. Qu'allons-nous compter exactement ?

Comme les inventaires de l'UNFCCC, le bilan carbone est un inventaire (particulier) des émissions humaines de GES

Seules sont prises en compte les émissions qui modifient de manière discernable le forçage radiatif du gaz considéré

les émissions directes de vapeur d'eau sont exclues (pas de modification de la concentration dans l'air), sauf dans le cas de la stratosphère (avion)

les émissions de CO₂ organique sont exclues pour toute combustion de biomasse qui se renouvelle

Seuls sont pris en compte les gaz directement émis dans l'air sans nécessité de réaction chimique atmosphérique

l'ozone troposphérique est exclu (pas d'émissions directes et incapacité à calculer les émissions indirectes avec une règle simple)

L'unité de compte se base sur le PRG à 100 ans : PRG = équivalent CO₂

Diapositive 19.

Dans une *empreinte carbone* ou un *bilan carbone* d'entreprise, vous avez tout ce qui entre en ligne de compte.

La seule chose que vous n'allez pas prendre en compte, ce sont les émissions directes de vapeur d'eau. Si vous avez des centrales électriques refroidies en rivière, vous ne tiendrez pas compte de la vapeur d'eau émise alors que la vapeur d'eau est un gaz à effet de serre. Pourquoi ? Parce qu'émettre de la vapeur d'eau ne modifie pas de façon significative la concentration en vapeur d'eau dans l'atmosphère. La concentration en vapeur d'eau dans l'atmosphère est pilotée par le fait que vous avez deux tiers d'océans sur Terre et la température de l'atmosphère. C'est ce qui pilote la concentration en vapeur d'eau. Ce ne sont pas nos émissions qui y changent quelque chose.

Ça veut dire que les gaz dont on va tenir compte, ce sont juste ceux pour lesquels l'Homme modifie de façon distinctive la concentration atmosphérique, donc la vapeur d'eau n'est pas prise en compte. Le CO₂, bien évidemment, est pris en compte, ainsi que tous les gaz qui sont des émissions directes.

18. QU'ALLONS-NOUS COMPTER EXACTEMENT?

Par contre, les gaz qui n'ont pas d'émissions directes ne sont pas non plus pris en compte. Par exemple, l'ozone troposphérique, celui qui apparaît près du sol – et qui, soit dit en passant, à mon avis, avec les conditions qu'on a en ce moment, a dû gentiment augmenter – n'est pas pris en compte, alors que c'est un gaz à effet de serre. Pourquoi? Parce que vous n'avez pas de lien direct entre le surplus atmosphérique et le comportement d'un individu donné.

En ce qui concerne les gaz qui se retrouvent dans l'atmosphère sous la forme sous laquelle ils ont été émis, vous avez un lien direct entre le comportement d'un individu donné et le surplus atmosphérique. Si moi, aujourd'hui, j'é mets un kilo de gaz à effet de serre, je sais faire le lien avec le supplément de concentration qu'il y a juste après.

Par contre, l'ozone ne s'émet pas en tant que tel. Si, tout de suite, là, maintenant, j'é mets des oxydes d'azote, je ne sais pas dire combien d'ozone ça fera en plus dans l'atmosphère. Parce que ça dépend de ce que les autres vont faire, des conditions climatiques, et de ce que, au même moment, on a émis des composés organiques volatils, ou pas, donc, comme je le disais : « Est-ce qu'il va faire beau ou est-ce qu'il ne va pas faire beau? »

Je n'ai pas de lien direct entre la quantité d'ozone que vous avez dans l'atmosphère et le comportement d'un individu pris isolément. Ça explique pourquoi aujourd'hui il n'y a pas de métrique, pourquoi on ne prend pas en compte l'ozone dans les émissions de gaz à effet de serre.

Dans tous les inventaires qu'on fait aujourd'hui, l'unité de compte est toujours le PRG à un siècle. C'est l'unité de compte, il n'y a pas autre chose dans les inventaires qu'on observe aujourd'hui.

19. Émissions de GES : calcul ou mesure ?

Pour une activité humaine, il n'est généralement pas possible de procéder par mesure directe : impossible de mettre un capteur sur tout pot d'échappement, ou de mettre toute vache sous cloche !

Le bilan carbone s'appuie donc sur des métrologies existantes (pompes à essence, masse des matériaux achetés, métrage des bâtiments construits, poids des déchets jetés, etc) et utilise un **facteur d'émission** pour les « convertir » en émissions.

Un facteur d'émission désigne donc la grandeur qui permet de convertir des « données d'activité » (litres d'essence consommés, km parcourus, tonnes d'acier coulé...) en équivalent carbone ou CO₂.

Il est souvent le résultat, pour le coup, d'une analyse « de laboratoire » ou d'un calcul précis.

Exemple : combustion de 1 litre d'essence
émissions de CO₂ = FE x litres d'essence

FE est le Facteur d'Emission. Il peut refléter un processus unique ou un ensemble de processus

Diapositive 20.

L'essentiel des émissions de gaz à effet de serre que nous occasionnons n'est pas mesuré. Ça, c'est aussi quelque chose qu'il faut avoir bien en tête.

Elles ne sont pas mesurées parce que si vous vouliez mesurer la totalité de nos émissions de gaz à effet de serre, il faudrait par exemple

- qu'il y ait un capteur de CO₂ sur chaque pot d'échappement de chaque voiture,
- qu'il y ait un capteur de méthane sur chaque vache,
- qu'il y ait un capteur de méthane sur chaque rizière,
- qu'il y ait un capteur de méthane sur chaque mine de charbon,
- qu'il y ait un capteur de CO₂ sur chaque chaudière de bâtiment,
- qu'il y ait un capteur de protoxyde d'azote au-dessus de chaque champ, etc.

19. ÉMISSIONS DE GES : CALCUL OU MESURE ?

Donc, évidemment, avec cette difficulté, les émissions de gaz à effet de serre ne sont jamais mesurées.

En fait, ces émissions de gaz à effet de serre sont *calculées*. C'est la raison pour laquelle vous avez une incertitude. La manière dont on les calcule est assez simple : on prend des données d'activité que l'on est capable de mesurer.

Les *données d'activité*, sont, par exemple, un nombre d'hectares cultivés. Ça, on sait mesurer. Ou, par exemple, une quantité de carburant achetée. Ça on sait le mesurer. Ou, par exemple, une quantité de voitures qui circulent. Ça, on sait le mesurer aussi. Ou, par exemple, une quantité de bifteck que vous allez manger. D'accord ?

On prend des trucs qu'on sait déjà mesurer dans le monde qui nous entoure, et on va calculer les émissions de gaz à effet de serre à partir des quantités qu'on a mesurées, et de ce qu'on appelle un *facteur d'émissions*, qui est représentatif du processus moyen d'émission qui prend place quand vous avez l'unité physique que vous êtes en train de regarder.

Le *facteur d'émissions* est en général soit mesuré, soit lui-même calculé. Un exemple idiot de mesure est : vous regardez le fonctionnement d'un moteur, vous regardez combien d'essence vous mettez dans le moteur, et vous mesurez pour de vrai – parce qu'on peut le mesurer pour de vrai avec un banc d'essai – la quantité de CO₂ qui sort du pot d'échappement.

Ce lien de cause à conséquence entre telle quantité d'essence qui entre et telle quantité de CO₂ qui sort, une fois que vous l'avez mesuré, vous vous dites « Dès que j'aurai une voiture, quelque part, qui consomme de l'essence, j'aurai le même lien de cause à effet entre l'essence qui entre et le CO₂ qui sort. » D'accord ? Vous avez, avec une analyse, fabriqué un *facteur d'émissions*.

Les facteurs élémentaires sont, en général, le résultat de données d'observation. Je vais vous en montrer un certain nombre plus tard.

Après, quand vous voulez faire des facteurs sophistiqués, par exemple un repas à la cafétéria ici, bien évidemment ça va être déjà le résultat de calculs compliqués que vous allez faire sur la base de facteurs élémentaires.

Exactement comme une comptabilité monétaire, *une comptabilité carbone est quelque chose qui est chaîné*. C'est-à-dire que les valeurs de ce que vous avez à l'aval dépendent de la manière dont vous vous y êtes pris pour calculer les valeurs qui sont à l'amont.

Donc, les premiers facteurs d'émissions, les plus importants, ce sont ceux qui sont près de la matière. Je brûle un litre d'essence. Je brûle 1 kg de charbon,

19. ÉMISSIONS DE GES : CALCUL OU MESURE ?

etc. Puis ceux qui sont encore très près de la matière, mais juste derrière. J'ex-trais une tonne de minerai de fer. Ou bien je réduis une tonne de minerai de fer, etc.

Plus vous vous éloignez des flux initiaux, plus vous allez vers des produits manufacturés, et plus le facteur d'émissions sera le résultat d'un calcul, et pas le résultat d'une donnée d'observation.

20. Attention à ne pas confondre carbone et CO₂!

Dans CO₂, il y a... un atome de carbone et 2 d'oxygène

Et donc 1 kg de carbone qui brûle donne 44/12 (~3,67) kg de CO₂

Inversement un kg de CO₂ contient 12/44^e de kg de carbone

Equivalent carbone -> x 44/12 -> équivalent CO₂

Equivalent carbone <- x 12/44 <- équivalent CO₂

Diapositive 21.

Juste un petit rappel. Aujourd'hui on a coutume d'utiliser une unité de mesure qui est l'*équivalent-CO₂*. Mais, au moment où j'ai démarré ce cours, il y a dix ans, l'unité de mesure la plus courante était l'*équivalent-carbone*.

Pourquoi c'était l'équivalent carbone? Parce que l'équivalent carbone a l'avantage d'être très simple pour relier émissions et extractions, puisque quand vous extrayez 1 kg de carbone d'un réservoir de pétrole et que vous en faites du CO₂, ça fait 1 kg équivalent-carbone de gaz à effet de serre. C'était très, très simple, on avait une correspondance un pour un.

Mais quand les industriels ont commencé à mesurer leur CO₂, puis celui d'autres activités, la comptabilité s'est déplacée vers le CO₂. Et pour faire le lien avec le carbone, eh bien, il faut diviser par 44/12.

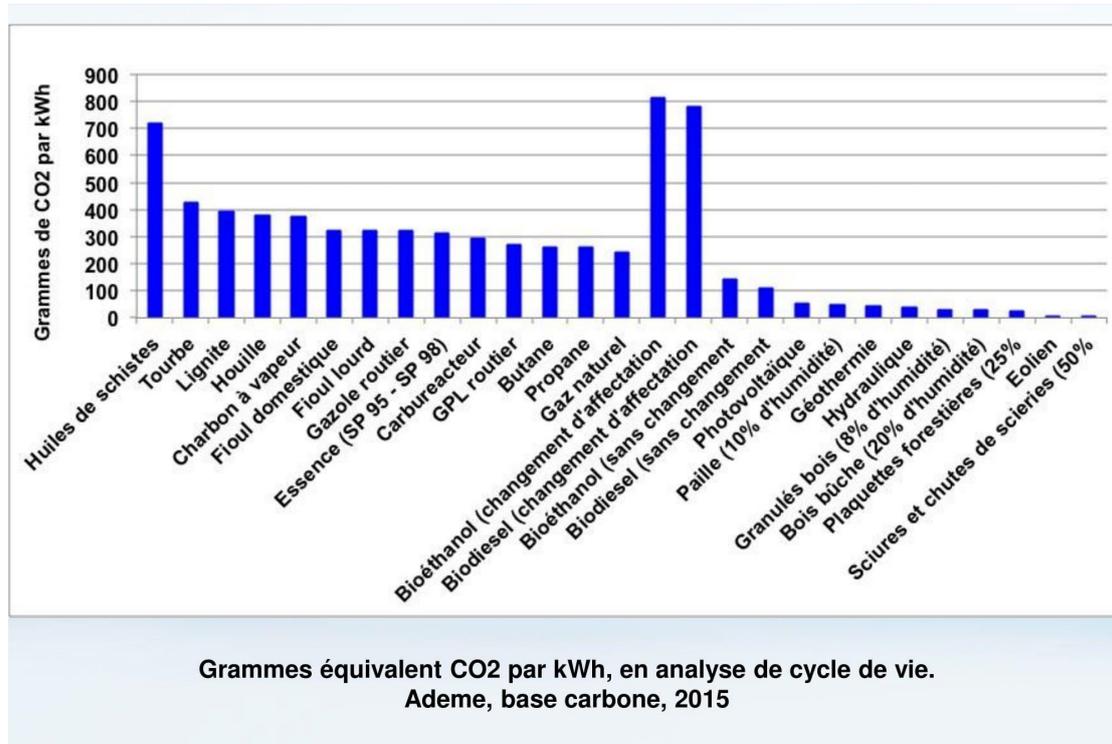
De temps en temps, vous voyez ce genre de choses, alors faites attention : de temps en temps, les physiciens, eux, continuent à compter en carbone. Quand vous regardez les inventaires d'émissions, vous avez des pétagrammes de car-

20. ATTENTION À NE PAS CONFONDRE CARBONE ET CO₂!

bonne – c'est-à-dire des millions de tonnes, si ma mémoire est bonne. Les physiciens ont continué à compter en carbone, alors que les agents économiques comptent en CO₂.

Donc, faites attention à ne pas vous faire avoir. Il y a un rapport de 44/12 entre les deux.

21. Facteurs d'émissions pour l'énergie



Diapositive 22.

Maintenant, je vais vous montrer un certain nombre de *facteurs d'émissions* qui sont le résultat, soit de données d'observation (c'est-à-dire qu'un jour, on a vraiment fait des trucs en laboratoire), soit qui sont des résultats de calculs plus ou moins sophistiqués.

Ici, en gros, vous avez essentiellement des données d'observation. Et ça concerne les choses qui brûlent et qui nous permettent d'avoir de l'énergie.

A gauche, vous avez des combustibles solides. Vous voyez : « Tourbe », « Lignite », qui sont des combustibles solides de mauvaise qualité.

Puis des « Huiles de schiste » – j'en ai parlé un tout petit peu au moment du cours sur les combustibles fossiles – qui ne sont pas le shale oil, mais ce qu'on appelle le schiste bitumineux, c'est-à-dire un kérogène qui n'a pas terminé d'être pyrolysé, et qu'il faut chauffer à la main pour en extraire du combustible. Évidemment, comme il faut le chauffer, vous avez un très mauvais rendement énergétique, donc vous avez de très fortes émissions par unité à l'arrivée.

21. FACTEURS D'ÉMISSIONS POUR L'ÉNERGIE

Après les combustibles solides, vous avez les combustibles liquides, puis les combustibles gazeux.

Vous voyez que, sans grande surprise, tous les combustibles fossiles, quels qu'ils soient, émettent du CO₂. Voyez également qu'à chaque fois que vous passez d'un combustible à la catégorie juste en-dessous qui émet un peu moins, vous gagnez 25 à 30%. Quand vous passez du charbon au pétrole, à même quantité d'énergie thermique libérée, vous gagnez 25 à 30%. Et quand vous passez du pétrole au gaz, à nouveau vous gagnez 25 à 30% par unité d'énergie thermique.

Ensuite vous voyez apparaître quelque chose qui est déjà quelque chose de composite. Vous voyez apparaître « Biocarburants avec déforestation ». Biocarburants avec déforestation, c'est déjà composite, parce que ça veut dire que vous avez tenu compte des émissions de production du biocarburant.

Je vous en ai un peu parlé pendant le cours sur les énergies renouvelables : pour faire des biocarburants, il faut faire des cultures, produire des engrais azotés, faire passer le tracteur, faire pousser le maïs ou le colza, récolter tout ce truc-là, et soit le presser si ce sont des huiles, soit le distiller si c'est de l'éthanol, etc. Tout ça, ça vous occasionne des émissions. Donc, vous avez des émissions que vous allez retrouver là-dedans.

Mais vous avez une deuxième catégorie d'émissions que vous allez retrouver là-dedans. Parce que, si ces agrocarburants ont poussé sur des surfaces qui ont été déforestées pour l'occasion, ou que vous avez engendré de la déforestation indirecte – vous remplacez des cultures alimentaires et c'est ailleurs que la déforestation va permettre de refaire des cultures alimentaires –, il faut tenir compte du fait que cette déforestation est aussi une source d'émissions.

Vous voyez ici qu'à partir du moment où, pour faire des agrocarburants, on est obligé de déforester, c'est pire que si on utilisait du pétrole. Remplacer du pétrole par des agrocarburants qui nécessitent de la déforestation, c'est pire que d'utiliser du pétrole.

*** Question auditoire ***

« Est-ce qu'on tient compte qu'on peut utiliser un terrain déjà cultivé ? »

Si vous ne déforestez pas, ça n'entre pas dedans. Là, je dis : « C'est s'il y a de la déforestation. »

*** Question auditoire ***

« Et si on fait pousser une deuxième récolte ? »

Non la déforestation est imputée sur 50 ans – ou 40 ans... je ne sais plus –, elle est imputée sur une durée longue, pas sur l'année de la déforestation, parce

21. FACTEURS D'ÉMISSIONS POUR L'ÉNERGIE

qu'à ce moment-là, je peux vous dire que le graphique passerait le plafond.

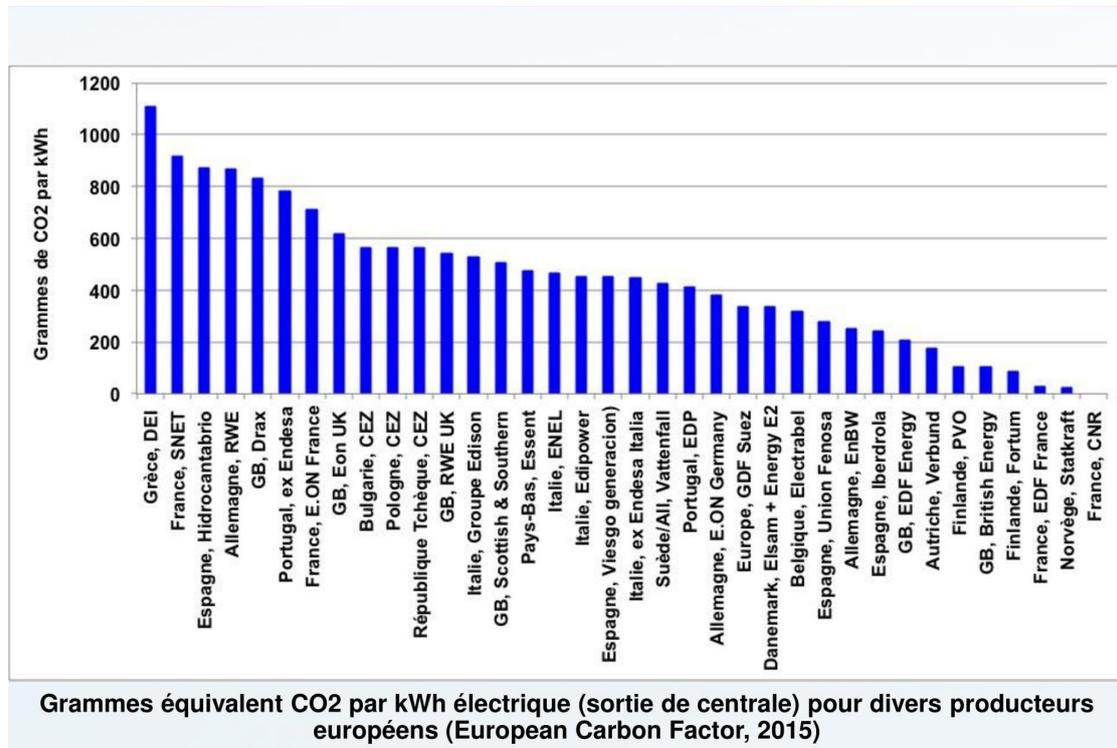
*** Question auditoire sur la correspondance 1 pour 1 ***

La correspondance de 1 pour 1, c'est : « Un kilowattheure d'électricité au charbon fait un kilo de CO₂ ». Mais c'est de l'électricité au charbon, ce n'est pas du *kilowattheure thermique*. Pour passer au *kilowattheure électrique*, il faut faire intervenir *le rendement de Carnot* : il faut diviser par 0,4 pour avoir le contenu du kilowattheure électrique. Enfin, en l'occurrence, du mégawattheure électrique.

Faites attention parce que ça aussi c'est piégeux. Il est très fréquent que les gens confondent les kilowattheures thermiques et les kilowattheures électriques. Il y a quand même un tout petit, un tout petit delta entre les deux.

Bien évidemment, quand vous voyez ça, une des choses que vous vous dites, c'est que pour décarboner nos activités, une des possibilités c'est de passer des énergies de gauche vers les énergies de droite. Il faut éviter soigneusement – avec un petit effet quantique qui nous fasse passer à travers – les deux barres des biocarburants avec déforestation dont on ne veut pas, mais sinon dès qu'on arrive à passer des énergies de gauche vers les énergies de droite, à consommation constante, on a gagné un petit quelque chose sur les émissions.

22. Facteurs d'émissions pour l'électricité



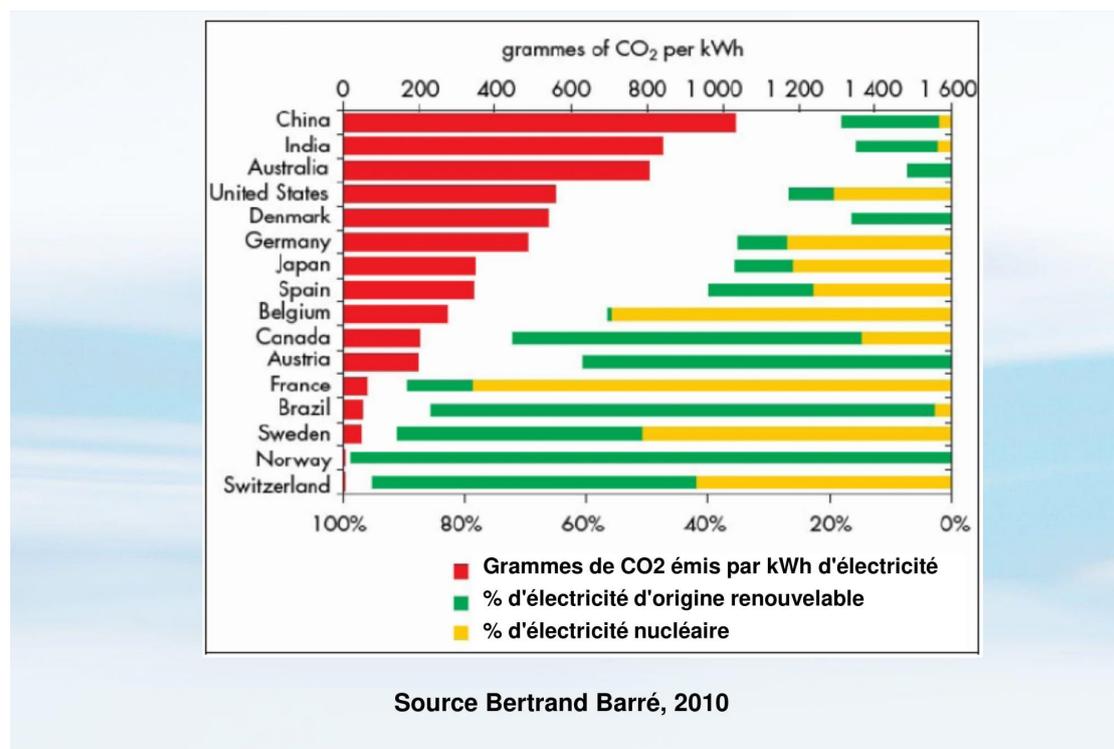
Diapositive 23.

En ce qui concerne l'électricité, on y vient. Ici, vous avez le *facteur d'émissions* d'un certain nombre d'électriciens, en l'occurrence par *kilowattheure électrique*, précisément par *mégawattheure électrique*.

Ce facteur d'émissions est très dépendant de la manière dont l'électricien va faire son électricité. Quand il est à gauche, c'est qu'il utilise essentiellement du charbon. Quand il est à droite, c'est qu'il a, essentiellement, soit de l'hydraulique, soit du nucléaire. C'est comme ça que cette courbe se lit.

Donc, vous comprenez aussi que de passer du charbon au gaz, puis du gaz à l'hydroélectricité, au nucléaire et aux énergies renouvelables – , est aussi un moyen de faire baisser le facteur d'émissions de l'électricité.

23. Où l'on retombe sur ses pieds (carbonés)



Diapositive 24.

Quand vous regardez aujourd'hui le *facteur d'émissions moyen de l'électricité* d'un certain nombre de pays que vous avez ici, avec la part de l'hydroélectricité et du nucléaire dans le mix, vous voyez que vous avez une relation raisonnablement inverse.

Les chiffres sont de 2010, mais à l'instant où je vous parle, c'est encore valable.

Le facteur d'émissions de la production électrique est, en gros, une fonction inverse de la part du nucléaire et de l'hydroélectricité. Il y a quelques exceptions, dont le Danemark. Le Danemark, en vert ce n'est pas de l'hydro, ce sont des renouvelables. Mais sinon, pour les autres c'est essentiellement de l'hydro.

- Le Brésil c'est essentiellement de l'hydro.
- La Suisse c'est essentiellement de l'hydro.
- La Norvège, c'est essentiellement de l'hydro.

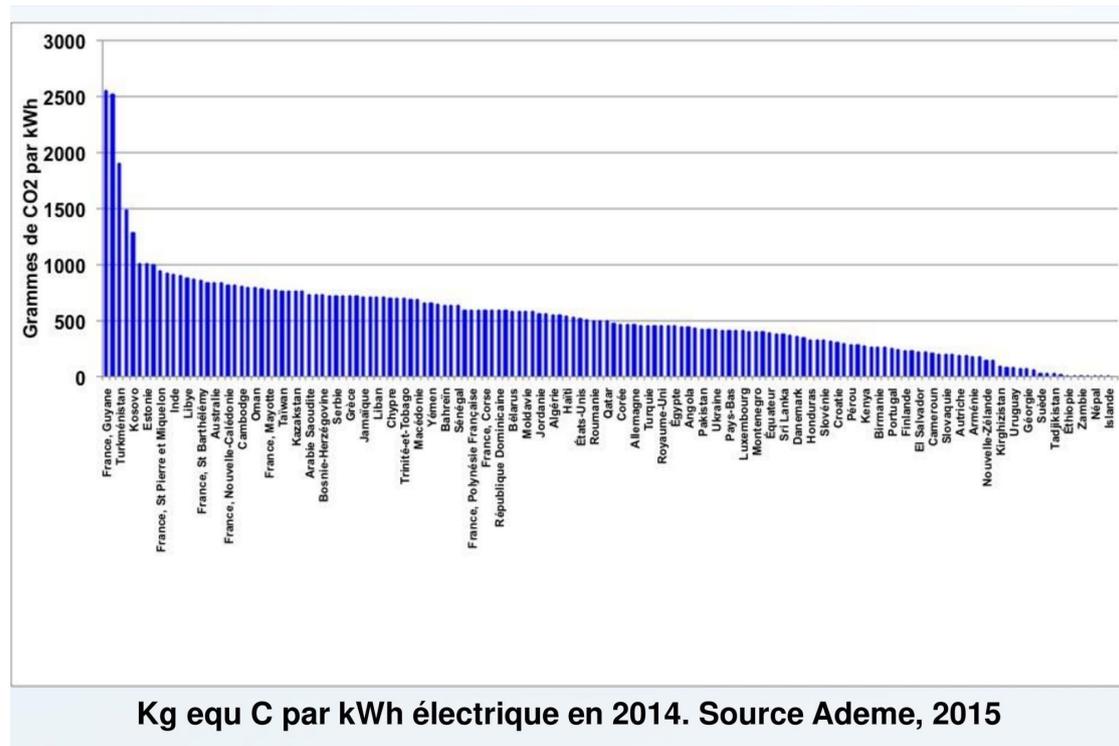
23. OÙ L'ON RETOMBE SUR SES PIEDS (CARBONÉS)

— La Suède, c'est essentiellement de l'hydro.

— La France, en vert c'est de l'hydro.

À part le Danemark et un peu l'Allemagne, globalement, vous avez une relation inverse entre hydro et nucléaire d'une part, et facteur d'émissions d'autre part.

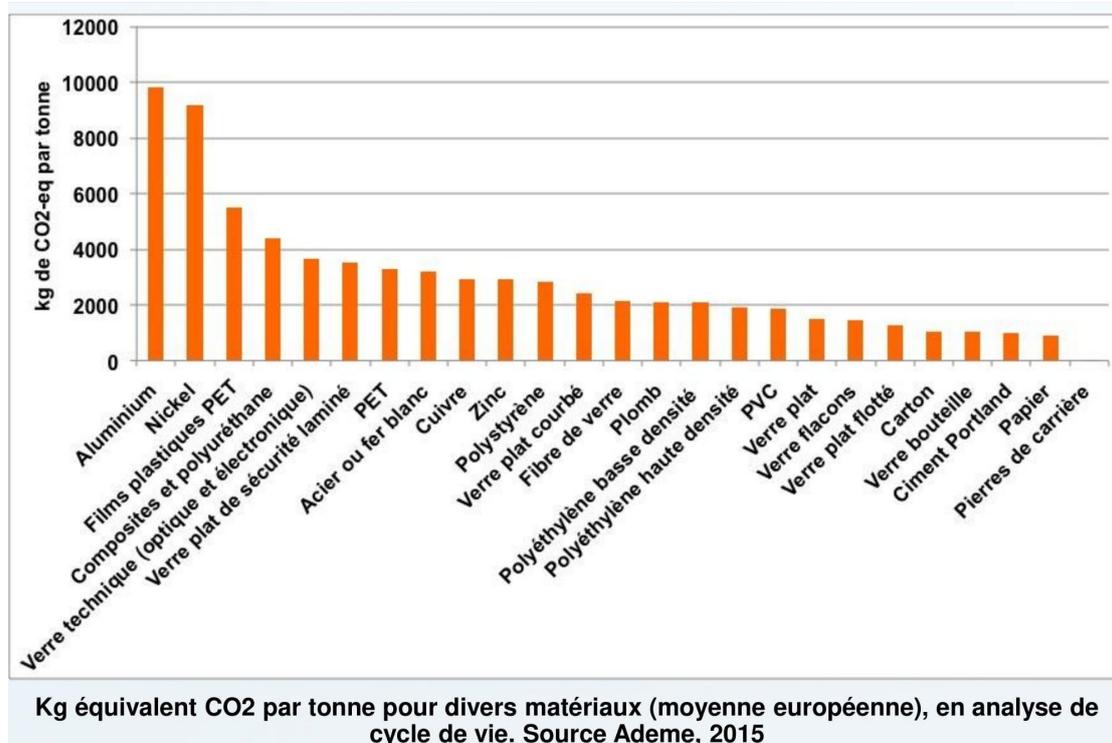
24. L'électricité, de presque zéro à >1kg de CO₂ par kWh



Diapositive 25.

Si je regarde beaucoup de pays dans le monde, vous avez une grande variété. Je ne vais pas y revenir.

25. Facteurs d'émissions pour certains matériaux



Diapositive 26.

Après, vous avez également des *facteurs d'émissions élémentaires* dans la production des matériaux de base.

Quand vous faites une tonne d'acier, vous avez été chercher du minerai. Vous avez besoin pour ça d'engins de mines. Surtout, vous allez avoir besoin de charbon (un charbon spécial qui s'appelle du coke) pour réduire votre minerai de fer. Vous avez la molécule d'oxyde de fer qui est réduite par du carbone, et évidemment, le carbone oxydé c'est du CO₂, qui part dans l'atmosphère. Donc, pour faire du fer vous allez émettre du CO₂.

Pour faire des métaux de manière générale, vous allez émettre du CO₂. Une bonne partie des métaux, aujourd'hui, sont faits dans des fours. Ces fours, pour partie d'entre eux, sont alimentés par de l'électricité. Par exemple, les fours à nickel sont alimentés par de l'électricité. Les fours à cuivre sont également, pour partie, alimentés par de l'électricité. Quand vous fabriquez de l'aluminium – je vais le détailler juste un peu après – vous utilisez également de grandes quantités d'électricité, parce que l'aluminium se fabrique par électrolyse de l'alumine.

25. FACTEURS D'ÉMISSIONS POUR CERTAINS MATÉRIAUX

Dans l'aluminium, l'électricité compte pour 30 à 40% des coûts de production. Une fonderie d'aluminium, c'est un très gros consommateur d'électricité.

Comme vous allez utiliser à la fois des engins de mines, de l'énergie carbonée pour réduire les molécules qui sont oxydées, et éventuellement de l'électricité pour porter à haute température, vous avez, sans grande surprise, des émissions dans la production de tout un tas de matériaux de base.

Vous voyez que dans tous ceux que je vous ai montré là, le plus émissif est l'aluminium, suivi de près par le nickel.

Mais je ne vous ai pas montré l'or, considérablement plus émissif par unité de poids. Je ne vous montre pas les diamants, extrêmement émissifs par unité de poids, ou les terres rares qui sont également raisonnablement émissives par unité de poids, si vous n'allez chercher que ça... Par contre, on n'en fait pas des grandes quantités.

Dans l'industrie de production de matériaux de base :

- dans les « Métaux », les émissions les plus importantes au monde sont dans l'aciérie avec, à peu près, 4% des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Parmi les métaux, c'est l'acier qui émet le plus en valeur absolue sur Terre.
- dans les « Minéraux non métalliques », c'est le ciment avec à peu près 6% des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Du côté de ce qui n'est pas les métaux, c'est le ciment qui émet le plus en valeur absolue sur Terre.

Mais par unité de poids, évidemment, ce n'est pas nécessairement comme ça que ça s'écrit. Ces facteurs d'émissions font l'objet d'analyses qui restent des analyses de terrain un peu détaillées.

*** Question auditoire ***

« Quelle énergie est utilisée pour fabriquer des plastiques ? »

De la chaleur, parce que pour faire vos plastiques, vous avez besoin de raffiner du pétrole. Ensuite, vous avez besoin d'un truc qui s'appelle un vapocraqueur, qui, comme son nom l'indique, craque, donc a besoin de hautes températures. Ensuite, vous allez faire des monomères. Ces monomères, vous allez les polymériser. Là-dessus, vous avez encore besoin de chaleur. Enfin, vous allez les mettre en forme, ce qui est quand même moins de chaleur, mais de la chaleur quand même. Vous avez donc de gros, gros besoins de chaleur dans toute la chaîne de fabrication du plastique.

26. Une moyenne peut avoir un écart type majeur

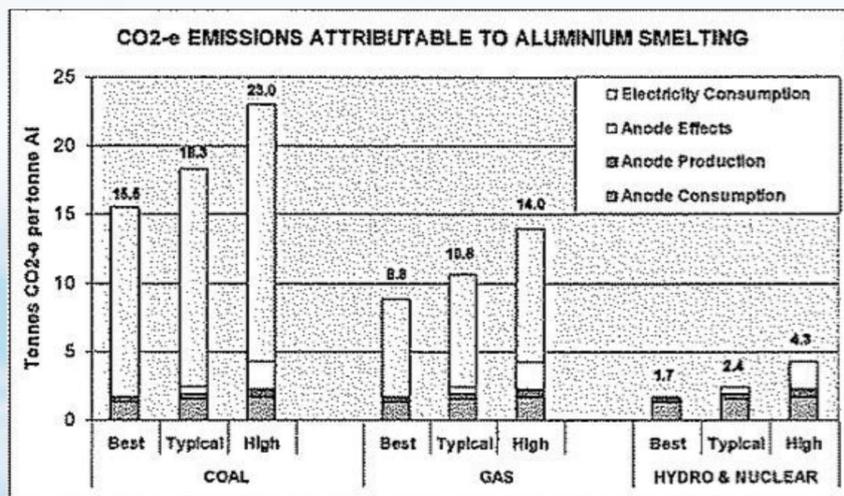


Figure 3 Total GHG Emissions Depending on Smelter Efficiency and Power Source

Source : « Aluminium smelting greenhouse footprint and sustainability », Jeffrey Keniry, 2008

Diapositive 27.

Voici maintenant quelque chose qui vous montre que, en ce qui concerne certains matériaux de base, une grande variabilité du facteur d'émissions est possible.

Pas pour tous. Faire de l'acier primaire, c'est essentiellement réduire, avec du carbone, de l'oxyde de fer. Pour réduire de l'oxyde de fer avec du carbone, il y a un rapport stœchiométrique que vous ne pouvez pas violer. Pour réduire une molécule d'oxyde de fer, Fe_2O_3 , vous avez besoin d'1,5 atome de carbone, jamais moins.

Ce qui veut dire que vous avez une limite basse aux émissions en-dessous desquelles vous ne pouvez pas descendre, tant qu'on fabrique du fer ou de la fonte, ou plus exactement en réduisant du minerai de fer. Tant qu'on fait ça, vous ne pouvez pas descendre en-dessous d'un certain niveau.

Pour d'autres procédés de fabrication de métaux, vous avez une variabilité qui est beaucoup plus grande. L'aluminium est un cas très intéressant parce

26. UNE MOYENNE PEUT AVOIR UN ÉCART TYPE MAJEUR

que, comme je le disais, les émissions de la fabrication de l'aluminium sont, pour l'essentiel, les émissions liées à la production de l'électricité utilisée pour l'électrolyse.

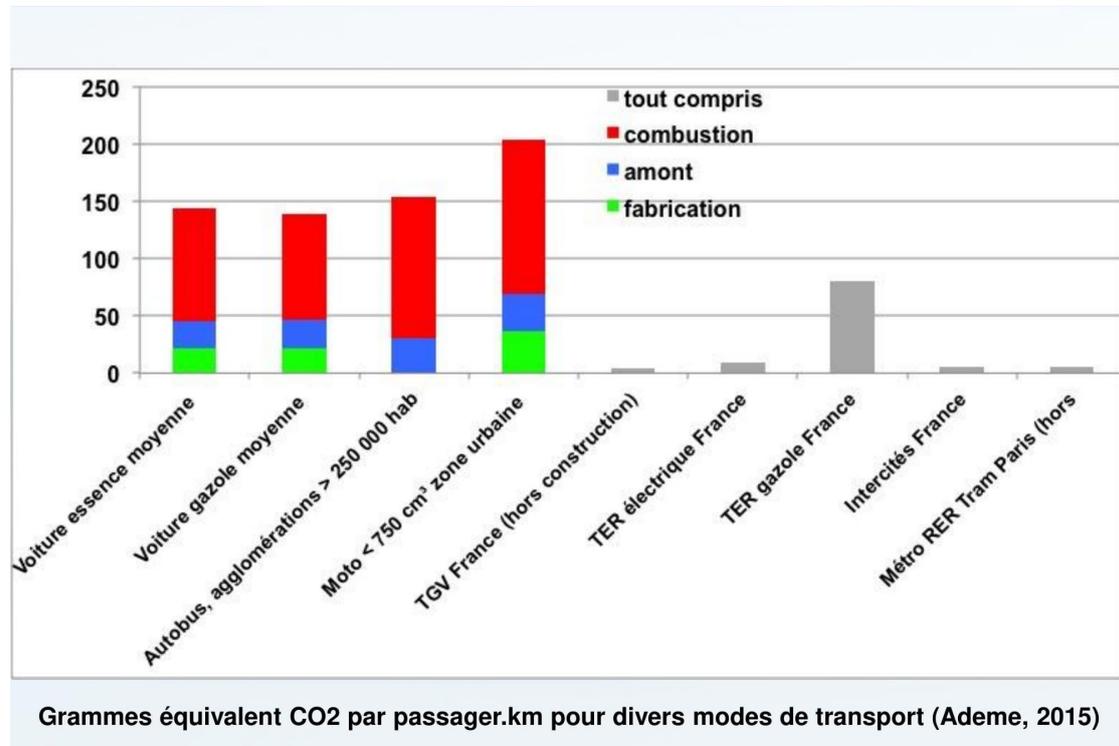
Si vous allez en Australie où, comme vous le savez – j'espère que je ne vais vexer personne dans cette salle –, ils sont charbonnés jusqu'au cou, vous allez avoir en ce qui concerne la production de l'aluminium, quasiment un facteur 10 par rapport à une fabrication d'aluminium en Islande ou en France.

L'Islande a énormément de fonderies d'aluminium. Parce que, comme les Islandais ont énormément d'hydroélectricité, et donc de l'électricité pas chère, et comme, par ailleurs, ils n'ont pas de problème d'espace, et enfin, comme ils sont en bord de mer – donc ils peuvent mettre des fonderies près des ports, là où ce n'est pas cher d'acheminer du minerai en grande quantité –, ils ont développé une industrie significative dans la fonderie de l'aluminium.

Ici, vous voyez que, selon que vous êtes au meilleur niveau avec de l'électricité hydraulique et nucléaire, ou au pire niveau avec du charbon, vous vous baladez entre un peu moins de 2 et plus de 20 tonnes de CO₂ par tonne d'aluminium.

Il y a un petit talon irréductible tout en bas qui est que, pour électrolyser de l'aluminium aujourd'hui, on utilise des anodes en carbone, qui sont elles-mêmes faites en coke de pétrole – il y a une société française qui fait ce genre de choses. Ces anodes se consomment au cours du processus d'électrolyse en donnant, notamment, des gaz fluorés, parce que le bain d'alumine comprend des adjuvants fluorés. Ces anodes se consomment en vous donnant CF₄ et C₂F₆, qui sont des gaz à effet de serre extrêmement puissants. Ce n'est pas émis en très grande quantité, mais c'est extrêmement puissant. C'est ce qui fait un talon lié au process qui est compliqué à enlever.

27. Se déplacer émet plus ou moins



Diapositive 28.

Maintenant, on va regarder des facteurs d'émissions qui sont un peu plus composites. C'est-à-dire que pour faire les facteurs d'émissions que je vous montre là, il a déjà fallu embaucher une société comme la mienne ou un concurrent, pour faire un calcul un peu complet et un peu sophistiqué à partir d'autres facteurs d'émissions qui avaient déjà été créés.

Ici, vous avez les émissions de gaz à effet de serre liées au fait de déplacer une personne sur 1 km. C'est ce qu'on appelle un passager-kilomètre. Si c'est une personne sur 10 km, c'est 10 passager-kilomètre. 10 personnes sur 1km, c'est aussi 10 passager-kilomètre. Ici 1 passager-kilomètre en fonction du mode de transport...

Vous avez ici une première case, en vert clair, qui s'appelle « Fabrication », qui est la fabrication du moyen de transport. Quand vous roulez en voiture, vous avez besoin de fabriquer la voiture. Votre voiture pèse entre une tonne et une tonne et demie. Là-dedans, vous avez :

27. SE DÉPLACER ÉMET PLUS OU MOINS

- 70% d'acier ;
- un petit 10% de plastiques et autres dérivés ;
- les textiles ;
- des fluides ;
- de l'électronique (vous avez aujourd'hui, dans une voiture, l'équivalent de deux à trois ordinateurs).

Et évidemment, il a fallu fabriquer tout ça.

Si je regarde les émissions de fabrication d'une voiture aujourd'hui, c'est de l'ordre de 6 tonnes de CO₂ par tonne de voiture.

Votre voiture va faire 200 000 km sur sa durée de vie. 6 tonnes de CO₂ divisées par 200 000 km, ça me fait combien de grammes de CO₂ par kilomètre ? – Je vous l'ai dit au début du cours, si vous arrivez à faire des règles de trois, et des calculs d'ordre de grandeur, je suis un homme heureux ! – Ça vous fait 30 grammes de CO₂ par kilomètre.

Ensuite vous avez une case bleue qui s'appelle « Amont ». Ce sont les émissions de production du carburant. Parce que votre voiture ne roule pas au *pétrole brut*, elle roule au *carburant raffiné*. Aujourd'hui, si c'est de l'essence, c'est très bien, si c'est du diesel, c'est très mal. Mais au carburant raffiné.

Pour extraire, transporter et raffiner le pétrole, il a fallu émettre, là aussi, des gaz à effet de serre, puisqu'une partie du pétrole est partie dans le processus. Ceci représente, en gros, 15% des émissions de combustion qui ont lieu dans la voiture.

Bien évidemment, votre voiture va brûler en direct du carburant. Vous avez en rouge les émissions de combustion.

Enfin, en gris, c'est un endroit où je ne vous ai pas discriminé tout ça, c'est un « Tout compris » qui évite de vous faire la part des choses.

Vous voyez aussi que, que ce soit avec de l'essence ou avec du gazole, les émissions sont très voisines. Un peu... légèrement... enfin très légèrement inférieures pour le gazole, mais très voisines.

Vous voyez également que les émissions d'aujourd'hui, avec le *taux de remplissage* actuel des voitures, sont de l'ordre de 150 grammes par passager-kilomètre.

Si vous regardez la documentation fournie par le constructeur, pour cette voiture, il ne va pas vous dire 150. Il va probablement vous dire 80. Il va vous dire 80 pour deux raisons :

27. SE DÉPLACER ÉMET PLUS OU MOINS

- Il va vous raconter des carabistouilles sur la consommation réelle de la voiture ; il va vous dire « Elle consomme 4 litres aux 100 en cycle urbain », alors que si vous regardez votre vraie consommation, c'est 6.
- La deuxième chose, c'est que le constructeur ne tient pas compte ni de la fabrication, ni de l'amont.

Le résultat des courses, c'est que, pour avoir les vraies émissions de CO₂ de ce que vous faites quand vous êtes en voiture, vous prenez les émissions normalisées que vous donne votre constructeur, et vous multipliez par 2. Voilà, ça vous donne la vérité vraie, comme disait l'autre.

Ensuite, vous avez d'autres facteurs d'émissions. Vous voyez, par exemple, le bus RATP, en moyenne – je ne dis pas aux heures de pointe mais en moyenne –, émet à peu près comme une personne en voiture. Parce qu'il y a une bonne partie de la journée où il est quasiment vide.

Vous en avez d'autres. La moto, ça émet en moyenne plus. Du reste quelquefois – ce n'est pas bien, il ne faut le dire à personne – il m'est arrivé de prendre une moto-taxi pour aller à une matinale de radio. Évidemment, j'ai demandé au chauffeur de la moto-taxi combien consommait sa moto-taxi. J'ai aussi demandé combien elle pesait. Du reste j'ai été assez estomaqué. Est-ce que vous savez combien ça pèse, une grosse moto, là, genre Goldwing? 600 kg! La 2 CV dans laquelle j'ai appris à conduire en pesait 500! 600 kg, c'est lourd. J'ai demandé comment il faisait pour la relever si elle tombait par terre. Il m'a répondu : « J'y arrive. » Et son truc consomme plus que ma voiture – je ne m'en sers pas souvent –, il consomme plus que ma voiture. Donc, contrairement à l'idée qu'on peut s'en faire, la grosse moto, ce n'est pas parce que c'est un petit engin – compact j'ai envie de dire – que ça consomme moins qu'une voiture. Les grosses motos consomment globalement plus que les citadines.

*** Question auditoire ***

« Les constructeurs ne sont-ils pas tenus de respecter des normes pour mesurer la consommation des voitures? »

Ils sont censés le faire. Il y a des normes UTAC, qui ont maintenant été remplacées par d'autres normes censées être plus proches de la vérité. Parce que vous aviez jusqu'à 40% d'écart entre ce que disait le constructeur sur la consommation de son véhicule, et ce qui se passait dans la vraie vie.

Moi je peux vous dire que je prends la voiture cinq fois par an pour partir en vacances. Mais les cinq fois par an où je la prends, je suis l'œil rivé sur l'ordinateur de bord à essayer de voir comment je peux arriver au truc le plus bas possible. Jamais une fois, dans ma vie, je ne suis arrivé à la consommation de

27. SE DÉPLACER ÉMET PLUS OU MOINS

la documentation, du reste. Jamais. Je roule à 120 sur l'autoroute, rien. Rien n'y fait, ça ne marche pas...

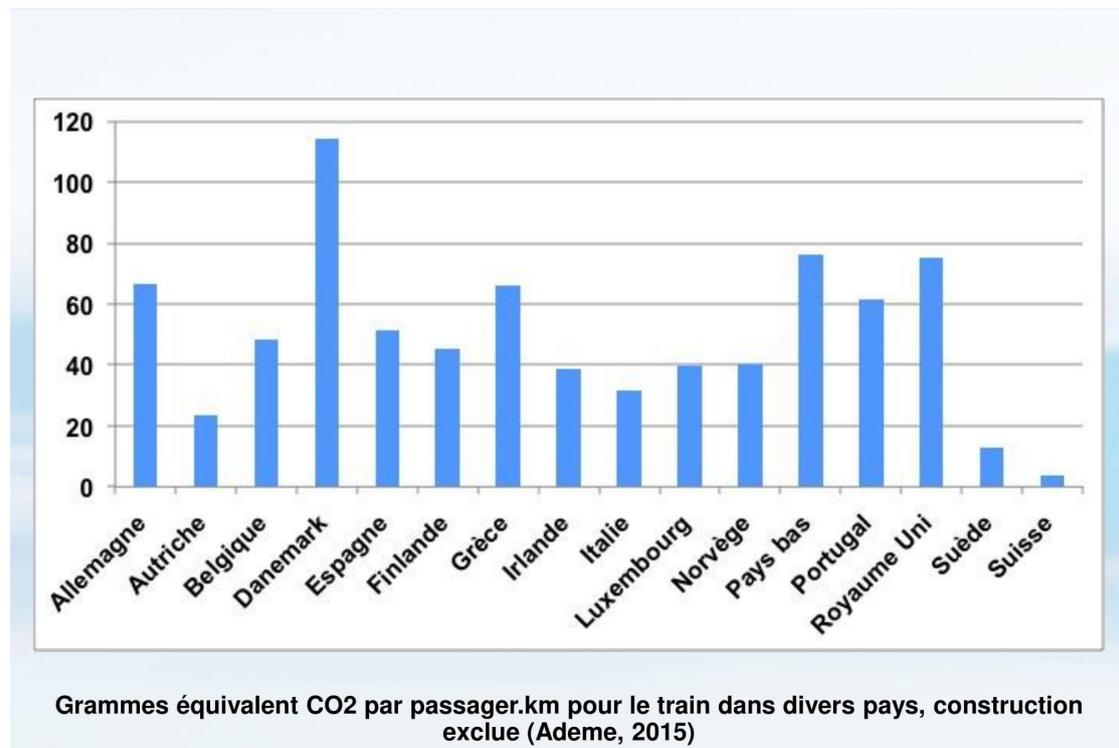
Pour les mesures, vous êtes seul en voiture, vous êtes sur du plat, il n'y a pas de vent et pas de pente, il n'y a pas de ceci, il n'y a pas de cela, vous êtes en sous régime, vous n'avez pas les mêmes pneus, ils ne sont pas gonflés pareil... Vous avez un milliard d'astuces qui sont faites pour que ça ne consomme pas... Je ne sais pas, quoi. Vous faites tout ce qu'il faut. Enfin bon... Donc, il y a vraiment *un* moment où la voiture consomme ça. Mais ce n'est pas quand vous êtes dedans.

Vous voyez sur la droite qu'en ce qui concerne le train vous avez globalement, en France, des émissions beaucoup plus faibles. Cela étant, si vous prenez un TER au diesel, vous commencez à avoir quelque chose de significatif. Et quand vous êtes dans un TER au diesel mal rempli, il vaut beaucoup mieux être dans un autocar bien rempli, il émet beaucoup moins de CO₂ s'il est au gazole.

Je me rappelle une fois avoir pris un TER au gazole – qui est magnifique du reste – pour aller de Besançon à Neuchâtel. Le paysage est absolument magnifique, je vous conseille de le faire, tant qu'il sera là. Par contre, on était, je ne sais pas... quatre dans le TER au diesel en question. Je pense que cela a été un des plus mauvais bilans carbone au kilomètre de ma vie! Il aurait beaucoup mieux valu que je roule en Porsche sur le même itinéraire! Non, non : pas en Porsche, en vélo électrique!

Voilà... si vous avez un mode ferré, donc normalement efficace, mais fonctionnant aux hydrocarbures et mal rempli, vous pouvez quand même avoir un facteur d'émissions qui n'est pas complètement négligeable. Soit dit en passant, les mêmes causes produisant les mêmes effets, si vous êtes en Allemagne – donc avec une électricité qui est beaucoup plus carbonée que la française – eh bien, en Allemagne, un train pas très bien rempli et un autocar bien rempli sont au même niveau, en ce qui concerne les émissions par passager et par kilomètre.

28. La vertu ferroviaire n'est pas automatique



Diapositive 29.

Ici vous avez les émissions par passager-kilomètre dans un certain nombre de pays.

Vous voyez que la Suisse et la Suède sont les mieux placés, de très loin. Nous ne sommes pas là évidemment, sinon ça ne serait pas drôle. Alors, la raison pour laquelle la Suède et la Suisse sont très bien notées...

Vous voyez que les émissions peuvent varier. Elles varient en fonction du *mix électrique* du pays. Si vous êtes dans un pays dans lequel l'électricité est carbonée, ou dans lequel vous avez beaucoup de trains au diesel, elles peuvent être élevées.

Par exemple je suis allé à Copenhague en train en croyant bien faire – enfin si, j'ai quand même bien fait par rapport à l'avion –, et il se trouve qu'une partie du trajet entre Hambourg et Copenhague se fait – quand on fait le trajet de jour – dans un train au diesel, qui par ailleurs fait un truc qui en ajoute encore aux émissions : à un moment, il entre dans un ferry pour traverser un

28. LA VERTU FERROVIAIRE N'EST PAS AUTOMATIQUE

bras de mer. Vous entrez dans le ferry, ils débarquent tout le monde du train, ils vous envoient saucissonner au premier étage : vous avez double-peine pour les émissions. Donc, vous pouvez avoir, en fonction de la part de diesel dans la motorisation, du mix électrique du pays et du taux de remplissage, des émissions qui varient fortement.

La Suisse coche toutes les cases : l'électricité y est très décarbonée et le taux de remplissage des trains est excellent. C'est excellent, pas juste parce que les Suisses sont des gens formidables, mais parce que, comme ils ont un pays très montagneux, ils ont urbanisé en linéaire en fond de vallée – parce que l'étalement urbain sur les flancs de montagne, c'est compliqué. Donc, les gens n'habitent pas loin de la gare et vous pouvez avoir un taux de remplissage des trains extrêmement élevé.

Quand vous êtes dans « le plat pays qui est le nôtre » aussi un peu, que vous êtes dans un pays de plaine, vous urbanisez en étoile. Et en étoile, tout de suite, vous allez avoir une densité d'habitants au kilomètre carré beaucoup trop faible pour que ce soit rentable d'avoir des trains partout. Alors que si vous êtes urbanisés en linéaire le long d'un fond de vallée, vous gardez une densité élevée d'habitants au kilomètre carré tout le long de la voie, donc vous pouvez avoir un train rentable.

*** Question auditoire ***

« Qu'est-ce qui se passe dans le cas d'une petite ligne ? »

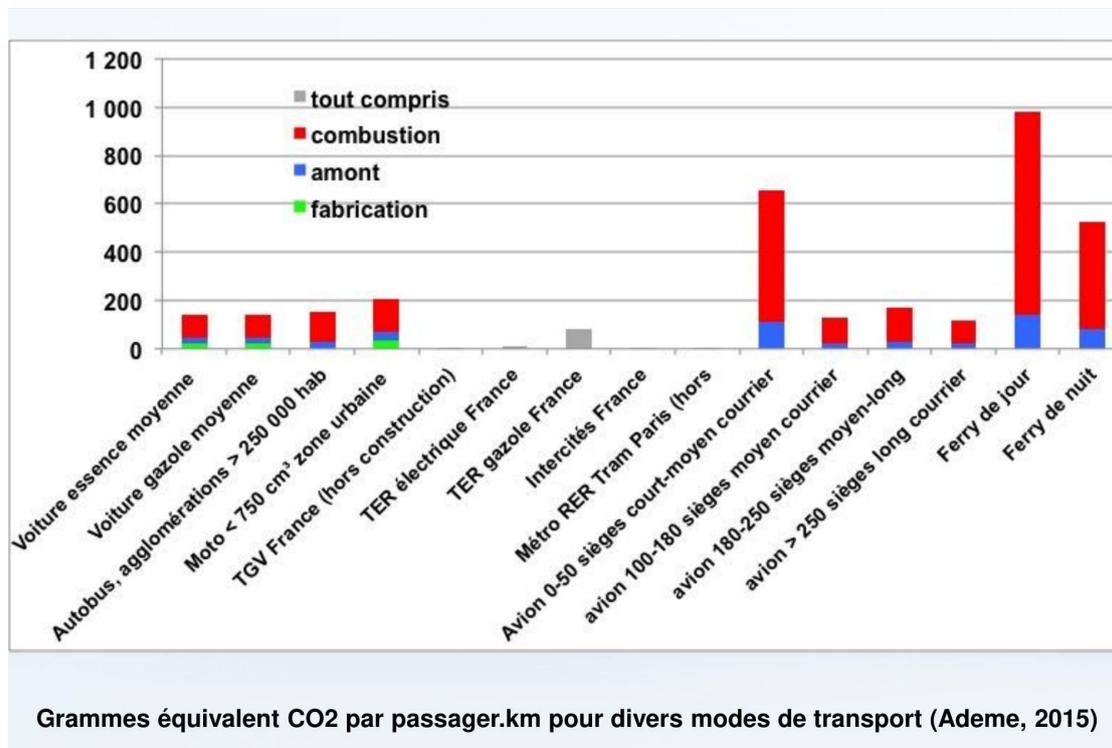
Ça dépend de ce qu'il y avait sur la petite ligne. Et ça dépend à quel horizon vous vous projetez dans l'avenir.

Si vous regardez à très court terme, vous fermez la petite ligne. La petite ligne était empruntée par quatre pingouins le matin et trois et demi le soir, et le truc était au diesel. En l'occurrence, il vaut beaucoup mieux que les gens prennent leur voiture. Quelque part, ça va faire moins d'émissions.

Si vous raisonnez à l'envers et que vous vous dites : « C'est un élément d'aménagement du territoire, donc je garde le train, comme ça les gens vont déménager et se mettre à habiter près de la gare quand le pétrole va devenir plus contraint. », vous renversez le raisonnement.

Donc, ça dépend de l'horizon de temps que vous prenez. Et ça dépend des autres trucs qui se passent autour. La mauvaise nouvelle pour vous, c'est qu'il n'y a pas de réponse simple à cette question. . .

29. Parfois se déplacer émet plus ou plus



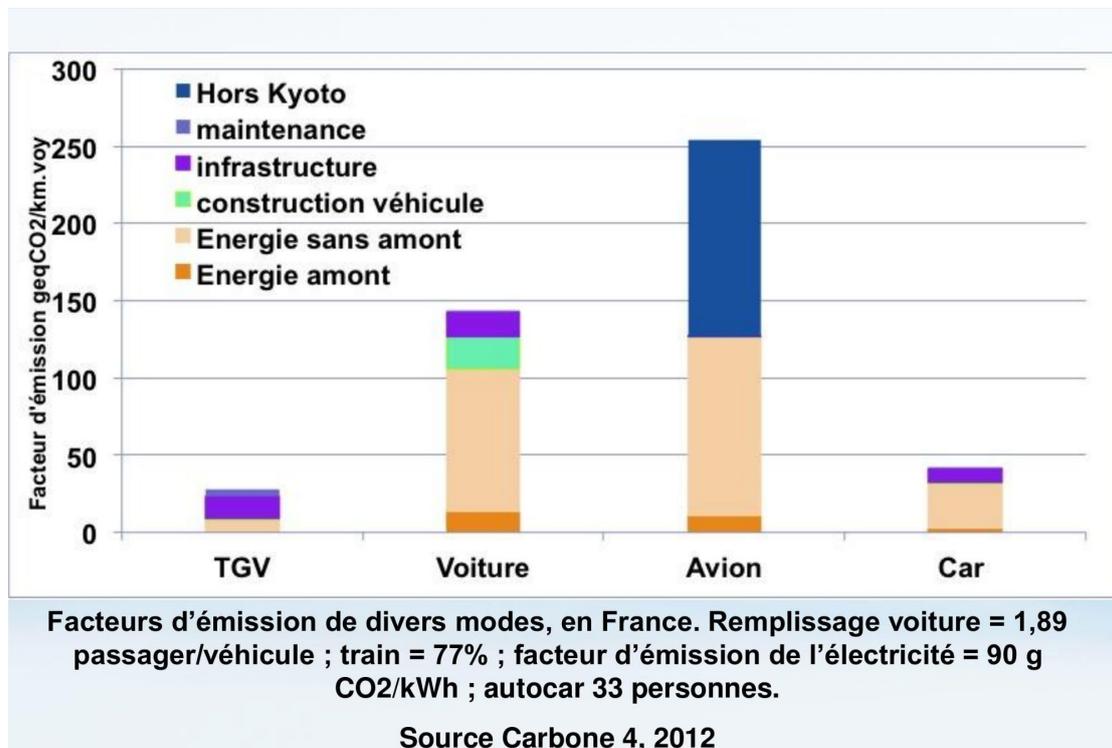
Diapositive 30.

On recommence, mais cette fois-ci on fait intervenir l'avion. Vous voyez que, en ce qui concerne l'avion, vous avez globalement des émissions – notamment en ce qui concerne le court-courrier – qui sont significativement plus élevées que ce que vous avez en voiture.

Mais le pire – c'est rigolo – c'est d'aller sur le Queen Mary. Si vous allez sur le Queen Mary, ce n'est pas bien du tout parce que ce truc consomme énormément. Globalement, retenez que, en ce qui concerne l'avion en seconde, vous allez consommer à peu près autant de carburant qu'en voiture. Mais, évidemment, pour des trajets qui seront en moyenne considérablement plus longs.

Donc si on regarde les émissions, non pas par passager-kilomètre, mais *par trajet*, en avion vous êtes un facteur 100 au-dessus d'un trajet en voiture. Quand vous franchissez la porte d'un aéroport pour monter dans un avion, vous allez en moyenne émettre 100 fois plus que quand vous ouvrez une portière de voiture pour monter dedans. Dans les heures qui vont suivre.

30. Et si je mélange électricité et transports ?



Diapositive 31.

Ici, vous avez un graphique dans lequel toutes les émissions sont prises en compte. En ce qui concerne le TGV, la construction de l'infrastructure, pour une ligne récente.

Vous voyez que, même en faisant intervenir l'infrastructure, le train reste plus performant que la voiture. Vous êtes en contact fer-fer, le taux de remplissage est bien meilleur et l'électricité est décarbonée, alors que le carburant ne l'est pas.

Si vous êtes en France, il n'y a juste pas photo. Si vous avez le choix entre le TGV, la voiture, et l'avion, c'est le train qui remporte tous les suffrages en ce qui concerne les émissions de CO₂.

C'est la raison pour laquelle vous avez peut-être vu passer récemment dans l'actualité une proposition de loi déposée au Parlement qui vise à interdire une partie des vols domestiques en avion à partir du moment où le train ne vous rallonge pas le trajet de plus de deux heures et demie.

30. ET SI JE MÉLANGE ÉLECTRICITÉ ET TRANSPORTS ?

Je précise que c'est le trajet limité au seul vol. En réalité quand vous allez prendre l'avion, vous prenez du temps avant. Si vous partez de la ville, il y a le temps pour aller jusqu'à l'aéroport, le temps où vous poireautez, le temps où vous vous faites papouiller dans l'aéroport. Symétriquement de l'autre côté, si vous avez une valise, le temps que vous allez poireauter pour attendre votre valise, puis le temps pour aller de l'aéroport jusque dans la ville où vous allez. Tout ce temps mis bout à bout, c'est, au bas mot, une heure et demie à deux heures. Ce qui veut dire que si le delta de temps dans la proposition de loi est de deux heures et demie, en fait, le temps que vous allez vraiment passer en plus est plutôt de l'ordre de la demi-heure. Voilà, c'est juste un petit rectificatif.

Cette proposition, ce projet de loi, est très exactement basé sur le différentiel d'émissions que vous avez là. C'est-à-dire qu'il dit : « Dans un certain nombre de cas de figure, on demande aux gens de prendre le train et pas l'avion. »

*** Question auditoire ***

« Ça a un impact ou c'est juste un calcul ? »

Ça a un impact parce que, encore une fois, vous voyez ici que, en ce qui concerne le train, vous êtes à 30 grammes par passager-kilomètre. En ce qui concerne l'avion vous êtes à 150 – je vous parlerai rapidement de ce qu'on appelle le « Hors-Kyoto » –, vous avez quand même un facteur 5.

Et si vous êtes sur une voie déjà amortie, par exemple si vous faites un Paris-Clermont-Ferrand sur une voie de chemin de fer qui n'est pas TGV et qui existe depuis longtemps... ou, d'ici quelques dizaines d'années, un Paris-Lyon sur une voie qui a été amortie (si vous regardez en coût marginal, en fait, la voie est déjà amortie quelque part), vous avez alors plutôt non pas un facteur 5, mais plutôt un facteur 20 en faveur du train. Donc, oui : ça fait quand même quelques millions de tonnes de CO₂ dans l'histoire !

*** Question auditoire ***

« Ça impacte qui comme passagers ? »

Le nombre de passagers impactés est faible, et vous avez beaucoup de gens qui sont en transit, en correspondance. Par ailleurs, vous impactez globalement des gens pour qui ce n'est pas un besoin vital. 75% du trafic aérien ce sont des loisirs ou aller rendre visite à des amis. Personnellement, j'ai un peu de mal à mettre ça dans la catégorie « besoin vital », si vous voulez. Donc, si vous allez poireauter une heure de plus pour rendre visite à des amis ou partir en vacances, ce n'est pas moi que ça va faire pleurer, en tout cas. Il y a une gêne qui est, somme toute, très minime, pour un bénéfice, par contre, qui, sur ces trajets-là, est très significatif.

30. ET SI JE MÉLANGE ÉLECTRICITÉ ET TRANSPORTS ?

*** Question auditoire ***

« Au total ça impacte beaucoup de personnes ? »

Vous avez, en gros, environ un million de passagers par an qui sont concernés par la mesure proposée – qui laisse de côté la plus grosse ligne domestique française, Paris-Toulouse, qui est probablement une des plus grosses liaisons domestiques en Europe, où il y a plus de 2 millions de passagers par an. Si ça ne tenait qu'à moi, je la collerais dedans. Parce que vous avez un train qui fait Paris-Toulouse. J'ai un collaborateur qui habite Toulouse depuis la création de Carbone 4. Ça fait dix ans qu'il habite Toulouse et ça fait dix ans qu'il vient à Paris en train. Et il est toujours vivant, aux dernières nouvelles...

*** Question auditoire ***

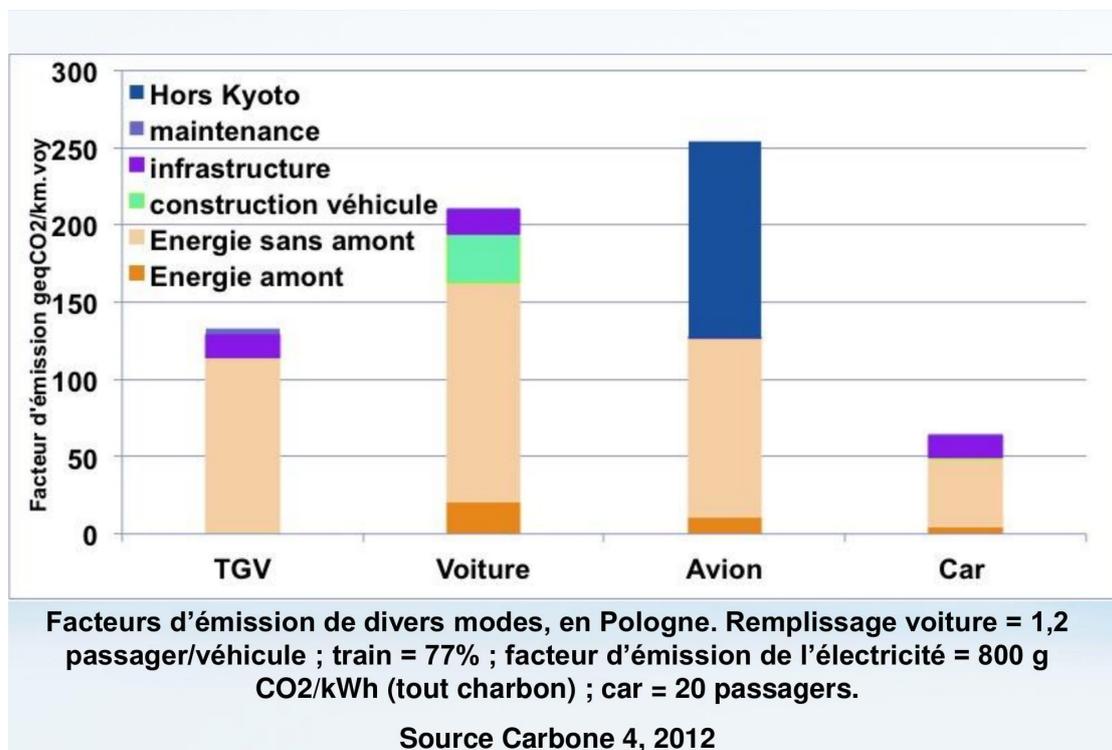
« Et pour les traversées en bateau (vous avez parlé de ferry) ? »

J'avais parlé du Queen Mary, un truc de croisière, etc. Si vous faites comme Di Caprio dans « Titanic », c'est-à-dire que vous entassez des gens en troisième classe, vous baisserez un peu le facteur d'émissions. Sur des navires de passagers, il n'y a pas de fret. Mais si vous êtes le passager marginal sur un cargo de bananes, on ne va évidemment pas du tout faire le même calcul. Là, vos émissions seront beaucoup plus basses.

Pour le ferry, c'est exactement la question du fret : le ferry de jour ne prend que des passagers, le ferry de nuit, lui, prend aussi du fret.

Enfin vous voyez qu'en France le « car Macron » pour remplacer des trains n'est pas une bonne idée pour les émissions de gaz à effet de serre.

31. La combinatoire est vaste...



Diapositive 32.

Maintenant, on va aller un peu ailleurs, par exemple en Pologne.

La Pologne, je ne sais pas s'ils ont le TGV pour le moment – on aurait pu aller en Allemagne. Vous voyez qu'en Pologne, il vaut mieux se balader en car qu'en train – à cause du fait que l'électricité est au charbon – si le train n'est pas bien rempli.

Vous voyez que le train ici n'est rempli qu'aux trois quarts... Cela étant, le car est déjà à 20 passagers... Dans tous les cas de figure, c'est mieux que la voiture. Mais vous voyez que l'écart entre les deux est considérablement plus faible.

Autant, en France, c'est l'infrastructure qui domine (donc le fait d'avoir construit la ligne), autant en Pologne, ce qui domine, c'est le fait de faire avancer le train.

*** Question auditoire ***

« Vous avez annoncé nous parler du Hors-Kyoto. »

31. LA COMBINATOIRE EST VASTE...

Ah oui, pardon. « Hors-Kyoto », ce sont les effets de l'aérien sur le climat qui ne sont pas dans les inventaires d'émissions. Dans les inventaires d'émissions, je vous l'ai dit, on compte le CO₂, le méthane, le protoxyde d'azote, les gaz fluorés. On ne compte pas la vapeur d'eau.

Il se trouve que l'avion, en régime de croisière, vole à la limite de la troposphère. C'est-à-dire qu'il vole à la limite entre la couche atmosphérique la plus basse (celle qui touche le sol et qui s'appelle la troposphère) et la couche suivante, qui s'appelle la stratosphère. Il vole à cet endroit-là, parce qu'à cet endroit, vous avez une inversion de température, et c'est là que, en termes d'optimum – portance, vitesse, etc. –, c'est là qu'il se trouve bien.

Or le kérosène utilisé dans les avions émet de la vapeur d'eau quand on le brûle. Ça engendre de la vapeur d'eau. Une partie de cette vapeur d'eau va passer dans la stratosphère. Et, à cause de la *limite convective des nuages* (que j'avais expliquée pendant le cours sur le changement climatique) au niveau de la tropopause, cette vapeur qui entre dans la stratosphère va mettre longtemps avant d'en sortir. Comme la vapeur d'eau est un gaz à effet de serre, elle va contribuer à un supplément de réchauffement climatique.

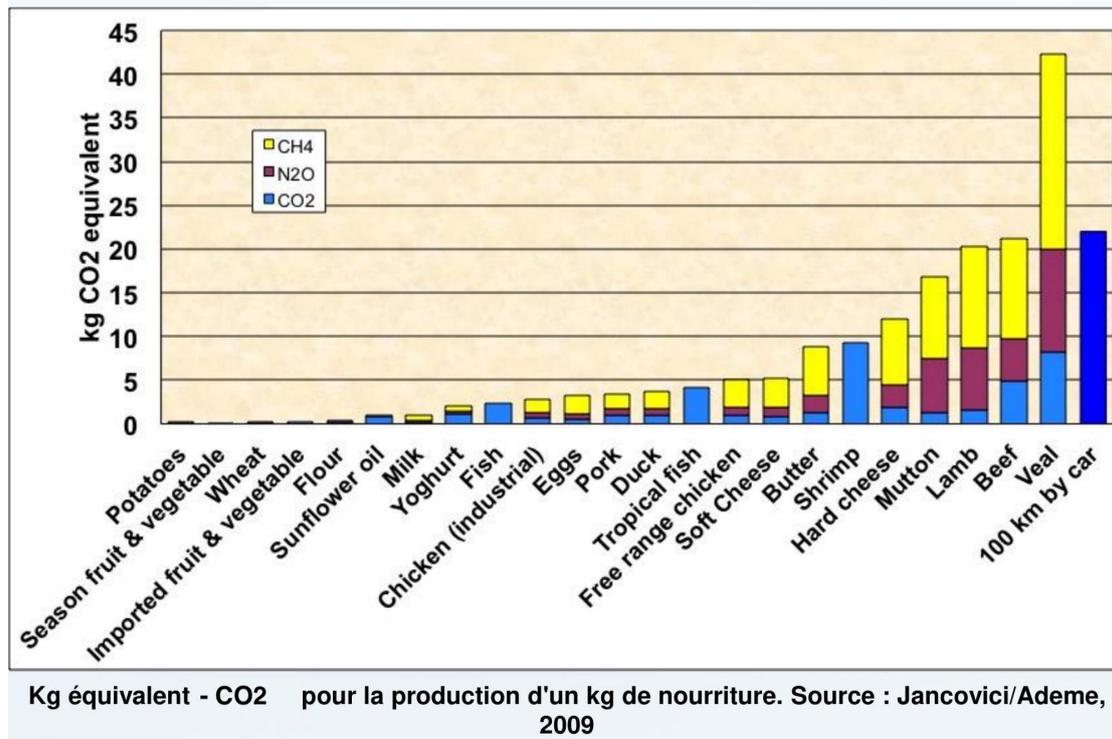
Vous avez également les traînées de condensation des avions. Vous avez tous vu les traînées de condensation des avions. Eh bien, elles ont le même type de forçage radiatif que les cirrus, c'est-à-dire que leur *effet de serre* l'emporte sur leur *effet réflexif*. Donc, les traînées de condensation des avions accroissent le *forçage radiatif*.

Aux États-Unis, juste après le fameux 11 Septembre... Vous vous rappelez du fameux 11 septembre? Oui, vous étiez jeunes... C'est le jour où les deux tours du World Trade Center sont parties au tapis. Juste après, les États-Unis ont interdit toute circulation aérienne sur leur territoire pendant plusieurs jours.

Eh bien, après le 11 Septembre on a constaté une baisse des températures, nocturnes en particulier, de quelques degrés pendant les jours où la mesure s'est appliquée. Les États-Unis, c'est un quart du trafic aérien mondial. Un quart des avions qui circulent dans le monde se baladent à l'intérieur des États-Unis, donc, au moment où on a supprimé cela, ça a instantanément supprimé un terme très significatif de *forçage radiatif* aux États-Unis. Donc, les températures, la nuit, ont baissé, voilà.

C'est ça le « Hors-Kyoto ». J'appelle ça le « Hors-Kyoto » parce que ça n'est pas dans les inventaires, mais l'effet de ces gaz-là se balade n'importe où entre 20% de surplus et un doublement, en fonction de la personne qui s'exprime, de la manière dont on fait les calculs, etc. Ce n'est pas négligeable, c'est quelque chose de significatif.

32. Et même la nourriture !



Diapositive 33.

Voilà maintenant des *facteurs d'émissions* de la production de la nourriture. La production de la nourriture conduit à plusieurs types d'émissions.

D'abord vous avez besoin, dans un certain nombre de cas de figure, d'engins qui consomment directement des hydrocarbures – Je suis désolé, c'est en anglais, mais bon, c'est comme ça.

Vous voyez par exemple les crevettes. Les crevettes, c'est de la pêche. C'est une pêche qui est peu sélective, parce que vous vous baladez avec des filets qui ont des petites mailles. Donc, vous attrapez certes des crevettes, mais aussi tout un tas de trucs qui ne vous intéressent pas. En moyenne la pêche à la crevette vous attrape 80% de prises accessoires – des trucs qui ne sont pas des crevettes, des tout petits poissons, et des machins, etc., que vous allez ou donner aux pêcheurs ou rejeter.

Du coup, pour la pêche à la crevette, vous avez besoin de beaucoup de diesel par kilo de crevettes pêchées. Plus que pour les autres poissons. Plus que le

32. ET MÊME LA NOURRITURE!

poisson que vous avez là. Et les poissons tropicaux, c'est parce que vous avez des thoniers, qui sont des gros machins qui consomment plein de carburant.

Vous allez me dire maintenant : « Pourquoi y a-t-il du pétrole dans le bœuf ? » Parce que, sauf erreur de ma part, le bœuf ne se pêche pas avec un bateau de pêche qui consomme du diesel. Alors pourquoi y a-t-il du pétrole dans le bœuf ?

*** Réponse auditoire ***

« Pour produire la nourriture qu'on lui donne ? »

Oui absolument. Il y a toute la mécanisation agricole de la nourriture qu'on lui donne. Mais le poste dominant, en fait, ce n'est pas du pétrole, c'est du gaz. Et à quoi sert le gaz dans l'agriculture ? – J'en ai déjà parlé – *Le gaz sert à faire des engrais*. Et la fabrication des engrais émet du CO₂, comme toute fabrication de tout produit chimique.

La fabrication des engrais démarre, soit dit en passant, par de la production d'*hydrogène*. Faire de l'hydrogène en grande quantité, on sait très bien faire aujourd'hui. On craque du méthane. Et on fait ça en chauffant très fort du gaz naturel. En fait c'est du *reformage*. On prend du gaz naturel qu'on mélange à de la vapeur d'eau. Puis on chauffe tout ça très fort et on obtient un mélange d'hydrogène et de CO₂. Donc, ça fait plein de CO₂ cette histoire-là. Derrière on fait de l'*ammoniac*. Et derrière on fait des engrais. Ces engrais vont être utilisés pour les cultures végétales, qui vont elles-mêmes servir à nourrir les animaux.

Je rappelle que *80% de la surface agricole française est dévolue à la nourriture d'animaux*. Tout le maïs, toutes les prairies, la moitié du blé, toute la luzerne, etc. L'essentiel de ce qu'on cultive en France ne sert pas à nourrir des hommes, mais à nourrir des animaux.

Vous avez le gaz de la fabrication des engrais et le pétrole de la mécanisation. De telle sorte que, quand vous mangez un kilo de bœuf, vous mangez un kilo d'hydrocarbures. Vraiment ! Ce n'est pas une vue de l'esprit. On mange un kilo d'hydrocarbures.

Là-dessus, vous avez un deuxième contributeur dans les produits agricoles, qui est le *protoxyde d'azote*. Le protoxyde d'azote vient encore des engrais. Mais, plus précisément ? À quel moment ça se produit ? À quel moment, dans l'utilisation des engrais, a-t-on des émissions de protoxyde d'azote ? *** Réponse auditoire *** Après l'épandage, absolument. Quand vous mettez sur le sol les produits azotés et l'urée, une petite partie de ces produits, sous l'effet de l'activité microbienne, se réduit et vous donne du protoxyde d'azote.

Enfin vous avez du *méthane*. Pour tous les produits qui viennent du cheptel bovin, ce méthane, c'est la fermentation entérique des animaux.

32. ET MÊME LA NOURRITURE!

*** Question auditoire ***

« Pourquoi y a-t-il plus d'émissions par unité de poids dans le fromage que dans le lait ? »

Parce que vous allez me trouver la réponse toute seule. *** Réponse auditoire *** Oui, très simplement : pour faire un kilo de fromage, il faut plus d'un kilo de lait, voilà. Pour être plus précis, pour faire un kilo de camembert, il faut 2 kilos de lait. Mais pour faire un kilo de comté, il en faut 10. C'est pour ça que les fromages à pâte dure, par unité de poids, sont plus émissifs que les fromages à pâte molle.

*** Question auditoire ***

« Pourquoi est-ce que les fruits et légumes de saison ne sont pas très différents des fruits et légumes importés ? »

Ah! Bonne question. Comment arrivent les tomates du Maroc? *** Réponse auditoire *** Non, pas en bateau, pas en avion : beaucoup trop cher. En camion! Le camion part du Maroc, passe le détroit de Gibraltar en montant dans un ferry. Il continue sa route de l'autre côté à travers l'Espagne et la France. Les émissions du fret de marchandises dans un camion, c'est 15 grammes par tonne-kilomètre. Donc, pour faire un rapide calcul : les émissions du transport liées à un kilo de tomates qui vient du Maroc, ce n'est pas très élevé.

En tout cas c'est beaucoup plus faible que les émissions de production de la tomate en France si vous la faites sous serre chauffée... Regardez les tomates que vous achetez :

- À partir des gelées jusqu'à avril ou mai, tout ce que vous achetez ce sont des tomates françaises. C'est de la serre chauffée.
- À partir de juin, vous commencez à avoir du tunnel, c'est-à-dire une serre qui n'est pas chauffée. Et pour avoir de la vraie tomate qui a mûri normalement, il faut attendre juillet.

Donc toutes les tomates françaises que vous achetez, encore une fois, entre les premières gelées et avril-mai sont des tomates qui ont poussé sous serres chauffées et enrichies en CO₂, soit dit en passant.

Or pour faire un kilo de tomates sous serre chauffée, il faut utiliser un kilo de gaz, c'est très simple, un pour un. Donc ma tomate locale (mais pas de saison, pour le coup) est beaucoup plus émissive que ma tomate qui vient de loin, hors saison (à condition qu'elle ait voyagé en bateau ou en avion, et que là où elle a été produite, elle ne vienne pas d'une serre chauffée).

C'est pour ça qu'il faut compter. C'est bien à ça que sert la comptabilité carbone : à comprendre ce qui se passe.

32. ET MÊME LA NOURRITURE!

*** Question auditoire ***

« Mais les transports en France ne comptent pas ? »

Non. Les transports sont marginaux, sauf pour les trucs qui sont importés. Mais sinon, c'est marginal.

Donc, il vaut beaucoup mieux une banane qui arrive en France par bateau qu'une tomate qui vient de la serre du coin si elle est chauffée.

*** Question auditoire ***

« Mais acheter local, ce n'est pas mieux ? »

Si ce n'est pas de saison ça ne sert à rien. Donc, il faut acheter local et de saison. En général, c'est ça qu'on vous dit.

Mais vous savez, c'est très simple, la tomate est un fruit. Un fruit ! En général les végétaux, fructifient rarement l'hiver. Donc, pour savoir si un truc est de saison, il faut en revenir à ce qui s'appelle le bon sens - je sais qu'aujourd'hui, ce n'est pas nécessairement le truc le mieux partagé... mais voilà.

Une aubergine, ou une courgette, c'est également un fruit, en partie de la plante. Donc, vous n'aurez pas ça au mois de février. La salade est une feuille, le chou est une feuille, ça résiste en hiver. Par exemple, la scarole résiste raisonnablement bien. Le chou résiste très bien à la gelée. Le poireau aussi.

Il faut juste se renseigner, et vous savez quelles sont les parties de la plante qui sont en accord avec la saison. Par exemple les racines, normalement, vous pouvez en extraire en hiver, ça reste dans le sol. Aussi bête que ça.

*** Question auditoire ***

« Pourquoi une telle différence entre le bœuf et le veau ? »

C'est une question d'allocation. Dans un système bovin, vous avez des vaches, des veaux, du lait. Vous savez ce qui entre dans l'ensemble du système : c'est ce qui les nourrit. Vous savez le méthane émis par l'ensemble du système. Après, la question est : qu'est-ce que j'alloue, et à quoi ?

- Si vous avez une vache adulte que vous gardez en vie pour produire soit du lait, soit du veau, au lieu de la zigouiller tout de suite et de la manger tout de suite, vous allez imputer simplement à son métabolisme annuel la totalité de ce qu'elle produit. Donc, tout le lait produit par une vache dans l'année, vous allez l'imputer à son métabolisme annuel.
- Si vous maintenez la vache en vie simplement pour qu'elle fasse un veau, vous allez mettre une partie des émissions de la vache dans le veau, puisque la vache, vous n'avez aucun intérêt à la garder en vie pour autre chose qu'elle-même : vous pouvez tout de suite la zigouiller et la manger. Donc,

32. ET MÊME LA NOURRITURE!

si la seule raison de la garder en vie, c'est de faire un veau, vous allez mettre une partie des émissions dans le veau.

Le veau ensuite, si vous en faites une vache, évidemment, vous avez un capital de départ qui va s'imputer sur l'ensemble de la durée de vie. Mais si vous le mangez comme veau – et là je parle bien des races à viande, des veaux qui viennent de vaches allaitantes que l'on garde simplement pour qu'elles fassent des veaux –, à ce moment, vous avez des émissions extrêmement élevées. Parce que la règle d'imputation a été construite comme ça.

Vous pourriez très bien avoir une autre règle d'imputation, exactement comme j'ai évoqué pour les biocarburants. Tout cela est une affaire de règles. Vous pourriez dire, je regarde l'ensemble des émissions du système bovin, et j'impute de manière massique au lait et à la viande. Si vous imputiez de manière massique par kilo de poids (le veau pèse le quart du poids de la vache adulte), le veau et la vache seraient sur un pied d'égalité. Il y a plein de manières de faire.

Ce qui est important, c'est de constater qu'en ordre de grandeur, ce sont quand même des émissions qui sont beaucoup plus élevées que les émissions d'un certain nombre d'autres sources de protéines, à commencer par les petits animaux. En gros, manger des poulets et des lapins plutôt que de manger de la viande rouge, par unité de poids, ça fait quand même beaucoup moins.

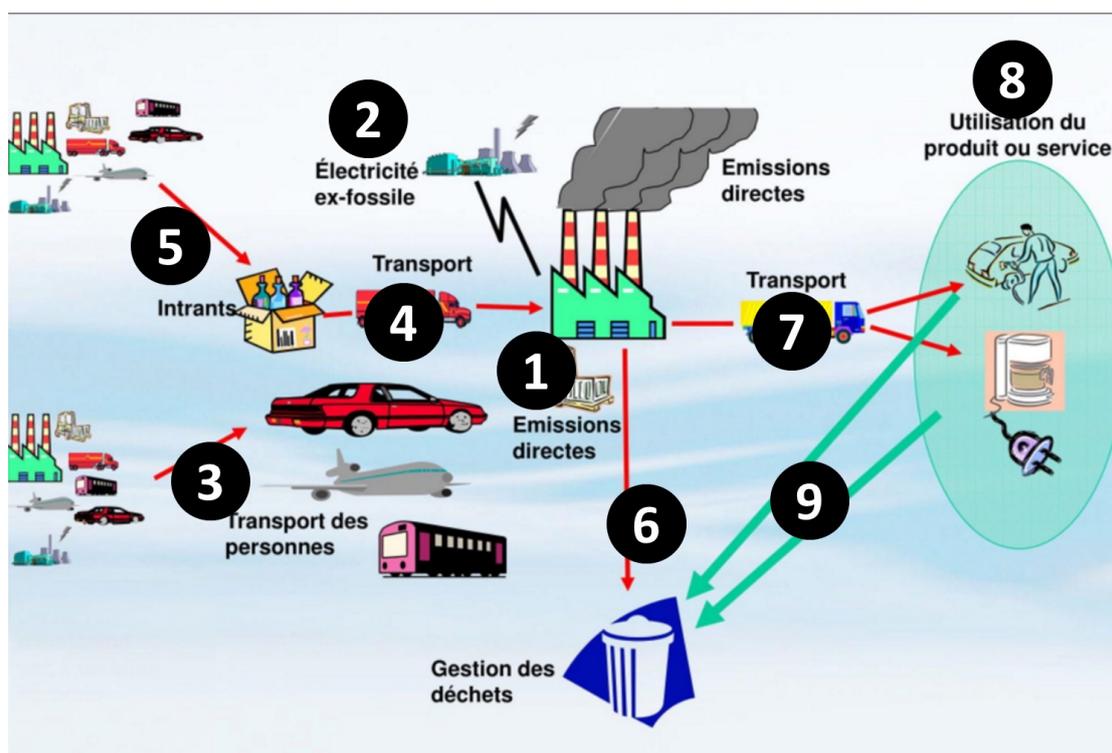
*** Question auditoire ***

« Pourquoi le porc émet-t-il encore moins ? »

Le porc ne rumine pas. C'est un de ses avantages. Par ailleurs, le porc grossit beaucoup plus vite que le bœuf, il a un taux de transformation de matière végétale en matière animale beaucoup plus efficace. D'une manière générale, plus l'animal est petit, et plus son taux de transformation est efficace.

C'est pareil pour la volaille.

33. Un bilan carbone est un bilan, donc doit permettre d'agir



Diapositive 34.

Nous voici donc avec des *facteurs d'émissions* dont vous avez compris qu'un certain nombre d'entre eux sont très, très près des flux élémentaires, et qu'un certain nombre d'autres facteurs d'émissions sont déjà le résultat de calculs un peu sophistiqués.

Maintenant que l'on est capable de calculer des *flux unitaires d'émissions*, à ce moment se pose la question de savoir comment on les regroupe pour les donner à des gens comme vous pour qu'ils en fassent quelque chose. Donc, comme dans toute comptabilité, on va avoir des *postes de regroupement*.

Par exemple, dans une comptabilité vous avez un poste de regroupement qui s'appelle « Salaires » dans lequel vous mettez tout ce que vous avez payé aux gens qui travaillent dans l'entreprise. Et vous mettez ça dans un seul tiroir de la commode, vous ne les mettez pas ailleurs, vous mettez tous les salaires dans le tiroir de la commode.

33. UN BILAN CARBONE DOIT PERMETTRE D'AGIR

En ce qui concerne les *inventaires d'émissions pour les entreprises*, c'est pareil. Un certain nombre de postes de regroupement, maintenant, font l'objet d'une norme ISO. C'est normalisé dans le monde.

- Un premier poste de regroupement pour votre entreprise concerne *les émissions directes*. Ici, par exemple, ce serait les émissions de la chaudière. Vous avez les émissions directes des sources fixes et les émissions directes des sources mobiles, les émissions énergétiques et les émissions de procédé.
- Le deuxième poste que vous allez regarder est *les émissions indirectes* dues à l'utilisation de l'énergie. Ce sont essentiellement les émissions des centrales électriques, pour l'électricité que vous achetez.
- Un troisième poste va concerner *les déplacements des personnes*, dans lequel vous avez deux sous-ensembles en général : les déplacements pour venir au travail et les déplacements dans le cadre du travail.
- Un quatrième poste concerne *le fret des marchandises*.
- Un cinquième poste concerne *la fabrication de ce qui entre*.
- Un sixième poste qui concerne *la gestion des déchets qui sortent*.
- Un autre poste qui concerne *les transports à l'aval*.
- Un poste de *l'utilisation des produits*.
- Un dernier poste qui correspond à *la fin de vie des produits* que vous vendez. Par exemple, si vous vendez des journaux, la fin de vie des produits vendus peut correspondre à quelque chose de significatif. À l'époque où les journaux partaient en décharge, et méthanisaient en décharge parce qu'ils fermentaient, le premier poste du bilan carbone d'un fabricant de journal pouvait être la méthanisation des journaux jetés et qui méthanisaient en décharge.

Et rebelote à l'amont, évidemment ce qui entre dans votre entreprise est le résultat du calcul que vous avez fait à l'étage au-dessus.

Alors ces postes de regroupement, pourquoi ont-ils été conçus comme ça ? Tout simplement parce que dans une entreprise, vous avez, pour chacun de ces processus, quelqu'un qui le pilote, ou qui, au moins, l'observe.

Dans chaque entreprise :

- Vous avez quelqu'un qui s'occupe des approvisionnements en énergie.

33. UN BILAN CARBONE DOIT PERMETTRE D'AGIR

- Vous avez toujours quelqu'un qui s'occupe de la logistique – ce n'est pas nécessairement le même qui s'occupe de la logistique pour ce qui entre et de celle pour ce qui sort.
- Vous avez toujours quelqu'un qui conçoit des produits, donc qui va piloter la façon dont on s'en sert.
- Vous avez quelqu'un qui s'occupe des achats.
- Vous avez des concepteurs de produits qui réfléchissent à ce qu'on va mettre dedans.
- Vous avez des gens qui s'occupent des voyages professionnels.
- Vous avez des gens qui s'occupent des implantations, donc des déplacements domicile-travail.

Pour chacun de ces processus, vous êtes capable de trouver quelqu'un dans l'entreprise à qui vous allez pouvoir demander de s'occuper de faire différemment si vous avez décidé, vous, le patron, que ça va se passer de façon différente. Il y a plein de manières de faire différemment, évidemment. On va faire un tout petit peu de brainstorming ensemble sur la question.

34. C'est vrai aussi pour l'élu d'une collectivité

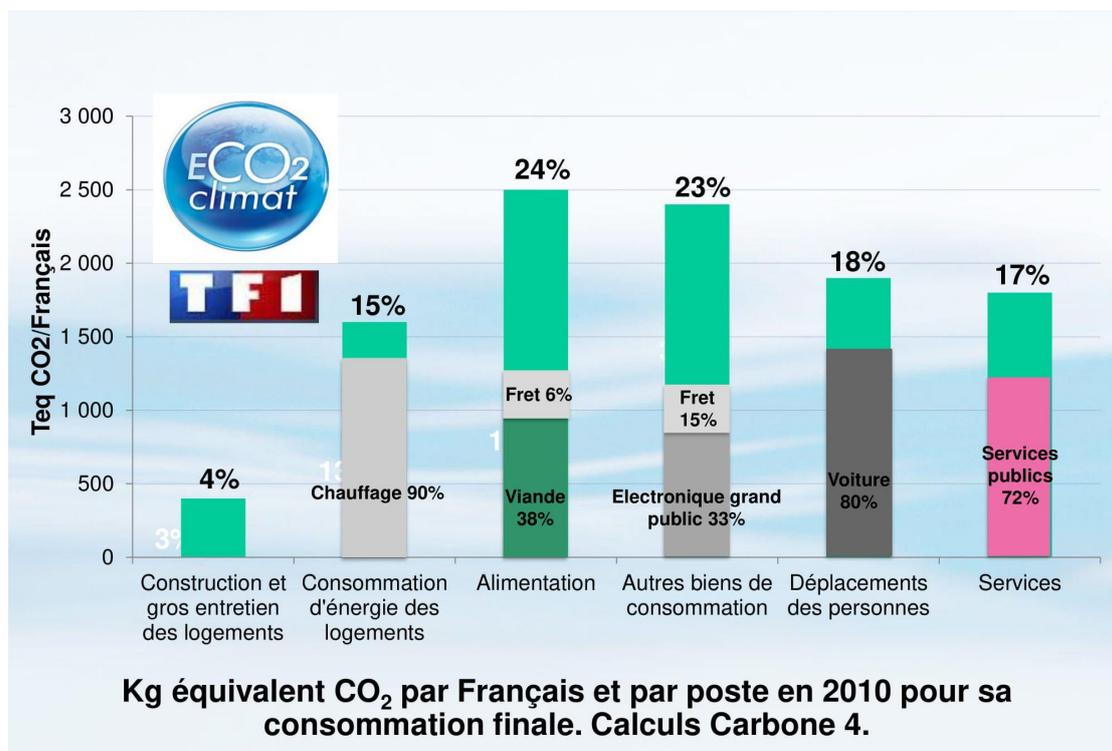


Diapositive 35.

Dans le cadre d'une collectivité, c'est pareil. Il y a des postes de regroupement.

Je vais passer rapidement, c'est toujours pareil, l'idée est d'être capable d'avoir quelqu'un qui va pouvoir dire quelque chose sur la façon dont ça se passe, et éventuellement essayer d'influer sur la façon dont ça se passe.

35. Dis-moi ce que tu émet, je te dirai si tu consommes



Diapositive 36.

Je vous ai dit tout à l'heure que la première comptabilité qui avait été mise en place au niveau des États, a été *la comptabilité des émissions directes*.

Maintenant, il y a quelque chose qui se développe de plus en plus : *la comptabilité empreinte carbone*. C'est-à-dire celle des émissions qui sont la contrepartie de tout ce que vous allez utiliser. On prend tout ce que vous allez utiliser, tout ce dont vous allez bénéficier de manière marchande ou non marchande.

Par exemple en ce moment, vous êtes en train de bénéficier d'un service de manière non marchande. L'État paye généreusement les enseignants-chercheurs de l'École des Mines pour que vous puissiez venir en cours gratuitement. Je vous rappelle que c'est le contribuable qui paye votre scolarité. Si, si ! C'est essentiellement le contribuable. Vous avez des frais tous petits, dans l'ensemble des frais. C'est le contribuable qui paye votre scolarité.

*** Question auditoire ***

« La moitié des frais de scolarité sont payés par les entreprises, non ? »

35. DIS-MOI CE QUE TU ÉMETS, JE TE DIRAI SI TU CONSOMMES

La moitié de votre scolarité? Ah! Les entreprises payent des contrats de recherche aux chercheurs. Sauf que les contrats de recherche aux chercheurs payent essentiellement les chercheurs. Ça ne paye pas vos frais de scolarité à vous. Votre scolarité, c'est essentiellement le contribuable qui la paye.

Ici, vous êtes typiquement dans une vision *empreinte carbone*. Ce n'est pas parce que vous ne payez pas que je ne vais pas compter les émissions qui sont la contrepartie des cours que vous recevez. Dans cette vision *empreinte carbone*, on regarde les émissions qui sont la contrepartie de la fabrication et de la mise à disposition de tout ce dont vous bénéficiez.

Alors en France, de quoi bénéficie-t-on? On bénéficie tous ou presque d'un logement. Ces logements, on continue à en construire. Chaque année, on construit quelques centaines de milliers de logements. Ce qui veut dire que, rapportées au nombre de Français, si j'étales les émissions de construction de tous les logements en France sur tous les Français, eh bien, chaque Français émet chaque année quelques centaines de kilos de CO₂ au titre de la construction de logements.

Quelques centaines de kilos de CO₂, pour ne rien vous cacher, ce sont les émissions qui correspondent à 1 à 2 mètres carrés de construction en béton. Un à deux mètres carrés, dans un immeuble d'appartements, en construction béton standard, ce sont 400 kg de CO₂ qui ont été émis : les cimenteries, les aciéries, etc.

Après, nous vivons presque tous – sauf les SDF – dans un endroit qui bénéficie d'un confort énergétique, pour le chauffage et pour les autres usages. Ici vous voyez les émissions qui sont la contrepartie du chauffage des logements, et très marginalement de la climatisation.

Là, vous avez les autres usages qui sont essentiellement des usages électriques : la machine à laver, l'aspirateur, le frigo, l'ascenseur pour ceux qui en ont un, l'éclairage, etc. En France, comme l'électricité est très décarbonée, c'est beaucoup plus petit que le chauffage – dont je rappelle qu'en France il est beaucoup plus fait avec du gaz et du fioul qu'avec de l'électricité. En France, pour le chauffage, vous avez quatre fois plus d'énergie consommée en gaz et en fioul qu'en électricité. Mais si j'étais en Pologne, ce morceau deviendrait aussi haut que la barre de chauffage, peut-être même un peu plus haut.

Ensuite nous mangeons, et la mise à disposition des aliments que nous consommons occasionne quasiment un quart de l'empreinte carbone d'un Français. Et là-dedans, vous voyez que la partie viande – et si j'ajoute les laitages, ça fait encore un bon morceau au-dessus –, le cheptel bovin représente plus de la moitié de l'empreinte carbone alimentaire d'un Français.

35. DIS-MOI CE QUE TU ÉMETS, JE TE DIRAI SI TU CONSOMMES

Ensuite nous achetons : des vêtements, des lunettes, des chaussures, des canapés, des tables, des stylos, des cahiers, des agendas... Qu'est-ce que j'ai acheté d'autre ici? Ma ceinture, etc., bien évidemment de l'électronique – qui aujourd'hui est un poste significatif. Bref : tout ce que vous trouvez dans un supermarché. Et les jouets pour Noël, et la balayette à toilettes : tout ça, il a fallu le fabriquer.

La contrepartie de nos achats est également quasiment un quart de l'empreinte carbone d'un Français. Là-dedans, plus de la moitié sont des importations. Donc, pour plus de la moitié, ce sont des émissions qui n'ont pas lieu sur le sol français, mais qui ont eu lieu dans tous les pays où ont été fabriqués les produits que nous achetons.

Ensuite, nous nous déplaçons. Nous nous déplaçons en voiture, ce qui fait ce morceau-là. Et autrement qu'en voiture, l'essentiel ici est de l'avion. Ici, il s'agit uniquement des déplacements personnels. Les déplacements professionnels sont inclus dans l'empreinte carbone des produits qu'on achète. Dit autrement, quand un chercheur se déplace en avion, les émissions du déplacement en avion du chercheur, je vais les retrouver dans l'empreinte carbone des services publics dont vous bénéficiez. C'est comme ça que le calcul est fait.

Ce n'est pas complètement neutre, soit dit en passant : l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne vient de publier un petit calcul montrant qu'un professeur, celui qui est tout en haut de l'échelle académique à l'EPFL, c'est six tonnes de CO₂ par an pour ses déplacements en avion – déplacements professionnels. Six tonnes c'est 60% de l'empreinte carbone d'un Français, qui est à 10 tonnes comme vous pouvez le lire sur ce transparent. Juste pour ses déplacements professionnels en avion. Un post-doc c'est déjà une tonne par an, donc pas complètement négligeable... Un professeur c'est 6, voilà. Donc, aller causer dans les colloques en avion est une activité dont il n'est pas complètement sûr qu'elle soit maintenue dans un monde à deux degrés, en tous cas pas au niveau actuel.

Et enfin nous bénéficions tous de services. Ici, vous avez les services publics. Les services publics qui émettent le plus, c'est la santé. Parce que faire fonctionner l'hôpital est un gros poste d'émissions. L'hôpital il faut le fabriquer, ça ce n'est pas gros. Il faut le doter en instruments et en médicaments – je vous rappelle que les spécialités pharmaceutiques les plus chères qui sont fabriquées par les labos pharmaceutiques vont à l'hôpital : les anticancéreux, les anti-je-ne-sais-pas-quoi, enfin, tous les trucs qui vous coûtent extrêmement cher. Puis il faut fabriquer le plateau technique : les scanners, les IRM, les appareils à rayons, tout ce qui permet de faire les analyses biologiques, etc. Puis il faut chauffer. Puis il faut que les infirmières, les médecins, les patients viennent, et

35. DIS-MOI CE QUE TU ÉMETS, JE TE DIRAI SI TU CONSOMMES

les pompiers, etc. En fait, quand vous regardez l'empreinte carbone du dispositif de l'hôpital, c'est quelques % de l'empreinte carbone du pays : 4 à 5%.

Vous bénéficiez également d'un système scolaire. Il faut chauffer les bâtiments.

Vous bénéficiez également d'une armée. C'est le troisième gros poste des services publics. L'armée américaine, à elle toute seule – je crois que je vous l'avais déjà dit – consomme le tiers du pétrole de la France. Petit poste de consommation... Il y a à la Navy – je l'ai rencontré donc je sais qu'il existe – un général deux étoiles dont le job à plein temps est d'enquiquiner les fournisseurs de bateaux et d'avions pour qu'ils fassent les trucs les plus économes possible, tellement la consommation d'énergie est importante. En France, on a une plus petite armée, donc, évidemment, le poste est proportionnellement moins élevé.

Ici, vous avez les services privés : les opérateurs de téléphone les banques, le coiffeur, le cinéma, etc.

*** Question auditoire ***

« Dans l'empreinte du logement, l'électroménager ne compte vraiment pas plus par rapport au chauffage ? »

Aujourd'hui il est très, très faible. Pour plusieurs raisons. La première, c'est qu'en nombre de kilowattheures, c'est beaucoup plus faible. Et la deuxième raison, c'est que là, pour le coup, ce n'est que de l'électricité. Alors que, je le répète, pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire en France, vous avez à peu près 100 térawattheures d'électricité, mais vous avez 400 térawattheures de pétrole et de gaz. Donc, l'essentiel de la barre « Chauffage », ce n'est pas de l'électricité, c'est du gaz et du pétrole.

*** Question auditoire ***

« Il s'agit bien de la France ? »

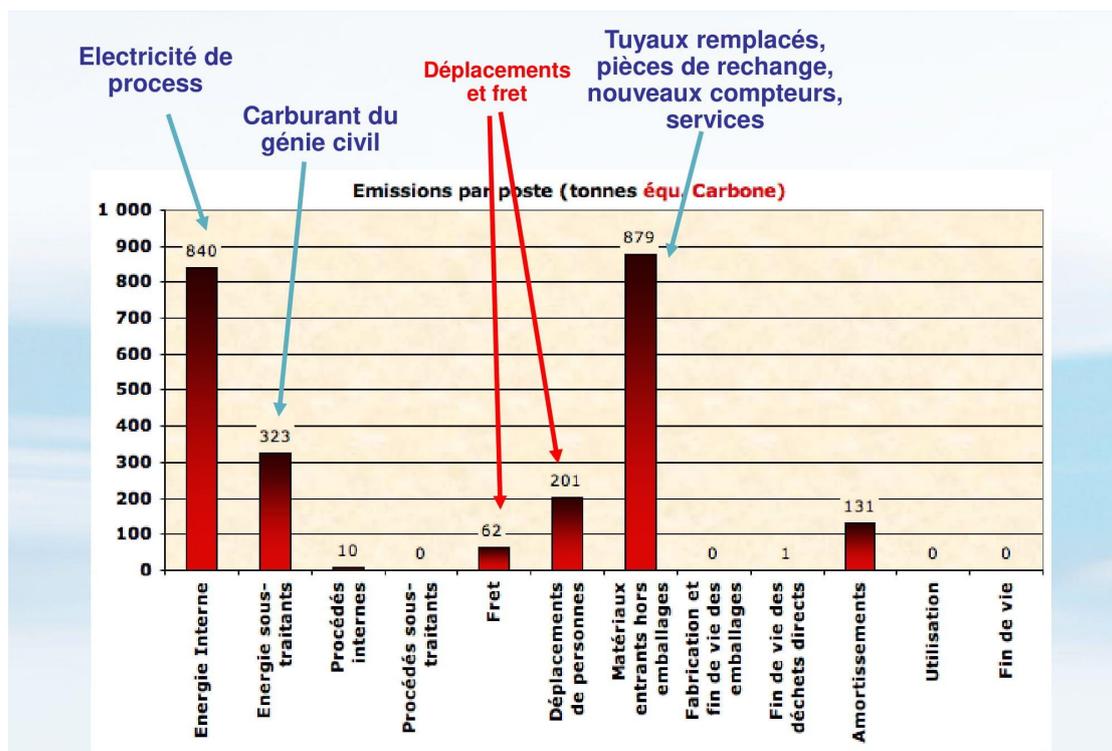
Je vous présente l'empreinte carbone d'un Français, absolument. Et pas d'un habitant du Zimbabwe ou de Mongolie intérieure...

*** Question auditoire ***

« Où est la climatisation sur ce graphique ? »

Ce graphique est valable pour la France. Sur ce graphique, la climatisation est marginale. À Singapour, ai-je entendu dire – je ne sais pas si c'est 70%, mais à mon avis c'est un gros paquet quand même – 60 à 70% de l'électricité est utilisée pour la clim. Et c'est de l'électricité au pétrole. Donc, je précise que ce graphique c'est pour la France, évidemment.

36. Un distributeur d'eau



Diapositive 37.

Maintenant, on va faire un peu joujou.

Je suis désolé. Je n'ai toujours pas changé le graphique. Là, pour le coup, c'est du carbone, et pas du CO₂, parce que ça date de mes jeunes années.

Ici, vous avez le *bilan carbone* d'un distributeur d'eau. En l'occurrence, c'était une agence de Veolia située dans le nord de la France.

Les trois postes un peu significatifs sont dus à l'eau qui circule dans un réseau.

- Le premier poste était la mise sous pression pour que ça circule. Pour cela, il faut de l'électricité, et la production de cette électricité engendre des émissions de gaz à effet de serre, même en France, parce qu'il faut beaucoup de pompes pour faire fonctionner tout ce machin.
- Le deuxième poste – ça les a beaucoup surpris – est le renouvellement permanent du réseau, c'est-à-dire les fournisseurs qui fabriquent des compteurs, des regards, des tuyaux, etc.

36. UN DISTRIBUTEUR D'EAU

- Le troisième poste significatif était le génie civil pour remplacer les tuyaux. Parce que, quand vous remplacez un tuyau, en général vous faites un trou. Le trou est fait par un tractopelle qui consomme du diesel. C'est un poste qui n'est pas complètement négligeable.

Vous voyez que les déplacements de personnel ne sont pas complètement négligeables, mais ils viennent loin derrière, et que l'acheminement des marchandises vient encore plus loin derrière. . .

Donc, ces gens-là n'ont pas vraiment un problème de voiture, et pas vraiment un problème de camions. Ils ont un problème de tractopelles, de pompes, et d'industrie qui les fournit.

Maintenant, vous êtes à la tête de cette entité et moi, le grand patron de Veolia, je vous dis « J'ai bien entendu Jancovici : on va diviser les émissions de Veolia par trois. Donc, cher Monsieur, chère Madame, vous avez très exactement vingt ans pour me gagner 60% dans les émissions de ce bastringue ! » Qu'est-ce que vous faites ? Allez-y ! La boîte à idées est ouverte. . .

*** Réponse auditoire ***

« Remplacer moins souvent les tuyaux. »

Vous remplacez moins souvent les tuyaux. . . Mais, à ce moment, vous avez des fuites et ils n'aiment pas ça. Mais il y a quand même un sujet qui est : « Est-on est obligé de remplacer les tuyaux à la même fréquence ? » Je vous signale qu'en France, il y a eu une grande mode du remplacement des tuyaux en plomb par du PVC. Ce n'était pas vraiment indispensable pour des raisons sanitaires, mais ça a occasionné plein de travaux. Donc, oui. Il y a un sujet quand même, qui est de se poser cette question-là.

*** Réponse auditoire ***

« Décarboner l'électricité. »

Oui. Mais ça ce n'est pas votre action à vous. Donc, en attendant que l'électricité se décarbone, qu'est-ce que vous faites ?

*** Réponse auditoire ***

« Utiliser des pompes plus efficaces. »

Oui. . . Il y a quelque chose qui s'en approche.

*** Réponse auditoire ***

« On peut faire des tuyaux en bois. »

Effectivement, oui, c'est un sujet possible, absolument. . . C'est-à-dire que l'on peut demander au fournisseur de tuyaux de faire des tuyaux dans les matériaux les moins émissifs possible. On peut lui demander notamment de faire des tuyaux en plastique recyclé, parce que là, vous avez la possibilité, éventuellement, d'utiliser du plastique recyclé pour ça.

36. UN DISTRIBUTEUR D'EAU

Il y a un lien entre les deux : on peut diminuer le taux de fuite, parce que si le taux de fuite est élevé, du coup, vous utilisez de l'électricité pour mettre de l'eau en pression. Et tout ce que ça fait, c'est d'alimenter les fuites. Donc effectivement, ça, c'est proche de l'efficacité des pompes.

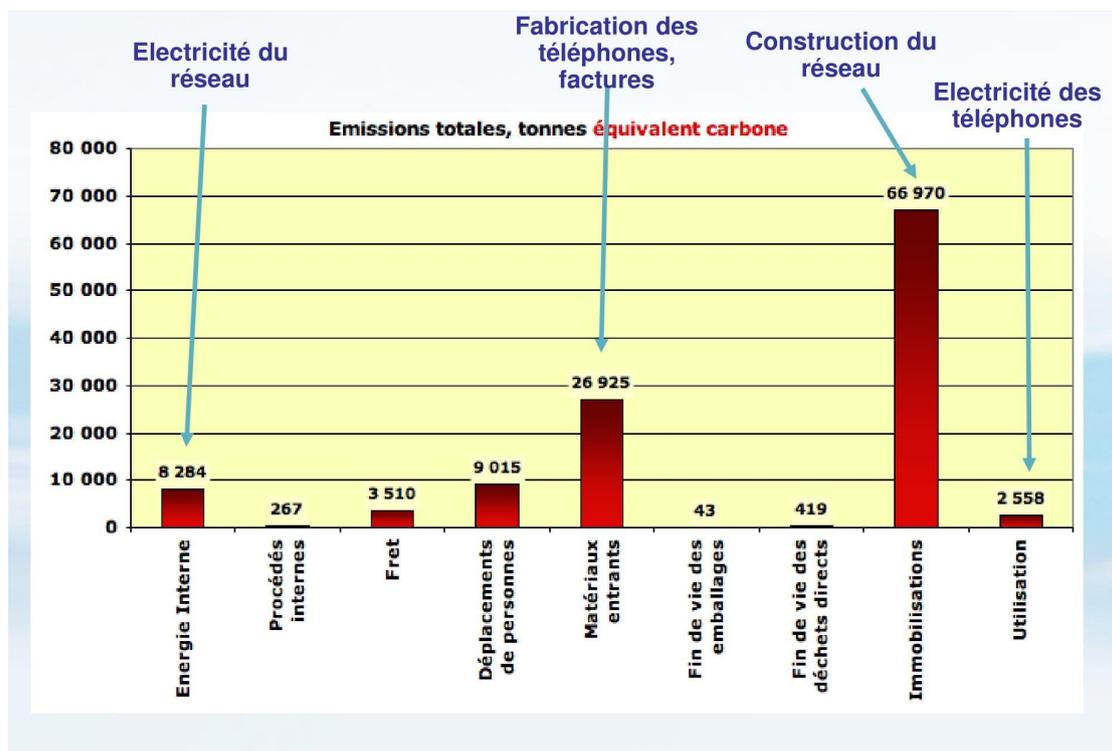
*** Réponse auditoire ***

« Construire des tuyaux en surface pour moins utiliser de tractopelles. »
Alors ça, c'est quelque chose qui se rapproche de « Je baisse les émissions du génie civil. » Pour baisser les émissions du génie civil, un truc qui peut se faire, c'est de grouper les travaux. Vous avez, par exemple, des tranchées dans lesquels on ouvre plusieurs fois. Un coup pour remplacer le tuyau. Puis un coup pour remplacer le réseau électrique. Puis un coup pour faire passer la fibre optique. Puis un coup pour je ne sais pas quoi. Effectivement, on peut se contenter d'ouvrir une seule fois.

Voilà, je ne vais pas vous faire chercher pendant deux heures. C'est juste pour vous montrer que, quand on commence à entrer dans le dur, c'est-à-dire dans un cas pratique, eh bien, les grandes idées sympathiques qu'on avait sur : « Ben oui, on divise par trois. Donc ykafaukon, quoi... Divisons par trois! » Eh bien, quand on a le bilan carbone d'une entité sous le nez, c'est là que la vraie vie commence.

C'est là que la vraie vie commence parce que là on comprend où sont les arbitrages qu'on peut faire et ceux qu'on ne peut pas faire. Et quelles sont les contreparties à chaque fois qu'on en fait un. Parce que, si ça se trouve, les nouveaux matériaux coûtent plus cher. Si ça se trouve, faire bosser des ouvriers plutôt que des tractopelles, ça va vous coûter plus cher, etc. Ce sont des *arbitrages*.

37. Un opérateur de téléphone



Diapositive 38.

Maintenant voici votre fournisseur préféré, c'est-à-dire un opérateur de télécoms.

Vous avez à nouveau le panorama des émissions, et vous voyez que ce n'est pas du tout au même endroit que ça se passe.

Le premier poste d'un opérateur de télécom situé en France, le premier poste, ce sont les investissements récurrents qu'il fait dans son réseau. Il a besoin de faire des investissements récurrents, dans son réseau, parce qu'il faut savoir qu'actuellement le flux de données augmente de quelques dizaines de % par an.

80% du flux de données sur le réseau d'Orange, pour ne pas le nommer, est de la vidéo. L'essentiel de votre empreinte carbone numérique, c'est du trafic vidéo. Votre plus grosse contribution à la pollution numérique, c'est si vous êtes abonnés à Netflix, ou si vous envoyez des vidéos à tire-larigot, de ceci et cela... Netflix, YouTube, tout ça... Donc, si vous regardez une vidéo, regardez-

37. UN OPÉRATEUR DE TÉLÉPHONE

là avec la plus basse définition possible. C'est quelque chose qui, très souvent, ne gêne pas considérablement le confort, et ça fait beaucoup moins de données.

Pour qu'il maintienne son réseau à niveau, il doit passer commande en permanence à des gens qui font des câbles, à des gens qui font des routeurs, à des gens qui font des supports d'antennes, des antennes, etc. Tout ça est très matériel.

Après, il a un deuxième poste qui est que votre opérateur préféré n'arrête pas de vous expliquer qu'au bout de deux ans vous allez pouvoir changer de smartphone « at no cost », etc. Il faut fabriquer les smartphones, et les smartphones en question, ça entre aussi dans son bilan carbone, puisqu'un opérateur télécom sans téléphone chez les abonnés, ça marche moyen... Donc, vous allez avoir besoin de fabriquer et de renouveler les terminaux.

Vous voyez que la consommation électrique de vos téléphones est un non-sujet absolu. En gros, en France, c'est quand vous achetez le téléphone que, carboniquement, vous avez perdu. Une fois que vous avez acheté le téléphone, le fait que vous vous en serviez ou pas n'a aucune espèce d'importance, enfin, à durée de vie donnée. Et le fait qu'il consomme de l'électricité ou pas n'a absolument aucune espèce d'importance. Et l'électricité du réseau compte un peu.

Voilà. Vous êtes embauchés chez Orange. Qu'est-ce que vous faites ?

*** Réponse auditoire ***

« Ne pas passer à la 5G. »

Très bonne réponse : vous essayez de convaincre votre patron de ne pas passer à la 5G. C'est probablement, et de très loin, le premier des déterminants que vous avez pour éviter que ça monte, et que ça commence à baisser.

*** Réponse auditoire ***

« Mutualiser les travaux. »

Mutualiser les travaux, là, c'est marginal. C'est la fabrication des composants du réseau qui pèse.

*** Réponse auditoire ***

« Allonger la durée de vie des téléphones. »

Exactement, c'est-à-dire que, au lieu de proposer des contrats dans lesquels on renouvelle le matériel en permanence, vous essayez de proposer des contrats dans lesquels on ne renouvelle pas le matériel en permanence. Et éventuellement, si on renouvelle quelque chose, on essaye de le faire avec des appareils modulaires. C'est-à-dire que vous commencez à avoir des trucs dans lesquels vous pouvez retirer un morceau et le remplacer.

37. UN OPÉRATEUR DE TÉLÉPHONE

Moi, par exemple, dans mon smartphone, j'ai demandé – je pose toujours des questions abominables aux gens qui me regardent avec des yeux ronds – juste un seul truc : « Je veux un machin pas cher et où on puisse remplacer la batterie. » Donc, j'ai un machin pas cher où on peut remplacer la batterie. Et comme la batterie est un des premiers trucs qui lâche en général sur les téléphones. . . Pour tous les téléphones où on ne peut pas remplacer la batterie : eh bien dès que la batterie lâche, il faut changer le téléphone.

Or, Orange ne gagne pas sa vie en faisant le chiffre d'affaires d'Apple. S'il vous propose un téléphone que vous avez besoin de renouveler moins souvent, à la limite, ça peut presque les arranger. Parce qu'ils peuvent vous faire bénéficier de l'économie d'achat de téléphone, en vous proposant un truc un peu moins cher, qui est partagé entre le client et eux.

Qu'est-ce qu'on peut faire d'autre ?

*** Réponse auditoire ***

« Gagner sur la fabrication des batteries. »

L'essentiel, la moitié des émissions de fabrication du téléphone, c'est l'écran. Et ensuite, il y a encore un bon paquet, c'est l'électronique. La batterie ce n'est pas dominant dans le total.

*** Réponse auditoire ***

« Recycler les téléphones. »

Oui, d'une manière générale. Effectivement. Mais quel est l'inconvénient d'avoir des téléphones qui soient récupérables, recyclables, réutilisables ? Cherchez, il y a un inconvénient. . .

*** Réponse auditoire ***

« Ça réduit le chiffre d'affaires des producteurs de téléphones. »

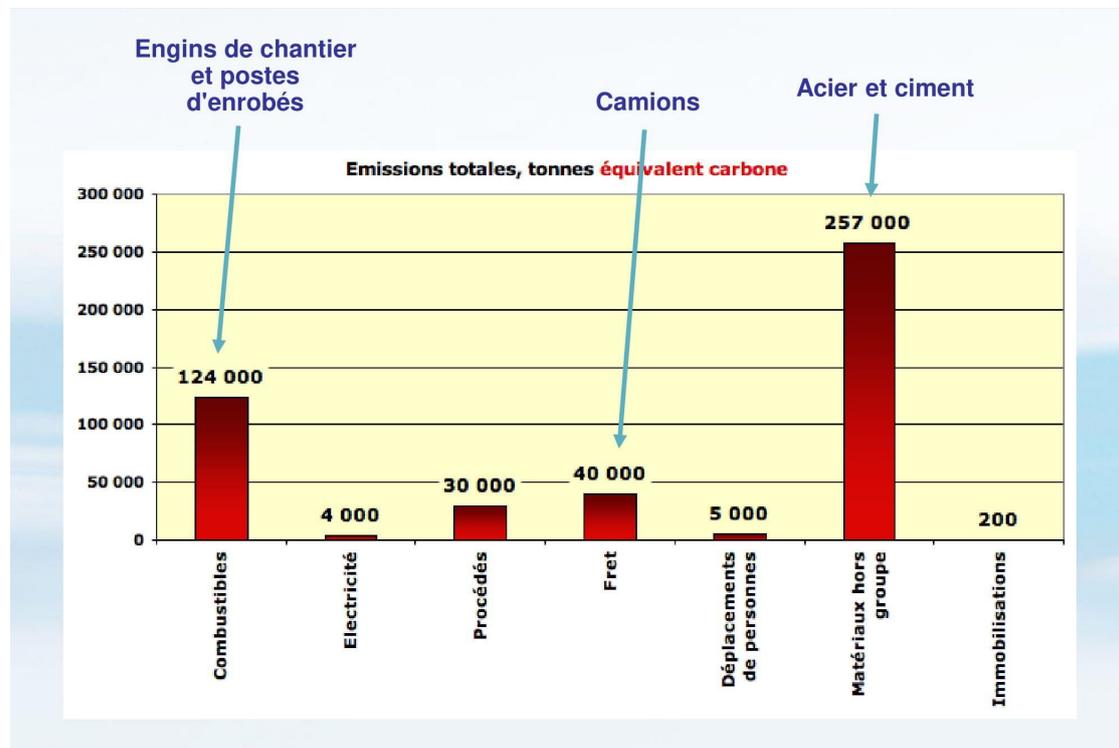
Alors, ça touche le chiffre d'affaires de ceux qui produisent. . . Mais vous êtes Orange. Vous vous en moquez. Moi, je suis Orange, le chiffre d'affaires d'Apple ne m'intéresse pas. Je m'en moque complètement, du chiffre d'affaires d'Apple.

*** Réponse auditoire inaudible ***

Oui. . . Je ne pensais pas exactement à ça, mais oui.

En fait, l'inconvénient principal, si vous avez des objets qui durent plus longtemps, c'est que l'innovation technique pénètre moins vite. C'est juste ça. En gros, ça suppose que vous teniez un discours sur la nouveauté qui devient totalement différent. Donc, ça vous disruptive totalement votre discours marketing. Donc, en gros, toute l'équipe « Com et Marketing » est à changer. Plus exactement, tout leur discours est à changer.

38. Une société de BTP (hors utilisation)



Diapositive 39.

Maintenant voici une société qui fait du bâtiment et des travaux publics.

Leur premier poste, c'est la fabrication de l'acier et du ciment, ici hors utilisation des bâtiments et des infrastructures.

Ici, vous avez la consommation des engins de chantier.

Là, les postes d'enrobé, pour fabriquer ce qui va sur les routes.

Et vous voyez la logistique.

Alors, c'est toujours pareil. Qu'est-ce que vous faites ?

*** Réponse auditoire ***

« Construire des maisons en bois. »

C'est une option. Vous pouvez effectivement augmenter la construction bois. Où est la limite ?

38. UNE SOCIÉTÉ DE BTP (HORS UTILISATION)

*** Réponse auditoire ***

« Pouvoir se fournir en bois. »

Exactement. Vous faites un calcul du pouce sur la productivité des forêts françaises, et vous regardez jusqu'où vous pouvez monter en volume d'approvisionnement, donc combien de logements ça vous permet de faire.

Alors, j'ai une bonne nouvelle pour vous : ça ne permet pas de faire 300 000 logements par an. Ça ne veut pas dire qu'il ne faut pas le faire. Ce n'est pas ce que je suis en train de dire. Et ça ne veut pas dire qu'on va pouvoir faire éternellement 300 000 par an. Mais ça veut juste dire que remplacer tous les logements qu'on fait aujourd'hui en acier-béton par des logements en bois (1 pour 1 à 300 000 logements par an), malheureusement, ça ne passe pas. Mais vous avez la bonne réponse sur la manière de comprendre où est la limite.

*** Réponse auditoire ***

« Faire des structures plus légères. »

Oui, absolument. On peut mettre moins de ciment par mètre cube de béton. J'ai demandé à une entreprise de construction : aujourd'hui, que vous fassiez le béton pour le premier étage ou pour le quatrième, on met la même quantité de ciment par mètre cube de béton. Or vraisemblablement, les efforts de structure ne sont pas les mêmes au rez-de-chaussée qu'au quatrième. Donc, on peut probablement moduler ça de façon un peu astucieuse...

*** Réponse auditoire ***

« Acheter de l'acier aux Islandais. »

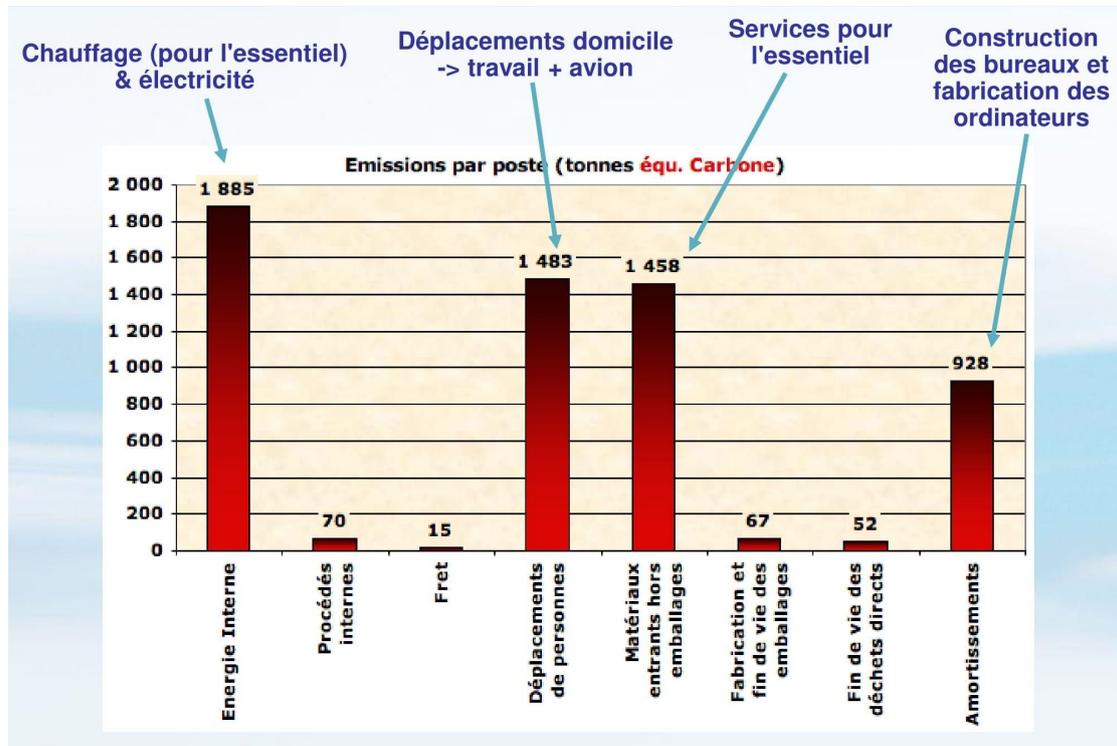
Vous achetez votre acier aux Islandais, sauf que l'acier primaire est en fait en réduisant du minerai de fer avec du coke : même si ce sont des Islandais qui s'en chargent, ça émet toujours autant. Mais vous avez effectivement une partie de la réponse : c'est que vous pouvez recycler plus l'acier. Et donc, quand vous déconstruisez un bâtiment, vous récupérez les ferrailles, etc. Effectivement, on peut faire ce genre de chose.

*** Réponse auditoire inaudible ***

Oui, absolument. Sauf que ça va vous coûter beaucoup plus cher. Mais effectivement, c'est une option.

La dernière option est, en fait, ce que sont en train de faire une partie des entreprises du secteur : que vous basculiez de la construction vers l'usage. C'est-à-dire que, plutôt que de construire des bâtiments et des autoroutes, vous vous « emparez » des bâtiments et des autoroutes existants et vous gérez l'usage qui est, évidemment, moins émissif que la construction dans un certain nombre de cas de figure. Pas dans tous : en ce qui concerne les autoroutes, il faut quand même faire rouler les voitures dessus.

39. Une banque (hors prêts)



Diapositive 40.

Maintenant voici une banque. Une banque hors engagements, c'est-à-dire hors émissions des clients.

Ici, vous avez les émissions de fonctionnement des bâtiments.

Là, vous avez les déplacements.

Là, vous avez les achats de services.

Et enfin, vous avez la fabrication de l'IT. Chaque année en ce moment en France, pour gagner 1 euro de produit net bancaire, donc 1 euro de chiffre d'affaires, en gros, une banque doit faire circuler 30% de données en plus. Tous les ans...

Alors, toujours pareil. Qu'est-ce qu'on fait ?

*** Réponse auditoire ***

« Gagner sur le chauffage des bâtiments. »

Alors vous pouvez changer la chaudière. Absolument. Et isoler. J'ai envie de dire : ça c'est la partie la plus simple.

39. UNE BANQUE (HORS PRÊTS)

*** Réponse auditoire ***

« Réguler la température des bureaux. »

Oui. Tout ça, c'est le confort thermique des bâtiments. OK, on peut faire des choses.

*** Réponse auditoire ***

« Fermer les agences et faire de la banque en ligne. »

Pire que si vous aviez les agences. Parce que le numérique, par euro de valeur ajoutée, c'est bien pire que d'avoir des gens dans des agences.

Et par ailleurs, vous faites quoi des gens qui étaient dans les agences ? Cette question va se poser souvent. C'est-à-dire que, si la seule solution c'est de contracter l'activité, *qu'est-ce qu'on fait des gens qui y travaillent ?* C'est, du reste, une des raisons pour lesquelles il y a plein de gens qui n'ont pas envie de s'attaquer à ce problème.

*** Réponse auditoire ***

« Avoir une partie de télétravail. »

Oui, absolument. Favoriser le télétravail à temps partiel peut avoir un avantage à trois conditions.

- La première, c'est que ça soit essentiellement du télétravail à domicile, parce qu'à ce moment vous n'avez pas besoin de construire de surface supplémentaire. Et le domicile, l'hiver, reste un peu chauffé, même s'il est moins chauffé dans la journée que le soir, donc, vous faites de toute façon une valorisation du chauffage.
- La deuxième condition, c'est que vous n'en profitez pas quand vous êtes chez vous pour prendre la voiture pour aller changer d'air alors que vous l'auriez prise pour aller au travail. Comme on est des animaux, et qu'on aime bien sortir de la grotte, il y a beaucoup de gens qui font ça.
- La troisième condition, c'est que l'espace que vous n'occupez plus au bureau soit affecté à quelqu'un d'autre. Dit autrement, qu'il n'y ait que des bureaux non affectés là où vous travaillez et qu'il y en ait moins que l'effectif total. Sinon, si votre bureau est vide mais chauffé quand même, vous n'avez rien gagné.

Donc, sous certaines conditions, c'est quelque chose qui peut marcher.

*** Réponse auditoire ***

« Loger les salariés près des agences. »

Oui, aujourd'hui ça n'a malheureusement plus de sens, mais à l'époque où l'énergie était rare et chère, effectivement, les grandes activités productives

39. UNE BANQUE (HORS PRÊTS)

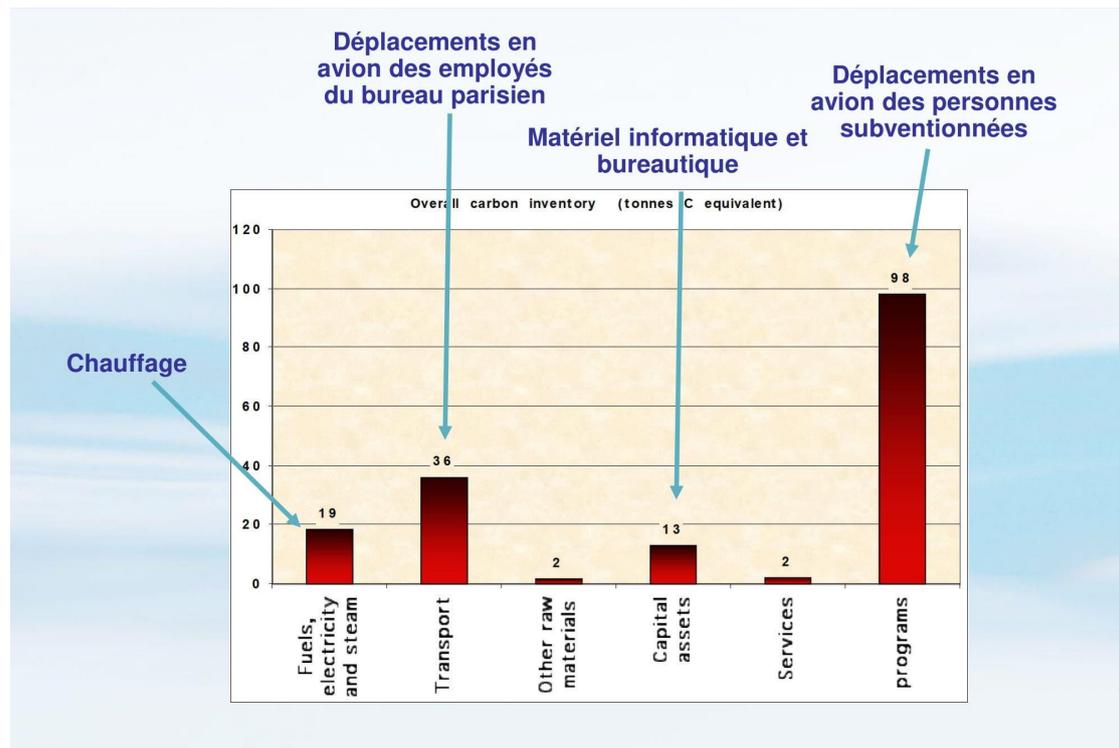
avaient tendance à loger les gens qui leur étaient nécessaires juste à côté. C'est comme ça qu'on a fait les corons houillers, que vous avez les cités ouvrières d'un certain nombre d'usines, etc. Oui, c'était une façon, en gros, de baisser la quantité d'énergie utilisée par les gens.

*** Réponse auditoire ***

« Réduire le nombre de bureaux individuels. »

Réduire le nombre de bureaux individuels dans un immeuble ne change pas grand-chose par rapport à avoir un open-space si chacun a sa place affectée et qui est non utilisée s'il n'est pas là. En fait, ce qui compte ce sont les mètres carrés de surface au sol que vous allez utiliser ou pas.

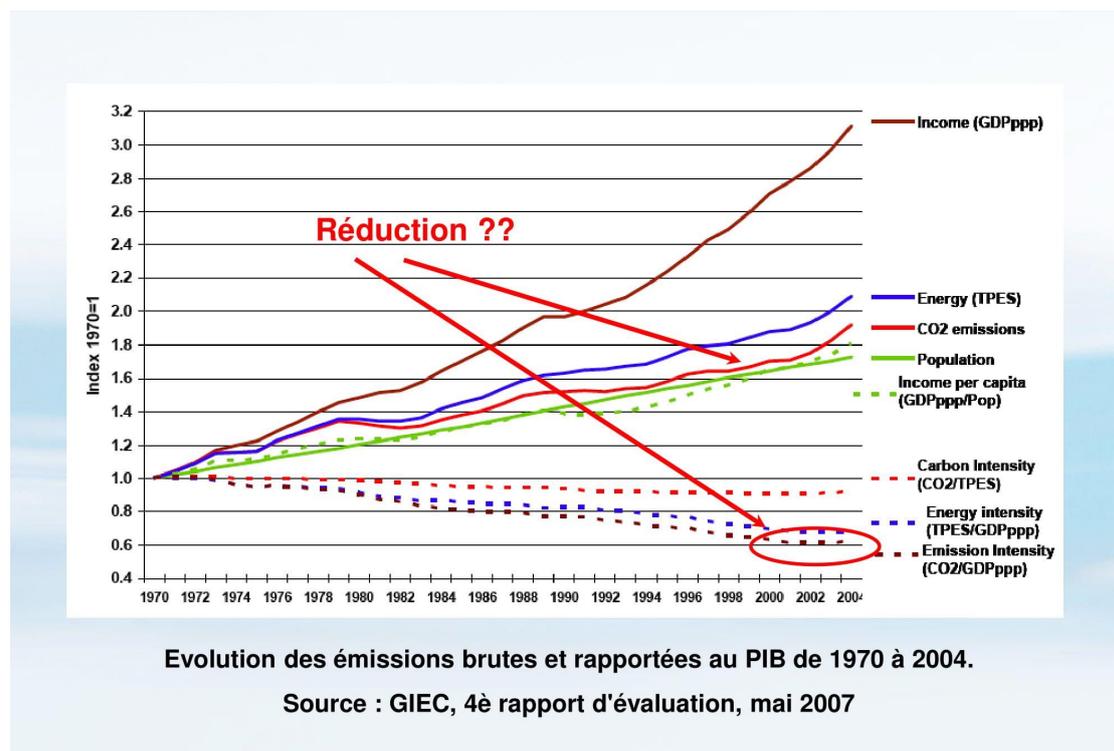
40. Un organisme public de promotion des échanges culturels



Diapositive 41.

Ça, c'était juste pour rire, pour dire que même l'Alliance Française, ou son équivalent, possède aussi un inventaire d'émissions.

41. Quand on réduit, ne pas se tromper d'indicateur



Diapositive 67.

Quand on se donne un objectif de réduction des émissions, il faut bien comprendre que, ce qui est important pour l'atmosphère, ce sont *les objectifs en valeur absolue*.

Ce que « demande » le système climatique pour limiter le réchauffement à l'avenir, c'est *la limitation des émissions globales de l'humanité*. Ce n'est pas la limitation des émissions par personne, ou par voiture. Bref. C'est la limitation globale.

Ce qui veut dire que, quand vous êtes une entreprise, la bonne question qui se pose est : « Est-ce que je vais chercher à limiter mes émissions par cafetière vendue, ou est-ce que je vais chercher à limiter les émissions de l'ensemble de l'entreprise ? »

Je peux vous dire qu'aujourd'hui la réponse qui est faite par à peu près toutes les entreprises que je connais, jusqu'à récemment – maintenant ça commence un peu à changer, mais jusqu'à récemment était :

41. QUAND ON RÉDUIT, NE PAS SE TROMPER D'INDICATEUR

« Je limite les émissions par cafetière vendue.

— Ah oui? Mais comment évolue le nombre de cafetières que vous allez vendre?

— Ah bah ça, j'espère que ça augmente! »

Et quand vous faites les intérêts composés, évidemment, vous tombez sur quelque chose qui n'est pas du tout dans les ordres de grandeur qui sont nécessaires pour arriver à sa contribution, « sa part à l'effort », dans un monde qui doit se décarboner globalement.

Vous voyez que, en ce qui concerne l'économie dans son ensemble, depuis qu'on tient les statistiques qui sont là, les émissions par objet fabriqué ou par service rendu n'arrêtent pas de baisser, alors que les émissions globales n'arrêtent pas d'augmenter. Or, si on veut faire baisser les émissions globales, l'objectif est sur les émissions globales.

Donc, si vous êtes une entreprise sérieuse, et que vous dites « Je veux sérieusement contribuer à la décarbonation », vous n'allez pas prendre un objectif relatif tout en disant : « Mon chiffre d'affaires va continuer à croître et mes résultats aussi parce que c'est ce que les actionnaires demandent. » Vous allez prendre un objectif de réduction globale. Et, exactement comme ça a été dit tout à l'heure sur la 5G, quelque part, si c'est vraiment ça votre objectif, c'est « quoi qu'il en coûte ».

Ce qui veut dire qu'il y a un certain nombre de cas de figure dans lesquels les entreprises ne le feront jamais spontanément, parce que ça conduit à contracter leur activité. Je viens de vous dire là quelque chose d'absolument évident, qui est que, si ce n'est pas la puissance publique qui se charge de mettre l'objectif et de dire « Vous allez le respecter quoi qu'il en coûte », beaucoup d'entreprises ne le feront pas.

Vous allez me dire : « Mais à ce moment, un certain nombre d'entreprises vont périr... » Et je vais vous dire : « Oui, absolument. C'est tout à fait exact. Donc, choisissez les bonnes. »

Il y a déjà des objectifs collectifs pour lesquels c'est le cas. Il y en a un en particulier qui est que, si une entreprise, aujourd'hui, n'est pas capable de payer ses charges et ses impôts – par exemple, sa TVA ou ses charges sociales – l'entreprise fait faillite.

Aujourd'hui, on considère que, au nom de la solidarité qu'on doit avec le reste du pays, soit fiscale, soit sociale, mon entreprise paye des charges pour qu'on assure gratuitement des soins à des gens malades, ou la retraite à des

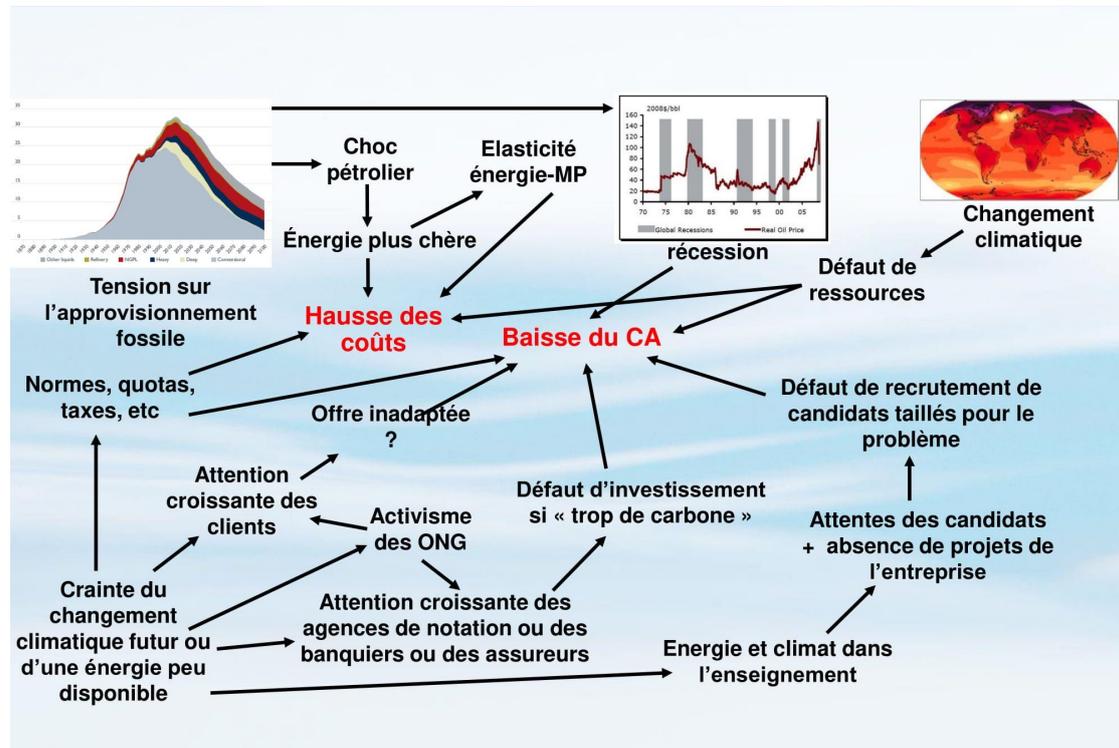
41. QUAND ON RÉDUIT, NE PAS SE TROMPER D'INDICATEUR

gens qui ne travaillent plus, ou la contribution au cours à l'École des Mines – ça c'est la TVA. Eh bien, à travers ses contributions, mon entreprise contribue à la solidarité nationale. Je trouve ça très bien. Je ne discute absolument pas.

Et si on ne devient plus capable, dans mon entreprise, de payer ces charges-là, on passe à la barre du Tribunal de Commerce et on dépose le bilan. Donc, il y a déjà un cas de figure dans lequel on considère que ce n'est pas anormal qu'une entreprise aille au tapis parce qu'elle n'est pas raccord avec des objectifs nationaux.

Il est absolument évident que, si on donne des objectifs en valeur absolue aux entreprises sur leurs émissions, il y en a qui iront au tapis. Voilà. C'est absolument évident. Mais : « Choisis ton camp, camarade. » Ou bien on considère que les canicules à 50 °C dans trente ans, on n'en veut pas, et, à ce moment, on fait ce qu'on doit faire. Ou bien on considère que les entreprises doivent pouvoir entreprendre aujourd'hui sans qu'on les emmerde. Et à ce moment, on finira par avoir les canicules à 50 °C. Voilà, il faut savoir ce qu'on veut.

42. L'entreprise cernée par le carbone



Diapositive 69.

Avec tout ce que je vous ai raconté pendant ces cours, dans une entreprise, comment est-ce que ça peut se présenter maintenant, si je fais un tableau un peu large ?

Comme vous avez pu le comprendre, *les chaînes de valeur des entreprises dépendent de l'approvisionnement énergétique*, puisque l'énergie c'est la transformation. Et la transformation, c'est tout le système économique. Mais cette énergie est essentiellement fossile. Et, de temps en temps, elle a un petit chaos sur le volume dont on peut disposer.

Quand il y a un petit cahot – ou un gros cahot ! – sur le volume dont on peut disposer, la première chose qui se passe à court terme, c'est que vous allez avoir un choc de prix. Et ça va se répercuter dans les achats d'une entreprise. Donc, un premier truc qui va se passer quand vous avez un choc pétrolier, c'est que vous avez un peu d'inflation qui arrive dans les charges d'une entreprise.

42. L'ENTREPRISE CERNÉE PAR LE CARBONE

Mais un deuxième effet peut être beaucoup plus important dans certaines entreprises. C'est qu'à peu près tout ce qui s'achète sur un marché est asservi au prix du pétrole. Dit autrement, quand vous regardez le prix des céréales dans le monde, le prix de la poudre de lait dans le monde, le prix du nickel dans le monde, le prix de l'or dans le monde, le prix de n'importe quoi qui s'achète, ces prix-là, pour des raisons d'allocation d'actifs sur les marchés financiers, sont asservis au prix du pétrole.

On l'a constaté, une année, en travaillant chez Danone, parce qu'il y avait une forte hausse du prix du lait alors qu'il y avait une forte hausse du prix du pétrole. Ce n'était pas du tout un effet inflationniste. Ce n'était pas du tout parce que les tracteurs coûtaient plus cher pour avancer, rien à voir avec ça.

Un deuxième effet « kiss cool » vous arrive à ce moment-là : tout ce qu'achète l'entreprise augmente également dès lors qu'il s'agit de matières premières. Et donc c'est un deuxième impact sur les charges.

Mais surtout, la contraction de l'approvisionnement énergétique en volume va engendrer une récession. C'est-ce que je vous ai montré au premier cours. Ce qui va impacter vos ventes. Donc, si vous avez une tension sur l'énergie, vous avez déjà le problème qui arrive de deux côtés à la fois, à la fois sur les charges et sur le chiffre d'affaires.

Ensuite vous avez les effets du changement climatique qui sont déjà à l'œuvre. Par exemple, en ce moment, un certain nombre de chantiers vont devoir fermer parce qu'il fait trop chaud pour laisser les ouvriers dehors, et c'est normal. En ce moment, vous avez un impact sur l'activité, les marchands d'eau glacée et de glace se frottent les mains. Par contre, tout un tas d'autres gens ne se frottent pas du tout les mains. La SNCF va accumuler les retards. Parce que dès qu'il y a un train qui n'est pas climatisé quelque part, il y a un malaise. Il va y avoir un voyageur qui va faire un malaise, vous avez tout un tas de gens qui vont se sentir mal.

Vous avez un autre effet, un truc un peu rigolo, dû à la baisse des débits d'étiage des fleuves. C'est une personne de chez Vinci qui m'a raconté ça l'autre jour. Vous avez un certain nombre de ponts anciens. Vous savez, les ponts en pierre que vous avez au-dessus des fleuves. Les piles de ponts, je ne sais pas si vous vous êtes jamais demandé sur quoi ça reposait ? Pas sur des pieux, mais sur des platiers. C'est-à-dire des troncs qui sont posés à plat, et qui servent d'embase pour qu'on puisse poser dessus une colonne en pierre qui a une embase beaucoup plus petite. Sinon, on s'enfoncerait dans le lit de la rivière. Et ces troncs sont sous le niveau d'étiage. C'est-à-dire qu'ils sont immergés en permanence. Au moment où on construit le pont, on fait en sorte qu'ils soient recouverts

42. L'ENTREPRISE CERNÉE PAR LE CARBONE

d'eau en permanence pour qu'ils ne pourrissent pas. Parce que le bois, quand il est immergé en permanence, ne pourrit pas. Avec le réchauffement climatique, vous avez des rivières dont le débit d'étiage commence à devenir tellement bas que les troncs en question se découvrent périodiquement. Donc, ils se mettent à pourrir et le pont... Flagada. Vous avez un pont qui s'est déjà cassé la gueule comme ça en France. C'est un effet du réchauffement climatique.

Si vous êtes l'entreprise située juste à côté et que vous avez votre entrepôt juste derrière le pont, vous allez faire un peu la gueule, parce que vous allez avoir des problèmes pour livrer vos clients.

Ces effets du changement climatique vont croissants. Si vous avez l'usine Arkema à Houston, vous faites un peu la gueule quand Harvey passe. Ce genre de trucs augmente. Ça n'arrête pas d'augmenter. Et ça va avoir des effets sur l'entreprise.

Après, vous pouvez avoir un certain nombre de parties prenantes de l'entreprise qui demandent qu'on s'y prenne autrement.

- Vous pouvez avoir les clients qui disent : « Moi je veux qu'on fasse autrement. » Par exemple les clients en Suède qui disent : « Je veux moins prendre l'avion. » À ce moment, si vous faites des avions, vous vendez moins.
- Vous pouvez avoir la puissance publique qui dit « Je voudrais qu'on s'y prenne autrement. » À ce moment, on fait des normes, des taxes, des quotas, etc. Je prends un exemple, volontairement caricatural mais intéressant. Anne Hidalgo dit demain matin : « Il n'y a plus un véhicule à propulsion thermique qui entre dans Paris. » À ce moment, si vous vendez des véhicules à propulsion thermique aux Franciliens, vous êtes un peu mal.
- Vous pouvez avoir les gens du monde financier qui disent : « Nous, on va commencer à regarder sérieusement ce qui se passe. » – du reste ils sont en train de le faire en ce moment – « Dites-moi ce que vous faites, et si ce que vous faites a une tête qui ne me plaît pas, je vais arrêter de vous prêter de l'argent. » Pour le moment, c'est un risque faible, il y a trop d'argent en circulation, mais enfin, il y a quand même quelque chose de cette nature qui est en train de prendre place.
- Il peut y avoir un sujet RH. C'est-à-dire que vous avez, ou pas, des gens qui sont formés à comprendre d'où vient le problème et à s'en occuper. Si ces gens-là sont présents dans l'entreprise quand l'entreprise a un problème, on peut éventuellement faire une attribution correcte des causes. Si ces gens-là ne sont pas dans l'entreprise au moment où le problème arrive,

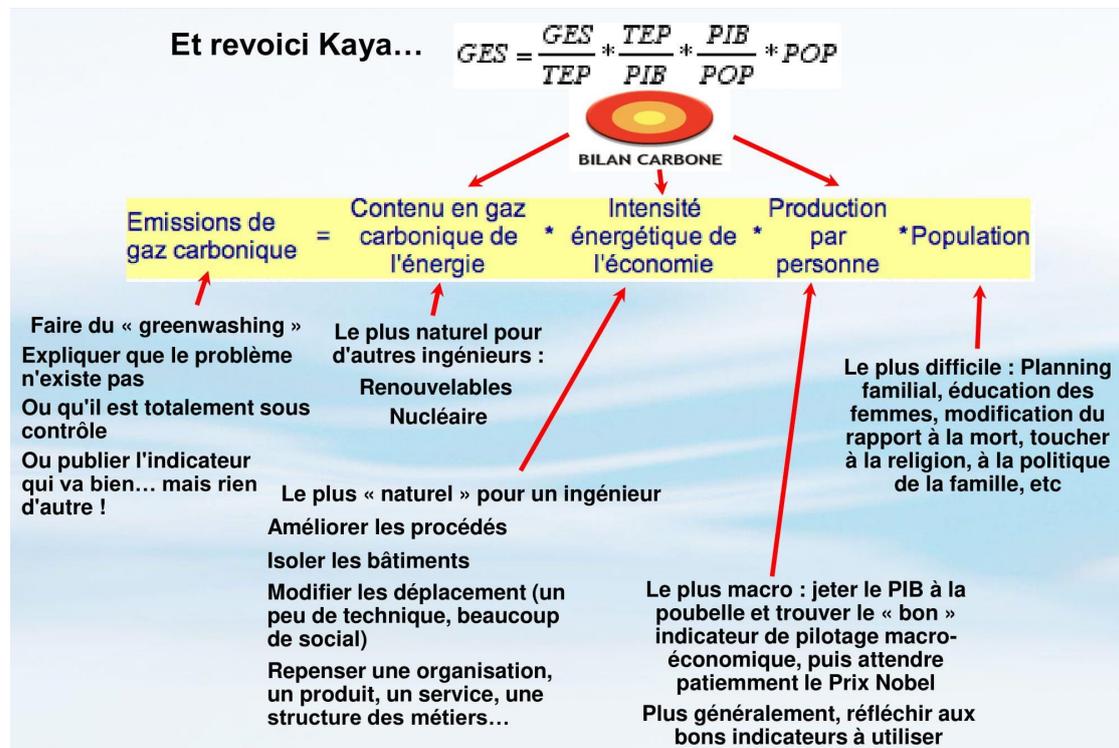
42. *L'ENTREPRISE CERNÉE PAR LE CARBONE*

l'attribution des causes n'est pas faite. Donc, on ne le traite pas. Et donc, il empire.

— Enfin vous avez, dans cette histoire, des ONG dont le métier c'est de secouer le cocotier dans tous les sens, quoi qu'il en tombe.

Voilà un tout petit résumé de ce que vous avez dans « l'entreprise et le carbone », et de ce que vous allez trouver dans votre vie future.

43. Quels métiers pour le « développement durable » ?



Diapositive 70.

Alors, dans votre vie future, qu'est-ce qu'on va pouvoir avoir ?

Un certain nombre d'entre vous se diront : « Une fois que j'ai entendu tout ça, si j'ai envie de m'occuper un peu du problème, le plus évident, ce sera, allez... de m'occuper de l'efficacité énergétique. Donc, je vais faire des cafetières plus efficaces. » Donc vous allez vous occuper, en gros, de ce qui fait plaisir à tout le monde. On va avoir autant de tout, sauf que ça sera mieux fabriqué, mieux pensé, etc.

Il y a des gens qui vont également s'occuper du contenu carbone de l'énergie. Donc, ce sont des gens qui vont faire des renouvelables, du nucléaire ou éventuellement de la capture et séquestration.

Et puis on peut aussi avoir des gens qui se disent « Ah tiens ! Je vais quand même m'occuper d'aller regarder ce qui se passe dans les indicateurs qu'on utilise. »

43. QUELS MÉTIERS POUR LE « DÉVELOPPEMENT DURABLE » ?

Ou quelque chose, à mon avis, de beaucoup plus intéressant : « Comment est-ce qu'on gère au mieux le système si cet indicateur se met à faire la gueule ? » Parce que si cet indicateur, pour des raisons d'approvisionnement amont, se met à faire la gueule de toutes façons, la question est : « Quelle est la meilleure organisation dans ce contexte ? »

Aujourd'hui vous n'avez pas un économiste en France qui se pose la question : « Quelle est la moins mauvaise manière de s'organiser si le PIB se contracte de manière structurelle ? » Or ça aurait beaucoup de valeur, parce qu'aujourd'hui il n'y a pas d'offre, il n'y a rien sur le marché qui vous dit : « Si ça doit se contracter de façon structurelle, quelle est la meilleure manière de s'organiser ? »

Et il ne faut pas oublier tous les gens qui s'occupent de limiter la croissance démographique : ce sont aussi des gens qui font œuvre utile sur une planète qui reste désespérément limitée à 13 000 km de diamètre.

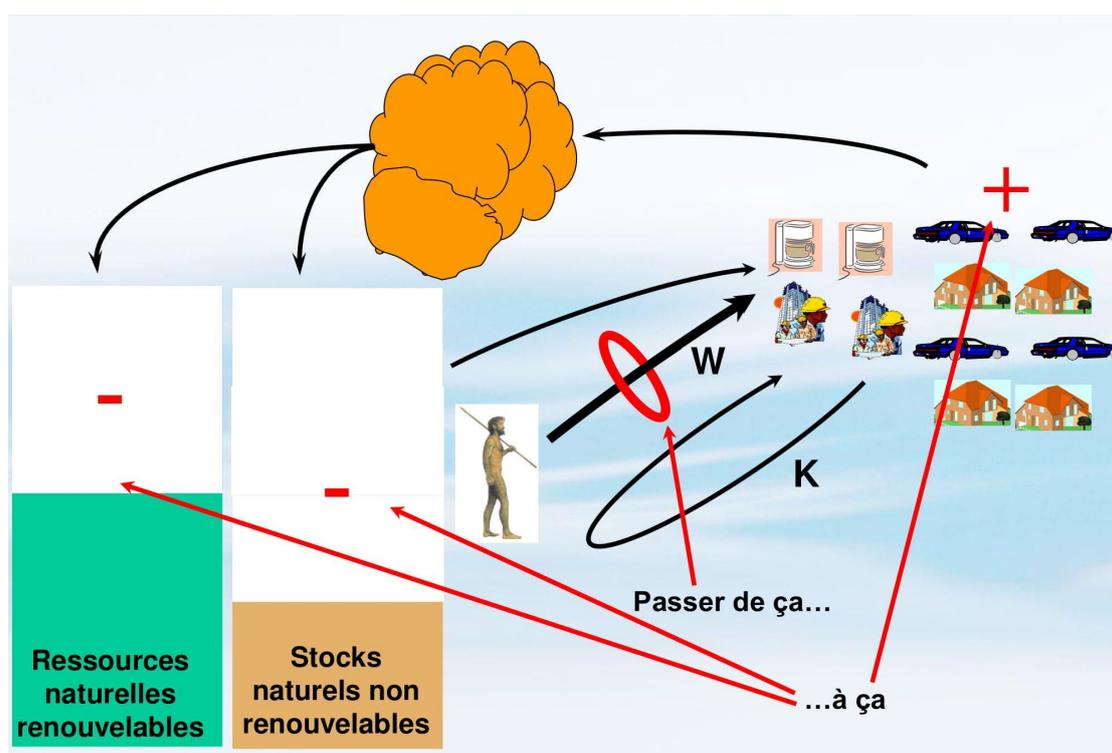
Après, vous avez évidemment tous les gens qui s'occupent de mesurer. Ces gens-là ne sont pas dans l'action. Pour mon entreprise, quand elle mesure, elle n'est pas dans l'action. Par contre, elle est dans la préparation de l'action. Parce que si vous n'êtes pas capables de faire la différence entre un, dix, cent et mille, la probabilité pour que, de vous-même, vous allouiez les moyens là où ils sont efficaces, est à peu près nulle. Et j'ai un milliard d'exemples en tête.

Après, une autre catégorie, malheureusement assez développée, consiste à dire : « Le problème est déjà traité. » Je m'appelle Volkswagen, je vends toujours autant de voitures à pétrole. Je vends quelques chars électriques en Allemagne et en Pologne, et je dis : « Regardez ! Je m'occupe du problème. » J'ai entendu ça pas plus tard qu'hier soir, je peux vous en parler.

Autre exemple : un chef d'entreprise qui, avant, vendait des disjoncteurs, maintenant, vend surtout des équipements de datacenter pour le numérique - sachant que l'empreinte carbone du numérique augmente de 10% par an, il n'y a rien de moins durable sur la planète. Et il dit « Oui, oui. On fait de l'efficacité, donc le problème est traité. » Non, il ne l'est pas.

Un autre vrai débouché pour un certain nombre de gens consiste à dire : « Oh... tout ça va bien. Il n'y a aucun problème. » Ça va peu vous concerner, mais vous en avez pléthore dans les services com'. Le service com' est payé pour dire « Le problème est sous contrôle. »

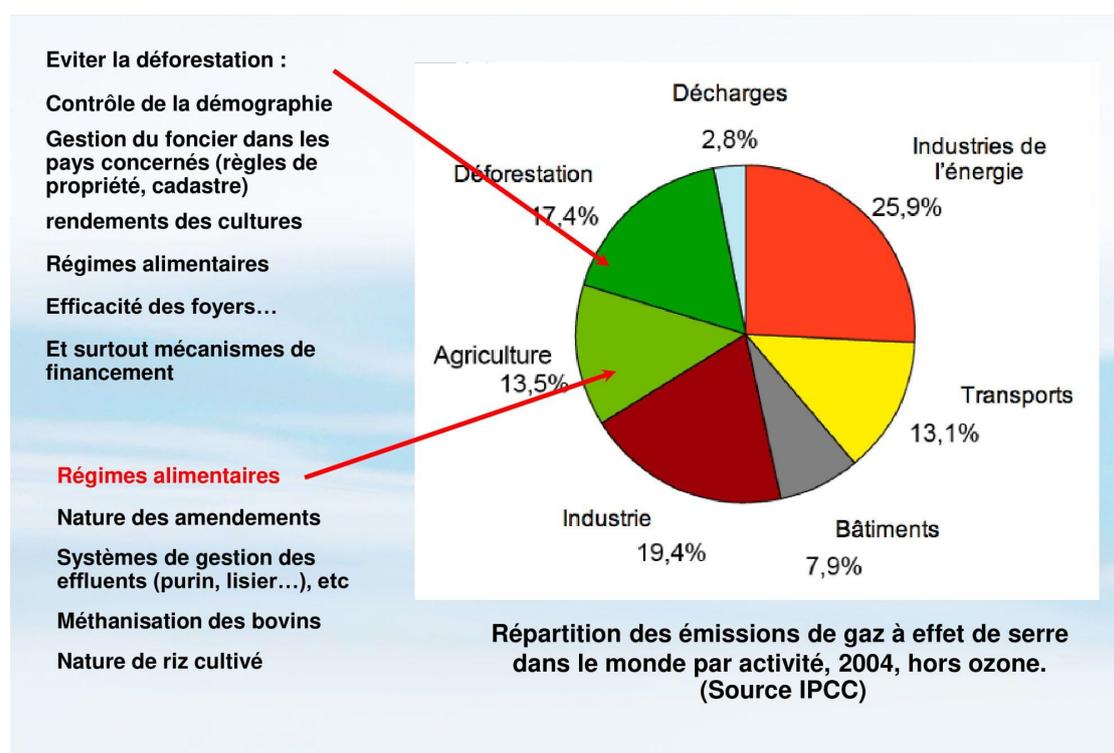
44. Quels métiers pour le « développement durable »? (bis)



Diapositive 71.

Ça, je vous l'ai déjà dit.

45. Quels métiers pour le « développement durable » ? (ter)



Diapositive 72.

Il reste également des gens qui vont aller travailler pour limiter la déforestation, gérer correctement les forêts, avec des essences qui vont résister aux changements climatiques, etc. C'est quelque chose qui est utile.

Vous avez également les gens qui vont s'occuper des régimes alimentaires. C'est également quelque chose qui est utile.

Et enfin, vous avez quelque chose que je n'ajoute pas à ce graphique, qui est tous les gens qui vont s'occuper des impacts du changement climatique pour essayer de développer ce qu'on appelle *l'adaptation*, puisque, comme je vous l'expliquais encore, une partie des coups sont partis, et qu'il va bien falloir faire avec.

46. Quels métiers pour le « développement durable » ? (quater)

Savoir comment on fait la révolution est nécessaire, mais il faut aussi...

1
trouver quelqu'un qui accepte de payer pour cela

2
pouvoir expliquer simplement ce que l'on a en tête

3
Etre capable de proposer l'organisation qui va avec

4
savoir négocier (et se mettre à la place d'autrui)

5
savoir observer

6
savoir vendre

7
Ne **jamais** avoir peur de poser une question

Diapositive 73.

Je pense que ce que je vais vous dire maintenant est peut-être une des parties les plus utiles du cours.

Vous aurez, toujours, partout, et tout le temps, besoin, pour déclencher l'action, de convaincre les gens qui ont les mains sur le cordon de la bourse. Puisque ce sont les euros qui restent l'indicateur majeur de ce qu'on utilise dans le monde de l'entreprise ou le monde de la fonction publique. Une action ira toujours en face de quelqu'un qui accepte de payer pour.

Vous aurez toujours besoin de savoir expliquer ce que vous avez en tête. Expliquer simplement quelque chose à des gens qui, par ailleurs, ne savent pas ce que vous savez, c'est compliqué parce que vous, si vous avez bien écouté, vous savez maintenant considérablement plus de choses que la population française, considérablement plus de choses que l'élu français, considérablement plus de choses que le fonctionnaire français. Et vous aurez toujours le problème d'es-

46. QUELS MÉTIERS POUR LE « DÉVELOPPEMENT DURABLE » ? (4)

sayer d'expliquer en peu de temps et en peu de mots, à des gens qui, en plus, seront bourrés d'idées reçues (parce qu'ils ont confondu la vérité avec ce qu'il y a dans le journal), d'où l'on part, quel est le problème, et ce qu'il faut faire. Et je vous assure que ce sera souvent une vraie difficulté.

Un problème sans la solution n'intéresse absolument personne. Je reçois plein de messages de gens qui me disent « Qu'est-ce que je peux faire ? », etc. En fait, quand vous allez essayer d'agir – pour ceux d'entre vous qui essaieront d'agir – il faudra toujours identifier le problème et essayer de commencer à construire la solution en même temps. Je peux vous dire que, dans le monde politique, un problème sans solution ne trouve que porte close. Ça n'intéresse absolument personne. Si vous dites : « Je vais vous expliquer le problème » : on s'en fout complètement tant que vous n'avez pas un bout de solution derrière. Et si vous avez une solution qui ne correspond à aucun problème, vous avez beaucoup plus facilement la porte ouverte. En général, c'est comme ça que ça marche aujourd'hui. Donc, il faut absolument que vous ayez la solution avec le problème. En entreprise c'est pareil. Si vous allez enquiquiner votre patron en disant : « On devrait faire un truc... » Si vous n'avez pas « la queue d'une » sur la façon de vous attaquer au problème que vous avez identifié, vous aurez beaucoup de mal à vous faire entendre.

Il est également important de savoir que, quand on s'attaque à un problème nouveau, on doit chasser quelque chose de préexistant. Donc on est dans la négociation. Et lutter, s'occuper de ce problème, ce n'est qu'une négociation permanente. Qu'une négociation permanente...

Bien évidemment, il faut savoir comprendre ce qui se passe, et donc observer.

Il faut comprendre les ressorts de la psychologie des gens que vous avez en face de vous. Si vous ne savez pas leur faire l'article, vous n'irez nulle part.

Et enfin, dernier point, dernier point vraiment : n'ayez jamais – jamais ! – peur de poser une question. Jamais ! Vous ne pouvez pas savoir le nombre de conneries qu'on peut faire en entreprise, parce que quelqu'un dans une réunion s'est dit : « Je serais ridicule si je posais la question, sur ce truc que je n'ai pas compris. » Et derrière, ça part dans le décor.

Vraiment je vous assure, le ridicule ne tue pas. En plus, vous êtes des gens intelligents. Cette question que vous allez poser, normalement, n'est pas complètement stupide. N'ayez jamais peur de poser une question. Il ne faut pas être agressif, mais n'ayez jamais peur de poser une question. Voilà.

Moi, je ne vous reverrai plus. Bon examen et bonne suite.

Fin.



THE SHIFTERS: association de bénévoles en soutien au SHIFT PROJECT

THE SHIFTERS est un réseau de bénévoles aux profils, expériences et compétences très variés (mais qui se rejoignent par leur intérêt) pour la transition carbone de l'économie, qu'ils soient déjà actifs dans ce domaine ou non.

Les Shifters se consacrent à trois missions:

- *Appuyer* THE SHIFT PROJECT dans ses travaux, en mettant ponctuellement à disposition de l'équipe du SHIFT leur force de travail et/ou leurs compétences.
- *S'informer*, débattre et se former sur la décarbonation de l'économie (sous ses aspects aussi bien scientifiques que techniques et politiques, au sens large, et en termes d'enjeux, d'acteurs, de solutions et d'actualité).
- *Diffuser* les idées et travaux du SHIFT dans leurs propres réseaux et développer de nouveaux réseaux dans la décarbonation de l'économie. Ils s'appuient pour ce faire sur les cinq valeurs fondamentales que sont l'exigence scientifique et technique, l'ouverture, l'impartialité, le professionnalisme et la convivialité.

Rejoindre les Shifters

Que vous soyez traducteur, professeur, en recherche d'emploi, père au foyer, artiste, ingénieur ou écrivain, médecin ou jardinier, antiquaire ou maraîchère, tous les talents sont les bienvenus pour relever ensemble les défis du changement climatique et de la transition énergétique!

- *Si vous voulez nous rejoindre*, rendez-vous sur l'onglet *Nos bénévoles* « Shifters » à l'URL suivante: <https://theshiftproject.org/equipe/>
- *Pour toute autre question*, vous pouvez envoyer un mail à: contact-shifters@theshiftproject.org.