

Présentation du rapport « Vecteurs d'énergie »

1. Objectif du Groupe de travail Vecteurs d'énergie

Un groupe de travail "vecteurs d'énergie" de la commission "énergie et changement climatique" de l'Académie des technologies, présidée par **Bernard Tardieu**, a conduit entre 2008 et 2010 une étude des vecteurs d'énergie qui se sont progressivement introduits entre les sources et les usages depuis le début de l'ère industrielle en établissant une certaine coupure entre les deux, et de multiples concurrences possibles résumées ci-après.

L'objectif principal de cette étude était de mettre sur pied une méthodologie pérenne, qui puisse aider, dans toutes les situations survenant aux passages des transitions évoquées, à faire les choix les plus judicieux sur les deux plans économique et écologique.

2. Composition du Groupe de travail

Animateurs : Gilbert Ruelle et Pierre Bacher

Membres

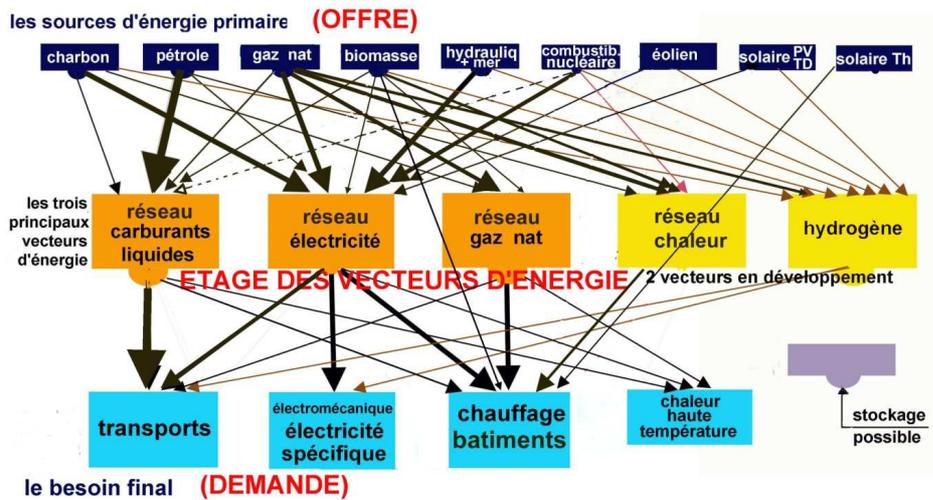
Yves Bamberger	Académie des technologies
Francois Careme	EDF
Pierre Castillon	Académie des technologies
Gerard Choux	TOTAL
Bernard Decomps	Académie des technologies
Jean Dhers	Académie des technologies
Bruno Jarry	Académie des technologies
Francois Lefaudeux	Académie des technologies
Herve Morel	CNRS
Francois Mudry	Académie des technologies
Bernard Saunier	Académie des technologies

3. Qu'est-ce qu'un vecteur d'énergie ?

Un vecteur d'énergie est le support d'une énergie finale distribuée au consommateur pour satisfaire un besoin. C'est, par exemple, le carburant dont il remplit le réservoir de sa voiture, c'est l'électricité qu'il prélève à la prise de courant, c'est le gaz qu'il consomme pour son chauffage, ou la chaleur ou le froid provenant d'un éventuel réseau urbain. C'est toujours la forme d'énergie qui est payée par l'utilisateur final.

Les vecteurs d'énergie s'intercalent aujourd'hui entre l'offre, constitué par les sources d'énergie (charbon, pétrole, gaz naturel, uranium, hydraulique, vent, soleil, biomasse, géothermie) et la demande, constituée par les besoins à satisfaire (transports, chauffage-climatisation, multiples usages électriques spécifiques dans les divers secteurs d'activité économique), dans un système à trois niveaux (Fig. 1)

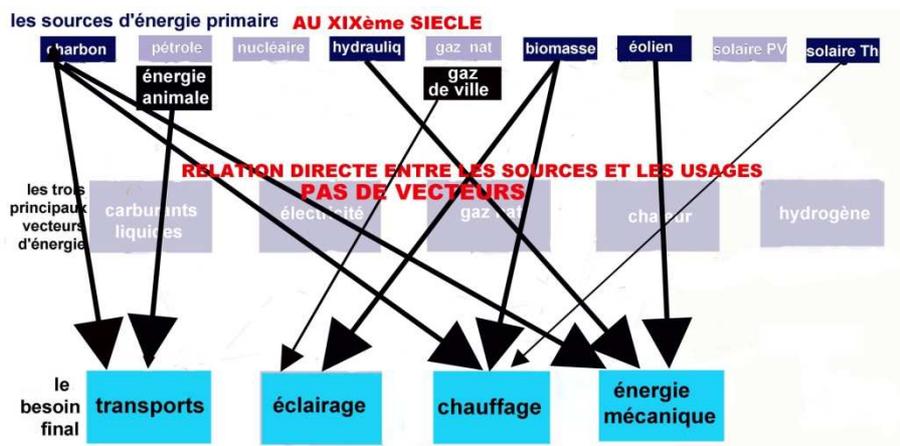
Figure 1 : le paradigme énergétique « sources/vecteurs/demande »



© Gilbert Ruelle, Académie des technologies

Les vecteurs n'ont pas toujours existé, ce sont des supports d'énergie qui sont apparus avec le développement technique et industriel. Avant l'ère industrielle, les sources mettaient directement leur énergie à disposition d'utilisateurs locaux (ou plutôt les utilisateurs s'installaient là où il y avait des sources d'énergie), le bois était utilisé localement comme source pour le chauffage et la forge, la force motrice de l'eau ou du vent pour moudre du grain et écraser des olives. On pouvait dire que le charbon était à la fois source et vecteur, pour le transport par locomotive à vapeur, pour le chauffage par les foyers domestiques, pour fournir la force motrice des usines par les machines à vapeur. Ce charbon n'alimente plus guère aujourd'hui que les centrales thermiques, qui alimentent elles-mêmes le vecteur électricité, qui dessert le plus grand nombre d'usages diversifiés à travers un réseau qui va porter l'énergie là où est la demande, et libère l'utilisateur de son asservissement à une seule source. Le charbon a disparu en tant que vecteur et n'a plus qu'un statut de source.

Figure 2 : liens directs entre sources et usages avant le développement des vecteurs



© Gilbert Ruelle, Académie des technologies

4. L'introduction des vecteurs d'énergie comme facteur clef du système énergétique : un changement de paradigme énergétique

Le caractère essentiel et nouveau des vecteurs est d'avoir introduit une coupure entre les sources et les besoins : si un usager fait appel au vecteur électricité, il peut ignorer de quoi est faite cette électricité: charbon, gaz, renouvelables ou nucléaire?

Cette coupure permet des concurrences économiques et écologiques (lorsque les émissions de CO2 sont valorisées) : concurrences descendantes entre les sources pour alimenter les vecteurs, entre les vecteurs pour alimenter les usages; concurrences ascendantes entre les usages pour s'approvisionner en vecteurs, et entre les vecteurs pour s'approvisionner aux sources.

C'est l'analyse technico-économico-écologique de ces concurrences que propose cette étude, dans une hypothèse bien précise, qui est celle de la loi d'orientation sur l'énergie de 2005 (hypothèse réitérée dans la loi Grenelle 1: réduire d'un facteur 4 les émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 (hypothèse complétée par celle d'une réduction d'un facteur 2 à l'horizon 2030). En rapprochant les aspects techniques, économiques et climatiques, cette étude apporte un éclairage original aux choix politiques qui doivent être faits.

Le rapport « vecteurs d'énergie » constitue ainsi une sorte de guide de bonne conduite économique et écologique.

La structure paramétrique de l'étude permet de l'appliquer à chaque cas particulier, en prenant en compte les hypothèses faites sur l'évolution future des prix de marché des diverses sources d'énergie pour une époque et un pays donnés et la valeur attribuée au CO2.

Exemples d'utilisation du guide Vecteurs d'énergie : l'évaluation de l'intérêt économique et écologique global d'un choix de processus énergétique

Cet outil permet par exemple, à partir des prix de marché des sources d'énergie primaire, d'évaluer l'intérêt économique et écologique global (incluant le coût externe des émissions de CO2) de telle ou telle action envisagée, par exemple:

- Produire de l'électricité à partir de charbon ou de gaz?
- Produire de l'électricité ou de l'hydrogène à partir de charbon?
- Produire du carburant liquide à partir de charbon ou de pétrole brut ou de gaz?
- Motoriser un véhicule à partir de carburant liquide, d'électricité ou d'hydrogène?
- ...

On peut ainsi comparer différents scénarios cohérents avec les périodes probables des transitions majeures attendues.

5. Sommaire analytique

Le chapitre 1 expose la méthodologie utilisée au cours de cette analyse des concurrences économique et écologique entre sources et vecteurs.

Le groupe de travail a sélectionné comme exemples les deux secteurs à la fois gros émetteurs de CO2 et pour lesquels les substitutions d'énergies rencontrent des difficultés : **les transports et les grands émetteurs concentrés.**

Le chapitre 2 est consacré aux vecteurs pour les transports : combustibles liquides, électricité et hydrogène.

Le chapitre 3 est consacré aux vecteurs pour usages fixes et concentrés, principalement les centrales électriques à combustibles fossiles et quelques industries comme la sidérurgie, les cimenteries et la pétrochimie. L'analyse du développement du captage/stockage du CO2 figure dans ce chapitre.

Le chapitre 4 examine les contraintes que l'on peut prévoir sur les vecteurs électricité, gaz, chaleur et hydrogène.

Les applications numériques de la méthodologie figurent dans les annexes, et présentent dans chaque chapitre des figures explicitant en fonction des prix de marché respectifs de chaque source et du prix attribué au CO2, où se situent les choix les plus judicieux sur les deux plans économique et écologique.

Les conclusions de chacune de ces applications numériques figurent dans des annexes sous forme de discussion, ainsi que des analyses de sensibilité.