

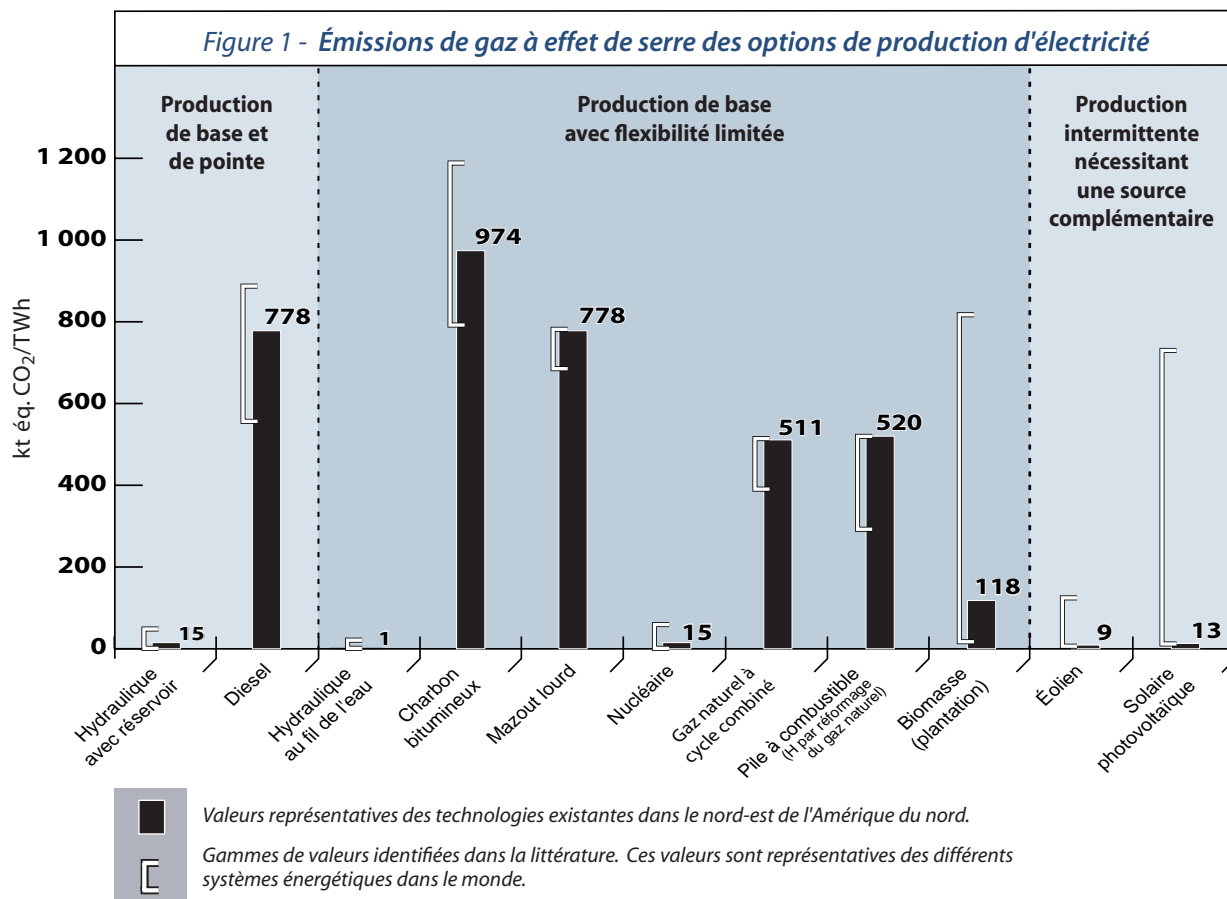
COMPARAISON *des options* de production d'électricité

Émissions de gaz à effet de serre

Enjeux environnementaux

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat écrit ce qui suit au sujet des effets du changement climatique sur l'environnement (GIEC, 1996, p. 6-7) :

- « Des températures plus chaudes vont générer un cycle hydrologique plus vigoureux; cela risque de se traduire par des sécheresses et/ou des inondations plus intenses à certains endroits... »
- Une évolution rapide et soutenue du climat pourrait modifier l'équilibre de la compétition entre les espèces et même entraîner un dépérissement des forêts... »
- Les modèles prévoient une hausse du niveau des océans d'environ 50 cm d'ici l'an 2100. »



Pour bien comprendre les analyses

Étant donné les conséquences probables du changement climatique, de nombreuses analyses de cycle de vie ont mis l'accent sur les émissions de gaz à effet de serre (GES). Ces analyses produisent des données en « équivalent CO₂ ». Cela signifie que les calculs prennent en compte les émissions de CO₂ et aussi les émissions des autres GES. Cependant, ces autres gaz ont des effets différents sur le climat et peuvent avoir une durée de vie différente dans l'atmosphère. Pour tenir compte de ces différences, le GIEC a défini, pour chacun des gaz, un « potentiel de réchauffement global » par rapport au CO₂. Les analyses de cycle de vie convertissent ainsi chacun des GES en équivalent CO₂ et les incluent dans leur inventaire (voir tableau 1).

Tableau 1 - Principaux GES considérés dans l'évaluation des systèmes énergétiques

Gaz	Formule chimique	Potentiel de réchauffement global par kg sur 100 ans (GIEC, 1996)
Gaz carbonique	CO ₂	1
Méthane	CH ₄	21
Oxyde nitreux	N ₂ O	310
Perfluorométhane	CF ₄	6 500
Perfluoroéthane	C ₂ F ₆	9 500

Le CO₂ et le CH₄ sont directement reliés aux systèmes énergétiques et ils sont pris en compte dans la plupart des études. Toute combustion entraîne une libération de CO₂ et le gaz naturel commercial est composé à 95 % de CH₄. Les autres GES sont parfois négligés, étant donné les faibles quantités produites par les systèmes énergétiques. Pourtant, si l'on considère leur potentiel de réchauffement global, ces gaz peuvent avoir une incidence sur les résultats.

À la figure 1, qui présente les émissions de GES, certaines analyses portent sur la meilleure technologie disponible, d'autres sur des technologies « courantes », ce qui explique les variations dans les résultats. Pour les combustibles fossiles, il n'existe actuellement aucun épurateur industriel capable de réduire les émissions de CO₂ et les émissions varient surtout en fonction du rendement des centrales.

MÉTHODE

Analyse de cycle de vie

Plusieurs études sur la production d'électricité considèrent seulement les impacts provenant directement des centrales, alors que les valeurs citées ici prennent en compte l'ensemble du cycle de vie de chaque option énergétique.

Électricité de source fossile ou nucléaire

Exploration et extraction, préparation, transport, stockage du combustible ; construction de la centrale, combustion, entretien, démantèlement.

Électricité de source renouvelable

Construction de la centrale, entretien, démantèlement.

Niveau de service

Afin d'établir une comparaison honnête entre les différentes options, la figure 1 a été divisée en trois catégories correspondant à différents niveaux de service : production de base et de pointe, production de base avec flexibilité restreinte, production intermittente nécessitant une source complémentaire.

Faits saillants concernant les émissions de GES

- ➔ **De toutes les options de production d'électricité, c'est l'hydroélectricité au fil de l'eau** (sans réservoir) qui présente la meilleure performance, suivie de près par un groupe d'options qui ont des facteurs d'émission semblables : l'énergie nucléaire, l'hydroélectricité avec réservoir et l'énergie éolienne.
- ➔ **Il faut cependant noter que les valeurs ne tiennent pas compte des différents niveaux de service.** Les centrales nucléaires et les centrales hydrauliques au fil de l'eau ont peu de flexibilité, tandis que la production éolienne est intermittente. Ces trois options doivent être jumelées à une ou plusieurs autres options « complémentaires », capables de répondre à la pointe. Si ce complément utilise des combustibles fossiles, il y aura augmentation du facteur d'émission de ces trois systèmes énergétiques.
- ➔ **Le charbon (installation moderne ou ancienne) présente les facteurs d'émission les plus élevés.** Ces facteurs sont deux fois plus élevés que celui d'une turbine à cycle combiné au gaz naturel.
- ➔ **Les facteurs d'émission indiqués pour les centrales hydroélectriques** (avec réservoir ou au fil de l'eau) sont calculés sur une durée de vie de 100 ans des installations (certaines études utilisent plutôt 50 ans).
- ➔ **Dans le cas des centrales hydroélectriques avec réservoir,** le facteur d'émission varie selon le site, en fonction de différentes caractéristiques. Une portion de la biomasse envoyée dans les réservoirs se décompose, créant des émissions de GES. Comme la quantité de biomasse par hectare (ha) peut varier par un facteur de 5 (500 t/ha dans une forêt tropicale comparativement à 100 t/ha en région boréale), cela peut influencer sur le volume des émissions. De plus, la superficie de réservoir par kWh varie selon le relief. Pour les centrales ayant une superficie par kWh moyenne, dans une région boréale ou montagneuse, l'hydroélectricité présente un facteur d'émission environ 60 fois plus faible que celui du charbon.
- ➔ **Le degré d'incertitude scientifique est relativement faible pour la majorité des résultats cités.** Néanmoins, une part d'incertitude persiste en ce qui concerne l'énergie de la biomasse et l'énergie hydraulique.
 - Le degré d'incertitude le plus élevé concerne l'énergie de la biomasse. Cela tient à une question essentielle, qui n'est pas éclaircie. Le sol d'une plantation de biomasse emmagasine-t-il du carbone de façon permanente ?
 - Il existe aussi des incertitudes au sujet des émissions de GES provenant de la décomposition de la biomasse dans les réservoirs hydroélectriques. Pour les réservoirs boréaux ou de région montagneuse, la quantité de biomasse envoyée est petite. De ce fait, il est peu probable que dans l'avenir, les études concluent à des facteurs d'émission plus élevés que ceux indiqués dans la figure 1. Pour les réservoirs situés en milieu tropical, les facteurs d'émission pourraient être plus élevés, et ils devraient varier selon les caractéristiques spécifiques de chaque site. Il est à noter que certaines études ne tiennent pas compte des émissions provenant des réservoirs dans leurs évaluations.

Performances futures des systèmes énergétiques

Face à un problème global comme le changement climatique, les nouvelles technologies suscitent de grandes attentes en termes de réduction des émissions. Ces attentes sont souvent dues au fait que des études adoptent une vue partielle d'une option énergétique. Si l'on considère l'ensemble du cycle de vie, ces attentes sont cependant exagérées. L'explication est simple : certaines technologies produisent peu d'émissions de GES à une étape donnée de leur cycle, mais elles en produisent beaucoup à d'autres étapes.

On peut citer plusieurs exemples de ce phénomène. Ainsi, un carburant alternatif comme l'éthanol (provenant de céréales) génère moins de GES que le pétrole lors de sa combustion, mais la production des céréales entraîne des émissions qui annulent cet avantage.

Un cas similaire est celui des piles à combustible, qui fonctionnent pratiquement sans émission polluante, mais qui consomment de l'hydrogène dont la production à partir de gaz naturel s'accompagne d'émissions de GES. Avec une approche de cycle de vie, leur facteur d'émission est aussi élevé que celui d'une turbine au gaz naturel.

Les attentes sont également grandes concernant les technologies de captage du gaz carbonique (CO₂) à la sortie des cheminées. Il s'agit cependant d'un défi considérable. Pour un polluant comme le soufre, l'usage d'un dispositif d'épuration peut se justifier, car le volume de déchets à gérer est raisonnable. La situation est différente pour les émissions de CO₂, parce que le carbone à l'origine du CO₂ représente 50 % du charbon, comparativement à 2 % de soufre dans le cas d'un charbon à teneur élevée en soufre. Il est techniquement faisable de capter tout ce carbone et de le pomper dans des réservoirs profonds dans le sol, mais cela exigera beaucoup d'énergie, coûtera très cher et causera d'autres types de pollution. Les avantages d'une telle technique seront donc bien moindres que les attentes.

En conséquence, au cours des prochaines décennies, il est peu probable que l'on mette au point de nouvelles technologies permettant de réduire sérieusement les émissions de GES. Les mesures visant à favoriser l'efficacité énergétique et l'exploitation des sources d'énergie renouvelables demeureront sans doute les moyens les plus efficaces pour réduire les émissions de GES.

Les valeurs citées ont été compilées dans le cadre d'un projet de l'Agence internationale de l'énergie.

Auteurs : Luc Gagnon, gagnon.luc@hydro.qc.ca

En collaboration avec Camille Bélanger, Enviro-science

© Hydro-Québec, direction – Environnement

Avril 2000
2000G061-1

www.hydroquebec.com/environnement

La reproduction de cette fiche est autorisée.

This publication is also available in english.