

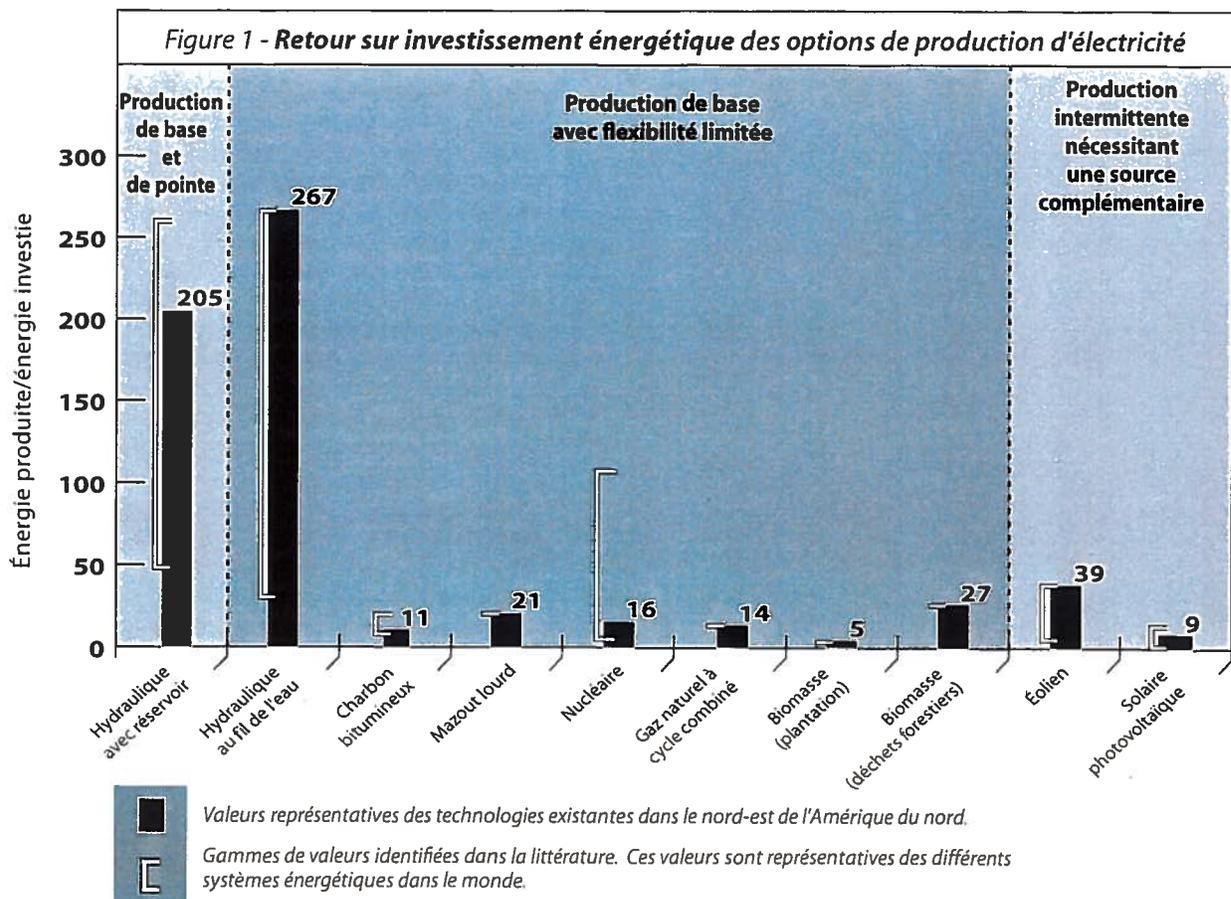
COMPARAISON des options de production d'électricité

Rendement de l'investissement énergétique

Enjeux environnementaux

Pour une centrale de production d'électricité, le rendement de l'investissement énergétique est le rapport entre la quantité totale d'électricité produite pendant sa vie normale et la quantité d'énergie requise pour la construire, l'entretenir et l'alimenter en combustible.

Lorsqu'une option présente un faible rendement de l'investissement énergétique, cela signifie qu'elle requiert une grande quantité d'énergie. Et cette consommation d'énergie a sans doute de nombreux impacts sur l'environnement. Dans le cas des combustibles fossiles, cela signifie qu'il y a des impacts significatifs lors de leur extraction, transport et traitement. Dans le cas des énergies renouvelables, c'est la construction des installations qui a des effets sur l'environnement. Un système ayant un rendement proche de 1 consomme une quantité d'énergie presque aussi grande que la quantité produite, de sorte qu'il ne devrait jamais être développé.



Pour bien comprendre les analyses

Dans le contexte des engagements politiques relatifs au changement climatique, les analyses de cycle de vie ont porté principalement sur les émissions de gaz à effet de serre des systèmes énergétiques.

Ces analyses sont essentielles, mais leurs résultats peuvent varier de façon marquée selon le contexte.

À titre d'exemple, si un système requiert de l'aluminium comme matériau de construction, les résultats varieront grandement dépendamment si l'aluminerie est alimentée par des centrales hydrauliques ou au charbon.

En contraste, le rendement de l'investissement énergétique n'est pas affecté par ce type de choix, puisqu'il comptabilise l'énergie, peu importe sa source. Il a donc l'avantage d'atténuer les fluctuations dues au contexte. Il peut donc être considéré comme un indicateur fiable de performance environnementale.

Même si cet indicateur atténue certains écarts dans les résultats des études, il ne les élimine pas. Les valeurs de la figure 1 révèlent que le rendement de l'investissement énergétique ne varie pas beaucoup pour les combustibles fossiles, mais qu'il varie nettement pour les énergies renouvelables. Cela s'explique par les conditions spécifiques à chaque site : le relief dans le cas de l'énergie hydraulique, les caractéristiques des vents dans le cas de l'énergie éolienne, l'intensité du rayonnement solaire dans le cas de l'énergie solaire.

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 au sujet du rendement de l'investissement énergétique

- L'hydroélectricité présente nettement les meilleures performances, avec des rendements de 205 et de 267, alors qu'ils varient entre 11 et 21 pour les combustibles fossiles. Les valeurs considérées comme représentatives, soit 205 pour une centrale avec réservoir et 267 pour une centrale au fil de l'eau, proviennent de cas québécois, évalués avec une durée de vie de 100 ans.
- À la figure 1, l'énergie éolienne présente également un bon rendement (39) pour les meilleurs sites. Cependant, cette valeur est surestimée, car les calculs ne tiennent pas compte des équipements d'appoint requis pour compenser les fluctuations de la production éolienne. À cause de son caractère intermittent, le niveau de service de l'énergie éolienne est très faible, même si un grand nombre de turbines sont réparties sur un vaste territoire.
- L'électricité de la biomasse présente également un bon rendement (27) lorsqu'elle est tirée des déchets de l'industrie forestière. Cependant, lorsque des plantations d'arbres sont aménagées à des fins de production d'électricité, le rendement est bien inférieur (environ 5), car l'exploitation d'une plantation exige une grande quantité d'énergie. Pour ces deux options, la centrale doit être située à proximité de la source de biomasse, sinon le rendement de l'investissement énergétique chute à un niveau très bas.

Performance future des systèmes énergétiques

Les combustibles fossiles ont déjà un faible rendement de l'investissement énergétique, et ce rendement ira en diminuant au cours des prochaines décennies. Une telle évolution est due à plusieurs facteurs.

- À mesure que les gisements de combustibles fossiles s'épuisent, ils sont remplacés par des gisements dont l'exploitation exige une dépense accrue d'énergie (en région éloignée ou au fond des océans).
- D'autres enjeux peuvent encourager l'usage de combustibles provenant de lieux éloignés. Par exemple aux États-Unis, le transport du charbon par chemin de fer s'est accru depuis une décennie, parce que les utilisateurs ont tendance à consommer du charbon de l'Ouest à faible teneur en soufre.
- Dans l'avenir, les centrales à combustible fossile dépenseront davantage d'énergie en vue de réduire leurs émissions. Certains équipements d'épuration (pour contrôler le SO₂) réduisent l'efficacité énergétique d'une centrale. Si les coûts des procédés de captage et de séquestration du CO₂ deviennent abordables, il faudra dépenser des quantités considérables d'énergie pour assurer le fonctionnement des équipements d'épuration et d'élimination.
- Il y aurait une exception parmi les combustibles fossiles : les turbines au gaz naturel dont le rendement de l'investissement énergétique devrait se maintenir. Dans ce cas, les facteurs négatifs cités plus haut s'appliquent également, mais ils devraient être compensés par le recours à des turbines ayant une efficacité accrue.

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
2000G061-4

www.hydroquebec.com/environnement

La reproduction de cette fiche est autorisée.

This publication is also available in english.
