

LA SÉCURITÉ ÉNERGÉTIQUE DANS UN MONDE DURABLE

Normand MOUSSEAU

*Professeur de physique à l'Université de Montréal
Directeur scientifique de l'Institut de l'énergie Trottier
à Polytechnique*

La nature de la sécurité énergétique dans un contexte de transformation de notre rapport à l'énergie est un sujet de préoccupation croissante dans les cercles académiques et politiques(1). Si, longtemps, celle-ci s'est limitée à assurer un approvisionnement stable en combustibles fossiles – pétrole, gaz naturel et charbon(2) –, la sécurité énergétique doit désormais embrasser des dimensions plus vastes en raison des impératifs de développement durable et de décarbonisation. Pour autant, la dichotomie entre l'objectif à l'horizon 2050 de systèmes énergétiques fortement décarbonés et la réalité terrain d'un monde encore fortement dépendant des énergies fossiles, crée des incohérences marquées lorsque vient le temps de penser cette sécurité énergétique face aux multiples crises qui touchent ce secteur.

I. – La sécurité énergétique traditionnelle : un paradigme focalisé sur l'approvisionnement

Traditionnellement, la sécurité énergétique se concentre avant tout sur l'approvisionnement en produits pétroliers, gaz naturel et charbon, qui fournissent 85 % de l'énergie consommée par notre civilisation à l'échelle planétaire(3). La première question d'un plan énergétique est

(1) C.J. AXON et R.C. DARTON, « Sustainability and Risk – a Review of Energy Security », (2021) *Sustainable Production and Consumption* 27 (juillet) 1195-1204, <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.01.018>.

(2) F. HEDENUS, C. AZAR, et D. J.A. JOHANSSON, « Energy Security Policies in EU-25—The Expected Cost of Oil Supply Disruptions », (2010) *Energy Policy* 38:3, pp. 1241-1250. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.01.030>.

(3) L. COZZI et T. GOULD, « World Energy Outlook 2023 », Agence internationale de l'énergie, Paris, 2023, en ligne: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>, consulté le 9 avril 2024.

donc : aurons-nous suffisamment d'hydrocarbures fossiles disponibles sur un territoire donné et à un prix raisonnable pour répondre aux besoins fondamentaux et soutenir le développement économique de la région ou du pays ?

Alors que les énergies renouvelables, incluant la biomasse énergétique, mais surtout l'électricité solaire et éolienne, ainsi que le nucléaire (à un rythme moindre) gagnent en part de marché(4), la nature des enjeux énergétiques se transforme. Une fois les infrastructures de production installées – panneaux solaires, éoliennes, puits géothermiques ou centrales nucléaires – l'approvisionnement énergétique est assuré et l'enjeu devient, avant tout, une question d'adéquation temporelle entre production et demande. Il ne s'agit plus de savoir s'il sera possible d'importer cette énergie, ni à quel prix, mais de planifier une réponse adéquate permettant d'assurer l'accès aux services énergétiques pour le chauffage, l'alimentation, le transport, la production de biens, etc.

En ce qui concerne le Canada, l'accès à l'énergie brute – pétrole, gaz naturel, charbon, électricité – ne soulève aucun enjeu aujourd'hui, bien au contraire : le Canada est le quatrième pays producteur de pétrole au monde, et un exportateur net de pétrole, de gaz naturel, d'uranium, de charbon et d'électricité(5). Le Canada – et le Québec – disposent donc de toute l'énergie nécessaire au fonctionnement de leur économie, et beaucoup plus. Ce ne fut pas toujours le cas, toutefois ; entre les crises pétrolières des années 1970 et 2008 à peu près, la question de l'approvisionnement a fait débat sur deux fronts au Canada(6) : (i) y aurait-il suffisamment de pétrole dans le monde pour répondre à nos besoins au cours des prochaines décennies et (ii) comment l'Amérique du Nord allait-elle faire face au défi de la production de gaz naturel, alors en fort déclin ?

En quelques mois, à la fin 2008, la démonstration de technologies de forage capable d'extraire du gaz de schiste et du pétrole de roches étanches à des coûts compétitifs a réglé ces questions en faisant exploser la quantité potentielle d'hydrocarbures fossiles exploitables

(4) *Ibid.*

(5) S. LANGLOIS-BERTRAND et N. MOUSSEAU, « L'état de l'énergie et des émissions de GES au Canada/The State of Energy and GHG Emissions in Canada », Perspectives énergétiques canadiennes, Montréal, Institut de l'énergie Trottier, 3^e éd., 2024, en ligne : <<https://iet.polymtl.ca/perspectives-energetiques/>>.

(6) N. MOUSSEAU, *Au bout du pétrole. Tout ce que vous devez savoir sur la crise énergétique*, Éditions MultiMondes, 2008.

à travers la planète(7). Les plus récents rapports suggèrent d'ailleurs que le défi des prochaines années n'est plus de trouver du pétrole, mais de savoir résister à son attrait, en refusant d'exploiter ces produits fossiles dont l'utilisation contribue massivement au dérèglement climatique(8).

Au niveau mondial, ces objectifs à moyen terme doivent rivaliser avec les enjeux immédiats d'accès à l'énergie. Ainsi, l'invasion de l'Ukraine par la Russie à l'hiver 2022 a déstabilisé le marché du gaz naturel, d'abord dans l'est de l'Europe de l'Ouest, fortement dépendant du gaz russe, puis sur l'ensemble de la planète, à travers le marché du gaz naturel liquéfié. Toutefois, si l'accès au gaz naturel fut tendu en Europe durant le reste de 2022, le marché mondial du gaz et du pétrole est assez rapidement revenu à la normale : l'enjeu principal dans le secteur des hydrocarbures fossiles n'est pas tant la capacité de produire les quantités nécessaires de pétrole et de gaz, que le prix de ces ressources. Celui-ci n'est, en effet, pas lié à la capacité mondiale de production, mais plutôt au contrôle d'un cartel. Depuis quelques années, l'OPEP a d'ailleurs multiplié les actions visant à maintenir des prix autour de 80 US\$ le baril, ce qu'elle a réussi à faire avec le soutien de plusieurs autres pays producteurs, plus ou moins formellement associés à cette organisation.

II. – La sécurité énergétique dans un monde qui se décarbone

Cet enjeu est plus criant encore pour de nombreux pays en voie de développement pour qui l'accès à l'énergie n'est pas tant une question de disponibilité formelle de la ressource, que de la capacité de payer. Celle-ci dépend non seulement du prix brut des hydrocarbures fossiles, mais également du coût nécessaire pour transformer et acheminer ces ressources, un coût souvent plus élevé que dans les pays développés, puisque les infrastructures de transport énergétique performantes sont rares ou même inexistantes. Ainsi, la complexité du transport du gaz naturel fait en sorte qu'il est largement absent du panier énergétique des pays en voie de développement, même s'il est moins cher par

(7) M. MISTRÉ, M. CRÉNES et M. HAFNER, « Shale Gas Production Costs: Historical Developments and Outlook », *Energy Strategy Reviews*, 20 avril 2018, pp. 20-25. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2018.01.001>.

(8) A. FERNÁNDES, et T. SPENCER, « Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach - 2023 Update », Paris: Agence internationale de l'énergie, 2023, en ligne: <https://www.iea.org/reports/net-zero-roadmap-a-global-pathway-to-keep-the-15-0c-goal-in-reach>, consulté le 9 avril 2024.

unité d'énergie que le pétrole. À ces coûts additionnels, il faut encore ajouter le fait que les technologies utilisant l'énergie sont aussi souvent beaucoup moins efficaces que dans les pays développés, augmentant d'autant le coût du service énergétique alors même que le revenu par habitant dans ces pays n'assure même pas le minimum vital. Le défi de la sécurité énergétique se concentre alors sur les efforts permettant d'assurer un accès à suffisamment d'énergie à coût suffisamment raisonnable pour répondre aux besoins fondamentaux et soutenir un développement économique.

Disposant d'un accès suffisant à l'énergie, de manière globale, les pays riches pensent plutôt la question énergétique en fonction des objectifs de décarbonation, qui impliquent l'abandon des combustibles fossiles au profit de sources d'énergie à faible impact carbone(9), une définition qui ne signifie pas nécessairement à faible impact environnemental, car le déploiement de ces technologies implique l'exploitation accélérée de ressources naturelles, l'occupation de territoires, et la destruction ou la perturbation d'écosystèmes. La nature fondamentale des énergies renouvelables ou à bas carbone modifie sur deux fronts les enjeux liés à la sécurité énergétique. Le premier front a rapport à la temporalité des investissements liés à leur production. Puisque les coûts de fonctionnement pour la production de l'énergie renouvelable ou à faible carbone sont généralement très faibles, l'essentiel des investissements doit être fait en amont pour la construction des infrastructures initiales, parfois très coûteuses, contrairement aux infrastructures alimentées par de l'énergie fossile, dont la part congrue des coûts est associée à l'extraction ou à l'acquisition (pour la production d'électricité) du combustible(10). Même si, sur la durée de vie de l'infrastructure, le coût total de production d'énergie à bas carbone est comparable ou plus faible que la production d'énergie fossile, l'ampleur des investissements initiaux constitue une barrière réelle pour de nombreux pays dont les conditions d'emprunts sont défavorables.

Le deuxième front est associé à l'accès à l'énergie au moment voulu. En effet, plusieurs sources d'énergie bas-carbone souffrent d'un manque de contrôle sur le moment de la production énergétique, ce qui

(9) R. LANOUE et N. MOUSSEAU, *Maîtriser notre avenir énergétique. Pour le bénéfice économique, environnemental et social de tous*, Commission sur les enjeux énergétiques du Québec, 2014, en ligne : <http://normandmousseau.com/publications/154.pdf>, consulté le 9 avril 2024.

(10) F. EGLI, « Renewable Energy Investment Risk: An Investigation of Changes over Time and the Underlying Drivers », *Energy Policy*, n° 140, mai 2020, 111-128, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111428>.

réduit la synchronisation entre la production et la demande. Puisque, à quelques exceptions près, dont la biomasse énergétique, l'énergie à bas carbone est produite sous forme d'électricité, coûteuse à entreposer, il faut, pour réduire les coûts, déployer des efforts importants afin d'aligner, autant que possible, la production et la demande. À l'exception des centrales hydroélectriques avec réservoir, la production d'électricité bas-carbone est particulièrement inflexible : les centrales nucléaires et hydroélectriques au fil de l'eau produisent en continu, sans égards aux besoins, alors que les centrales solaires et éoliennes fournissent de l'énergie de manière intermittente selon la période d'ensoleillement ou le vent.

Afin de réduire les investissements en infrastructures de stockage ou de production énergétique visant à compenser le manque partiel de flexibilité des sources à bas carbone, les pays qui cherchent à se décarboner doivent concentrer une partie de leurs efforts sur le contrôle des besoins ou des services énergétiques. L'occasion, ici, est idéale, car puisque la décarbonation s'appuie sur une augmentation massive de l'utilisation de l'électricité destinée à déplacer les hydrocarbures fossiles, elle implique des changements profonds dans les technologies d'utilisation d'énergie. Par exemple, remplacer le chauffage au gaz naturel par un chauffage à l'électricité implique l'utilisation de thermopompes, beaucoup plus efficaces que les plinthes et permet de limiter les investissements en infrastructures de production. De même, remplacer le moteur à combustion interne de son véhicule par un moteur électrique exige l'accès à des batteries à grande capacité de stockage pouvant, en principe, offrir un équilibre énergétique partiel décentralisé.

Le déploiement de ces technologies complexes exige l'accès des installateurs et réparateurs spécialisés, à des fournisseurs, à des chaînes d'approvisionnement et à des technologies complètement différents de ceux associés à l'utilisation des combustibles fossiles. La sécurité énergétique ne peut plus, alors, être simplement pensée en termes d'accès à l'énergie, elle doit maintenant porter sur l'ensemble du système énergétique afin d'inclure également la multiplication des modes de production, l'introduction de stockage à plusieurs échelles et l'accès aux services énergétiques par des technologies toujours plus sophistiquées(11).

(11) J. MEADOWCROFT, D. B. LAYZELL et N. MOUSSEAU, « L'accélérateur de transition : Tracer des voies vers un avenir durable / The Transition Accelerator: Building pathways to a sustainable future », Transition Accelerator Report, Calgary, 1:1, août 2019, en ligne : L'Accélérateur de transition : paver des voies vers un avenir durable – The Transition Accelerator (accelerateurdetransition.ca).

Puisque nos sociétés ne sont pas encore décarbonées, cette nouvelle réflexion stratégique doit se poursuivre en parallèle avec l'approche classique, qui cible l'accès aux ressources fossiles essentielles à l'économie d'aujourd'hui. Le défi de maintenir un équilibre entre les besoins pour le système énergétique actuel et celui qui s'en vient est illustré, par exemple, par les contradictions d'Hydro-Québec. Ainsi, son plan d'action déposé à l'automne 2023 prévoit des investissements de plus de 185 milliards \$ d'ici 2035 afin de soutenir la transition énergétique alors même qu'au quotidien, Hydro-Québec pousse les nouveaux clients vers le gaz naturel, une énergie fossile, pour réduire la pression actuelle sur son réseau électrique(12).

La sécurité énergétique, dans un monde qui se dirige vers la carboneutralité, consiste alors à définir comment cette transformation prendra place et son impact sur le rééquilibrage d'un ordre mondial longtemps défini par le contrôle du pétrole. Il est peu probable que les membres de l'OPEP maintiennent un contrôle significatif sur la production de batteries, de panneaux solaires, de semiconducteurs à haute puissance, des technologies à la base de la transition. Les tensions géopolitiques liées à l'énergie seront donc causées à la fois par les efforts des pays producteurs de gaz et de pétrole, en perte d'importance, pour préserver des revenus importants associés aux hydrocarbures fossiles et par ceux des pays qui cherchent à faire leur place dans les nouveaux marchés de l'énergie à bas carbone. Des marchés qui iront de l'extraction des matériaux critiques au développement de logiciels sophistiqués capables d'équilibrer au maximum la production intermittente et la demande en services énergétiques.

La géopolitique qui découlera de la transition énergétique reste à établir et rien n'est encore complètement figé. Si on comprenait assez bien il y a quelques années, les règles de la géopolitique liée à l'énergie fossile, on ignore ce qu'implique réellement la transition énergétique : qui seront les pays dominants les technologies et la production ? Quelles seront les ressources clés pour la transformation ? Qui possèdera la propriété intellectuelle nécessaire à intégrer l'ensemble ? Une chose est certaine, néanmoins, devant l'ampleur des investissements prévus et le rôle crucial que joue l'énergie dans notre société, la transition énergétique ne pourra se faire sans conflit entre les perdants,

(12) O. BOURQUE, « Hydro-Québec souffle le chaud et le froid sur un mégaprojet domiciliaire », *Ici Radio-Canada*, 29 janvier 2024, en ligne : <<https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/2045171/hydro-quebec-saint-bruno-complexe-immobilier>>.

de l'ancien et du nouveau régime, et les gagnants, dont les ressources naturelles correspondent aux besoins de l'heure, ou qui possèdent les capacités pour accaparer ou maîtriser les technologies critiques.

Dans un contexte de développement durable, l'imposition de règles mondiales qui servent à encadrer l'atteinte des objectifs de décarbonation implique un rééquilibrage de la balance des pouvoirs dans le système énergétique mondial. Or, rien n'est encore joué. Avec sa forte production pétrolière et gazière, le Canada, par exemple, bénéficie grandement du système actuel. Il n'est pas encore garanti que le pays saura protéger son économie, fortement dépendante de l'exportation de pétrole, surtout pour sa balance commerciale, face à la transition énergétique. Même si le pays réussissait à tirer son épingle du jeu sur la scène mondiale, ce qui est loin d'être garanti, toutes ses régions ne profiteront certainement pas de la même façon de la décarbonation de son économie. Cette incertitude est encore bien plus grande pour des pays dont la richesse dépend entièrement des ressources fossiles et pour ceux qui ne détiennent pas les compétences et l'accès au capital pour bénéficier de la transition énergétique.

Pour éviter que la transition énergétique ne déstabilise encore plus l'équilibre planétaire, malgré son rôle essentiel dans la mitigation des changements climatiques, il serait nécessaire de mieux comprendre l'effet de cette transition et de déployer des mécanismes qui favoriseraient une distribution plus équitable des bénéfices. Malheureusement, alors que nos dirigeants peinent à comprendre le défi de la transition énergétique pour leurs propres territoires, il est peu probable qu'ils parviennent à construire une vision mondiale de celle-ci.

Au-delà des enjeux mentionnés dans ce texte, la transition énergétique doit aussi tenir compte de la durabilité de l'extraction des matières premières nécessaires à celle-ci, de même qu'aux effets collatéraux des nouvelles technologies. La définition de la sécurité énergétique risque donc de continuer à se transformer pour couvrir des angles plus larges encore que ce que j'ai présenté ici. Je suis très heureux que ces questions fassent l'objet de cet atelier aujourd'hui.