

Transition énergétique dans le contexte des petits États et territoires insulaires

Christian Bouchard
Département de géographie
Université Laurentienne

Introduction

Les petits États et territoires insulaires (PETI) sont des entités insulaires constituées d'une ou de plusieurs îles ou d'archipels, ou encore d'une partie seulement d'une île, dont le territoire terrestre total n'excède pas les 30 000 km². Ces PETI, habités par une population permanente, forment des entités politiques particulières qui sont soit souveraines (dans le cas des États), soit sous la souveraineté d'un « État métropole » (dans le cas des territoires), et sont, lorsqu'il s'agit de territoires, éloignés de plus de 740 km de leur métropole (Bouchard, 2004, p. 18-19). En nous basant sur ces critères, nous trouvons quelque 74 PETI dans le monde, soit 36 petits États insulaires et 38 petits territoires insulaires, localisés notamment en Océanie (Fidji, Hawaï, îles Marshall, Polynésie française, îles Salomon, etc.), dans la Caraïbe (Bahamas, Guadeloupe, Jamaïque, Sainte-Lucie, Trinidad-et-Tobago, etc.) et dans l'océan Indien (Comores, Maldives, Maurice, Réunion, Seychelles, etc.). Cumulant les contraintes liées à l'insularité et la petitesse¹, les PETI constituent des espaces spécifiques particulièrement désavantagés sur le plan du développement et sont considérées comme très vulnérables en raison de leur environnement fragile, de leur base de ressources limitée ainsi que de leur économie modeste et trop spécialisée.

Dans ce contexte particulier, l'intérêt d'analyser la situation énergétique dans les PETI est double, puisqu'il s'agit de considérer tant la viabilité de leur développement que leur sécurité énergétique. D'une part, l'énergie est un enjeu fondamental du développement durable, car elle se situe à l'interface de ces trois piliers que sont le développement économique, le développement social et la protection de l'environnement (entretenant un lien direct avec les émissions de gaz à effet de serre et les changements climatiques). Les ressources énergétiques ont d'ailleurs été reconnues comme l'un des quatorze domaines prioritaires dans le Programme d'action de la Barbade pour les petits États insulaires en développement (ONU, 1994), de même

¹ De l'anglais *smallness*, ce qui correspond tout à la fois à une petite superficie, à une petite population et à une petite économie.

que l'énergie a été identifiée comme un domaine prioritaire d'intervention dans la Stratégie de Maurice pour la mise en œuvre du Programme d'action de la Barbade (ONU, 2005). Plus globalement, la relation entre énergie et développement durable fait l'objet d'une attention grandissante (PNUD, 2000 et 2004a; AIE 2004) tout comme l'énergie est désormais reconnue comme un facteur essentiel dans la lutte contre la pauvreté (PNUD, 2004b, 2005 et 2007; IEPF 2004; Elahee, 2004 et 2005). D'autre part, la forte dépendance énergétique des petites îles envers les énergies fossiles importées les rend très vulnérables par rapport aux fluctuations des cours internationaux puisque leur approvisionnement peut être interrompu ou limité en cas de crise. Dans une perspective de développement durable, l'évolution souhaitée implique le développement local des énergies renouvelables et une maîtrise de l'énergie optimisée, l'objectif étant de réduire la dépendance énergétique, voire même de retrouver l'indépendance énergétique, tout en fournissant aux populations une énergie propre, disponible et à meilleur prix.

De manière générale, les petits États et territoires insulaires connaissent une situation paradoxale sur le plan énergétique. Ainsi, ils baignent dans un océan d'énergies (solaire, éolienne, marines, etc.), mais celles-ci sont plutôt de faible intensité, souvent intermittentes et relativement difficiles à capter, du moins en grande quantité. De plus, les combustibles énergétiques traditionnels (bois, charbon de bois et autres produits de biomasse) sont limités sur le plan quantitatif et ils sont plutôt inadaptés aux principaux besoins des sociétés modernes (transports et électricité). Par ailleurs, sauf pour de rares exceptions, les PETI n'ont pas de ressources en énergies fossiles (pétrole, gaz naturel et charbon), alors que celles-ci comblent aujourd'hui la majorité de leurs besoins en énergie primaire. Il y a donc des îles pauvres pour ce qui est de la production énergétique locale, ce qui se traduit par une forte dépendance envers les énergies fossiles importées (notamment les produits pétroliers), mais riches sur le plan du potentiel en énergies renouvelables (EnR), celui-ci restant cependant très largement à exploiter.

La situation actuelle n'est en rien semblable à celle qui prévalait avant que les énergies fossiles ne soient introduites et utilisées dans les PETI, ni même à celle qui prévaudra lorsque les énergies fossiles seront totalement ou en très grande partie remplacées par des énergies renouvelables exploitées localement (le recours au nucléaire étant également possible). La situation actuelle s'inscrit donc dans une évolution relativement longue que schématise le modèle théorique de la transition énergétique (Bouchard, 2005a, 2005b et 2005c). Dans le contexte des PETI, la transition énergétique peut être définie comme le passage du régime énergétique ancien (ou préénergies fossiles) à un régime énergétique nouveau (ou posténergies fossiles). Pendant la première phase de la transition, les énergies fossiles, particulièrement les produits pétroliers, deviennent prédominantes dans le bilan énergétique. Dans la

seconde phase de la transition, de nouvelles technologies sont introduites (tant pour la production que pour la consommation d'énergie) et les énergies fossiles sont progressivement remplacées par d'autres sources d'énergie, idéalement des énergies renouvelables exploitées localement.

Afin de mieux saisir ce concept de transition énergétique et de savoir comment nous pouvons l'appliquer aux PETI, nous ferons d'abord le point sur la situation énergétique générale dans ces PETI. Puis, après avoir défini et expliqué le modèle théorique de la transition énergétique, nous discuterons de sa progression à travers les deux grandes phases qui correspondent successivement à la croissance du déficit énergétique et à sa diminution, voire même éventuellement à sa disparition et au retour à l'autonomie énergétique.

Situation énergétique générale dans les PETI

À quelques exceptions près, les PETI connaissent actuellement une situation difficile sur le plan énergétique car :

- 1) leur taux de dépendance énergétique est déjà élevé (habituellement au-dessus de 70 %), puisqu'ils ne possèdent pas de ressources en énergies fossiles;
- 2) leurs besoins en énergie s'accroissent rapidement, en raison de l'augmentation de la population, de l'amélioration des conditions de vie et du développement économique; et
- 3) le développement local des énergies renouvelables est plus lent que la croissance des besoins en énergie, dans un contexte où, de toute façon, celles-ci ne peuvent pas actuellement répondre à tous les nouveaux besoins en énergies finales (notamment dans les transports, mais également en gaz de pétrole liquéfié² et même en électricité).

Ainsi, la dépendance énergétique s'accroît-elle rapidement encore aujourd'hui, puisque la quasi-totalité des nouveaux besoins est comblée par des importations supplémentaires d'énergies fossiles (essentiellement des produits pétroliers, mais aussi du charbon et du gaz naturel). À cet égard, l'évolution de la situation au Cap-Vert est tout à fait représentative de ce qui s'est passé récemment dans l'ensemble des PETI. Dans cet archipel, alors que la production locale d'énergie demeurerait à peu près constante, la consommation totale en énergie primaire est passée de 0,039 Mtep³ en 1980, à 0,103 Mtep en 1995 et à 0,229 Mtep en 2004. Ceci représente une croissance annuelle

² Le butane et le propane sont deux exemples de gaz de pétrole liquéfié (GPL) qui ont de nombreux usages dans les PETI et dont certains sont domestiques (par exemple, les systèmes de cuisson ou les chauffe-eau au gaz).

³ La tep, pour tonne équivalent pétrole, est la quantité d'énergie contenue dans une tonne de pétrole. Une tep équivaut à 44,8 Giga Joules (Giga = 10⁹). Le Mtep représente un million de tep.

moyenne de 9,3 % entre 1995 et 2004. Le taux de dépendance énergétique envers les hydrocarbures importés est donc passé de 36 % en 1980, à 71 % en 1995 et à 87 % en 2004. Nous trouvons une évolution semblable à l'île Maurice et à l'île de la Réunion où les taux de dépendance énergétique sont respectivement passés de 64,5 % à 77,2 % entre 1993 et 2003 et de 72,3 % à 82,8 % entre 1990 et 2000 (Bouchard, 2005, p. 9).

En raison de la poursuite attendue de la forte croissance des besoins en énergie et de la progression toujours relativement lente des énergies renouvelables, les PETI continueront, assez longtemps, à être fortement dépendants en matière énergétique. C'est l'une de leur faiblesse structurelle et cela représente un véritable handicap sur les plans du développement en général et de l'économie en particulier. C'est aussi un facteur de vulnérabilité quant aux évolutions des cours internationaux et à l'approvisionnement des produits énergétiques importés.

Globalement, en plus de ne pas posséder de ressources propres en énergies fossiles et d'être dépendants des marchés et des évolutions extérieures dans le secteur de l'énergie, les PETI doivent également faire face à un certain cumul de contraintes supplémentaires qui découlent de leur insularité et de leur petitesse. D'une part, en raison de leur isolement géographique (contrainte due à l'isolement) et, notamment, de la distance qui les sépare des continents les plus proches, les îles doivent développer leurs propres infrastructures énergétiques tant pour la production électrique que pour le stockage des produits importés. De plus, lorsqu'il s'agit d'archipel, et donc en raison de l'éclatement du territoire (contrainte due à la fragmentation territoriale), il faut habituellement développer des systèmes et des infrastructures énergétiques autonomes dans chacune des îles de l'archipel. D'autre part, en raison des faibles volumes de produits consommés (contrainte due à la petitesse), les conditions négociées et obtenues sur les marchés internationaux sont moins bonnes tant en ce qui concerne le prix des différents produits importés que les coûts de transport. L'ensemble de ces trois contraintes spécifiques font que les économies d'échelle sont difficiles, voire impossibles, à réaliser dans le secteur énergétique.

Les PETI font ainsi actuellement face, en matière d'énergie, à une réelle situation de désavantage structurel. Celle-ci implique des coûts additionnels pour développer localement l'ensemble des infrastructures ainsi que pour développer les produits énergétiques importés et leur transport. Mais cette situation difficile ne devrait être que provisoire, puisque la grande majorité des PETI dispose d'un potentiel fort intéressant en énergies renouvelables, dont le solaire, l'éolien et les énergies marines, et puisque des progrès dans la maîtrise de l'énergie (MDE) pourront également contribuer à une évolution plus favorable.

Modèle de la transition énergétique

Si nous envisageons le bilan énergétique des petits États et territoires insulaires dans une perspective mi-historique mi-prospective, cela nous amène à proposer, en nous inspirant du modèle de la transition démographique, l'hypothèse de la transition énergétique (figure 1). Celle-ci correspondrait alors au passage du régime énergétique ancien (ou préénergies fossiles) à un régime énergétique nouveau (ou posténergies fossiles). S'il reste de nombreuses incertitudes quant aux caractéristiques finales de ce dernier, il semble néanmoins assez certain que les énergies fossiles seront progressivement remplacées par d'autres sources d'énergie, des énergies qui seront idéalement plus propres et disponibles localement. Cela pourrait faire en sorte que les PETI retrouvent un jour l'autonomie énergétique qui était la leur avant que n'y soient introduites les énergies fossiles.

Figure 1
Modèle théorique de la transition énergétique

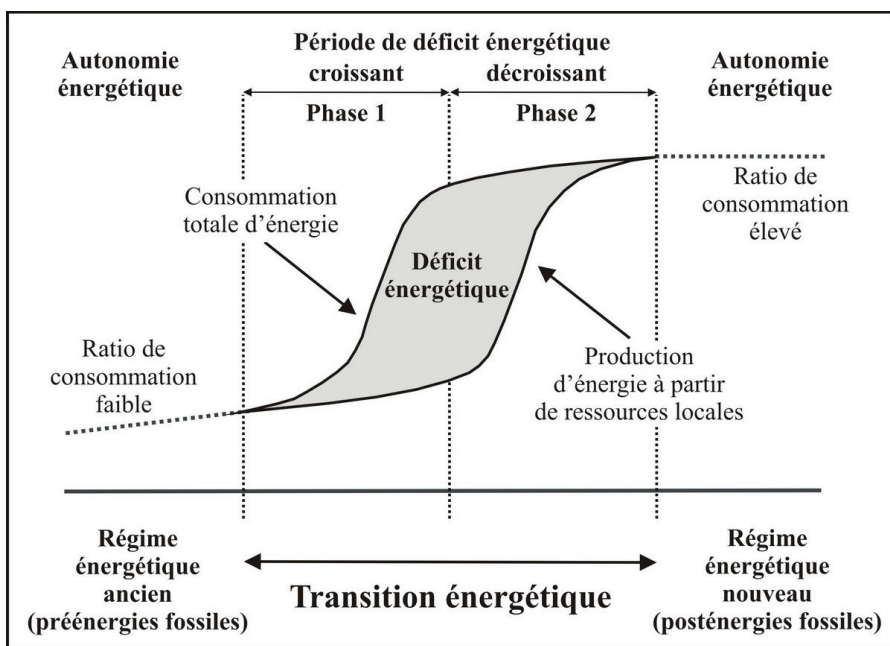


Figure adaptée de Bouchard, 2005a, 2005b et 2005c.

Nous pouvons considérer que, jusque vers la fin du 19^e siècle, les petites îles possédaient un régime énergétique que nous pourrions qualifier de préénergies fossiles, caractérisé par une faible consommation énergétique

par personne (ratio de consommation) et par l'autosuffisance énergétique. En effet, avant que ne soient introduits le charbon et les produits pétroliers dans les PETI, l'ensemble des besoins locaux en énergie était comblé par des sources locales d'énergie. Nous pouvons évoquer la biomasse (le bois et les résidus de l'agriculture), mais également le vent, pour la navigation à voile et les moulins à vent, ainsi que le soleil pour le séchage de certains produits de récolte ou encore la production de sel. Certaines bêtes, dont les chevaux et les bœufs, fournissaient également une énergie considérable dans les transports terrestres et comme animaux de trait en agriculture. Le régime énergétique ancien a disparu progressivement à la suite de l'introduction des énergies fossiles vers la fin du 19^e siècle, énergies dont l'usage fut croissant tout au long du 20^e siècle.

Mais, en considérant une échelle de temps longue, la domination des énergies fossiles dans le bilan énergétique des PETI ne devrait finalement être que temporaire. Nous pouvons avancer l'hypothèse que, vers la fin du 21^e siècle, les îles posséderont un nouveau régime énergétique que nous pourrions qualifier de posténergies fossiles, caractérisé par une forte consommation énergétique par personne et par le retour à l'autosuffisance énergétique, ou à une situation assez proche. À ce moment-là, les énergies fossiles importées, qui dominent les bilans énergétiques actuels, auront été totalement ou très largement remplacées par des énergies dites renouvelables exploitées localement, telles que l'énergie solaire, l'énergie éolienne, l'énergie géothermique, l'énergie hydraulique, les énergies marines et l'énergie tirée de la biomasse. Certaines nouvelles technologies pourront avoir également modifié considérablement le secteur énergétique, tels que la généralisation de l'hydrogène et des piles à combustibles, l'utilisation de biocarburants et le recours au nucléaire. Enfin, grâce à une maîtrise de l'énergie optimisée, nous pouvons envisager une stabilisation du ratio de consommation à un niveau largement inférieur de ce qu'il est actuellement dans les pays les plus développés (en 2005, Union européenne : 3,6 tep/hab., Japon : 4,15 tep/hab., États-Unis : 7,89 tep/hab.)⁴.

Entre les deux régimes énergétiques, l'ancien et le nouveau, il y a donc une période relativement longue pendant laquelle il existe un déficit énergétique. Ce déficit correspond au décalage entre la consommation locale d'énergie et la production d'énergie à partir de ressources locales. Dans la première phase de la transition, le déficit énergétique s'accroît puisque la très grande majorité des nouveaux besoins en énergie est comblée par des énergies fossiles importées. Dans la seconde phase de la transition, le déficit énergétique s'atténue, puisque

⁴ Pour 2000, les approvisionnements totaux en énergie primaire (ATEP) par habitant ont été estimés à 1,4 tep/hab. pour la Réunion, à 1,2 tep/hab. pour les Seychelles, à 0,95 tep/hab. pour l'île Maurice, à 0,43 tep/hab. pour Mayotte et à 0,28 tep/hab. pour les Comores (Bouchard, 2005a, p. 10). La moyenne mondiale en 2005 était de 1,78 tep/hab. (AIE, 2007, p. 49).

les énergies renouvelables exploitées localement remplacent progressivement les énergies fossiles et répondent à la très grande majorité des nouveaux besoins en énergie.

Bien que chaque PETI possède une situation énergétique particulière, il n'en demeure pas moins que l'ensemble connaît une évolution globalement semblable qui peut être schématisée par le modèle théorique de la transition énergétique. Le modèle présente deux courbes bien lisses et des évolutions accélérées autour du point de passage entre les deux phases de la transition, ce qui peut être plus ou moins différent d'une île à une autre. Même si nous savons que le déficit énergétique s'accélère actuellement et que nous nous approchons du passage à la seconde phase, nous ne pouvons prévoir précisément le taux de développement et de pénétration des énergies renouvelables au cours du siècle à venir. Aussi, même si le modèle présente deux phases égales en termes de temps et une symétrie parfaite en ce qui concerne l'évolution des deux courbes, cela n'est qu'une représentation théorique et la réalité est nécessairement plus complexe.

Quoi qu'il en soit, nous savons que l'ensemble des PETI se trouve toujours dans la première phase de la transition alors que la croissance de la demande énergétique est très forte et que, les énergies renouvelables ne répondant pas à ces nouveaux besoins, la part des énergies fossiles dans le bilan énergétique augmente rapidement. Par contre, certains PETI, tels que l'île de la Réunion avec son Plan régional des énergies renouvelables et d'utilisation rationnelle de l'énergie — PRÉRURE, semblent sur le point d'entrer dans la seconde phase de la transition. D'ailleurs, la légère baisse de la dépendance énergétique qu'on y a enregistré entre 2005 et 2006 (de 87 % à 85,5 %) s'explique par une meilleure année en ressources hydraulique et bagasse⁵, mais également par une pénétration grandissante de nouvelles énergies renouvelables (ARER, 2007, p. 7).

Pour sa part, l'Islande, bien qu'elle ne puisse être considérée comme un PETI, représente un cas exceptionnel d'État insulaire qui a franchi cette étape grâce à l'exploitation de son potentiel en énergies renouvelables (notamment en énergie géothermique et en énergie hydraulique) et au développement en parallèle d'une filière hydrogène. Ainsi, dans cet archipel, 100 % de l'électricité est produite à partir d'énergies renouvelables (énergie hydraulique et énergie géothermique) et celles-ci comblent 72 % de l'ensemble des besoins énergétiques du pays grâce à la filière hydrogène (Flin, 2005). Ceci est d'autant plus remarquable que le ratio de consommation énergétique a atteint, en 2005,

⁵ La bagasse est le résidu fibreux de la canne à sucre résultant du broyage de cette dernière pour en extraire le jus. Sa valeur calorifique nette est supérieure à bien des lignites exploités dans le monde. La bagasse a toujours été utilisée dans les chaufferies des sucreries pour produire la vapeur et l'électricité nécessaires à leur fonctionnement.

12,25 tep/hab. dans ce pays, ce qui place l'Islande au deuxième rang mondial à ce chapitre derrière le Qatar à 19,47 tep/hab. (AIE, 2007, p. 53 et 55).

Première phase incontournable de la transition

Pour les PETI, l'entrée dans la première phase de la transition énergétique était finalement inévitable, les îles ne pouvant être tenues éternellement à l'écart des grandes évolutions mondiales qui ont marqué le secteur de l'énergie suite à l'apparition de la machine à vapeur et à l'amorce de la révolution industrielle. Ainsi, les grandes transformations ont-elles été forcées de l'extérieur, alors que les petits systèmes énergétiques insulaires n'ont fait que s'adapter aux développements technologiques et aux évolutions des marchés internationaux de l'énergie.

Dans les PETI, la transformation des systèmes énergétiques ne débute pas vraiment avant la toute fin du 19^e siècle et se poursuit tout au long du 20^e siècle avec le développement de la navigation à vapeur, puis son passage au mazout/diesel, le passage du bois au charbon pour le train, le développement des applications et des réseaux électriques, l'introduction des automobiles et camions, le développement des transports aériens, le développement des besoins en énergies fossiles dans l'industrie et même dans le secteur domestique (gaz combustibles liquides) ainsi que la mise en service des centrales thermiques pour produire de l'électricité.

Au fur et à mesure que progressait le 20^e siècle, les hydrocarbures ont représenté, dans les PETI, la solution la plus facile pour combler les nouveaux besoins en énergie, ceci en fonction :

- 1) de leur disponibilité sur les marchés mondiaux (quantité et sécurité);
- 2) de la polyvalence des produits pétroliers (transports, électricité, industrie, etc.); et
- 3) du bon rapport entre énergie produite et coûts globaux.

Dernièrement, le charbon a aussi été réintroduit dans plusieurs PETI (Réunion, Maurice, Guadeloupe, Fiji, etc.) pour des centrales de cogénération (électricité-chaleur) fonctionnant en partie avec de la bagasse. Le charbon représente désormais plus du quart de la consommation primaire d'énergie tant à la Réunion qu'à Maurice, soit respectivement 335 des 1 140 ktep consommées en 2006 à la Réunion (ARER, 2007, p. 7) et 355 des 1 379 ktep consommées en 2007 à Maurice (CSO, 2008, p. 1). Dans ces deux îles et pour ces mêmes années de référence, la production électrique totale provient à 41,6 % et 40,3 % du charbon.

En parallèle à ces évolutions, les nouvelles technologies et applications dans le domaine des énergies renouvelables se sont multipliées dans les dernières décennies, mais elles sont demeurées largement au stade expérimental ou peu compétitives en termes économiques. En conséquence, le potentiel local

en énergies renouvelables est encore, aujourd'hui, peu exploité dans la grande majorité des PETI, exception faite du potentiel hydraulique qui a été assez largement exploité dans les plus grandes îles bien arrosées et montagneuses (par exemple à l'île de la Réunion) où il est relativement important. Mais, même dans les meilleurs cas, ce potentiel est généralement très largement inférieur aux besoins, ce qui rend indispensable la production d'électricité par des centrales thermiques (fioul, gazole, bagasse et charbon). De plus, le potentiel hydraulique est nul ou négligeable dans de très nombreux PETI qui ne disposent pas des conditions topographiques, géologiques ou climatiques nécessaires à la formation de gisements hydrauliques d'une certaine importance. C'est le cas dans les atolls et les îles basses ainsi que dans les îles trop petites pour que s'y développent de véritables rivières pérennes (tel que dans les atolls océaniques et les Maldives ainsi que dans les plus petites îles des Antilles).

Le résultat combiné de toutes ces évolutions accompagnées de la modernisation de l'équipement des ménages et du développement économique a été une très forte croissance de la consommation énergétique par personne et l'apparition d'une dépendance énergétique considérable. Aujourd'hui, alors que la grande majorité des PETI se trouve vers la fin de la première phase de la transition énergétique, la très forte croissance des besoins en énergies fossiles (et particulièrement en produits pétroliers) est liée à la simultanéité de la généralisation de l'usage de l'électricité (majoritairement produite par des centrales thermiques) et du développement des transports, d'abord routiers, puis aériens (notamment dans les îles où se développe le tourisme) et maritimes.

Par exemple, à l'île de la Réunion, la consommation primaire d'énergie a atteint, en 2006, 1 140 ktep pour un ratio de consommation de 1,44 tep par habitant (en 2005, au Canada, il était de 8,43 tep/hab. et en France, de 4,4 tep/hab.), en progression de 0,3 tep/hab. depuis 1990. En ce qui concerne la consommation d'énergie finale en 2006 (ARER, 2007, p. 17), elle fut de 846 ktep qui se répartissent comme suit : 24,0 % pour l'électricité (203 ktep), 63,1 % pour les carburants dans les transports (534 ktep), 7,3 % pour la chaleur (62 ktep) et 5,6 % pour les carburants et les combustibles utilisés par l'agriculture, l'industrie et le résidentiel-tertiaire (47 ktep). Fonctionnant à 100 % avec des produits pétroliers, les transports sont le premier poste de consommation d'énergie finale avec, entre autres, 377 ktep pour les transports routiers (ce qui représente 44,6 % des besoins totaux en énergie de l'île). En ce qui concerne les 203 ktep d'électricité produite, 63,6 % provient des énergies fossiles contre 11,6 % pour la bagasse et 24,5 % pour l'hydraulique. En fonction des technologies disponibles et de leur rentabilité actuelle, nous constatons, aujourd'hui, une grande divergence entre les formes d'énergie nécessaires dans le cadre d'une petite société insulaire relativement riche et moderne et les formes d'énergie localement mobilisables.

Ainsi, dans le contexte particulier du 20^e siècle, les PETI étaient fortement désavantagés sur le plan énergétique, puisqu'ils ne possédaient pas de ressources en énergies fossiles. Mais le contexte évolue et nous pouvons imaginer qu'ils soient bientôt avantagés grâce à leur grand potentiel en énergies renouvelables.

Passage à la seconde phase de la transition

Maintenant, pour les petits systèmes énergétiques insulaires et pour le siècle à venir, il semble que nous pouvons envisager des transformations tout aussi importantes que celles qui ont marqué le 20^e siècle. Désormais, tant pour des raisons économiques (coûts des importations d'énergie, potentiels énergétiques locaux à développer), que pour des raisons de sécurité énergétique (forte dépendance, vulnérabilité de l'approvisionnement) et des raisons environnementales (pollution atmosphérique et émissions de gaz à effet de serre liées à la combustion des énergies fossiles), les énergies renouvelables apparaissent comme la solution d'avenir. Celles-ci seraient donc progressivement appelées à remplacer les énergies fossiles dans toutes leurs applications, autant dans la production d'électricité pour les réseaux ou de façon décentralisée, que dans les transports.

L'hydrogène et les piles à combustible devraient également se généraliser et faire évoluer considérablement les petits systèmes énergétiques insulaires. Pour sa part, l'hydrogène possède toutes les qualités requises pour devenir le vecteur énergétique du futur (Ngô, 2004; Deloitte, 2007) du fait :

- 1) qu'il peut être produit à partir de différentes sources d'énergie primaire, dont des énergies renouvelables qui peuvent fournir l'électricité nécessaire à l'électrolyse de l'eau⁶;
- 2) qu'il est facile à convertir sous d'autres formes d'énergies (mécanique, électrique, chimique ou thermique) et qu'il constitue ainsi une alternative au pétrole utilisé dans les transports routiers et aériens;
- 3) qu'il pollue peu car sa combustion produit de l'eau; et
- 4) que, comme les autres combustibles ou carburants, il est très sûr s'il est bien géré (comme le témoigne l'expérience de l'Islande).

D'autres voies sont également envisageables, telles que le recours au nucléaire. En fonction des développements technologiques et considérant les contraintes liées à cette filière (comme l'approvisionnement en combustibles, la sécurité, les déchets, etc.), il pourrait s'agir d'une solution temporaire (quelques décennies) en attendant que l'ensemble de la production électrique ne soit réalisée à partir de sources locales d'énergies

⁶ En ce moment, la production d'hydrogène se fait à partir de combustibles fossiles, principalement de gaz naturel (par reformatage catalytique).

renouvelables. Entre autres, le concept de centrale nucléaire flottante⁷ pourrait s'avérer intéressant dans le contexte des PETI (Regnum, 2007; Halpin, 2007). S'agissant de la production en continu d'électricité, plusieurs autres types de centrales fonctionnant à partir d'énergies renouvelables sont également possibles dont les centrales hydrauliques (potentiel déjà largement exploité dans les îles où il existe), les centrales géothermiques (filrière relativement mature), les centrales de conversion de l'énergie thermique de l'océan (technologie en développement) et des centrales thermiques alimentées par des énergies intermittentes⁸ (énergies solaire et éolienne).

Au terme de ces évolutions qui s'amorcent lentement, mais sûrement, les PETI posséderont donc un nouveau régime énergétique (posténergies fossiles). Tout comme cela a été le cas pour l'amorce de la transition énergétique et le déroulement de sa première phase, le passage à la deuxième phase et l'atteinte de ce nouveau régime seront d'abord liés à des facteurs externes, tels que les évolutions et les ruptures technologiques sur les plans de la production, du stockage, du transport et de l'utilisation de l'énergie; les transferts technologiques; l'évolution des marchés internationaux de l'énergie. Néanmoins, il semble que les îles pourront également influencer sur le déroulement à venir de la transition énergétique, celui-ci pouvant être largement favorisé par des choix éclairés, des politiques efficaces et des actions volontaires dans le secteur de l'énergie. Le facteur coût, jusqu'à maintenant favorable aux énergies fossiles, devrait dorénavant être de plus en plus favorable aux énergies renouvelables et ainsi favoriser également le passage à la deuxième phase de la transition énergétique et à son aboutissement, c'est-à-dire l'atteinte du régime énergétique nouveau.

Dans le contexte du 21^e siècle, les principaux atouts des PETI sur le plan énergétique sont :

- 1) leur énorme potentiel en énergies renouvelables qui découle de la combinaison de nombreux facteurs, tels que leur localisation géographique en milieu tropical et leur insularité, ainsi que pour certains d'entre eux, leur topographie (îles hautes) et leur nature géologique (îles volcaniques);
- 2) l'isolement par rapport aux grands réseaux continentaux de distribution d'énergie (réseaux électriques, oléoducs, gazoducs), ce qui favorise le développement de solutions locales pour combler les besoins en énergie; et

⁷ Une centrale de ce type est présentement en train d'être développée par le groupe russe Rosenergoatom. Elle devrait entrer en fonction à Severodvinsk (Russie) en 2010. Il serait également possible de coupler une unité de désalinisation de l'eau de mer à ce type de centrale nucléaire, ce qui constitue un autre point d'intérêt pour de nombreux PETI.

⁸ À ce propos, voir Lopes dos Santos (2006).

- 3) la faiblesse relative de la demande en énergie finale, ce qui favorise le développement de petits systèmes énergétiques insulaires tout en énergies renouvelables (100 % EnR), pour autant que certains problèmes d'intermittence et de stockage soient maîtrisés.

Néanmoins, la voie vers l'autonomie énergétique sera relativement longue. Il n'y aura vraisemblablement pas de solution unique et chaque petit système énergétique insulaire évoluera en fonction de son contexte particulier. Quoi qu'il en soit, la résolution du déficit énergétique passera partout par le développement local de plusieurs filières énergétiques (solaire, éolien, hydrogène, etc.) et nécessitera de profondes transformations dans le secteur des transports (menant éventuellement au remplacement de tous les produits pétroliers). Sur le plan des transports routiers, quelles que soient les technologies qui s'imposeront à long terme pour remplacer l'essence et le gazole (biocarburants, biodiesel, hydrogène, électricité, etc.), la plupart des PETI pourraient disposer localement des ressources premières nécessaires à la production locale des nouveaux carburants nécessaires.

En ce qui concerne l'électricité, celle-ci devrait être de plus en plus produite de façon indépendante par les utilisateurs finaux (à partir notamment du solaire photovoltaïque, par exemple pour l'éclairage, les chauffe-eaux solaires, la climatisation, etc.). Cela devrait permettre de réduire la demande globale sur les réseaux électriques et, donc, de réduire les besoins en termes de grandes infrastructures de production électrique (centrales thermiques, éoliennes, centrales photovoltaïques, etc.). Il existe encore bien d'autres filières qui pourraient contribuer de façon plus ou moins importante à la production énergétique, telles que la conversion de l'énergie thermique des océans (qui peut également être couplée à la désalinisation de l'eau de mer et à la maréculture), la production de biogaz et la valorisation de déchets (domestiques ou agricoles).

Enfin, il importe de noter que l'autonomie énergétique ne doit pas être seulement considérée du point de vue de l'équilibre entre la demande (consommation) et l'offre locale (production à partir de ressources locales). Il faut impérativement utiliser l'énergie le plus rationnellement possible en éliminant autant que faire se peut les gaspillages et les pertes ainsi qu'en améliorant au maximum les rendements de consommation énergétique. Ainsi, il est possible de réduire de façon considérable la demande en énergie ou la croissance de cette demande, ce qui, en conséquence, permet d'économiser sur la production d'énergie et le développement des infrastructures énergétiques. D'une manière générale, le développement des énergies renouvelables doit donc s'accompagner d'une maîtrise de l'énergie optimisée. Dans le contexte particulier des PETI, s'il reste beaucoup de travail à faire dans l'exploitation des ressources en énergies renouvelables, il en reste tout autant en maîtrise de l'énergie.

Conclusion

Dans l'ensemble, les petits États et territoires insulaires connaissent une situation relativement difficile sur le plan énergétique puisqu'ils ne possèdent pas de ressources en énergies fossiles (pétrole, gaz naturel, charbon), mais en dépendent principalement pour combler leurs besoins énergétiques. Si nous replaçons le bilan énergétique de ces petites îles dans une perspective mi-historique mi-prospective, la situation actuelle ne serait finalement que passagère et, surtout, nous devrions assister bientôt à une inversion de tendance alors que le déficit énergétique cessera d'augmenter pour se mettre progressivement à diminuer. C'est du moins ce que suggère le modèle théorique de la transition énergétique qui schématise le passage du régime énergétique ancien (préénergies fossiles) au régime énergétique nouveau (posténergies fossiles). Ainsi, l'autonomie énergétique qui caractérisait les PETI avant que n'y soient introduites les énergies fossiles (fin du 19^e siècle et début du 20^e siècle) pourrait éventuellement être retrouvée grâce à l'exploitation de leur potentiel en énergies renouvelables.

Tout au long du 21^e siècle, le contexte global devrait évoluer de manière à favoriser davantage le développement des énergies renouvelables et à mener au remplacement progressif des énergies fossiles importées, polluantes et de plus en plus chères, par des sources d'énergies locales, plus propres et de plus en plus rentables. En raison de leurs caractéristiques particulières, liées à leur insularité, à leur petitesse et à leur localisation géographique, les PETI semblent posséder des conditions très propices à la poursuite et à l'aboutissement de la transition énergétique. Il s'agit donc maintenant pour ces PETI, d'une part, de prendre les mesures nécessaires pour créer un contexte des plus favorables aux énergies renouvelables et à la maîtrise de l'énergie et, d'autre part, de trouver les partenaires qui sauront les accompagner dans leur cheminement vers le régime énergétique nouveau (investisseurs privés, bailleurs de fonds, aide publique au développement).

Références

- AIE (2004). *World Energy Outlook 2004 Edition*, Paris, Agence Internationale de l'Énergie (AIE). Disponible à : <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2004/weo2004.pdf> (consulté le 31 juillet 2008).
- AIE (2007). *Key World Energy Statistics 2007 Edition*, Paris, Agence Internationale de l'Énergie (AIE). Disponible à : http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2007/key_stats_2007.pdf (consulté le 31 juillet 2008).
- ARER (2007). *Bilan énergétique de l'île de la Réunion 2006*, Saint-Pierre (Réunion), Agence Régionale de l'Énergie Réunion (ARER), Observatoire Énergie Réunion, 32 p.

- Bouchard, Christian (2004). *Les petits États et territoires insulaires*, Saint-Denis (Réunion), Observatoire du développement de la Réunion, coll. « Document », n° 51, 77 p. Disponible à : <http://www.odr.net/pub/documents/doc51.pdf> (consulté le 31 juillet 2008).
- Bouchard, Christian (2005a). « Le contexte énergétique des petites îles du sud-ouest de l'océan Indien », dans Agence Régionale de l'Énergie Réunion (ARER), *Actes de l'Université d'été « Énergie et développement durable pour les îles et les régions 2000-2025-2050 »*, Saint-Pierre, île de la Réunion, 26 au 28 octobre 2005. Disponible à : <https://zone.biblio.laurentian.ca/dspace/handle/10219/329> (consulté le 5 décembre 2008).
- Bouchard, Christian (2005b). « Le défi de l'autosuffisance énergétique dans les petites îles du sud-ouest de l'océan Indien », dans Jean-Michel Jauze, et Jean-Louis Guébourg (dir.), *Inégalités et spatialités dans l'océan Indien*, Paris et Saint-Denis (Réunion), L'Harmattan et Université de la Réunion, p. 283-297.
- Bouchard, Christian (2005c). « The energy challenge in small island states and territories: The case of the South-West Indian Ocean Small Islands », dans Dennis Rumley, et Sanjay Chaturvedi (dir.), *Energy Security and the Indian Ocean Region*, New Delhi, South Asian Publishers, p. 204-227.
- CSO (2008). *Energy & Water Statistics 2007*, Port Louis (Maurice), Ministry of Finance and Economic Development, Central Statistics Office (CSO), 19 p.
- Deloitte (2007). *Paving the way to a hydrogen-based global economy*, Deloitte Touche Tohmatsu, Energy and Resources, avril 2007, 10 p. Disponible à : <http://www.deloitte.com/dtt/research/0,1015,cid%253D155362,00.html> (consulté le 31 juillet 2008).
- Elahee, M. Khalil (2004). « Bilan de l'accès à l'énergie dans les pays francophones de l'Océan Indien », *Liaison Énergie-Francophonie*, n° 63 (2^e trimestre 2004), p. 39-43.
- Elahee, M. Khalil (2005). « Access to Energy: The Key to Poverty Alleviation », *World Forum on Small Island Developing States: Challenges, Prospects and International Cooperation for Sustainable Development*, Port Louis (Maurice), 10 et 11 janvier 2005. Disponible à : http://www.irfd.org/events/wfsids/virtual/papers/sids_kelahee.pdf (consulté le 31 juillet 2008).
- Flin, David (2005). « Iceland heads for total independence », *Modern Power System*, septembre 2005, p. 40-41.
- Halpin, Tony (2007). « Floating nuclear power stations raise spectre of Chernobyl at sea », *The Time*, Londres, 17 avril 2007. Disponible à : <http://www.timesonline.co.uk/tol/news/world/europe/article1662889.ece> (consulté le 31 juillet 2008).
- IEPF (2004). *Actes du séminaire « Accès à l'énergie et lutte contre la pauvreté »* [Ouagadougou, Burkina Faso, 10 au 12 mai 2004], Québec, Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF). Disponible à : <http://www.iepf.org/ressources/document.asp?id=195> (consulté le 31 juillet 2008).

- Lopes dos Santos, Ruy Spencer (2006). « Thermal wind solar power plant as a solution of the energy security supply problem on islands », *ReVista Científica*, n^{os} 3/4, novembre 2006, p. 125-131.
- Ngô, Christian (2004). *L'énergie. Ressources, technologies et environnement*, 2^e édition, Paris, Dunod, 150 p.
- ONU (1994). *Programme d'action pour le développement durable des petits États insulaires en développement*, Nations Unies, Conférence mondiale sur le développement durable des petits États insulaires en développement, Bridgetown (Barbade), 26 avril au 6 mai 1994. Disponible à : <http://www.un.org/french/events/sidsprog.htm> (consulté le 31 juillet 2008).
- ONU (2005). *Stratégie pour la poursuite de la mise en œuvre du Programme d'action pour le développement durable des petits États insulaires en développement*, Nations Unies, A/CONF.207/L.4/Add.6. Disponible à : <http://www.un.org/french/smallislands2005/> (consulté le 31 juillet 2008).
- PNUD (2000). *World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability*, New York, Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD). Disponible à : <http://www.undp.org/energy/activities/wea/drafts-frame.html> (consulté le 31 juillet 2008).
- PNUD (2004a). *World Energy Assessment Overview: 2004 Update*, New York, Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD). Disponible à : http://www.undp.org/energy/docs/WEAOU_full.pdf (consulté le 31 juillet 2008).
- PNUD (2004b). *UNDP and Energy for Sustainable Development*, New York, Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD). Disponible à : <http://www.energyandenvironment.undp.org/undp/indexAction.cfm?module=Library&action=GetFile&DocumentAttachmentID=1008> (consulté le 31 juillet 2008).
- PNUD (2005). *Energizing the Millennium Development Goals: A Guide to Energy's Role in Reducing Poverty*, New York, Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD). Disponible à : <http://www.energyandenvironment.undp.org/undp/index.cfm?module=Library&page=Document&DocumentID=5491> (consulté le 31 juillet 2008).
- PNUD (2007). *A Review of Energy in National MDG Reports*, New York, Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD). Disponible à : <http://www.energyandenvironment.undp.org/UNDP/index.cfm?module=Library&page=Document&DocumentID=6148> (consulté le 31 juillet 2008).
- Regnum (2007). « Rosenergoatom to have talks with Cape Verde Energy Ministry on construction of floating nuclear plant ». *Regnum News Agency*, 4 juin 2007. Disponible à : <http://www.atominform.ru/en/news/e0059.htm> (consulté le 31 juillet 2008).