



Développement durable et territoires

Économie, géographie, politique, droit, sociologie

Vol. 8, n°2 | Juillet 2017

Lutte contre le changement climatique et maîtrise de la demande d'énergie

Vers une transition énergétique des pays émergents : quelles politiques d'incitation aux énergies renouvelables dans le secteur électrique en Argentine et au Brésil ?

Towards an energy transition in developing countries: Whither policies for renewable energies in the electricity sector of Argentina and Brazil?

Germán Bersalli et Jean-Christophe Simon



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/developpementdurable/11726>

DOI : 10.4000/developpementdurable.11726

ISSN : 1772-9971

Éditeur

Association DD&T

Référence électronique

Germán Bersalli et Jean-Christophe Simon, « Vers une transition énergétique des pays émergents : quelles politiques d'incitation aux énergies renouvelables dans le secteur électrique en Argentine et au Brésil ? », *Développement durable et territoires* [En ligne], Vol. 8, n°2 | Juillet 2017, mis en ligne le 28 juillet 2017, consulté le 10 décembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/developpementdurable/11726> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.11726>

Ce document a été généré automatiquement le 10 décembre 2020.



Développement Durable et Territoires est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale 4.0 International.

Vers une transition énergétique des pays émergents : quelles politiques d'incitation aux énergies renouvelables dans le secteur électrique en Argentine et au Brésil ?

Towards an energy transition in developing countries: Whither policies for renewable energies in the electricity sector of Argentina and Brazil?

Germán Bersalli et Jean-Christophe Simon

- 1 Au cours des dernières décennies, les économies des pays émergents et en développement ont connu des taux de croissance significatifs qui se sont reflétés dans les très fortes augmentations de la production et la consommation d'énergie. Le « grand bond en avant » du secteur énergétique a mobilisé des investissements considérables, mais aussi des ressources fossiles massives ainsi que des ressources naturelles en biomasse, en terre et en eau.
- 2 L'actualité récente, notamment avec les déclarations nationales lors de la COP21, a montré que les pays émergents reconnaissent qu'ils ne pourront pas échapper à une transition de leurs systèmes énergétiques, que ce soit à cause de l'impact du réchauffement climatique, de la pollution de l'air ou de la rareté (relative) des ressources fossiles. Un des grands enjeux actuels consiste à faire coïncider une telle transition avec les objectifs de développement soutenable pour des pays connaissant des mutations profondes. Les dimensions économiques, environnementales et sociales exigent un équilibre ou un compromis dans le processus de développement énergétique. Ainsi les formes de la transition énergétique peuvent s'avérer très différentes d'un continent et d'un pays à l'autre.

- 3 Le secteur électrique constitue un excellent champ d'observation de cette transition possible – pour deux raisons – l'une fondamentale, puisqu'il est un vecteur du développement et de l'industrialisation, l'autre plus « conjoncturelle », car le début de ce siècle voit se déployer dans ce secteur les nouvelles énergies renouvelables (NER) qui reflètent une nouvelle configuration de la technologie et des politiques publiques. Ce dernier phénomène est aussi vigoureux dans les pays en développement qu'en Europe ou aux USA.
- 4 Les pays de l'Amérique du Sud sont évidemment impliqués dans ce processus. La plupart de ces nations ont une longue expérience concernant le développement de l'hydroélectricité à grande échelle, mais peu d'expérience dans le domaine des NER (nouvelles énergies renouvelables) dans le secteur électrique. En effet, l'intérêt des États pour le développement des filières éoliennes, géothermique, solaire, biomasse-électricité, des petites centrales hydrauliques est apparu au cours des deux dernières décennies. Bien qu'il existe un accord assez général sur le fait que les NER devront représenter une part plus significative dans les systèmes énergétiques du futur, le rythme réel de diffusion de ces technologies s'avère très différent d'un pays à l'autre.
- 5 Deux groupes de facteurs interconnectés expliqueraient le rythme de diffusion différent des NER dans le secteur électrique : d'une part la nature et la profondeur des barrières existantes dans chaque pays, et d'autre part les instruments de politiques incitatives utilisés. En effet, il existe dans ces marchés des barrières de nature technique, économique, financière, institutionnelle ou encore socio-politique qui empêchent le développement « spontané » des NER dans des systèmes énergétiques fortement basés sur les énergies traditionnelles, notamment sur les filières fossiles et les grandes centrales hydrauliques¹. Dans le même temps, les instruments de politiques, ainsi que leurs caractéristiques spécifiques de conception et de mise en œuvre, semblent eux aussi avoir une influence significative sur la diffusion de ces énergies propres².
- 6 Actuellement, un nombre croissant de recherches en Amérique latine ainsi que dans d'autres régions en développement s'interrogent sur les instruments dont disposent les gouvernements pour attirer des investissements dans des secteurs spécifiques, comme celui des NER, en lien avec des objectifs de développement. Il s'agit de garantir la satisfaction de la demande sans entraîner par exemple un surcoût significatif dans les factures énergétiques.
- 7 Dans ce cadre, l'objectif de cet article est double. La première partie propose une analyse critique des différents objectifs liés au développement des NER dans une perspective de développement soutenable en Amérique du Sud. Pour bien comprendre ces liens, il convient d'abord de discuter les éléments principaux dans la notion dynamique de « transition énergétique ». La deuxième partie de l'article propose une analyse empirique portant sur l'application de politiques incitatives au développement des NER dans deux pays ayant des degrés similaires de développement relatif : l'Argentine et le Brésil. Dans ce cadre sont analysés les instruments de politique utilisés (appel d'offres, tarifs *premium*), les conditions de mise en œuvre et, *in fine*, l'efficacité de ces politiques dans le secteur électrique.

1. La transition énergétique dans les pays émergents : les enjeux dans une perspective de développement durable

- 8 Les politiques de promotion des NER sont généralement conçues dans un contexte de transition énergétique. Au cours des dernières années, cette notion a pris une place importante tant dans les débats publics que dans les recherches académiques. Cependant, comme le signalent Broggio *et al.* (2014), la transition énergétique est loin d'être uniforme tant sur le plan conceptuel que sur celui de sa mise en œuvre. Selon cet auteur, la transition énergétique pourrait se comprendre comme une substitution de ressources renouvelables à des non renouvelables, avec un raccourcissement du circuit entre la production de l'énergie et sa consommation.
- 9 D'après Folchi et Rubio (2006), toutes les études qui abordent l'histoire énergétique des pays soulignent un phénomène typique et récurrent. Au cours de l'histoire, différentes périodes peuvent être distinguées, périodes durant lesquelles une source d'énergie amplement prédominante commence à reculer peu à peu devant la progression d'une nouvelle source qui finit par la remplacer. Ce phénomène baptisé « transition énergétique » peut donc être défini comme la substitution graduelle d'une source d'énergie (ou d'un type de source) par une autre au cours d'une période. La logique derrière ce phénomène, expliquée très synthétiquement, est le remplacement de sources traditionnelles ou conventionnelles d'énergie par d'autres plus « modernes », c'est-à-dire par des sources « meilleures » en termes d'efficacité, de rendement, de versatilité, ou tout autre attribut (Fouquet, 2015). La transition énergétique doit se comprendre comme un processus de « modernisation » énergétique en fonction de nouvelles hiérarchies de priorités³.
- 10 Le même auteur souligne qu'il n'existe pas une seule transition énergétique mais plusieurs, qui peuvent se succéder ou se produire parallèlement. Ainsi, une première forme de transition est celle qui implique la substitution de sources modernes aux sources plus traditionnelles. Une autre forme de transition est celle qui se produit au cœur des énergies fossiles (le passage du charbon au pétrole ou du charbon au gaz par exemple). Une troisième forme de transition concerne la progression de l'électricité, c'est-à-dire l'extension de ses usages, quelle que soit la source employée pour la produire.
- 11 De manière pertinente pour le contexte contemporain, Lejoux et Ortar (2014) soulignent que « *le changement de système énergétique apparaît motivé par deux éléments : la raréfaction prévisible des ressources énergétiques et les impacts négatifs de notre système sur l'environnement* ». Néanmoins, le premier argument a perdu de l'importance du fait de la percée des pétroles et des gaz de schiste, et des réserves abondantes en charbon dont le monde dispose (IEA, 2014). À l'échelle globale, l'enjeu majeur ne porte donc pas principalement sur notre capacité à répondre aux besoins énergétiques amenés à croître dans les prochaines décennies, mais sur notre capacité à maîtriser les conséquences environnementales de notre consommation énergétique, et particulièrement l'impact planétaire des gaz à effet de serre (GES).
- 12 O'Connor (2010) soutient que si le trait distinctif d'une transition énergétique est un impact significatif sur l'économie et sur la qualité de vie d'une société, alors les changements dans les ressources, vecteurs, convertisseurs et services énergétiques

peuvent constituer une transition énergétique. Nous devrions donc parler de « transition de ressources énergétiques », « transition de vecteurs énergétiques », etc. Ces différentes formes de transition étant interconnectées. L'invention d'un nouveau convertisseur d'énergie peut ouvrir des opportunités pour l'utilisation élargie d'une ressource, comme le moteur à combustion interne l'a fait pour le pétrole. Plus récemment, l'amélioration des batteries, qui permettent de mieux stocker l'électricité, facilite l'utilisation de la ressource solaire, permet le développement de nouveaux convertisseurs (les voitures électriques, par exemple) et facilite la diffusion de nouveaux services.

- 13 Dans le contexte allemand, la transition énergétique est conçue comme un tournant radical. Ainsi, Deshaies (2014) signale : « *Aux yeux des promoteurs de la transition énergétique, il s'agit non seulement de réaliser un changement du système énergétique, mais aussi une transformation profonde de l'économie et de la société, comparable à celui provoqué par la révolution industrielle. Dans cette optique, l'objectif de la transition énergétique est de substituer aux structures de production centralisées et contrôlées par de grandes sociétés capitalistes, un système très décentralisé de petites structures de production qui, dans l'idéal, appartiendraient aux citoyens pouvant ainsi assurer leur autonomie énergétique.* »
- 14 Nous comprenons la transition énergétique comme un ensemble de processus technico-économiques, sociaux et politiques ayant pour but le passage à un système énergétique plus soutenable, à travers la substitution progressive des sources et technologies traditionnelles par des énergies nouvelles et renouvelables. Cela implique un changement au niveau des ressources, mais aussi des vecteurs et des convertisseurs énergétiques. En même temps, cela requiert des changements au niveau comportemental (usage de l'énergie), institutionnel (régulation du secteur) et organisationnel (structures et fonctionnement des acteurs publics et privés).
- 15 La soutenabilité au niveau énergétique implique donc la prise en compte d'une série d'objectifs dans leurs dimensions environnementale, sociale et économique :
 - sécurité de l'approvisionnement : cela implique d'assurer un flux d'approvisionnement régulier (ininterrompu) d'énergie finale ;
 - accessibilité et efficacité économique : cela inclut l'accès garanti (physique et économique) à un service minimal d'énergie moderne pour l'ensemble de la population. De même, ce critère concerne les impacts des prix de l'énergie sur la compétitivité des autres secteurs économiques ;
 - propreté : cela implique la minimisation des impacts environnementaux au niveau global (principalement les émissions des GES) et local (émissions de polluants, contamination des eaux ou du sol...).
- 16 Un système énergétique qui prend en compte ces trois dimensions de la soutenabilité doit donc chercher un équilibre ou plutôt un compromis entre une série d'objectifs qui peuvent s'avérer parfois contradictoires et parfois complémentaires. Tout particulièrement les questions de l'accès à l'électricité (d'un point de vue physique et économique) ainsi que la sécurité de l'approvisionnement demeurent les objectifs centraux des politiques des pays en développement et émergents sur tous les continents. Toutefois, la prise en compte de la dimension environnementale s'avère indispensable si nous acceptons une conception forte de la durabilité, c'est-à-dire l'impossibilité de substitution du capital naturel par du capital artificiel⁴. Cela constitue le socle de la relation entre politique énergétique et politique climatique.
- 17 Concernant la forme que la transition énergétique devrait adopter afin d'atteindre ces objectifs, il existe dans la littérature d'économie de l'environnement un consensus assez

général sur trois leviers fondamentaux (voir par ex., SDSN et IDDRI, 2014) :

- l'efficacité accrue, c'est-à-dire l'utilisation d'une moindre quantité d'énergie pour produire des biens et services d'une utilité égale ou supérieure à l'actuelle ;
- la « décarbonisation » de la production d'énergie à partir de l'utilisation d'un mix dynamique et basé sur une proportion croissante d'énergies renouvelables⁵ ;
- l'intensification de l'usage de l'électricité dans d'autres secteurs (par exemple dans les transports, les processus industriels ou certains usages résidentiels).

- 18 Dans cette optique, la transition énergétique dans les pays émergents et en développement devrait se produire dans des conditions bien différentes de celle des pays développés et avec des trajectoires différenciées au sein du monde émergent. Premièrement, ces pays sont confrontés à une demande toujours croissante en énergie – et tout particulièrement en électricité – contrairement à celle des pays développés où la demande stagne ou croît à des taux faibles. Deuxièmement, l'existence d'une partie importante de la population en conditions de précarité énergétique pose des questions particulières concernant la satisfaction des besoins. Troisièmement, la concurrence pour l'usage des sols et de l'eau s'avère critique dans certaines régions. Finalement, l'importance des industries grosses consommatrices d'énergie dans certains pays appelle un plus grand effort en termes d'efficacité énergétique.
- 19 Il n'existe pas cependant de modèle généralisable à l'ensemble du monde en développement : les différences de développement relatif, les conditions naturelles (les ressources énergétiques disponibles), les différents modèles economico-institutionnels génèrent des situations très contrastées. Ainsi chaque pays, chaque région du monde doit construire son propre modèle de transition en considérant ses ressources disponibles, ses possibilités technico-institutionnelles et ses aspirations sociales à moyen et long terme. Dans le même temps, les conditions structurelles du développement énergétique peuvent être perturbées par des phénomènes conjoncturels – le secteur électrique en fournit de nombreux exemples : aléas naturels (grandes sécheresses...), politiques (crises de gouvernance...) ou économiques (crises de la dette publique...). Ceci justifie pleinement une attention portée aux trajectoires adoptées par ces pays. Elles peuvent être très différentes, même dans des pays géographiquement ou culturellement proches. Ce constat sera étayé dans les parties suivantes à partir de deux cas d'étude sur les politiques de promotion des NER dans le secteur électrique en Argentine et au Brésil.

2. Les objectifs liés au déploiement des NER dans le secteur électrique

- 20 Les objectifs de diversification des mix énergétiques et de renforcement des mesures d'efficacité énergétique apparaissent au centre des préoccupations des politiques publiques et mobilisent des efforts soutenus sur le long terme. Dans ce contexte, les politiques de promotion des NER sont d'abord conçues pour satisfaire une demande toujours croissante en électricité, mais aussi pour contribuer à d'autres objectifs de développement que nous discutons dans cette partie. Il convient de souligner l'actualité de ces questions en Amérique du Sud, alors même que les situations politiques et les conjonctures économiques, mais aussi les contraintes environnementales sont très évolutives (voir : Artigas 2015, Vergara 2013).

- 21 Ainsi, le Brésil et l'Argentine se trouvent actuellement à un stade intermédiaire de développement après avoir connu des taux de croissance économique relativement importants dans les deux dernières décennies, des progrès au niveau social et un ralentissement démographique (Quenan, Velut, 2015)⁶. Les conditions d'exercice et de réalisation de cette croissance restent encore fragiles, dépendantes de facteurs nationaux et internationaux difficilement prévisibles ou maîtrisables. Malgré le fait d'avoir subi des crises importantes (comme celle de 2001-2002 en Argentine), le rythme de la croissance, autour de 4 % par an en moyenne, a été accompagné d'une forte augmentation de la consommation énergétique et, dans le même temps, d'une « carbonisation » du mix électrique en raison d'une progression plus importante des centrales thermiques par rapport aux renouvelables. Le volume de la consommation d'énergie primaire totale a augmenté de 64 % sur la période 1995-2014 et celui de l'électricité de 52 %. La hausse de l'intensité énergétique par tête traduit bien le mode de développement « gourmand » en énergie, et cette tendance est amenée à se poursuivre d'ici 2030.
- 22 Concernant l'efficacité énergétique, un des indices les plus utilisés pour la mesurer est celui de « l'intensité énergétique globale à structure constante » qui est le ratio de la consommation d'énergie finale rapportée au PIB, mesuré par rapport à une structure économique constante⁷. Si nous considérons cet indice entre 1980 et 2012 (source : ENERDATA), nous constatons qu'il n'y a pas eu de gains significatifs d'efficacité énergétique en Argentine et au Brésil au cours des trois dernières décennies. Au Brésil, l'efficacité s'est même détériorée dans les années 1980-1990 et elle reste assez stable dans la dernière décennie malgré les efforts du pays en matière de politiques incitatives, notamment après les crises successives d'approvisionnement. En Argentine, trois normes pour améliorer l'efficacité sont en vigueur : a) Le programme national d'utilisation efficace et rationnelle de l'énergie (2007) ; b) Le fonds argentin d'efficacité énergétique (2009) ; c) Le programme pour l'utilisation efficace et rationnelle de l'énergie dans les bâtiments publics (2010). Il reste à vérifier si ces normes récentes ont un impact positif sur l'efficacité.

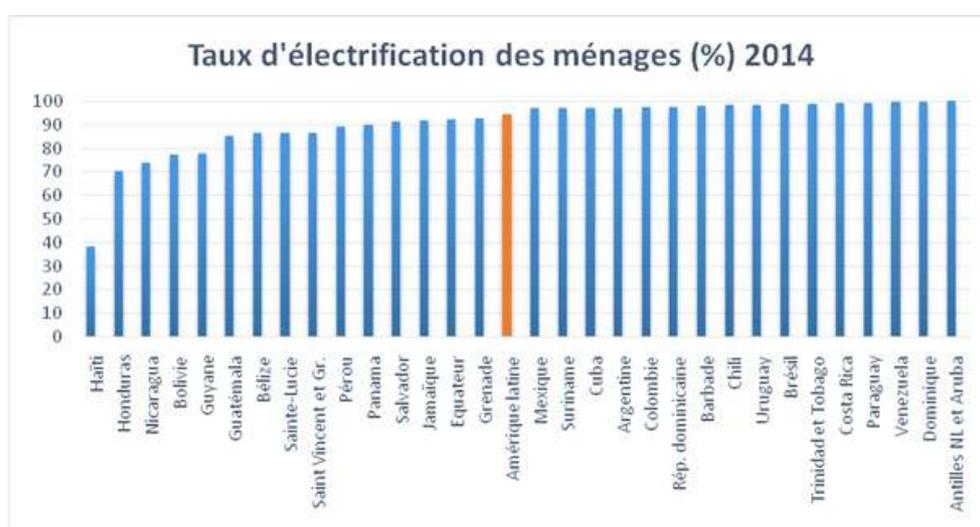
2.1. Diversification du *mix* électrique et sécurité de l'approvisionnement

- 23 La production d'électricité dans la majorité des pays latino-américains est basée sur les grandes centrales hydrauliques (Brésil, Paraguay, Colombie) et /ou sur les énergies fossiles, d'origine nationale dans quelques pays (Bolivie, Venezuela, Équateur), ou bien importées (Chili). Face à une demande toujours croissante, le déploiement des NER est avant tout vu comme une opportunité pour diversifier les sources de production d'électricité tout en permettant au système de maintenir sa faible empreinte carbone (Vergara *et al.*, 2013). Cette diversification permet aussi de réduire la vulnérabilité des pays vis-à-vis des cycles hydrologiques – surtout les périodes de longues sécheresses⁸. De plus, quand le *mix* énergétique est fortement dépendant des hydrocarbures importés, les pays ont un fort intérêt à diversifier leurs *mix* en développant des sources indigènes. L'Argentine et le Brésil, entre autres, ont fixé des objectifs ambitieux de développement des NER après avoir souffert de plusieurs crises d'approvisionnement électrique et d'un alourdissement de la facture des énergies fossiles importées.

2.2. L'électrification rurale

- 24 Au cours des dernières décennies, le développement économique en Amérique latine a été accompagné par une augmentation de la consommation d'énergie par tête, et notamment par une augmentation du nombre de ménages ayant accès à l'électricité. Les données de l'année 2014 montrent un taux de couverture électrique moyen de 94,6 % qui est assez élevé en comparaison avec d'autres régions en développement. Cependant, les écarts entre les pays sont considérables et de vastes zones rurales dans nombre de pays restent sans connexion. Nonobstant les progrès dans la connectivité au niveau physique, l'électricité demeure économiquement inaccessible pour une partie de la population. Pour cette raison, la plupart des gouvernements de la région subventionnent une partie de la consommation des ménages les plus pauvres.

Figure 1. Couverture électrique en Amérique latine



Source : de l'auteur après les données d'ENERDATA

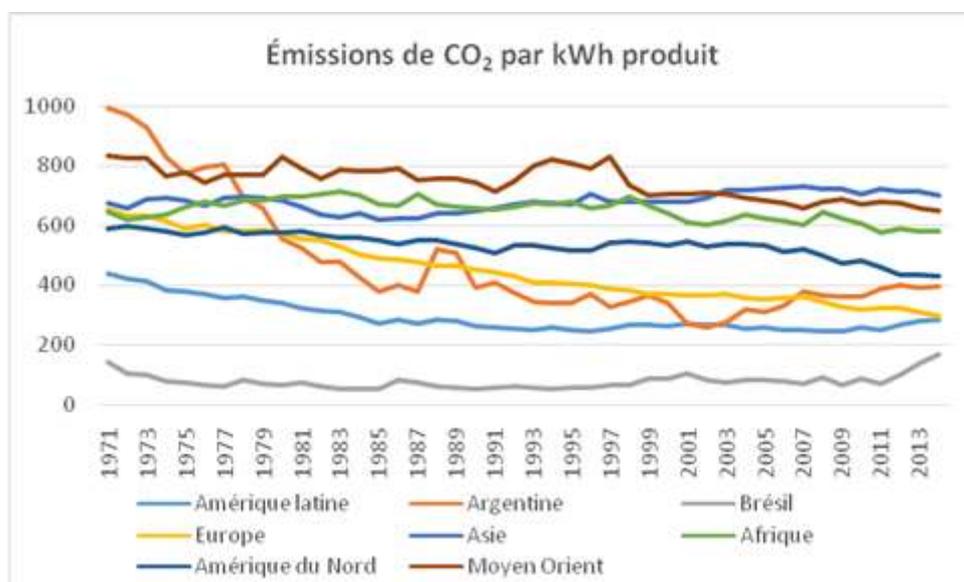
- 25 Plusieurs gouvernements de la région ont mis en place des programmes spécifiques d'aide pour favoriser l'installation de mini-centrales éoliennes, solaires ou hydroélectriques dans des zones rurales. Par exemple, au Brésil il existe depuis 2003 le programme « Luz para todos » qui fait suite au programme antérieur « Luz no campo ». Le Chili, la Colombie, l'Argentine (programme PERMER), la Bolivie, entre autres, ont mis en œuvre des programmes similaires.

2.3. Préservation d'un mix électrique à faible niveau carbone

- 26 L'Amérique du Sud dans son ensemble est une région avec des émissions relativement faibles de GES dans le secteur électrique grâce à une part très importante de l'énergie hydraulique qui représente 50 % de l'électricité produite. Cependant, au vu de la forte progression de la demande électrique et des difficultés pour construire de nouveaux grands barrages, ces pays ont besoin de développer de nouvelles sources de production d'électricité propre s'ils s'engagent à maintenir des bouquets énergétiques à bas niveau carbone. Une forte croissance de la part des énergies fossiles ferait monter le niveau d'émissions.

- 27 Concernant les niveaux d'émissions, plusieurs indicateurs peuvent être pris en compte afin de mener des comparaisons entre ou à l'intérieur d'un pays : les émissions de CO₂ par tête, l'intensité carbone du PIB, l'intensité carbone d'électricité, parmi d'autres. Si l'on prend en compte ce dernier indicateur, c'est-à-dire les émissions de CO₂ par kWh produit, l'Amérique latine ayant un index 260gCO₂/KWh en moyenne pour la période 2000-2014 présente des émissions bien au-dessous de la moyenne d'autres régions du monde (cf. figure 2 ci-après).
- 28 Concernant l'énergie de l'atome, l'Argentine et le Brésil disposent de quelques centrales nucléaires en fonctionnement, mais leur contribution dans le mix électrique reste marginale. En outre, la construction de certaines centrales a été entachée d'accusations de corruption et de mauvaise gestion (c'est le cas de la centrale Atucha II en Argentine, par exemple). Cela a conduit à une forte augmentation des coûts et des délais, ce qui questionne l'opportunité et la viabilité économique de futures centrales.

Figure 2. Évolution de l'intensité carbone de l'électricité



Source : De l'auteur après les données d'ENERDATA

2.4. Développement territorial et création d'emplois

- 29 Les plans gouvernementaux pour le déploiement des NER considèrent aussi les possibles effets positifs de ces filières sur le développement territorial et sur l'emploi. Dans ce sens, deux points importants sont à considérer.
- 30 Premièrement, la nature décentralisée de ces énergies permet une meilleure distribution des sources de production dans les territoires. Par exemple, dans le cas de l'Argentine, il existe un grand potentiel pour l'installation de parcs éoliens en Patagonie et dans la région « Pampeana », pour des centrales de biomasse dans le nord-est, ainsi que pour des parcs solaires dans le nord-ouest et dans la région de Cuyo. En outre, une grande partie des projets de NER peuvent s'intégrer avec des activités économiques préexistantes dans ces territoires (exploitations agricoles, d'élevage, foresterie, écotourisme).

- 31 Deuxièmement, les NER sont plus intensives en facteur travail, car elles génèrent plus d'emplois par MW en comparaison avec les technologies conventionnelles. Cet argument doit être pris avec précaution, car les études disponibles sur la création nette d'emplois par le secteur des NER ne sont pas suffisantes et la situation varie fortement selon le pays. Au niveau international, nous nous référerons à des études de l'IRENA (2013) et au niveau du Brésil, à l'étude de Simas et Pacca (2013) qui évalue le nombre d'emplois directs et indirects créés dans des projets d'énergie éolienne, dont la mise en fonctionnement est prévue avant 2017.
- 32 Le niveau effectif de création d'emplois nouveaux dépend en grande partie de la capacité du pays à développer les filières industrielles liées aux NER. Dans ce sens, la compétitivité des entreprises de la région vis-à-vis des grands acteurs internationaux – notamment les entreprises chinoises – reste un sujet particulièrement compliqué. En effet, des pays d'Amérique latine comme l'Argentine et le Brésil cherchent à développer une industrie locale liée aux NER. D'ailleurs les deux pays ont établi des normes obligeant à avoir une certaine proportion de composants nationaux pour avoir accès aux tarifs *premium* ou aux programmes de financement.

2.5. Diminution de la pollution locale

- 33 Comme dans d'autres régions du monde, de nombreuses villes latino-américaines sont affectées par des niveaux élevés de pollution de l'air dus en partie à la combustion des énergies fossiles. En effet, la pollution acido-particulaire (particules, SO₂ et NOx) touche la santé humaine de diverses façons (problèmes respiratoires et cardiovasculaires, augmentation du nombre de décès prématurés, etc.). Le coût des dommages sur la santé croissant avec le nombre d'individus concernés, il est fortement lié à la densité de population de la région où est située l'installation (Lamy, 2004). Plusieurs études ont été faites afin de mesurer les conséquences économiques de cette forme de pollution en Amérique latine, par exemple, Miraglia *et al.* (2005). Les NER peuvent contribuer progressivement à atténuer ces phénomènes dangereux, pourtant cet objectif n'est pratiquement pas considéré dans la définition des politiques énergétiques de la région.

2.6. Les possibles inconvénients liés au déploiement des NER

- 34 Les trois arguments classiques contre le développement des NER sont leur coût plus élevé, l'instabilité qu'elles engendrent dans les réseaux en raison de leur nature intermittente (particulièrement pour le solaire et l'éolien) et dans une moindre mesure les impacts paysagers et l'emprise au sol. Ces arguments doivent toutefois être analysés dans le contexte de chaque pays.
- 35 D'abord, la dernière décennie a été marquée par une dynamique de baisse des coûts des NER au niveau international et également en Amérique du Sud. En effet, les coûts de filières comme celle de la production éolienne *on-shore* et certains types de biomasse (par exemple la bagasse de canne à sucre au Brésil) sont déjà compétitifs. De même, les données d'IRENA (2015) montrent que le coût moyen pondéré⁹ pour le solaire PV en Amérique latine est le plus faible au niveau mondial, suite à une forte baisse des coûts d'investissement dans plusieurs pays comme le Chili. En outre, comme le montre l'expérience internationale, quand un pays commence à investir dans une filière énergétique auparavant inexistante, les coûts sont plus élevés que les standards

internationaux. Puis, au fur et à mesure que les investissements augmentent (et donc que la technologie progresse dans sa courbe d'apprentissage), les coûts diminuent progressivement dans une magnitude qui dépendra des ressources locales et des impacts du progrès technique et de l'apprentissage (Huenteler *et al.*, 2014).

- 36 Ensuite, concernant le deuxième argument, les filières renouvelables présentent des caractéristiques techniques radicalement différentes vis-à-vis de leur intégration dans le système électrique. La géothermie assure une production électrique garantie qui lui permet de fonctionner en base. Les technologies de production d'électricité à partir de la biomasse ou de déchets présentent une bonne flexibilité du fait de la possibilité de stocker la ressource (Lamy, 2004). Les énergies renouvelables variables, en revanche, sont intermittentes par nature, c'est-à-dire qu'elles ne peuvent pas assurer un flux continu d'électricité, car elles sont dépendantes des variations naturelles du vent, du soleil ou de l'eau (pour les hydroliennes au fil de l'eau et pour les énergies marines). Cependant, dans des systèmes électriques où l'hydroélectricité est prépondérante, les énergies variables peuvent être intégrées plus facilement. Néanmoins, à moyen et long terme, un développement massif des NER variables crée de nouveaux défis (Batlle, 2014) : a) l'augmentation de la flexibilité du système grâce à une amélioration de la capacité du transport entre zones voisines, b) la gestion active de la demande, c) l'utilisation optimale de la capacité de stockage (y compris les barrages avec des systèmes de pompage), d) les ajustements dans la programmation de la production.
- 37 Finalement, la question des impacts paysagers et celle de l'emprise au sol doivent être analysées de façon particulière, selon le type de technologie et selon les caractéristiques des territoires où elles seront implantées. Par ailleurs, la consommation des métaux rares du développement des NER est un sujet d'actualité dans la recherche à niveau international, qui pourrait avoir un impact substantiel sur le long terme.

3. Le rôle des politiques publiques dans la diffusion des NER : les cas contrastés du secteur électrique en Argentine et au Brésil

- 38 L'Argentine et le Brésil ont connu un développement remarquable des biocarburants (biodiesel et bioéthanol) et de l'hydroélectricité. Ces pays présentent également des conditions très favorables pour le développement des NER, mais celles-ci ont pourtant progressé très lentement dans les dernières décennies. Afin de promouvoir le développement des NER, les deux pays ont commencé à appliquer des politiques incitatives à la fin des années 1990¹⁰. Presque 15 ans après l'introduction des premières politiques incitatives, les résultats sont très contrastés. Dans cette section, nous discutons les principaux instruments de la politique mise en œuvre dans les deux pays et les facteurs qui expliquent leurs performances. Bien qu'il s'agisse de deux États fédéraux, la plupart des politiques sont centralisées, et ainsi le rôle des États (au Brésil) et des provinces (Argentine) dans ce domaine apparaît jusqu'à présent secondaire.

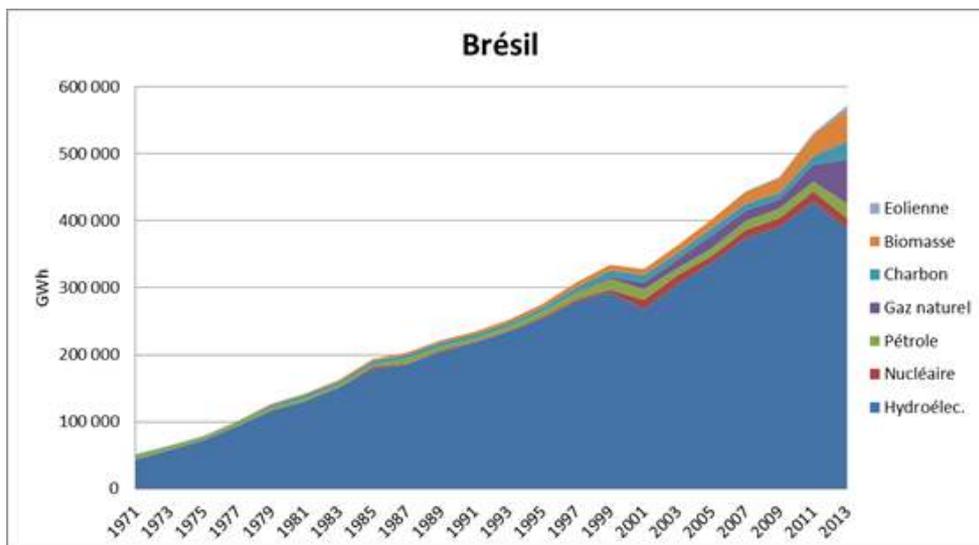
3.1. La composition et l'évolution des mix électriques

- 39 Lorsque l'on considère ces deux pays, le doublement de la capacité électrique nationale accompagné d'une diversification des sources carbonées et renouvelables constitue une

toile de fond commune. La figure 3 montre l'évolution de la production d'électricité par source d'énergie au cours des 40 dernières années. Elle présente clairement les différences de structure des mix énergétiques entre les deux pays et les transformations opérées au fil du temps. Tout d'abord, il se produit une accélération du rythme de croissance de la production, à partir du début des années 1990 en Argentine et à partir des années 1980 au Brésil, une multiplication par 10 de la production, passée de 51 579 GWh en 1971 à 531 202 GWh en 2011.

- 40 L'Argentine dispose d'un mix électrique basé sur les énergies fossiles, notamment du gaz naturel. Ce dernier a fortement augmenté sa part dans le mix, avec plus de 55 % de la production totale d'électricité en 2012, tandis que le pétrole a vu sa part diminuer à 15 %. Après sa légère augmentation ces dernières années, le charbon reste toujours marginal parmi les énergies fossiles du pays. L'hydraulique est la deuxième source la plus importante (21 %), le nucléaire représente autour de 4,6 % de la production, tandis que la part des NER¹¹ n'était que 1,7 % du total en 2012.
- 41 Le Brésil, de son côté, a toujours pu s'appuyer sur un mix électrique largement basé sur l'hydraulique, en profitant de ses fleuves puissants qui s'étendent tout au long de son territoire. L'hydroélectricité représentait encore plus de 75 % de la production en 2012, mais d'autres sources ont commencé à prendre plus d'importance, notamment le gaz naturel et la biomasse. Ainsi, en 2012, l'ensemble des énergies fossiles représentait 14,4 % du mix énergétique brésilien, contre 7,4 % pour les NER¹ et moins de 3 % pour le nucléaire.
- 42 D'après les prévisions d'organisations régionales (OLADE) ou internationales (AIE), la demande d'énergie continuera à croître dans les prochaines décennies même en cas de renforcement des politiques d'efficacité énergétique. Selon l'AIE (WEO 2013) dans un scénario de politiques renforcées (New Policies Scenario), la consommation d'énergie devrait croître jusqu'à atteindre un taux annuel de 2,6 % en Amérique du Sud, entre 2012 et 2035. Pour la même période, les besoins d'investissements bruts dans la production d'électricité sont estimés à 295 GW, ce qui doit être accompagné par une augmentation conséquente des investissements dans les réseaux de transport et de distribution. Cette nouvelle vague d'investissements représente un grand défi, mais aussi une opportunité pour des choix en faveur de formes de développement plus soutenables.

Figure 3. Évolution du mix électrique



Source : De l'auteur après les données d'ENERDATA

3.2. Les politiques de soutien aux NER au Brésil : le succès du système d'appel d'offres

- 43 Un des premiers instruments de promotion des NER adopté par le Brésil fut le PROINFA (Programme d'incitation aux sources alternatives d'énergie électrique). Ce programme a été approuvé en 2002 et sa mise en œuvre a commencé en 2004. L'objectif était d'augmenter la part des sources alternatives d'électricité dans le système interconnecté national. Plus concrètement, dans sa première phase, le PROINFA visait à développer 3 300 MW de puissance électrique provenant de trois sources : l'éolien, la biomasse et la petite hydraulique.
- 44 L'énergie produite par les nouvelles centrales était achetée par l'entreprise publique Eletrobras au moyen de contrats ayant une durée de 20 ans et assurant un prix préférentiel (système de tarifs d'achat garantis) – le coût de la politique étant répercuté sur les consommateurs finaux au prorata de leur consommation. Le programme visait aussi à développer l'industrie nationale liée aux NER. Il exigeait donc que 60 % des composants des nouvelles centrales soient produits au Brésil. En outre, il ouvrait le marché aux petits producteurs afin d'augmenter la concurrence. En tenant compte du coût élevé des investissements, le PROINFA a été complété par des lignes de financement de la Banque nationale de développement (BNDES) qui finançait jusqu'à 70 % du coût d'investissement à des taux raisonnables. Le PROINFA a donc favorisé le décollage de l'industrie éolienne au Brésil. Néanmoins, son achèvement a été retardé et sa performance critiquée en raison de l'absence de signaux économiques en matière d'efficacité et d'amélioration technologique (Batlle et Barroso, 2011).
- 45 En 2007, le gouvernement a approuvé des mesures de soutien complémentaires. Il a accordé des réductions (jusqu'à 50 %) pour les charges d'accès aux réseaux de transport et de distribution pour les petits producteurs (30 MW maximum) produisant l'électricité d'origine éolienne, solaire, biomasse, hydraulique ou en cogénération.

- 46 Le mécanisme principal de soutien a évolué d'un système de *feed-in tariffs* (PROINFA) vers un système d'appels d'offres à partir de 2007. Ceci fut introduit dans le système électrique lors de la réforme réglementaire adoptée en mars 2004¹² qui a fixé un nouveau mécanisme d'enchères concurrentielles pour des contrats d'approvisionnement en énergie à long terme. Le gouvernement cherchait ainsi à assurer les investissements nécessaires dans la production d'électricité en réduisant les risques pour les nouveaux investisseurs, tout en préservant la concurrence entre les acteurs.
- 47 Bien que toutes les technologies soient en concurrence lors des ventes aux enchères brésiliennes, le gouvernement peut organiser des enchères spécifiques pour certaines technologies en accord avec ses décisions de politique énergétique (Moreno *et al.* 2010). Dans le cas des énergies renouvelables, le gouvernement a la prérogative de convoquer des ventes aux enchères pour un certain volume et pour une ou plusieurs technologies de NER. Les résultats des enchères à partir 2007 sont présentés dans le tableau 1. On observe à ce stade trois éléments importants : d'une part les efforts soutenus en faveur des NER, d'autre part une dynamique d'apprentissage contribuant à la baisse des prix pour les différentes filières, et finalement l'instrument de régulation qui semble adapté aux stratégies des acteurs.
- 48 Le Brésil a accompagné le mécanisme d'appels d'offres avec des politiques associées en matière de planification de court, moyen et long terme des systèmes électriques ainsi que de l'accès au financement. En effet, le financement public à travers la Banque nationale de développement du Brésil (BNDES) a joué un rôle central dans le développement des énergies renouvelables¹³, en accordant des crédits à des conditions avantageuses. Les centrales hydroélectriques ont reçu 75 milliards de réais entre 2003 et le premier semestre de 2015. Les énergies alternatives (spécialement l'éolien et la biomasse) ont bénéficié de 23 milliards dans la même période pour financer 108 projets qui représentent presque 10 GW de capacité installée. La valeur des crédits est égale à 61 % de l'investissement total dans des énergies alternatives dans le secteur électrique. Autrement dit, le financement public est responsable de plus de la moitié de la croissance de la capacité de production des NER au cours des douze dernières années.

Tableau 1. Les enchères concurrentielles pour les énergies renouvelables au Brésil

Année	Technologie	Puissance	Prix (R\$/KWh)	Durée du contrat
2007	Petite hydraulique	102 MW	202	30 ans
	Biomasse	447 MW	208	15 ans
2008	Biomasse	2548 MW	209	15 ans
2009	Éolienne	1 805 MW	196	20 ans
	Biomasse	123 MW	165	15 ans
2010	Petite hydraulique	151 MW	193	30 ans
	Éolienne	2 047 MW	172	20 ans
	Biomasse	741 MW	175	15/20 ans

2011	Éolienne	2 905 MW	121	20 ans
	Biomasse	427 MW	120	20 ans
2012	Éolienne	280 MW	97	20 ans
2013	Petite hydraulique	481 MW	141	30 ans
	Éolienne	4 711 MW	124	20 ans
	Biomasse	809 MW	143	25 ans

Source : données de la CCEE

- 49 Cependant, la poursuite d'un rythme soutenu de croissance dans ces filières requerra une participation plus importante des capitaux privés et éventuellement coopératifs. En effet, face à la défaillance des marchés de capitaux pour financer ce type de projets, il est nécessaire de mettre en place des mécanismes alternatifs d'intervention publique qui facilitent l'entrée de capitaux privés. Ainsi, parmi les nouveaux mécanismes pour corriger les problèmes de financement, le Brésil a instauré – à partir de la loi 12.431 de 2011 – des contrats de débentures en infrastructure qui permettent le financement de projets de NER à des conditions plus favorables. Pour avoir accès au fonds, il est d'abord nécessaire que le projet soit reconnu comme un élément essentiel pour l'infrastructure par le ministère des Mines et de l'Énergie.
- 50 Dans ce nouveau mécanisme de financement, la BNDES peut jouer trois rôles différents (i) le rôle de « *market maker* », autrement dit, la création d'un fonds pour l'achat de contrats de débentures et pour fournir des liquidités au marché ; (ii) le rôle d'émetteur de débentures pour obtenir des fonds et ensuite les redistribuer à travers des crédits ; (iii) le rôle de garant afin de diminuer le risque des contrats de débentures en infrastructure. Notons finalement que l'application de ce type de contrat étant récente, les données disponibles sont insuffisantes pour permettre une évaluation de l'efficacité du dispositif.

3.3. Les politiques de soutien aux NER en Argentine : un système de *feed-in-premium* inefficace ?

- 51 Les politiques de soutien aux NER en Argentine constituent un cas intéressant pour l'analyse de l'efficacité des mécanismes d'incitation économique au déploiement des nouvelles technologies. La récente expérience concernant le marché de l'électricité argentin combine des politiques, en principe robustes, mais qui n'ont pas produit les résultats attendus. En effet, le fonctionnement (ou dysfonctionnement) des marchés énergétiques et financiers et des limitations issues du contexte macroéconomique ont empêché l'accomplissement des objectifs malgré l'existence de plusieurs instruments de politiques incitatives.
- 52 Plusieurs études montrent que l'Argentine dispose d'un des plus grands potentiels éoliens *on-shore* de la planète : plus de 70 % de son territoire continental présente une qualité de vents suffisante pour la production d'électricité avec des facteurs d'utilisation bien au-dessus de la moyenne mondiale. (Villalonga, 2013 ; Secretaría de Energía República Argentina, 2009) La région de la Patagonie tout particulièrement bénéficie d'une intensité et d'une régularité de vents qui la rendent unique parmi les sites *on-shore*. Mais d'autres sites dans les régions Pampeana et Cuyo, qui se trouvent beaucoup plus proches des

grands centres de consommation, présentent des conditions très favorables. Le grand potentiel et les attentes générées depuis des années par le secteur éolien contrastent avec le maigre développement de cette filière jusqu'à présent.

- 53 Les premières politiques d'incitation en faveur des énergies éolienne et solaire ont été approuvées en 1998. Il s'agissait d'un système de tarifs *premium* avec un paiement additionnel au prix de marché pour chaque kWh d'énergie produit et injecté sur le marché national interconnecté. La loi prévoyait aussi des incitations fiscales. Un tel système a échoué, principalement à cause du gel des tarifs de l'électricité résultant de la forte dévaluation de la monnaie en 2002. En effet, le déséquilibre généré par les tarifs gelés face à des taux d'inflation en forte croissance a dénaturé la base de calcul de la subvention. Cela a donc dérivé vers un paiement insignifiant, rendant obsolète cette politique d'incitation.
- 54 En 2006, une nouvelle loi sur les énergies renouvelables a été approuvée. Elle a fixé l'objectif de 8 % de production électrique provenant de sources renouvelables (hors grande hydraulique) pour 2016. Pour atteindre cet objectif, la loi a instauré un nouveau système de *feed-in premium* et des exonérations fiscales applicables à toutes les NER. Contrairement à l'approche réglementaire adoptée par d'autres pays comme le Chili, l'objectif de 8 % dans la loi argentine était seulement indicatif, étant donné que « l'obligation » ne retombait sur aucun acteur en particulier et aucune sanction pour inaccomplissement n'avait été prévue. En outre, le gel des tarifs ainsi que l'inflation très élevée (autour de 20 %) rendaient très compliquée l'application de ce mécanisme qui n'a pas attiré l'intérêt des investisseurs.
- 55 En 2009, le gouvernement décida l'application d'un mécanisme d'appels d'offres, très similaire à celui du Brésil. À partir du nouveau programme de promotion appelé GENREN, des enchères concurrentielles pour incorporer 1 000 MW de puissance renouvelable au système électrique national ont été organisées. Ce montant était distribué parmi les différentes technologies de NER de la façon suivante : 500 MW d'énergie éolienne, 370 MW de biomasse, 60 MW de petites centrales hydrauliques, 30 MW de géothermie, 20 MW de solaire et 20 MW de biogaz. Le but principal du GENREN était d'augmenter la part des NER afin de réduire l'importation de combustibles fossiles (notamment du gaz destiné à produire de l'électricité). Comme bénéfices supplémentaires, le gouvernement avait annoncé une réduction des émissions équivalente à 3 millions de tonnes de CO₂ par an, la création de 8 000 nouveaux emplois et des investissements autour de 2 500 millions de dollars.
- 56 Dans le premier appel d'offres (2010), les projets déposés représentaient 1 436 MW de puissance totale, c'est-à-dire un chiffre 40 % supérieur à celui demandé, ce qui démontre le grand intérêt suscité par le programme. Finalement, des projets représentant 895 MW ont été adjugés, toujours avec des modules de production de 50 MW au maximum. Les entreprises adjudicataires ont signé des contrats à quinze ans avec des tarifs fixes en dollars ce qui, en principe, devait diminuer substantiellement le risque pour les investisseurs. Cependant, la plupart de ces projets n'ont pas encore réussi à être concrétisés. Selon l'information publiée par l'entreprise publique ENERSA, en septembre 2014, seulement sept projets étaient en fonctionnement, représentant 139 MW de puissance.
- 57 Le problème principal rencontré par les entreprises responsables des projets tient à l'impossibilité d'avoir accès à des sources de financement des investissements. D'abord,

au niveau macro-économique, le financement international des entreprises est directement affecté par le taux élevé de « risque pays » qui rend presque impossible l'accès aux crédits à des taux raisonnables. Ensuite, au niveau du secteur des NER, la plupart des entreprises participantes ne disposent pas des garanties exigées par les banques (Ainsi l'entreprise Cammesa – une compagnie contrôlée par l'État responsable des paiements des prix garantis – présente un bilan financier ne satisfaisant pas les garanties requises par les organismes financiers relatives à l'accomplissement des contrats signés dans le domaine du projet GENREN). Le manque de confiance s'est installé malgré l'existence de prix garantis par des contrats à 15 ans en dollars. Ainsi, seules les entreprises qui comptaient sur leurs fonds propres ont pu concrétiser les projets de NER (Aguilar, 2014).

- 58 L'expérience du programme GENREN montre que, malgré l'existence de technologies qui présentent des niveaux de prix compétitifs et l'implémentation d'instruments de promotion théoriquement bien conçus (*feed-in premium* et appels d'offres), ces conditions peuvent s'avérer insuffisantes pour assurer le déploiement des nouvelles énergies renouvelables dans des pays émergents. En effet, il existe des barrières à l'entrée spécifiques qui peuvent jouer un rôle dissuasif pour les investisseurs, déterminant *in fine* une mauvaise performance des politiques. Dans le cas étudié ici, ces barrières se traduisent essentiellement par l'impossibilité d'avoir accès au financement nécessaire pour concrétiser les investissements.
- 59 À la différence du Brésil, l'Argentine n'a appliqué aucun instrument spécifique pour corriger la défaillance des marchés pour financer ce type de projets. De plus, d'autres barrières d'ordre réglementaire devront être surmontées, notamment, la présence d'un acheteur unique (CAMMESA)¹⁴ ou encore le manque de réglementation du *net metering* afin que des micro-producteurs puissent injecter leur production dans le réseau. Finalement, il faut souligner que ces deux pays devront poursuivre les efforts d'élargissement et renforcement des réseaux de transport et de distribution électrique – ce qui peut conduire à revaloriser les approches régionales (voir aussi Artigas 2015).

Conclusion

- 60 Durant la dernière décennie, plusieurs pays en Amérique du Sud ont instauré des politiques actives de promotion des NER, au moyen de divers mécanismes incitatifs : exemptions fiscales, système de quotas négociables, tarifs garantis, tarifs premium, appel d'offres. Les résultats obtenus diffèrent et, dans ce sens, les expériences argentine et brésilienne fournissent des cas instructifs.
- 61 Le Brésil a fixé des objectifs ambitieux pour les NER dans le secteur électrique à l'horizon 2025-2030. En fin de parcours, les NER devraient représenter au moins 20 % de l'offre d'énergie. Si l'on considère également la filière grande hydraulique, en 2025, le Brésil prévoit un mix électrique basé sur près de 85 % d'énergie renouvelable. Après avoir connu des crises énergétiques et face à une demande toujours en croissance, l'objectif principal de la politique énergétique demeure la sécurité de l'approvisionnement. Dans ce cadre, les NER sont perçues comme une opportunité pour diversifier le mix électrique et diminuer la dépendance des hydrocarbures importés. Grâce à des conditions naturelles exceptionnelles, à la dynamique de baisse des coûts de production et aux politiques volontaristes, le « géant du Sud » se met en position pour accomplir ses objectifs.

- 62 L'avenir des NER dans le mix électrique argentin est plus incertain. L'hésitation du gouvernement concernant la politique énergétique, ainsi qu'un contexte financier défavorable constituent des éléments d'incertitude. L'expérience du programme GENREN en Argentine montre que, malgré l'implémentation de mécanismes d'incitation aux investissements théoriquement bien conçus, ceux-ci peuvent se révéler insuffisants pour assurer le déploiement des NER dans des pays émergents. En effet, ils nécessitent un ensemble de politiques associées en matière de régulation, de planification de court, moyen et long terme, d'accès au financement et d'éducation et diffusion d'information.
- 63 *In fine*, même si l'analyse de la transition énergétique concerne globalement tous les marchés de l'énergie, l'électricité apparaît comme un secteur clé. En effet, tous les scénarios internationaux de référence (AIE, POLES...) impliquant une haute pénétration des sources renouvelables s'appuient sur le rôle déterminant de l'électricité. Elle s'étend à d'autres usages finaux en même temps qu'elle se « décarbonise » en minorant la part des sources fossiles et en augmentant celle des NER. En outre, la transition énergétique dans les secteurs électriques d'Amérique latine relève d'enjeux et d'opportunités intrinsèquement liés au processus de développement de ces pays.

BIBLIOGRAPHIE

- Aguilar S., 2014, « La promoción de energías renovables en Argentina : el caso Genren », *Revista PUENTES ICTSD*, vol. 15, n° 5, p. 13-16.
- Artigas A., 2015 « L'insécurité énergétique en Amérique du Sud : développement des réseaux et intégration sectorielle entre le Pérou et le Chili », *Études du CERI*, n° 214.
- Batlle C., 2014, « Análisis del impacto del incremento de la generación de energía renovable no convencional en los sistemas eléctricos latinoamericanos : Herramientas y metodologías de evaluación del futuro de la operación, planificación y expansión », étude de la Banque interaméricaine de développement, 60 p.
- Batlle C., Barroso L.A., 2011, « Review of Support Schemes for Renewable Energy Sources in South America », CEEPR Working Paper 11-001, MIT Energy Initiative, 9 p.
- Bersalli *et al.*, 2015, « Naturaleza en Movimiento : Políticas de promoción para las nuevas energías renovables », *Integración y Comercio*, n° 39.
- Broggio C. *et al.*, 2014, « Le défi de la transition énergétique en Amazonie brésilienne », *Vertigo* – la revue électronique en sciences de l'environnement, vol. 14, n° 3, DOI : 10.4000/vertigo.15490.
- Buclet N., 2014, « L'économie de fonctionnalité entre éco-conception et territoire : une typologie », *Développement durable et territoires* (en ligne), vol. 5, n° 1, <http://developpementdurable.revues.org/10134>, DOI :10.4000/developpementdurable.10134.
- Deshaies M., 2014, « Ambiguïtés et limites de la transition énergétique en Allemagne », *Vertigo* – la revue électronique en sciences de l'environnement, vol. 14, n° 3, DOI : 10.4000/vertigo.15515.

- Folchi M., Rubio M., 2006, « El consumo de energía fósil y la especificidad de la transición energética en América Latina, 1900-1930 », colloque *III Simposio Latinoamericano y Caribeño de Historia Ambiental*, Carmona, Séville, Espagne.
- Fouquet R., 2015, « Lessons from energy History for Climate Policy », CCCEP Working paper 235, Grantham Research Institute.
- Huenteler J., Niebuhr C., Schmidt T., 2014, « The effect of local and global learning on the cost of renewable energy in developing countries », *Journal of Cleaner Production*, doi :10.1016/j.jclepro.2014.06.056.
- IEA/OECD, 2015, « Energy and Climate change. WEO Special Report », Paris.
- IEA/OECD, 2014, « World Energy Outlook », Paris.
- IPCC (GIEC), 2012, « Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation », Cambridge University Press.
- IRENA, 2013, « Renewable Energy and Jobs », International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- IRENA, 2015, « Renewable power generation costs 2014 », International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- Jac obs D., Marzolf N., Paredes J.R., Rickerson W., Flynn H., Becker-Birck C., Solano-Peralta M., 2013, « Analysis of renewable energy incentives in the Latin America and Caribbean region : The feed-in tariff case », *Energy Policy*, vol. 60, p. 601-610. DOI :10.1016/j.enpol.2012.09.024.
- Lamy M.-L., 2004, *Efficacité des politiques environnementales d'incitation à l'adoption de nouvelles techniques : le cas des énergies renouvelables*, thèse de doctorat, sciences économiques, Université Grenoble Alpes, 348 p.
- Lejoux P., Ortar N., 2014, « La transition énergétique : vrais enjeux, faux départs ? » SHS Web of Conferences 9, 01001. DOI :10.1051/shsconf/20140901001.
- Lokey E., 2009, « Barriers to clean development mechanism renewable energy projects in Mexico », *Renewable Energy*, vol. 34, p. 504-508. DOI :10.1016/j.renene.2008.06.004.
- Miraglia S., Saldiva P., & Böhm 2005, « An Evaluation of Air Pollution Health Impacts and Costs in São Paulo, Brazil », *Environmental Management*, vol. 35, n°5, p. 667-676.
- Moreno R., Barroso L.A., Rudnick H., Mocarquer S., Bezerra B., 2010, « Auction approaches of long-term contracts to ensure generation investment in electricity markets : Lessons from the Brazilian and Chilean experiences », *Energy Policy*, vol. 38, p. 5758-5769, DOI :10.1016/j.enpol.2010.05.026.
- Nasirov S., Silva C., Agostini C., 2015, « Investors' Perspectives on Barriers to the Deployment of Renewable Energy Sources in Chile », revue *Énergies* 2015, vol. 8, p. 3794-3814, DOI :10.3390/en8053794.
- O'Connor P.A., 2010, « Energy Transitions » (Working papers), *The Pardee Papers*, Boston University.
- Recalde M. Y., Bouille D. H., Girardin L. O., 2015, « Limitaciones para el desarrollo de las energías renovables en Argentina », *Problemas del Desarrollo*, vol. 46, n° 183, p. 89-115.
- Quenan C., Velut S., 2015, *Les enjeux du développement en Amérique latine - Dynamiques socio-économiques et politiques publiques*, Institut des Amériques/AFD, Paris.

Schmidt J., Cancellata R., & Pereira Jr. A. O., 2016, « The role of wind power and solar PV in reducing risks in the Brazilian hydro-thermal power system », *Energy*, vol. 115, partie 3, 1748-1757, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.03.059>.

Secretaría de Energía de la República Argentina, 2009, « Energías renovables : diagnóstico, barreras y propuestas ».

Simas M., Pacca S., 2014, « Assessing employment in renewable energy technologies : A case study for wind power in Brazil », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n° 31, p. 83-90, <http://doi.org/10.1016/j.rser.2013.11.046>.

SDSN et IDDRI, 2014, « Pathways to deep decarbonisation », 2014 report.

Vergara W., Alatorre C., Alves L., 2013, « Repensemos nuestro futuro energético. Un documento de discusión sobre energía renovable para el Foro Regional 3GFLAC », Banque interaméricaine de développement.

Villalonga J. C., 2013, « Energías renovables : ¿Por qué debería ser prioritario cumplir el objetivo del 8 % al 2016 ? », rapport de la Fundación AVINA Argentina.

NOTES

1. Consulter Lokey, 2009 ; Nasirov *et al.*, 2015.
2. Consulter Jacobs *et al.*, 2013.
3. Notons que l'argument d'une substitution est contestable puisque dans le bilan d'un grand nombre de pays, historiquement certaines sources d'énergies ne sont pas substituées, mais ajoutées dans le bilan. Ainsi, bien qu'à long terme une substitution totale soit inexorable (dû au caractère non renouvelable des hydrocarbures), la mesure dans laquelle les NER vont se substituer ou s'ajouter aux fossiles dans les décennies à venir demeure une question ouverte, notamment dans les pays où la consommation énergétique augmente.
4. Consulter IPCC, 2012 et Buclet, 2014.
5. Le qualificatif « dynamique » fait référence à l'incertitude sur la performance future des technologies renouvelables qui se trouvent dans différentes étapes de leurs courbes d'apprentissage et qui feront évoluer le mix en faveur de l'une ou de l'autre des NER.
6. L'IDH du Brésil était de 0,755 en 2014 et celui de l'Argentine de 0,836.
7. Elle consiste à rapporter la consommation énergétique à une « structure-type » du PIB, afin d'isoler l'effet du changement de structure du PIB sur l'efficacité énergétique d'un pays.
8. L'étude de Schmidt *et al.* (2016) analyse en profondeur la question de la complémentarité entre l'hydroélectricité et les NER au Brésil.
9. Le LCOE (*Levelized Cost of Energy*).
10. Pour un panorama des différentes politiques de promotion des NER en Amérique latine, voir Bersalli *et al.* (2015).
11. Sans compter la filière « petite hydraulique », déjà incluse en « hydraulique ».
12. En effet, après avoir subi une grave crise énergétique en 2001, le Brésil a décidé de changer son modèle de régulation du marché électrique. Après trois ans de concertation, une nouvelle réglementation du secteur de l'énergie fut adoptée en mars 2004.
13. D'après les données de Frankfurt School-UNEP Centre (2015) la BNDES a été le leader mondial en financement aux renouvelables avec 1,5 milliard de dollars en 2013 et 2,7 milliards en 2014.
14. La loi n° 27.191 d'octobre 2015 corrige en partie ce problème en autorisant les contrats directs entre les producteurs de NER et les grands consommateurs d'électricité.

RÉSUMÉS

La transition énergétique dans les secteurs électriques d'Amérique du Sud est confrontée à des enjeux et des opportunités intrinsèquement liés au processus de développement des pays. Alors que la question de l'accès à l'électricité et la sécurité de l'approvisionnement demeurent des objectifs centraux, une nouvelle dimension des politiques réside dans la prise en compte du défi climatique et des émissions de CO₂. La notion dynamique de soutenabilité implique la recherche d'un équilibre entre ces objectifs qui peuvent donc s'avérer à la fois complémentaires et contradictoires. Plusieurs pays du sous-continent ont instauré des politiques de promotion des NER nouvelles énergies renouvelables (NER), au moyen de mécanismes incitatifs : système de quotas négociables, tarifs garantis, appel d'offres, etc. Les résultats obtenus sont contrastés et l'analyse des expériences argentine et brésilienne fournit des cas instructifs.

In South America a possible energy transition in the electrical sector is currently facing both major challenges and opportunities : they are strongly determined by the domestic contexts of countries' development. National priorities such as access to electricity for households and security of supply are paramount but a new dimension of energy policy derives from the increasing importance of the climate change issues. Sustainability, as a dynamic concept, aims at finding a balance between goals that can complement or sometimes contradict each other. Over the past decade, several countries have actively promoted new renewable sources of electricity, through various incentive mechanisms : tradable quota system, feed-in tariff, bidding, etc. The results differ according to countries and two cases, Argentina and Brazil, present thought-provoking experiences. This paper first explores the energy transition notion and its implication for socio economic development in South American countries. Then, different objectives and possible negative effects of renewable energy development are analysed. Finally, the article focuses on renewable electricity policies in two selected countries, their scope, tools and effectiveness.

INDEX

Keywords : renewable energy, energy transition, sustainable development, South America, energy policy assessment, power sector

Mots-clés : énergies renouvelables, transition énergétique, développement durable, Amérique du Sud, évaluation de politiques énergétiques, secteur électrique

AUTEURS

GERMÁN BERSALLI

Germán Bersalli est doctorant en dernière année en sciences économiques. Il étudie les problèmes liés à l'énergie, l'environnement et le développement. Il s'intéresse notamment à l'évaluation des politiques énergétiques pour la promotion des ENR dans les pays émergents et en

développement. Il a publié dans des revues en Amérique latine et en Europe. Université Grenoble Alpes, CNRS, GAEL, german-ariel.bersalli@univ-grenoble-alpes.fr

JEAN-CHRISTOPHE SIMON

Jean-Christophe Simon Économiste, chercheur à l'IRD. Il a travaillé sur les politiques « énergie-climat » des pays en développement, et notamment sur la transition énergétique dans les pays émergents. IRD & CNRS, GAEL, jean-christophe.simon@univ-grenoble-alpes.fr