

## Le défi de la transition énergétique en Amazonie brésilienne

Céline Broggio, Marcio Cataia, Martine Droulers and Sébastien Velut

Volume 14, Number 3, December 2014

Transition énergétique : contexte, enjeux et possibilités

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1034936ar>

[See table of contents](#)

### Publisher(s)

Université du Québec à Montréal  
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (digital)

[Explore this journal](#)

### Cite this article

Broggio, C., Cataia, M., Droulers, M. & Velut, S. (2014). Le défi de la transition énergétique en Amazonie brésilienne. *VertigO*, 14(3).

### Article abstract

This article intends to study the energy transition in Brazilian Amazonia, region for a long time isolated, late of development, but with real potentialities. The energy transition is there correlated to the specificities of this territory, in a process of inclusion within the national economy of a Brazil proud of its large proportion of renewable energies which intends to diversify its energy balance. The case of the State of the Pará, in oriental Amazonia, can be considered as "monohydroelectric " oriented. It differs from the case of the State of Amazonas which tends to an energy mix. The energy transition is understood here as a process of development by which a society rapidly growing and expanding, as the Brazilian, resolves its shortages of energy resources taking into consideration climatic impacts; more specifically in Amazonia, where the environmental issue stays in the center of policies of territorial development and in particular as far as the hydroelectric potential is concerned. We try here an approach of those paradoxes.



Céline Broggio, Marcio Cataia, Martine Droulers et Sébastien Velut

# Le défi de la transition énergétique en Amazonie brésilienne

## Introduction

- 1 Focalisé sur des objectifs de développement économique et d'exploitation de ses immenses ressources, le Brésil n'a pas explicitement mis à son *agenda* la transition énergétique. La question de l'énergie est prise en compte dans les politiques publiques sous l'angle de l'accroissement de l'offre de toutes natures et de l'interconnexion des réseaux électriques. Or, la forte croissance de l'économie et de la demande d'énergie, ainsi que la montée des énergies renouvelables à l'échelle nationale placent pourtant le Brésil sur une trajectoire de transition. Qui plus est, par rapport à des objectifs globaux d'évolution vers des modèles énergétiques bas carbone durables, l'évolution des pays émergents constitue une variable fondamentale, car c'est là que pourraient être réduites des émissions de gaz à effet de serre et trouvées des solutions technologiques innovantes.
- 2 Toutefois, la transition énergétique contemporaine est loin d'être uniforme, tant sur le plan conceptuel que sur celui de sa mise en œuvre. Elle apparaît en Europe comme un projet porté par la Commission européenne (Union européenne, 2011) et décliné différemment par les États. En effet, certains auteurs soulignent que les modalités des transitions énergétiques sont fortement corrélées avec les caractéristiques spécifiques des territoires où elles se produisent (Bridge et al., 2013). La nature des ressources dont ils disposent, les demandes des populations et des activités, la sensibilité de leurs environnements et les modes de gouvernance viennent infléchir les modalités des transitions (Jaglin et Verdeil, 2013; Schapira et Velut, 2013).
- 3 De ce point de vue, l'Amazonie représente un défi à de multiples égards. L'ampleur des chantiers d'infrastructures, les distances et la dispersion des installations et du peuplement, la vulnérabilité environnementale et sociale des écosystèmes et sociosystèmes fluviaux contraignent les transitions énergétiques. Ainsi, alors que la transition énergétique pourrait se comprendre comme une substitution de ressources renouvelables à des non renouvelables et un raccourcissement du circuit entre la production de l'énergie et sa consommation, la situation amazonienne se révèle paradoxale à ces deux égards.
- 4 Du point de vue du critère de proximité entre production et consommation, on observe que la mise en œuvre de l'ambitieux programme d'équipement hydroélectrique est motivée en priorité par la volonté d'inclusion de la production régionale au système national, davantage que par la satisfaction des besoins locaux. Outre l'augmentation de l'offre d'énergie à l'échelle du pays, l'objectif est aussi de réguler la continuité de la production tout au long de l'année par la complémentarité saisonnière des débits. Cette option alimente ainsi, au nom même de la durabilité, les oppositions aux barrages de certains segments de la société civile au motif que ce surcroît de production aurait un coût environnemental trop élevé, auquel s'ajouteraient encore d'autres conséquences sur les modes de vie des populations riveraines (Ministerio de Minas E Energia, 2011).
- 5 Dans ce contexte, on observe à l'inverse un renouveau de la filière des hydrocarbures, qui ne répond certes pas au critère de renouvelabilité, mais qui s'est profondément modernisée au cours de la dernière décennie et présente l'avantage de la proximité. Cette production a également fortement amélioré sa performance environnementale par la récupération du gaz lié à l'exploitation pétrolière. Elle peut compter aussi sur le gazoduc récemment mis en utilisation pour desservir la métropole de Manaus. L'efficacité augmentée de la filière hydrocarbure, avec l'utilisation du gaz naturel en substitution du diesel, peut-elle donc s'imposer comme une stratégie plus efficace que le développement des renouvelables (éolien, solaire) qui peinent (même la biomasse) à s'affirmer comme des alternatives crédibles? (Petrobras, 2013)
- 6 On sait que le cas du Brésil est bien spécifique, sur le plan international, par la part déjà très élevée des énergies renouvelables (plus de 45 %). Son potentiel eau, terre, soleil, vent en font aujourd'hui l'un des principaux acteurs du commerce mondial des renouvelables, un *player of*

*biotrade* selon l'expression diffusée par les Nations Unies (UNCTAD, 2010). Le pays entend donc, sur le plan national, conforter cette performance et ce secteur d'activité.

7 Toutefois, si la transition énergétique représente bien une démarche engageant les acteurs publics et privés, leurs objectifs peuvent se traduire différemment en fonction des environnements régionaux. Dans le cas de la transition énergétique amazonienne, une distance s'observe ainsi entre les perspectives nationales et régionales. Les priorités de la transition énergétique s'interprètent-elles différemment à ces deux échelles? Pour autant, l'Amazonie brésilienne ne saurait être considérée elle-même comme un tout. Des différenciations internes s'y dessinent encore, favorisées par la décentralisation des pouvoirs et la géohistoire de chacun des territoires qui la composent, diversifiant les choix en matière énergétique à une échelle encore plus fine. Nous parlons à ce propos d'une transition d'inclusion qui comporte à la fois une plus grande interconnexion aux réseaux des états amazoniens et un élargissement de l'accès à l'énergie au plus grand nombre.

8 Nous nous attacherons ici plus spécifiquement au cas des deux plus vastes États amazoniens, le Pará et l'Amazonas qui connaissent des trajectoires énergétiques nettement différenciées. L'État du Pará est caractérisé par une inclusion précoce sur les plans industriel et énergétique, selon un modèle que l'on pourrait qualifier de « monohydroélectrique intégré »; l'État d'Amazonas, au contraire, a connu une situation longtemps isolée sur le plan énergétique, disjointe des étapes de son inclusion productive à la nation. Il en est donc résulté un parcours que l'on pourrait qualifier de « *mix* énergétique localisé à dominante d'hydrocarbures ».

## La transition énergétique en Amazonie, quels défis?

9 Les enjeux socio-économiques et environnementaux d'une transition énergétique d'inclusion se déclinent à plusieurs échelles. En premier lieu, à l'échelle continentale dans le cadre de l'intégration sud-américaine et de la mise en place des nouveaux réseaux et flux énergétiques d'échanges entre les pays. En second lieu à l'échelle d'un pays qui présente, dans son bilan énergétique, une part élevée d'énergies renouvelables, performance difficile à préserver dans un contexte de forte croissance de la demande en énergie de la part des ménages et des activités. En troisième lieu à l'échelle de l'Amazonie, région aux potentiels multiples, qui produit aujourd'hui 12 % de l'électricité d'origine hydraulique du Brésil et devrait en fournir, selon certaines estimations, 25 % en 2020<sup>1</sup> affirmant ainsi son rôle dans la nation. Le développement du système énergétique amazonien constitue ainsi un élément clé du programme d'accélération de la croissance impulsé par le gouvernement brésilien et un grand enjeu d'intégration nationale. Enfin, à une échelle plus fine, on observe que la transition énergétique se décline diversement selon les sous-ensembles régionaux amazoniens et les jeux d'acteurs qui s'y déploient et engagent les choix publics.

10 Aujourd'hui, plus qu'une simple orientation vers une économie décarbonnée telle que la souhaite la communauté internationale, la transition énergétique amazonienne pourrait être plutôt qualifiée de transition d'inclusion dans le sens où elle participe directement du processus de développement et d'intégration régionale (Pires do Rio, 2013). L'enjeu de ce processus peut être défini comme celui du passage d'un développement régional jusqu'alors à la fois isolé et dépendant à une forme de développement caractérisée en même temps par plus d'intégration et plus d'autonomie et de poids de la région au sein de l'ensemble national. Le Brésil, en pleine croissance économique, voit en effet sa consommation électrique augmenter de 4 % par an en moyenne depuis 30 ans, ce qui le place depuis 2011 au niveau d'un pays comme la France (450 TWh).

11 En Amazonie, où la question environnementale est installée, plus qu'ailleurs, au cœur des politiques d'aménagement du territoire, la transition énergétique se pose nécessairement en des termes renouvelés. Les tensions entre développement et protection (Droulers, 2008) y sont fortes et remettent aussi bien le territoire que les temporalités au cœur de la problématique, à l'échelle de l'ensemble de la région comme à celle de ses sous-ensembles. De fait, si la contrainte environnementale constitue une problématique commune à tous les États amazoniens, permettant d'aborder les enjeux de la transition énergétique en Amazonie comme une problématique globale, la manière dont chacun des États qui la constituent aborde la

question se traduit cependant par des choix substantiellement différents, et cela, du fait de leur trajectoire énergétique antérieure.

12 En termes de secteurs énergétiques :

- la production d'hydrocarbures n'est pas importante en Amazonie, mais elle compte pour l'Amazonas;
- les renouvelables ne pèsent pas encore de manière significative, malgré les tentatives répétées. Il s'agit essentiellement de la biomasse (importante pour l'industrie de la fonte) et, secondairement, du solaire; pas d'éolien;
- l'hydroélectricité constitue le grand dossier d'actualité et en termes de potentiel de développement, mais c'est une option controversée.

13 Le système électrique de l'Amazonie a été conçu à une époque et selon un type de disposition spatiale qui ont conduit à une pulvérisation des entreprises de production d'électricité en petites usines thermiques faites de machines à vapeur, turbines ou moteur à combustion formant ce qui fut appelé un « système isolé ». Les générateurs, de taille variée, produisent leur propre énergie à partir d'huile, de diesel, de charbon végétal, de biomasse ou de petite hydraulique. Peu capables de stocker, ils fonctionnent rarement en continu.

### **D'une Amazonie dépendante et isolée...**

14 Région longtemps isolée du reste du pays, de par sa géohistoire et les difficultés de communication, l'Amazonie n'a principalement connu, jusqu'au dernier tiers du 20<sup>e</sup> siècle, que des processus de développement ponctuels, en forme d'archipel, qui ont longtemps ralenti son intégration nationale et continentale; elle entre cependant, au 21<sup>e</sup> siècle, dans des processus désormais accélérés d'inclusion et de modernisation, notamment énergétique.

15 Les grands projets d'aménagement remontent, à cet égard, à la vision géopolitique des militaires des années 1970 (Foucher, 1974) et la pièce la plus significative en fut l'édification de la puissante usine hydroélectrique de Tucuruí sur le fleuve Tocantins en Amazonie orientale, mise en eau en 1984.

16 Sous le gouvernement des militaires, entre 1969 et 1972, des travaux d'inventaire avaient été entrepris sous la coordination du Comité des études énergétiques en Amazonie (*Estudos energéticos na Amazonia* - ENERAM), subordonné au ministère des Mines et de l'Énergie (MME). Les nombreuses informations recueillies indiquaient que beaucoup de fleuves amazoniens étaient propices à l'équipement hydroélectrique, à une distance de 200 km du grand fleuve, là où se situent des dénivelés et des enrochements profonds, et cela contrairement à une croyance répandue à l'époque de l'impossibilité d'équiper des fleuves amazoniens.

17 À partir de là, une technobureaucratie nationale a été mise en place à Brasília. L'ELETRONORTE (Centrales électriques du Nord), subordonnée à l'ELETROBRAS, le holding national, est créée le 14 novembre 1972 pour coordonner le programme d'énergie électrique de la région amazonienne, y construire et y gérer des centrales ainsi que le système de transmission de la région<sup>2</sup>. À cette époque de forte croissance économique, deux préoccupations dominent : l'approvisionnement des villes-capitales et la fourniture d'énergie à bon marché à de grandes industries, essentiellement d'aluminium<sup>3</sup> dans le contexte d'un marché mondial de l'aluminium en pleine expansion.

18 Le rôle de l'ELETROBRAS dans le développement du Brésil se trouve encore renforcé sous la présidence du général Geisel dans le cadre du II<sup>o</sup> Plan national de développement (PND 1975-79), vaste plan d'aménagement du territoire qui insiste sur l'importance des grands équipements pour éviter une possible crise énergétique. Le grand plan de développement de la région amazonienne a ainsi été concocté au niveau fédéral.

19 Si la première mission d'ELETRONORTE a été d'achever la centrale de Coaracy Nunes (commencée en 1956) sur le fleuve Araguari en Amapá qui entra en opération en 1975 avec 40 MW devenant ainsi la première centrale hydroélectrique d'Amazonie, les missions suivantes furent d'une tout autre ampleur. Il s'est agi d'équiper les rapides d'Itaboca, sur le fleuve Tocantins, dans un site de bon enrochement totalisant un dénivelé de 63 mètres entre les localités de Tucuruí et Marabá dans la partie orientale du Pará. Le fleuve Tocantins, large de 1850 mètres y avait un débit moyen de 9200 m<sup>3</sup>/sec; le turbinage pouvait produire jusqu'à

400 MW par turbines, avec onze turbines pour la première tranche (1984), et onze autres pour la seconde (2007). L'impact régional d'un tel barrage fut immense; il allait affecter une zone estimée à 800 000 ha dans laquelle 15 600 personnes furent recensées en 1975, et l'annonce de l'ouverture du chantier fit, en quelques années, doubler cette population.

20 La troisième mission concerne les barrages de la haute Amazonie où, pour approvisionner les capitales, la solution des centrales hydroélectriques avait été retenue. Samuel (217 MW) sur le fleuve Jamari à 50 km de Porto Velho et Balbina (250 MW) sur le fleuve Uatumã à 180 km de Manaus. Ces deux centrales moyennes ont commencé à produire de l'électricité en 1989. Cependant, les emplacements avaient été mal choisis, la topographie trop plane a entraîné l'enneigement de vastes zones forestières avec des lacs de barrages aux dimensions gigantesques, 900 km<sup>2</sup> à Samuel et 2300 km<sup>2</sup> à Balbina<sup>4</sup>. De plus, le dénivelé et le débit peu importants ne donnaient pas une grande puissance aux usines.

21 Ces deux barrages, souvent présentés comme une suite d'erreurs techniques (Fearnside, 2005), coûtèrent cher et très vite n'ont plus satisfait les besoins régionaux; ils devinrent l'emblème du rejet des grands aménagements en Amazonie. Ils étaient les fruits d'opérations insuffisamment planifiées, sans doute par méconnaissance du milieu amazonien, sans concertation locale et, à l'époque sans prise en considération suffisante des impacts socio-environnementaux : atteintes aux aires indigènes, dégâts hydriques et forestiers... De fait la prédominance de la volonté développementaliste de l'État brésilien qui était fondée sur les grands objectifs de l'intégration nationale et d'un aménagement centralisé du territoire, correspondant au mouvement que Bertha Becker appelait « la forme contemporaine de l'affirmation de l'État national et la transnationalisation des entreprises publiques » (Becker, 1990).

22 Le développement de l'Amazonie apparaît, dès l'origine, largement dépendant des décisions fédérales. Pourtant, son réseau électrique ne sera connecté au système national que dans la partie orientale, les deux tiers restant en système isolé, plus coûteux et qui reçoit des compensations fédérales. L'extension de la modernisation suppose aujourd'hui davantage d'inclusion.

### **... à une Amazonie autonome et intégrée**

23 Dans les années 2000, selon les plans sectoriels énergétiques à long terme, l'Amazonie redevient la zone prioritaire des grands aménagements hydroélectriques, mais aussi d'insertion du gaz naturel d'Urucu dans les bilans énergétiques régional et national (Lemos, 2010). Après la grande époque des grands chantiers d'aménagement des années 1970, succède celle du milieu des années 2000 avec la relance de la construction des barrages hydroélectriques, des lignes à haute tension, mais aussi des gazoducs, des plantations pour la production de biocarburants, d'énergie solaire afin de diversifier, d'autonomiser et d'intégrer les bilans énergétiques des États amazoniens.

24 L'Amazonie cesse progressivement d'être un système isolé, s'intègre, répond aux normes du réseau national avec une consommation électrique en forte hausse. Le réseau électrique atteint d'une part Belém à l'est et l'État du Rondônia à l'ouest. Selon les données de l'opérateur national du système électrique brésilien (ONS), la consommation de la région Nord s'est élevée en novembre 2012 à 5200 MWh sur les 65 000 MWh consommés dans le pays, soit 8 %, ce qui correspond à la part de la région Nord dans le PIB, tandis que le Sud-est et le Centre-Ouest totalisent 38 930 MW et le Nordeste et le Sud 10 000 MW chacun. L'augmentation de 6,6 % par rapport au même mois de l'année précédente, est plus élevée que celle des autres régions du pays. Dans une Amazonie fort dynamique en production et consommation d'électricité, chaque État adapte, diversifie et autonomise son bilan énergétique (Empresa De Pesquisa Energética, 2012).

25 La définition d'une matrice énergétique adaptée à la région amazonienne et intégrée au reste du pays est reposée dans un contexte tendu de forte croissance et de relance contestée des programmes de construction de centrales hydroélectriques. Car, si la production d'électricité d'origine hydroélectrique est souvent considérée comme « propre » sur le plan des émissions de gaz à effet de serre<sup>5</sup>, ses impacts sur l'environnement sont forts, affectant en particulier les équilibres biologiques des cours d'eau. Convient-il de la développer dans le milieu amazonien?

Malgré les oppositions, après 20 ans d'arrêt, le gouvernement brésilien a pris l'option d'une relance de la construction des grands barrages, mais les États amazoniens, chacun à leur manière, essaient de peser pour une diversification de leur matrice énergétique.

## Pará et Amazonas, deux chemins de transition différents

- 26 Le Pará et l'Amazonas, les deux plus grands États amazoniens du Brésil sont engagés dans une transition vers des énergies plus propres et des systèmes plus efficaces, mais ils le sont par des voies différentes. Les enjeux de la transition énergétique en Amazonie sont liés principalement à l'abondance et à la régularité de la ressource en eau, au défi de satisfaire une demande locale croissante des ménages et des secteurs d'activités (industries, commerces, services et transports), d'apporter une participation énergétique à l'autonomie de l'ensemble du pays, de réduire les inégalités sociales locales en fournissant un accès à l'énergie, en particulier à l'électricité, à des populations rurales très dispersées et urbaines très étalées et encore souvent en situation de précarité énergétique, le tout en minimisant les coûts et les impacts environnementaux sur des espaces naturels largement protégés.
- 27 Cette problématique et ces « contraintes » sont communes aux deux États; pourtant, leur situation diffère nettement par leurs trajectoires respectives depuis trente ans<sup>6</sup>.

### D'un Pará au modèle « monohydroélectrique » sous tension...

- 28 L'État du Pará, qui connaît depuis 30 ans une orientation vers l'hydroélectricité, se distingue aujourd'hui par un bilan que l'on peut qualifier de « monohydroélectrique » dans ce domaine, avec 97 % de son électricité d'origine hydraulique. Cette orientation « vertueuse » et controversée est aujourd'hui remise en question. Alors que le gouvernement fédéral encourage la poursuite de cette orientation avec la construction d'une nouvelle unité de production de grande portée à Belo Monte, ce choix cristallise de vives oppositions au plan national et international. Parallèlement, les alternatives vers d'autres énergies renouvelables se révèlent encore peu probantes.
- 29 L'État du Pará (1,2 million de km<sup>2</sup> et 7 millions d'habitants) a bénéficié d'une intégration plus précoce que son voisin, l'Amazonas, au reste de la nation avec l'ouverture de la route Belém-Brasília dès le milieu des années 1960. Le Pará fait partie de cette Amazonie orientale dont l'équipement industriel date des années 1970. La construction du grand barrage de Tucuruí, déjà évoquée, y a été entreprise en lien avec l'installation de puissantes industries d'aluminium sur le territoire de l'État. Les choix énergétiques et le projet industriel sont ici étroitement liés dans le cadre d'une stratégie nationale volontaire.
- 30 Important fournisseur d'électricité pour les industries électro-intensives ainsi que pour les autres régions du pays, l'État du Pará jouit aujourd'hui du plus grand potentiel hydroélectrique national et produit actuellement les deux tiers de l'électricité hydraulique de l'Amazonie. Relié au réseau national, il alimente aussi les régions du Nordeste et du Sudeste du pays<sup>7</sup>. Depuis la mise en exploitation de la première tranche de la centrale de Tucuruí (3960 MW en 1984) le bilan électrique du Pará a été inversé passant de 72 % d'origine thermique à 96 % d'origine hydraulique, alors qu'au Brésil, la part de la production d'électricité d'origine hydraulique s'élevait en 2011 à 82 %, celle de la biomasse 6,6 % et du gaz naturel 4,4 % selon l'EPE.<sup>8</sup>
- 31 Le Pará peut-il infléchir aujourd'hui cette trajectoire en s'orientant vers d'autres renouvelables que l'hydroélectricité, contestée, alors que le système est placé sous la pression d'un taux de croissance élevé, supérieur à celui du Brésil (7,6 % pour le Pará contre 5 % pour l'ensemble du pays en 2012) et d'une augmentation rapide de la consommation électrique?<sup>9</sup>
- 32 Sur le plan social, la situation se caractérise aussi par de fortes attentes. Le Pará se distingue par une population encore très mobile et un grand nombre de ménages pauvres pour lequel l'État se doit de conduire une politique d'équipement du territoire afin de garantir l'accès à l'énergie et réduire la précarité. Sa consommation électrique est passée de 10 700 GWh en 2000 à 14 900 en 2008 et 16 650 en 2012 (plus que la consommation de l'Uruguay et de l'Équateur réunis). Le défi est d'assurer le service aux 7,7 millions d'habitants, dont le quart se trouve concentré à Belém, autant en zone rurale et le reste dans de petites et moyennes villes. Pour l'année 2011, plus de 30 000 logements supplémentaires, c'est-à-dire environ 150 000

personnes, ont eu accès à l'électricité en zones rurales et périurbaines par le programme « *Luz para todos* » (Lumière pour tous) dont l'objectif de 35 000 nouveaux logements connectés par an devait se poursuivre au même rythme durant les trois années suivantes.

33 La *Centrais Eletricas do Pará* (CELPA), entreprise qui assure la distribution et met en œuvre les objectifs des Pouvoirs publics, enregistre un nombre croissant de consommateurs, passé de 730 000 en 1998 à 1 761 500 en 2011 et à 1 836 000 en 2012, ce qui correspond à une consommation de 6322 GWh. Sur le plan spatial, 113 *municípios* (communes) sont désormais inclus dans l'interconnexion, tandis que 31 demeurent en système isolé, ce qui représente au total 107 000 km de lignes de distribution et 4000 km de lignes de transmission. Les milieux aquatiques et forestiers rendent difficiles et coûteux le développement et la maintenance des infrastructures, en particulier le passage des lignes électriques<sup>10</sup>.

34 Certains chercheurs soulignent que le Pará ne peut échapper aujourd'hui à la nécessité d'un processus de diversification de ses sources d'énergie (Borges et Zouain, 2010). En effet, il devrait se préparer à répondre à une variabilité croissante de l'offre d'électricité tout en œuvrant à la diminution des gaz à effet de serre et en respectant les principes de non-atteinte au milieu naturel. Au résultat, il s'agirait d'aller vers une diversification et de faire retomber la part de l'électricité d'origine hydraulique à 80 % pour augmenter les parts de la biomasse et du solaire. Toutefois, les résultats modestes enregistrés par les projets de biodiesel produit à partir de l'huile de palme et les limites rencontrées par le développement du solaire ne laissent guère d'alternative pour le moment.

35 Face à ces incertitudes et aux besoins, et dans un contexte de centralisation fédérale croissante de la politique énergétique, la logique du modèle du Pará semble donc s'orienter vers le renforcement de la spécialisation hydroélectrique. Les étapes annoncées en sont l'augmentation de la puissance de l'usine de Tucuruí et la mise en exploitation de la nouvelle usine de Belo Monte. La capacité productive de la centrale de Tucuruí, à 350 km au sud de Belém, qui s'élève aujourd'hui à 8400 MW pourra ainsi être augmentée dans l'avenir jusqu'à 11 000 MW afin de pouvoir traiter l'eau de trop-plein du déversoir durant la saison des pluies. Sur un site comparable de retombée du plateau central sur la plaine amazonienne, le barrage controversé de Belo Monte, sur le fleuve Xingú (93 m de dénivelé sur 180 km) produira à terme davantage encore que Tucuruí avec un rôle primordial pour alimenter l'interconnexion nationale. Le Pará joue ainsi un rôle central dans la distribution aux États voisins et dans l'intégration. Les lignes de transmission vers l'Amazonie ne cessent de s'étendre.

37 Dès 1985, l'électricité de Tucuruí atteint la région de Belém, puis en 1993 le sud-est, Redenção, et l'État du Tocantins contribuant à assurer l'approvisionnement de cet État nouvellement créé (1988) et de sa capitale Palmas. La ligne vers l'ouest, Tucuruí /Altamira puis Rurópolis sur la transamazonienne commencée en 1996 (*Tramoeste*) a été terminée trois ans plus tard, puis la ligne Tucuruí /Cameta de ELETRONORTE complétée par la ligne Moju / Tailândia de la CELPA.

38 Sur le plan de l'intégration nationale, l'ELETRONORTE se mobilise, à partir de 1997, pour la construction de l'interconnexion Nord/Sud, qui permet de relier le système du sud au système du nord via une ligne de 1000 km reliant Brasília (Samambaia) à Imperatriz avec une capacité de 600 MW. Ce qui est recherché est l'utilisation optimisée des réservoirs des barrages pour faire passer les excédents de production électrique du Nord - Nordeste au Sud - Sudeste et inversement, selon les saisons et les régimes des fleuves de chaque région.

39 Le choix de l'hydroélectricité, de plus, ne semble plus être seulement aujourd'hui celui du gouvernement fédéral. Les intérêts locaux sont aussi engagés. Très critiquée lors de la mise en eau du réservoir, l'infrastructure de Tucuruí révèle depuis ses effets positifs en termes de développement régional d'activités comme en termes de ressources pour les collectivités locales. La population du *município* de Tucuruí est passée de 10 000 à 100 000 habitants entre 1970 et 2010 et son PIB a été multiplié par mille sur la période de telle sorte qu'actuellement son PIB per capita se situe parmi les plus élevés du Pará.

40 Les *municípios* voisins, qui reçoivent la Compensation financière pour l'usage des ressources hydriques (*Compensação Financeira pelo Uso de Recursos Hídricos*- CFURH), suivent la même évolution. Le chantier de la centrale hydroélectrique a incontestablement fait croître

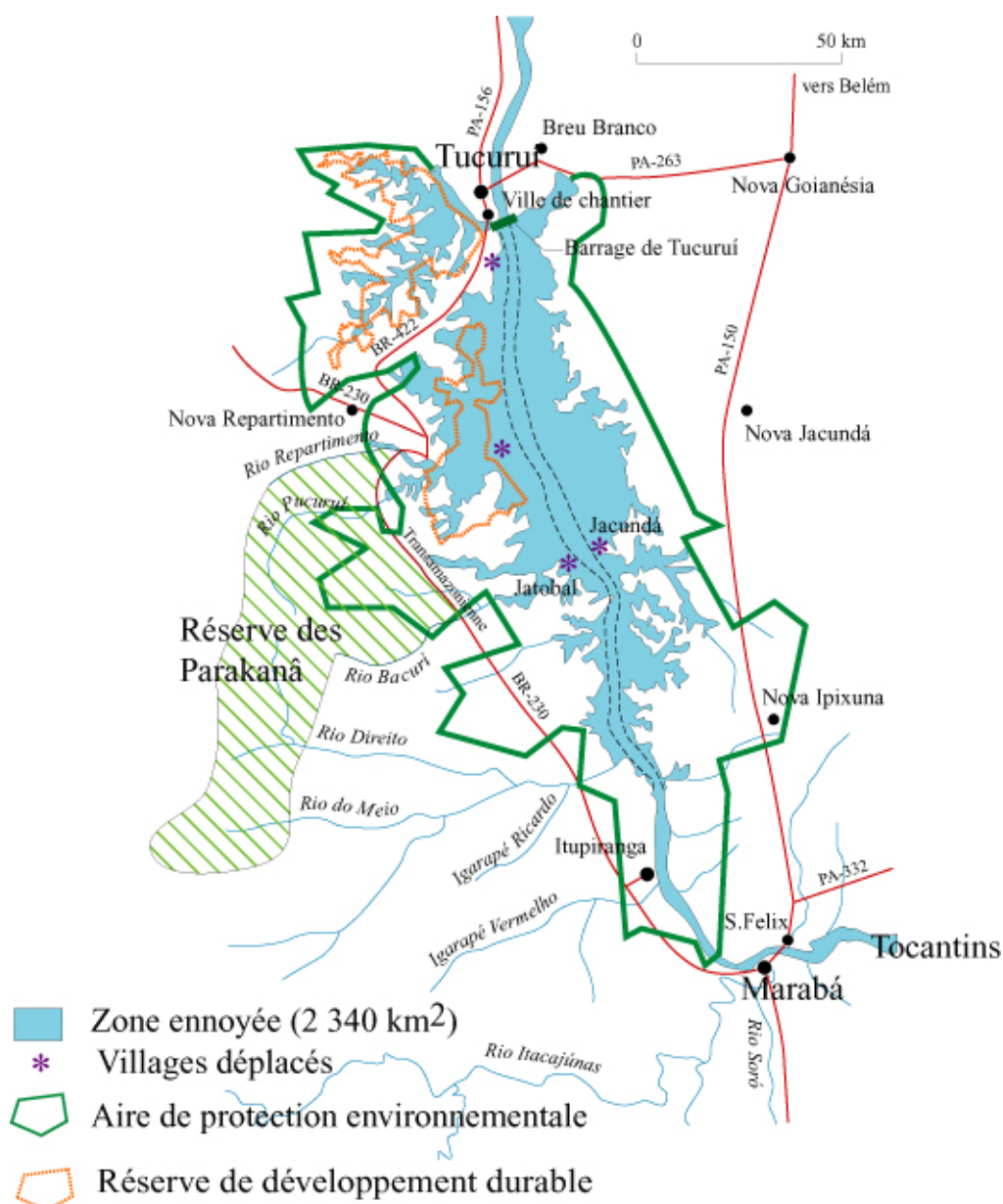
l'économie locale; il a aussi contribué à favoriser le processus de division municipale (augmentation du nombre des *municípios*), les élites locales cherchant ainsi à capter une part plus importante du Fonds destiné au fonctionnement des collectivités locales, le *Fundo de Participação dos Municípios*.

**Tableau 1. PIB municipaux - *municípios* voisins de Tucuruí qui reçoivent la Compensation financière pour l'usage des ressources hydriques (en R\$ de l'année 2000).**

| <i>Municípios</i> (dates de création)              | PIB 1996 | PIB 2000 | PIB 2009  |
|--|----------|----------|-----------|
| Tucuruí (1947)                                     | 95 056   | 421 239  | 1 047 967 |
| Itupiranga (1947)                                  | 41 888   | 48 245   | 90 935    |
| Jacundá (1947)                                     | 33 928   | 66 208   | 106 850   |
| <b>Nouveaux <i>municípios</i> créés après 1990</b> |          |          |           |
| Breu Branco (1991)                                 | 39 120   | 84 668   | 136 435   |
| Goianésia Do Pará (1991)                           | 22 925   | 34 958   | 61 631    |
| Novo Repartimento (1991)                           | 38 154   | 67 837   | 114 821   |
| Nova Ipixuna (1993)                                |          | 14 134   | 26 032    |

Source. IPEADATA

**Figure 1. Reconfiguration territoriale après le barrage de Tucuruí sur le Tocantins.**





Source. Droulers (2004)

- 41 La situation du Pará est donc bien particulière du fait de son insertion dans la politique industrielle de l'époque du « miracle économique » ce qui lui vaut une inclusion précoce dans l'économie nationale et dans la mondialisation par les filières de l'aluminium, de l'énergie, du fer, mais aussi du bois.
- 42 En conclusion, la production hydroélectrique du Pará apporte une contribution significative au bilan énergétique « vertueux » du Brésil en matière d'énergies présentées comme « propres » ou renouvelables au niveau de la politique nationale de développement durable. Mais la difficile compatibilité de ce choix avec les politiques de protection des populations locales traditionnelles et de respect des zonages de protection environnementale (voir figure 1) qui représentent une large part de la superficie de l'État, conduit à s'interroger sur les perspectives stratégiques à plus long terme de complément à l'énergie hydrique durant les mois secs. On note en effet que la dimension réduite des réservoirs, du fait des précautions prises pour limiter les impacts environnementaux, a pour conséquence paradoxale de rendre la « nouvelle hydroélectricité » plus aléatoire et de ne permettre que rarement aux ouvrages de produire à plein potentiel. La biomasse ou le solaire devraient alors être appelés comme sources complémentaires de production, mais ce sont pour le moment les usines thermoélectriques qui sont effectivement sollicitées pour faire face à ces aléas.

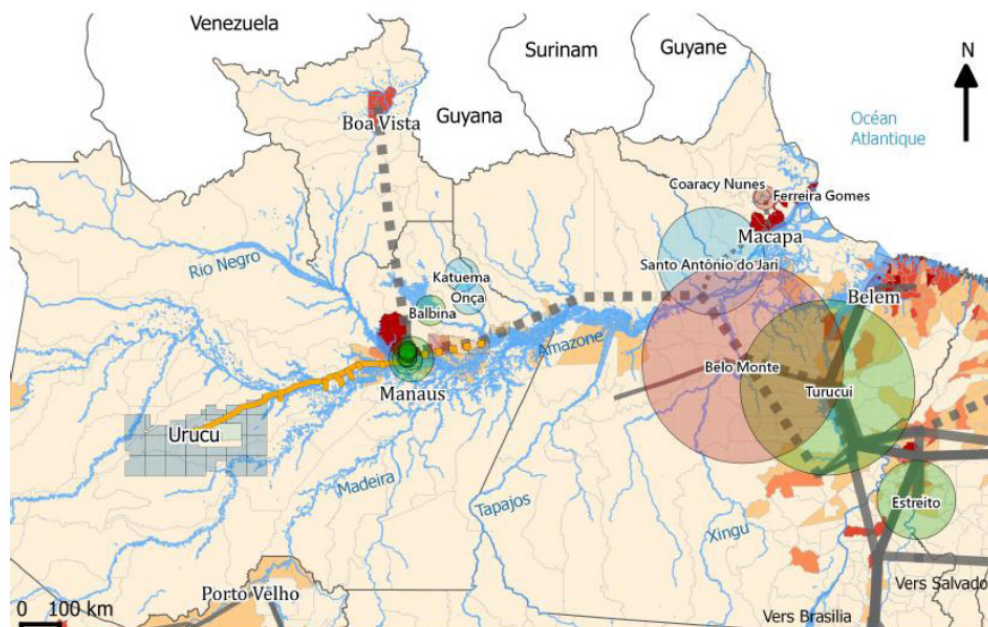
### ... À un Amazonas qui teste un modèle gazier paradoxal

- 43 Le cas de l'Amazonas est différent de celui du Pará. Cet État affiche, quant à lui, un bilan beaucoup plus diversifié, conséquence d'une situation prolongée « d'isolement » énergétique. Son bilan énergétique apparaît ainsi, au début de la décennie 2010, comme un *mix* de ressources locales comportant, outre l'hydroélectricité, la mise en valeur des réserves d'hydrocarbures de son sous-sol exploitées depuis la fin des années 1980 pour le pétrole, et depuis 2010 pour le gaz. On note aussi que la part de l'électricité thermique y est demeurée beaucoup plus élevée que dans le cas du Pará, jusqu'à l'interconnexion au Système intégré national (SIN) en 2013.
- 44 L'État d'Amazonas s'est ainsi longtemps caractérisé, et aujourd'hui encore, par un système électrique isolé du reste du Brésil, sans interconnexion, où toutes les villes et bourgades sont équipées de centrales thermiques au fioul selon un schéma de réponse d'urgence à la demande, sans critères de soutenabilité. Un tel modèle énergétique, conçu dans les années 1970, connaît à présent d'importantes évolutions vers une diversification vers des sources d'énergie propres et décentralisées avec pour enjeu à la fois de vaincre l'isolement des communautés rurales et de satisfaire les demandes de la métropole.
- 45 Cet État est, avec 1 559 000 km<sup>2</sup>, le plus vaste du Brésil et l'un des plus préservés d'Amazonie<sup>11</sup>, il est aussi le moins densément peuplé avec 3,2 millions d'habitants, en rattrapage de développement avec un PIB qui a doublé en sept ans, passant de 25 milliards de *Reais* en 2003 à 58 milliards de *Reais* en 2011. L'essentiel provient du district industriel de la zone franche de Manaus, métropole qui est passée de 300 000 habitants en 1970 à 2 millions en 2010 et où sont consommés les 2/3 de l'énergie.
- 46 Le bilan énergétique de l'État d'Amazonas, paradoxalement encore largement basé sur les énergies fossiles polluantes, est en passe de changer et de se diversifier avec l'arrivée de deux nouvelles interconnexions : un gazoduc et une ligne de transmission. Avec l'arrivée du premier (fin 2010), les usines thermoélectriques ont modifié leur source d'énergie passant du diesel au gaz naturel amazonien<sup>12</sup>, tandis que l'achèvement de la ligne à haute tension (500 kV) permet à Manaus, depuis la fin 2013, de recevoir l'énergie de Tucuruí et d'être connectée au système électrique national<sup>13</sup>, mettant fin à l'isolement dans lequel se trouvait cette métropole, situation jugée peu vertueuse sur le plan environnemental et financièrement coûteuse; la sortie de ce système représenterait une économie de 2 milliards de *Reais*.
- 47 Avec une demande électrique qui ne cesse d'augmenter et s'établit pour Manaus autour de 800 GWh, le gaz naturel représente désormais plus du tiers, l'hydraulique 20 %, tandis que la part du diesel diminue à 40 %. En zone rurale, le potentiel de consommation s'élève à 400 GWh, provenant de plusieurs centaines d'unités génératrices au diesel et de quelques

dizaines de petites hydrauliques PHE (7 % du total). Sur les 750 000 consommateurs recensés en 2012, 457 000 se trouvent à Manaus, tandis qu'on estime à 100 000 le nombre de familles encore non connectées). Il est prévu que sur le total des 62 *municípios*, 33 ne pourront être, à terme, connectés à cause d'un trop grand éloignement des lignes, 15 devaient l'être à partir de 2013 et 13 dans les années suivantes. Quant aux 3800 communautés rurales isolées, elles devront disposer de systèmes autonomes<sup>14</sup>.

48 L'État d'Amazonas présente la particularité d'avoir sur son sol une exploitation pétrolière à Coari, sur le site d'Urucu, depuis la fin des années 1980. Actuellement, la production moyenne de pétrole du gisement d'Urucu s'élève à 55 000 barils/jour, et celle de gaz naturel à 10 millions de m<sup>3</sup>/jour depuis qu'y a été construite la plus grande usine de traitement du gaz naturel du Brésil (UPGN) qui traite six millions de m<sup>3</sup>/jour ainsi que 1500 tonnes de GPL (voir figure 2). Manaus a été très tôt dotée d'une raffinerie de pétrole au bord du Rio Negro (1956) d'une capacité de 5000 b/j, à l'initiative du commerçant Isaac Sabba. L'entreprise, étatisée en 1971 par la Petrobras, produit actuellement 46 000 b/j. Le pétrole brut provient à 93 % du gisement d'Urucu. La raffinerie fournit du diesel pour tous les générateurs de la région Nord<sup>15</sup>, transporté par bateau<sup>16</sup>. Elle fabrique aussi de l'asphalte, du kérosène, de l'essence. Le gaz naturel, longtemps brûlé ou réinjecté, est désormais récupéré et transporté grâce au gazoduc de 650 km qui, après avoir traversé le Solimões et le Rio Negro, rejoint Manaus et permet aux usines thermiques de se mettre aux normes, de garantir un approvisionnement en énergie propre en abandonnant le fioul le plus polluant.

**Figure 2. Entre isolement géographique et besoin en énergie : la problématique de l’approvisionnement énergétique de la ville de Manaus.**



**Manaus, une ville isolée.**

Densité de population par municípe (hab/km<sup>2</sup>)

- 0 - 10
- 10 - 21
- 21 - 36
- 36 - 76
- 76 - 2861

(Discrétisation des classes par quantile)

Les lignes électriques (en KV)

- 230
- 500

**Son approvisionnement électrique historique.**

Les centrales thermiques à pétrole.  
(En potentiel de production électrique- PTKW)

- 552564
- 1008

Le barrage de Balbina  
250001

Sources: IBGE 2010, Ministério dos Transportes, Universidade Federal de Alfenas, Operador Nacional do Sistema Elétrico  
Conception et réalisation: Damien Rietz et Carla Coelho, 2013 avec QuantumGIS.

**Son approvisionnement électrique planifié**

1. Le gaz, une nouvelle source d'énergie fossile

- Ligne de gaz existante
- Ligne de gaz en projet

Parcelles gazières et dates d'assignation.

- 02-09-2002
- 12-01-2006
- 30-04-2009
- 30-06-2009

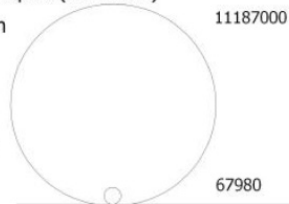
2. Relier la ville au réseau électrique existant.

Les lignes électriques planifiées (en KV)

- 240
- 500

Les centrales électriques ( en PTKW)

- En construction
- Planifiées
- Réalisées



Source. Rietz D. et Coelho C. (2013)

49 L’influence fédérale dans la gestion énergétique de cet État reste forte. À l’origine, la CEM (*Centrais Elétrica de Manaus*) avait mis en place une usine thermoélectrique de 31 MW, Maua1, site régulièrement modernisé et qui abrite toujours la plus importante usine électrique de la ville. Cette entreprise fut placée sous le contrôle d’ELETROBRAS qui créa d’autres usines si bien que la capacité de production passa à 350 MW dans les années 1980, tout en thermoélectrique. La distribution était assurée par une société de l’État d’Amazonas, la *CEAM, Companhia Energética do Amazonas*. Celle-ci finit par fusionner avec la *Manaus Energia* pour créer l’entreprise *Amazonas Energia*, retournée dans le giron du holding ELETROBRAS en 2010 et responsable de toute la production thermique et hydroélectrique, ainsi que de la transmission et de la distribution. L’*Eletrobras Amazonas Energia* supervise une centaine d’usines produisant 1760 MW et fournit 1 775 000 MWh pour le secteur industriel, 1 385 000 MWh pour le secteur résidentiel et 1 010 000 pour le secteur commercial sur un total de 5 millions de MWh (2011)<sup>17</sup>.

- 50 Une autre instance, le Secrétariat de l'environnement et du développement durable de l'État d'Amazonas défend des solutions alternatives décentralisées, pariant résolument sur le solaire en ville et en zone rurale. Il s'oppose au ministère des Mines et de l'Énergie qui propose pour le sud de l'Amazonas (Apuí et Nova Aripuanã) la construction de nouvelles centrales hydroélectriques sur les fleuves Aripuanã et Roosevelt. Sept sites sont à l'étude, dont quatre dans l'Amazonas et trois au Mato Grosso. Une nouvelle instance de gouvernance se met également en place, le Conseil de l'énergie de l'État d'Amazonas, qui compte 30 membres, pour moitié des non institutionnels, et est présidé par le Gouverneur, pour discuter des options stratégiques de moyen et long termes qui répondent aux nouvelles normes du changement climatique.
- 51 Par ailleurs, un certain nombre d'expériences d'approvisionnement en énergie solaire des communautés rurales amazoniennes sont tentées, comme celle entreprise par Schneider Electric, la *Fundação Amazonas Sustentável* et le Gouvernement de l'État d'Amazonas, appelée VillaSmart. Il s'agit encore de projets-pilotes qui demandent beaucoup de suivi et de formation, mais les institutions gouvernementales s'intéressent à ces initiatives alternatives.
- 52 Au final, la transition énergétique en Amazonas fait apparaître de nouveaux acteurs (notamment gaziers). Elle est marquée par les grandes caractéristiques de la région, isolement, distance et préférence donnée aux ressources locales qui s'appuient sur l'amélioration de l'efficacité de la filière des hydrocarbures par la conversion vers le gaz et sur l'approvisionnement en hydroélectricité via le système national. Les principaux enjeux demeurent l'approvisionnement de la métropole et de sa zone franche industrielle, celui des territoires et communautés isolées, ainsi que la résolution de la question des pics journaliers et saisonniers, car l'offre électrique qui s'établit autour de 900 KW /jour doit répondre à des demandes pouvant aller jusqu'à 1150 KW /jour.

## Conclusion

- 53 Les modalités des transitions énergétiques en Amazonie brésilienne illustrent bien le poids des facteurs locaux et historiques, tant sur le plan des milieux que des facteurs socio-économiques. Si l'un des critères d'un bon choix d'énergie est qu'elle soit produite localement, l'intérêt de développer le potentiel hydroélectrique de la région plutôt que d'alimenter des centrales thermiques au diesel ne semble pas faire de doute. Mais ce paradoxe n'est toutefois qu'apparent, car l'Amazonie produit elle-même une partie de son pétrole, et surtout son gaz (gisement d'Urucu, vallée do Juruá). Le *mix* reste la solution préférable pour obtenir l'énergie de meilleur marché et de moindre impact environnemental.
- 54 Un autre paradoxe tient au fait que les aménagements hydroélectriques sont fortement critiqués par certains acteurs de la société civile brésilienne alors même que d'autres soulignent qu'ils concourent, au contraire, au bilan exceptionnellement positif du Brésil en énergies non fossiles. L'hydroélectricité, pour être renouvelable, ne fait donc pas consensus sur le plan écologique et l'on peut se demander pourquoi les aménagements hydrauliques soulèvent finalement davantage de contestations que les usines thermoélectriques, et que le secteur pétrolier d'une manière plus générale.
- 55 Enfin, le dernier paradoxe concerne plus particulièrement l'organisation du secteur énergétique très centralisé et qui, même avec des procédures de privatisation, d'enchères et des mesures de décentralisation, se trouve marqué, du fait de l'ampleur des investissements, par une tendance à la (re) centralisation sous des formes nouvelles, point auquel les États amazoniens se révèlent très attentifs dans leur relation à la Fédération.
- 56 L'intégration nationale du système s'accompagne d'une différenciation des stratégies des régions amazoniennes en fonction de leur histoire, des contraintes géographiques propres à chacune et des décisions de politique énergétique dans un contexte où le Brésil s'efforce de faire baisser le prix de l'énergie et d'en favoriser l'accessibilité. Les choix locaux s'appuient sur des solutions mixtes ou combinées et sur des choix techniques nécessairement adaptés à deux types d'approvisionnement bien différenciés, les zones rurales isolées et les villes capitales et métropoles.

57 Ainsi, l'intégration nationale par les réseaux électriques, loin de s'accompagner d'une uniformisation des sources et des usages conduit au contraire à privilégier les ressources locales les plus compétitives. Dans le cas amazonien, cela coïncide avec des sources énergétiques peu émettrices de GES, renouvelables (hydro-électricité) ou avec de longs horizons de production (gaz). La concentration des habitants dans les villes et l'extension des réseaux permet aussi d'améliorer l'accès à l'énergie. Peut-on pour autant parler d'une transition vertueuse?

---

### **Bibliographie**

- Baines, S. G., 2000, Imagens de liderança indígena e o Programa Waimiri-Atroari : índios e usinas hidrelétricas na Amazônia, *Revista de Antropologia*, São Paulo, USP, vol. 43, no 2, pp. 141-163,
- Becker, B. K., 2000, Cenários de curto prazo para o desenvolvimento da Amazônia, *Cadernos IPPUR*, Rio de Janeiro, Ano XIV, no 1, pp. 53-85
- Becker, B. K., 1990, *Amazônia*. São Paulo, Ed. Ática, serie principios.
- Berman, C., 1996, Privatização da produção de energia na Amazônia: cenários prováveis, conflitos possíveis, traumas irreversíveis, in Magalhães S.B., R. Britto et E. Castro, (org.). *Energia na Amazônia*. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi/UFPA/Associação de Universidades Amazônicas, v.I, p. 15-25.
- Borges, F.Q. et D.M. Zouain, 2010, A matriz elétrica no Estado do Pará e seu posicionamento na promoção do desenvolvimento sustentável, *Planejamento e políticas públicas*, n° 35, jul-dec, pp. 187-221.
- Bridge, G., Bouzarovski, S., Bradshaw, M., Eyre, N., 2013, Geographies of Energy Transition : space, place and the low carbon economy, *Journal of Energy Policy*, 53, pp. 331-340
- Centrais Elétricas Do Pará (CELPA), 2011, Centrais Elétricas Do Pará, Relatório da administração, Belém.
- Droulers, M., 2004, *L'Amazonie vers un développement durable*, Paris, Armand Colin.
- Duchemin, E., M. Lucotte, R. Canuel, A. G. Queiroz, D. C. Almeida, H. C. Pereira, et J. Dezincourt (2000), Comparison of greenhouse gas emissions from an old tropical reservoir with those of other reservoirs worldwide, *Verh. Int. Ver. für Limnol.*, 27, 1391–1395.
- Eletronorte, 2004, *30 anos de pura energia brasileira*, Rio de Janeiro, 216 p.
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2007, *Plano Nacional de Energia 2030*, Rio de Janeiro.
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2012, *Anuário estatístico de energia elétrica*, Brasília, 245 p.
- Estudos Avançados, 2007, *Energia*, 21 (59), São Paulo, USP.
- Fearnside, Ph. M., 1997, Greenhouse-gas emissions from Amazonian hydroelectric reservoirs : the example of Brazil's Tucuruí Dam as compared to fossil fuel alternatives. *Environmental Conservation* 24(1), pp. 64-75.
- Fearnside, Ph. M., 1999, Social Impacts of Brazil's Tucuruí Dam. *Environmental Management* 24(4), pp. 485-495.
- Fearnside, Ph. M., 2001, Environmental Impacts of Brazil's Tucuruí Dam. Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. *Environmental Management* 27(3), pp. 377-396.
- Fearnside, P.M. 2004. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams: Controversies provide a springboard for rethinking a supposedly "clean" energy source. *Climatic Change* 66(1-2): 1-8.
- Fearnside, Ph.M., 2005, Brazil's Samuel Dam: Lessons for hydroelectric development policy and the environment in Amazonia. *Environmental Management* 35(1): 1-19.
- Foucher, M., 1974, La mise en valeur de l'Amazonie brésilienne, *Problèmes d'Amérique Latine*, 4110-4111, pp. 71-96.
- Jaglin.S. et E. Verdeil, 2013, Énergie et villes des pays émergents : des transitions en question, *Flux*, 93/94, pp. 7-18.
- Lemos, Chélen Fischer de, 2007, *O processo sociotécnico de eletrificação na Amazônia: articulações e contradições entre Estado, capital e território (1890 a 1990)*, Rio de Janeiro, UFRJ/IPPUR.
- Lemos, Chélen Fischer de, 2010, *Energia na Amazônia: caminho para o desenvolvimento ou aprofundamento da exclusão?* Rio de Janeiro, UFRJ/IPPUR, 20 p.
- Ministerio de Minas e Energia, 2011, *Plano decenal de expansão de energia 2020*, Brasília, MME/EPE

- Petrobras, 2013, *Plano estratégico 2030*, [En ligne] URL : [www.petrobras.com.br](http://www.petrobras.com.br)
- Pires Do Rio G., 2013, *Narrativas da modernização e transição energética no Brasil* dans *Espaço e energia, mudanças no paradigma sucroenergético*, in Bernardes J. A. (coord), Rio de Janeiro, Lamparina, pp. 65-74
- St Louis, V., C.A. Kelly, É. Duchemin, J.W.M. Rudd et D.M. Rosenberg, 2000, Reservoir surfaces as sources of greenhouse gases to the atmosphere: a global estimate, *Bioscience*, 50 (9), pp. 766–775
- Schapira, M.-F. et S.Velut, 2013, Buenos aires : l'introuvable transition énergétique d'une métropole fragmentée, *Flux* 93/94, pp. 19-30.
- Soito, J. L. da Silva, 2011, *Amazônia e a Expansão da Hidroeletricidade: Vulnerabilidades, Impactos e Desafios*, Thèse Rio de Janeiro: UFRJ /COPPE. 403p. [En ligne] URL : [http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/joao\\_soito.pdf](http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/joao_soito.pdf)
- Tolmasquim, M. T., A. Guerreiro et R.Gorini, 2007, Visão prospectiva da matriz energética brasileira : energizando o desenvolvimento sustentável do país, *Revista Brasileira de Energia*, vol. 13, n. 1, Rio de Janeiro: SBPA, 19 p.
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), 2010, *The green economy. Trade and Sustainable Development Implications*, Genève, Nations Unies, 51 p.
- Union européenne, 2011, *Energy Roadmap 2050*, COM 2011, 885 p.

---

## Notes

- 1 Selon les prévisions de l'Empresa de Pesquisa Energética (EPE), organisme de planification énergétique du gouvernement fédéral brésilien créé en 2004 qui, outre son rôle d'études prospectives, a mis au point une gouvernance énergétique à base d'enchères ([www.epe.gov.br/licitacoes](http://www.epe.gov.br/licitacoes))
- 2 Le Brésil, à la suite de la loi dite Itaipu, avait été divisé en 4 régions *géoélectriques*, attribuées chacune à une filiale de l'Electrobras : le Nordeste à la CHESF, le Sudeste à FURNAS, toutes deux créées en 1962; le Sud à ELETROSUL en 1968, tandis que pour la région amazonienne ELETRONORTE devint opérationnelle en 1973; son aire de compétence couvrait 58 % du territoire national totalisant 8 millions d'habitants (ELETRONORTE, 2004).
- 3 La consommation électrique pour une tonne de minerais de fer s'élève à 50 kWh/t., d'acier à 550 kWh/t, de ferri-alliage à 7.260 kWh/t, d'aluminium à 15.200 kWh/t, et de cellulose à 890 kWh.
- 4 L'enneigement d'une zone de forêt de 2300 km<sup>2</sup> a été considéré comme un désastre écologique et économique. Des mesures compensatoires proposées aux Indiens ont été développées par Eletronorte et Funai. Ces programmes assistancielles visaient à transformer les effets nocifs du barrage en bénéfiques pour les populations (Baines, 2000). Un centre culturel y a ainsi été construit au titre de la responsabilité sociale. Les conditions de logement des Waimiri Atroari ont été améliorées et leur démographie est repartie à la hausse.
- 5 Le caractère « propre » de la production d'électricité d'origine hydroélectrique fait l'objet de débats (Fearnside, 1997; 1999; 2001; Duchemin et al., 2000; Saint-Louis et al., 2000 ).
- 6 On note que ces deux États furent rattachés au réseau électrique national avec un important décalage dans le temps, à la fin des années 1990 pour le Pará et seulement en 2013 pour l'Amazonas. Ce décalage n'est pas sans conséquence aujourd'hui sur les orientations prises par les acteurs publics et privés dans ces deux États au regard de leurs choix énergétiques respectifs.
- 7 Environ le tiers de la production de l'usine de Tucuruí est consommé dans le Pará, le reste à l'extérieur.
- 8 Et en 2012 respectivement 80,4, 6,1 et 4,9. Les conditions hydrologiques avaient été plus favorables l'année précédente.
- 9 En matière de consommation d'électricité, les unités de consommation les plus nombreuses sont celles enregistrées comme clients résidentiels (1 550 850) consommant 39 % du total (soit 2460 GWh); les seconds consommateurs sont les unités commerciales à 22 % (1400 GWh), au troisième rang vient le secteur industriel avec 21 % (1320 GWh). Le milieu rural ne représente que 2 % de la consommation et le reste, soit 13 %, concerne le secteur public (CELPA, 2011). La consommation des deux usines d'aluminium équivaut à peu près à celle de la ville de Belém.
- 10 La distribution de l'électricité est privatisée depuis 1998. La CELPA a été reprise fin 2012 par le groupe Équatorial, celui-là même qui avait réussi à assainir les finances de la CEMAR du Maranhão. La situation reste toutefois pleine d'incertitudes pour ce service qui, avec une gestion privée, parvient encore moins à recouvrer les abonnements et à lutter contre les branchements illégaux. Depuis quelques années, la situation financière de la CELPA est préoccupante; sa dette s'élève à 2 milliards de *Reais*, celle de son groupe à 6 milliards de *Reais* et les hommes politiques sollicitent une intervention du gouvernement fédéral. Ainsi le sénateur Jader Barbalho suggère que l'Eletróbras, qui possède 34 % des actions de

l'entreprise, en acquière 16 % de plus pour assainir les finances de la CELPA. Ce serait une manière de reconnaître l'importante contribution du Pará en matière d'énergie électrique.

11 L'Amazonas est avec 97 % de couverture forestière, l'État le moins défriché de l'Amazonie, il compte 178 Terres indigènes soit 27 % de sa surface et 49 unités de conservation, soit 25 % de la surface, c'est-à-dire plus de la moitié de l'État sous le statut d'aires protégées.

12 Des usines thermoélectriques sont donc en cours de conversion vers le gaz. La plus grande en construction (110 MW), Mauá 3 au coût de 1 milliard de R \$, devrait entrer en fonctionnement en avril 2014.

13 Cette ligne à haute tension de 1800 km avec une capacité de 300 MW, après quatre ans de travaux et la traversée du fleuve Amazone, arrive de Tucuruí et Belo Monte.

14 Enquête au Ministère de l'Environnement de l'État d'Amazonas en 2013.

15 En 2011, l'entreprise *Eletrobras Amazonas Energia* avait consommé pour Manaus 800 millions de litres de diesel pour un coût de R \$ 1,5 milliard et 250 millions de litres de diesel à un coût de R \$ 500 millions pour l'intérieur.

16 Sur de grandes distances : 1140 km pour atteindre la dernière localité du Rio Negro, soit 14 jours, et 3330 km pour atteindre le haut Juruá, soit 35 jours.

17 Au niveau de la distribution, elle doit appliquer le Programme national d'universalisation de l'accès et usage de l'énergie électrique « Luz para Todos » qui a été institué en 2003 pour les zones rurales et en 2009 pour les zones urbaines. Dans le cadre de ce programme, 70 000 foyers ont été équipés en Amazonas jusqu'au début 2012 et autant devraient l'être d'ici à 2015.

---

### ***Pour citer cet article***

#### Référence électronique

Céline Broggio, Marcio Cataia, Martine Droulers et Sébastien Velut, « Le défi de la transition énergétique en Amazonie brésilienne », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 14 Numéro 3 | Décembre 2014, mis en ligne le 28 décembre 2014, consulté le 15 mai 2015. URL : <http://vertigo.revues.org/15490> ; DOI : 10.4000/vertigo.15490

---

### ***À propos des auteurs***

#### **Céline Broggio**

Géographe, Université Jean Moulin (Lyon3), Département de géographie, 7 rue Chevreul, 69 007 LYON, France, courriel : [celinebroggio@yahoo.fr](mailto:celinebroggio@yahoo.fr)

#### **Marcio Cataia**

Géographe, Université de Campinas, São Paulo, Brésil, courriel : [cataia@ige.unicamp.br](mailto:cataia@ige.unicamp.br)

#### **Martine Droulers**

Géographe, CNRS-CREDA, 28 rue Saint-Guillaume, 75 007 Paris, France, courriel : [martine.droulers@gmail.com](mailto:martine.droulers@gmail.com)

#### **Sébastien Velut**

Géographe, directeur de l'Institut des Hautes Études de l'Amérique Latine, CREDA, Université de Paris 3, Sorbonne Nouvelle, 28 rue Saint Guillaume, 75 007 Paris, France, courriel : [sebastien.velut@univ-paris3.fr](mailto:sebastien.velut@univ-paris3.fr)

---

### ***Droits d'auteur***

© Tous droits réservés

---

### ***Résumés***

Cet article se propose d'étudier la transition énergétique en Amazonie brésilienne, région longtemps isolée du reste du pays, en retard de développement, mais aux potentialités réelles. La transition énergétique qui s'y opère est corrélée avec les spécificités de ce territoire, lui-même en cours d'inclusion dans un Brésil fort de sa proportion en énergies renouvelables et qui entreprend de diversifier son bilan énergétique. Ainsi, le cas de l'État du Pará en Amazonie orientale que l'on peut qualifier de « monohydroélectrique » se distingue-t-il du

cas de l'État d'Amazonas qui s'oriente vers un mix énergétique. La transition énergétique est bien comprise ici comme un processus de développement par lequel une société en pleine croissance comme celle du Brésil résout ses pénuries de ressources énergétiques tout en se préoccupant des impacts climatiques, et plus spécialement pour l'Amazonie, où la question environnementale reste au centre des politiques de développement territorial et en particulier du potentiel hydroélectrique. Nous tentons ici une approche d'un certain nombre de ces paradoxes.

This article intends to study the energy transition in Brazilian Amazonia, region for a long time isolated, late of development, but with real potentialities. The energy transition is there correlated to the specificities of this territory, in a process of inclusion within the national economy of a Brazil proud of its large proportion of renewable energies which intends to diversify its energy balance. The case of the State of the Pará, in oriental Amazonia, can be considered as "monohydroelectric " oriented. It differs from the case of the State of Amazonas which tends to an energy mix. The energy transition is understood here as a process of development by which a society rapidly growing and expanding, as the Brazilian, resolves its shortages of energy resources taking into consideration climatic impacts; more specifically in Amazonia, where the environmental issue stays in the center of policies of territorial development and in particular as far as the hydroelectric potential is concerned. We try here an approach of those paradoxes.

***Entrées d'index***

***Mots-clés*** : hydroélectricité, renouvelabilité, isolement, accès, Brésil, Amazonie

***Keywords*** : hydroelectricity, renewability, isolation, access, Brazil, Amazonia

***Lieux d'étude*** : Amérique du Sud