

Le Brésil, Eldorado de l'information géographique ?

■ Hervé THÉRY et François-Michel LE TOURNEAU¹

Malgré de son image de pays en proie à des difficultés économiques et sociales de grande ampleur, le Brésil présente sur bien des points le visage d'un pays extrêmement moderne, offrant à ses citoyens – et à ceux qui l'étudient – un ensemble de services de haut niveau technologique. Rien n'y est plus courant, en effet, que de régler ses charges sociales ou ses impôts via internet. L'un des aspects de cette philosophie résolument tournée vers les moyens de communication les plus modernes est la mise à la disposition de tous les internautes d'un ensemble chaque jour plus grand d'information, le plus souvent gratuitement.

L'information géographique en général (en incluant sous cette dénomination à la fois les informations géoréférencées de type cartographique mais aussi toutes les statistiques pouvant être reliées au territoire ou à ses habitants) fait partie de ces domaines dans lesquels cette politique d'ample divulgation est la plus manifeste. A partir de la masse d'information immense et fort peu chère dont tous peuvent disposer, les recherches peuvent se multiplier, permettant une connaissance en profondeur de la géographie du Brésil.

Au travers de quelques exemples, cet article souhaite illustrer cette richesse de l'information géographique disponible sur le Brésil, et surtout livrée au public sous forme de données brutes autant que sous forme de produits synthétisés.

Nous nous attacherons dans un premier temps aux données géoréférencées, en montrant la richesse exceptionnelle qu'autorise leur croisement avec les sources statistiques, puis nous donnerons quelques exemples d'approches originales, uniquement établies à partir de sources publiques, du territoire brésilien et de son équipement.

L'abondance de l'information géoréférencée

L'information géoréférencée est abondante au Brésil, ce qui peut paraître paradoxal dans un pays de taille continentale dont le territoire est encore, pour une bonne partie, à découvrir. Mais

la nécessité de connaître un peu mieux ce territoire immense est sans doute une des explications de l'effort consenti. L'originalité du Brésil vient surtout de l'habitude des grandes agences publiques de mettre l'information à disposition du public soit via leurs sites web, soit sous la forme de cédéroms des bases de données en format SIG.

■ Les bases de données géographiques à petite échelle

Plusieurs bases de données à petite échelle décrivant le territoire brésilien sont à la disposition du public. Deux exemples peuvent retenir particulièrement notre attention. Le premier est le "Diagnostic socio-environnemental de l'Amazonie brésilienne". Ce produit, édité par l'IBGE² en 1995, fournit un ensemble de couches d'information vecteur à l'échelle du 1:3 500 000 sur l'Amazonie brésilienne, sous forme de fichiers DGN. Bien que d'une échelle relativement petite, ces données per-

mettent de connaître beaucoup mieux cet espace immense (5 millions de kilomètres carrés) et de produire un ensemble de cartes fort intéressantes. C'est par exemple grâce à cette base, complétée par des données propres, qu'une ONG de São Paulo, l'*Instituto Socioambiental* (ISA), a pu réaliser l'une des cartes d'Amazonie brésilienne qui font autorité à l'heure actuelle. La diffusion de données de référence – malgré les limites qu'imposent leur petite échelle et, parfois, leur manque d'actualisation – brise ainsi le monopole des organismes d'Etat sur la réflexion sur le territoire et permet à de nouveaux acteurs de s'exprimer, parfois en critiquant, cartes en main, les politiques publiques.

La base de données hydrographiques de l'Agence Nationale de l'Electricité est un autre exemple intéressant de cette diffusion des données. Destinée à donner à d'éventuels investisseurs intéressés à la construction de centrales ■■■

hydroélectriques un ensemble d'information de base sur les sites et leurs possibilités, cette base offre des couvertures vecteur à l'échelle du 1:5 000 000 sur tout le Brésil, divisé en 8 bassins versants : les informations vont du plus général (routes, zones protégées, réseau hydrographiques) au plus spécialisé (localisation des stations météorologiques, pluviométrie, etc.).

Certes la qualité des informations est parfois faible, plutôt du fait de l'immensité du territoire brésilien et des faibles moyens de collecte de certaines informations (les stations météorologiques, par exemple, sont en très faible nombre en Amazonie, n'autorisant pas une étude fine du climat) que du fait du manque de technologie des administrations qui les publient. Le résultat n'en reste pas moins que tous ceux qui s'intéressent au Brésil, et en particulier les géographes, disposent d'information de première main pour étayer leurs études ou pour utiliser la cartographie comme méthode d'investigation du territoire.

Le fait que les données soient géoréférencées amplifie encore leur potentiel car elle permet d'utiliser les possibilités des SIG pour les croiser. Ainsi, à partir des deux sources mentionnées plus haut, nous avons pu réaliser une carte de synthèse sur le rôle des routes dans le déboisement en Amazonie brésilienne³.

■ Les mailles administratives

Le dessin des mailles administratives peut à lui seul présenter une vision du territoire, et l'analyser permet d'en déduire certaines qualités⁴. Ces mailles sont aussi un excellent moyen d'investigation du territoire, à partir du moment où elles sont suffisamment fines et où l'on possède un nombre de données suffisantes qui s'y rattachent. Jusqu'à une date récente, la connaissance la plus fine du Brésil se cadrait dans sa maille municipale, dense dans les Etats du sud mais très lâche en Amazonie⁵. La taille moyenne des cellules (le Brésil compte environ 5 600 communes pour 8,5 millions de kilomètres carrés) rendait difficile une approche véritablement fine du territoire, en particulier dans les zones urbaines.

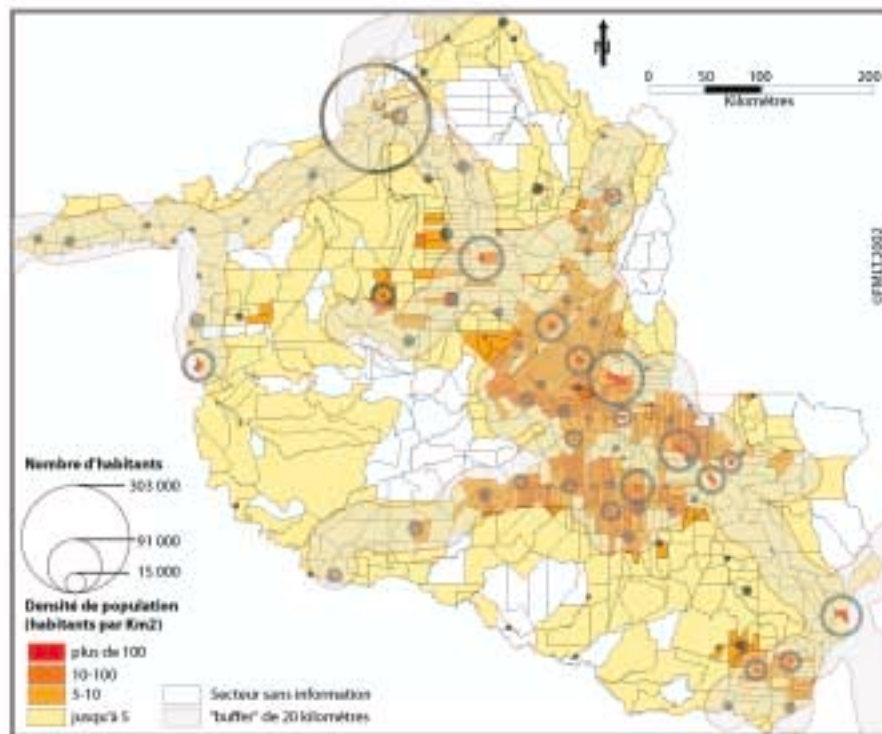


Figure 1 : Répartition de la population de l'Etat du Rondônia, situé en Amazonie brésilienne

La situation a changé du tout au tout depuis que la divulgation des résultats du recensement 2000 a été lancée au niveau du secteur de recensement. La maille est devenue considérablement plus fine (en comptant les secteurs urbains et ruraux, le Brésil compte environ 200 000 secteurs de recensement, dont la population moyenne est de 850 habitants), même si certains secteurs amazoniens continuent d'être disproportionnés. Avec ces nouvelles sources, que tous peuvent acquérir⁶, une approche très serrée du territoire et de la population, dont nous donnons un exemple ci-dessous, est possible. Là encore, le fait que les données soient vendues géoréférencées (sous forme de fichiers shape, agf ou e00⁷, au choix) permet d'accroître leur potentiel en les croisant avec les données issues des sources précédentes.

Il est par exemple possible d'étudier le rôle des routes dans la répartition de la population amazonienne, comme le montre la figure 1. Celle-ci présente une carte de l'Etat du Rondônia, situé en Amazonie brésilienne. Les secteurs censitaires ruraux sont représentés en plages de couleurs indiquant la densité de population. Les secteurs urbains ont été regroupés par ville et leur popula-

tion totale est indiquée par des cercles proportionnels. Un tampon de 20 km a été réalisé le long des routes principales et est représenté en fond clair. S'agissant de données géoréférencées, il est possible de formuler dans un SIG la question suivante : quelle est la proportion de la population habitant à moins de vingt kilomètres des routes principales (i.e. quel est le total de la population des secteurs intégralement inclus dans un buffer de 20 km). On peut alors obtenir la réponse suivante :

- **population des secteurs ruraux ou urbains non détaillés** : 365 935 habitants sur 445 486 soit 82 % ;
- **population des secteurs urbains** : 598 523 habitants sur 629 330, soit 95 %
- **capitale** 303 503 habitants sur 303 503, soit 100 %

Au total, donc, 1 267 961 habitants ou 92 % de la population se concentre à moins de 20 km des routes principales, soient sur 2 % du territoire de l'État.

■ Vers de l'information topographique ?

Si les données de petite échelle sont donc abondantes, il est vrai que les données topographiques précises sont encore peu nombreuses. Pour autant, plusieurs pistes sont suivies par l'IBGE

et les agences cartographiques brésiliennes.

La première est la numérisation (*raster*) de l'ensemble des feuilles topographiques au 1:100 000° ou 1:250 000° qui existent déjà. Ceci représente un volume d'information important (notamment car il s'agit de la seule source fiable sur la topographie), mais souvent daté (beaucoup de cartes ont été établies il y a plus de vingt ans et n'ont pas été révisées). La seconde est plus originale. Il s'agit de la production de cartes révisées éditées directement en format numérique, malheureusement non géoréférencé (produits sur cédérom en format pdf). Ces cartes offrent parfois un grand niveau de détail, comme le montre l'extrait de carte de secteur de recensement de Brasília au 1:20 000° de la figure 2. La troisième, enfin, consiste en une vectorisation systématique des cartes topographiques existantes. Le processus, long et coûteux, est aujourd'hui bien amorcé et les produits géoréférencés devraient être disponibles à la vente d'ici peu.

Il faut par ailleurs noter que de l'information de précision géoréférencée est très souvent disponible dans toutes les agences gouvernementales. Celles-ci possèdent le plus souvent une cellule de cartographie qui numérise les informations existantes ou, le cas échéant, les produit à partir de données satellitales.

D'autres sources, d'autres images du Brésil

Si donc les organismes publics qui en sont chargés mettent à la disposition des clients de nombreuses sources

d'information géoréférencée, celles-ci ne représentent pas toute la richesse de l'information disponible. Il en existe d'autres, produites à des fins de gestion ou de régulation, mais dont on peut, en les traitant convenablement, tirer des informations spatiales très éclairantes. Même si elles n'ont pas été conçues à l'usage des géographes, ceux-ci peuvent néanmoins en faire leur miel, en les rattachant aux mailles déjà décrites, les enrichissant ainsi des données associées qui leur manquent, ou à d'autres, elles aussi plus nouvelles. Il en résulte des images qui complètent souvent, mais

changent parfois, nos idées sur les structures et les dynamiques du territoire brésilien.

■ Réseaux aériens

Les transports aériens trouvent au Brésil des conditions particulièrement favorables. D'un côté la taille du pays et la structure du peuplement en "archipel" créent une demande de déplacements à longue distance, de celles que l'avion franchit le plus commodément que tout autre moyen de transport. D'un autre côté, la nécessité de gérer et

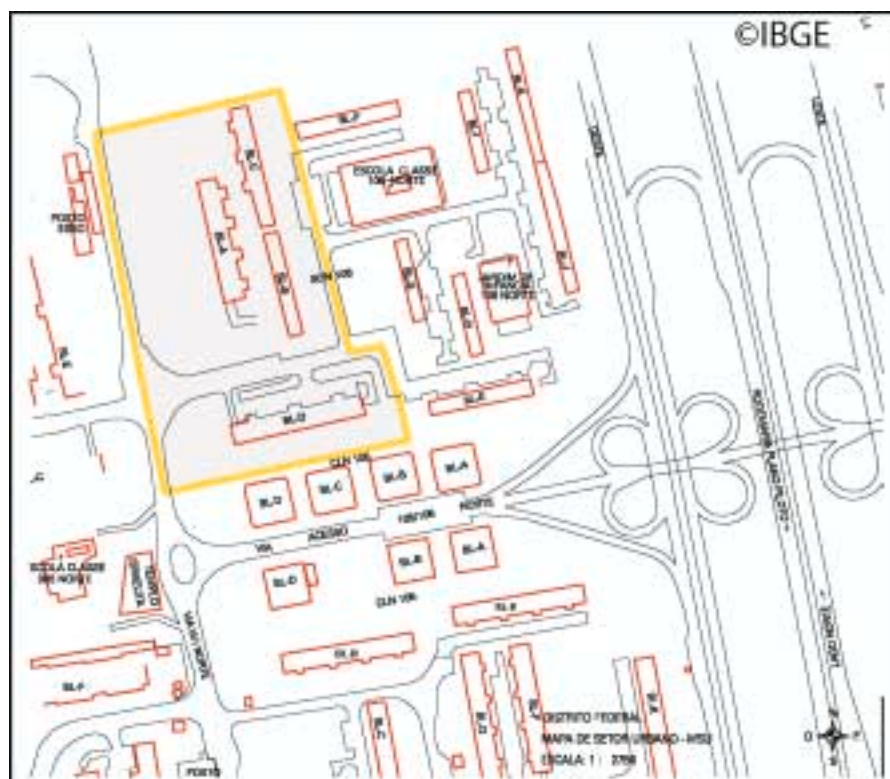
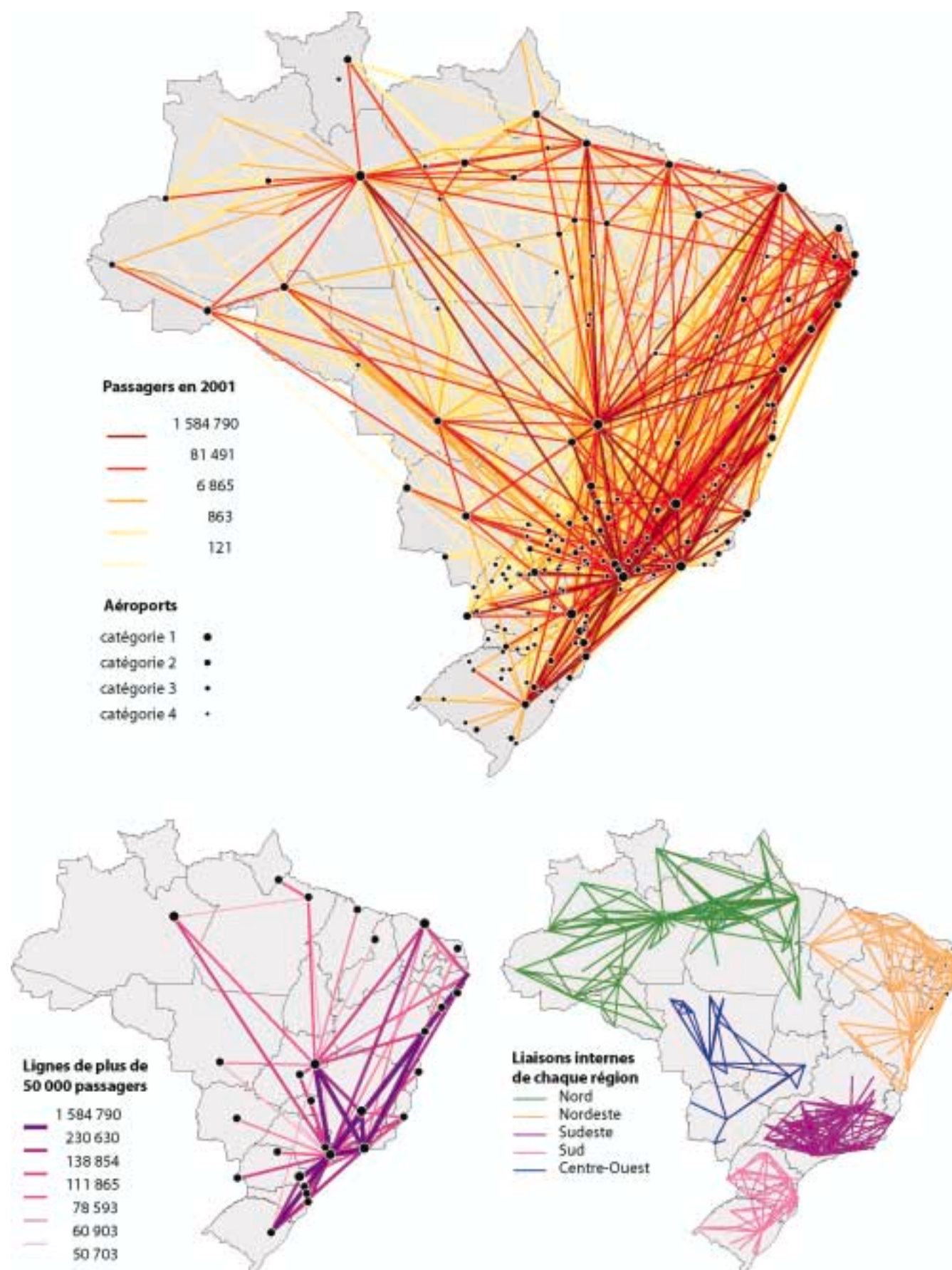


Figure 2 : Extrait de carte de secteur de recensement de Brasília au 1:20 000°

Le dessin des mailles administratives peut à lui seul présenter une vision du territoire, et l'analyser permet d'en déduire certaines qualités. Ces mailles sont aussi un excellent moyen d'investigation du territoire, à partir du moment où elles sont suffisamment fines et où l'on possède un nombre de données suffisantes qui s'y rattachent. Jusqu'à une date récente, la connaissance la plus fine du Brésil se cadrait dans sa maille municipale, dense dans les Etats du sud mais très lâche en Amazonie. La taille moyenne des cellules (le Brésil compte environ 5 600 communes pour 8,5 millions de kilomètres carrés) rendait difficile une approche véritablement fine du territoire, en particulier dans les zones urbaines.

Figure 3 : carte des réseaux régionaux



d'administrer un espace très différencié suscite un important trafic d'affaires, de fonctionnaires en déplacement et de politiciens en route vers les capitales. Et la concentration des revenus assure qu'une partie au moins des 170 millions d'habitants du pays sont une clientèle solvable pour des déplacements privés ou de loisirs.

Un annuaire, régulièrement publié par la DAC, la Direction de l'Aviation Civile brésilienne⁷, permet d'accéder à des données récentes et détaillées, dont l'exploitation permet de tracer des cartes de flux. Le dessin ne reflète pas exactement la réalité puisque les villes y sont reliées "à vol d'oiseau" et non pas par les couloirs aériens qui existent dans certaines régions du pays (mais pas dans d'autres, où les pilotes ont la liberté de couper au plus court. Ces cartes dessinent de façon on ne peut plus claire des réseaux hiérarchisés, dont on n'est pas très surpris de constater qu'ils reflètent bien la structure centralisée du pays, autour de ses principaux pôles économiques et politico-administratifs, mais aussi une certaine capillarité des échanges locaux et régionaux.

La taille des régions brésiliennes est en effet suffisante – plusieurs d'entre elles sont plus grandes que l'Europe entière – pour que s'y développent des flux internes. La carte de ces réseaux régionaux (figure 3, C) montre la grande densité des réseaux du Sudeste, mais révèle également, outre une maille encore serrée dans le Sud et le Nordeste, que celle de l'Amazonie est elle aussi bien structurée, reliant efficacement entre elles les villes, même moyennes, de la région. Dans cette région immense où les transports sont lents (par voie d'eau), difficiles (par la route) où interminables (s'il n'existe ni l'une ni l'autre sur le trajet souhaité et qu'il faut faire des détours infinis) l'avion est souvent la seule solution praticable.

Ces réseaux régionaux font pourtant pâle figure (et c'est pourquoi on les a mis à part) face aux flux inter-régionaux qui sont l'essentiel du trafic. Que l'on prenne en compte tous les flux (figure 3, A) ou que l'on en détache les lignes les plus fréquentées (figure 3,

B), on ne peut qu'être frappé par l'extraordinaire dissymétrie des flux. Ceux qui accompagnent la direction du littoral, de la frontière méridionale jusqu'à Recife, notamment ceux qui relient entre elles les villes du Sudeste et du Sud, sont de loin les plus importants et apparaissent comme la "colonne vertébrale" du pays. Rien de très étonnant puisque la zone littorale, au sens large, regroupe l'essentiel de la population du pays et de ses grandes villes, et donc les meilleurs marchés pour le transport aérien. Si on le prolonge par l'axe secondaire qui le littoral plus au nord puis la vallée de l'Amazone, il rassemble une bonne part des liaisons aériennes du pays.

Mais si l'organisation spatiale du trafic aérien reflète la logique d'ensemble de l'organisation territoriale brésilienne, dominée par les pôles urbains du Centre-Sud (et de ce fait la renforce), il permet aussi, par sa capacité à s'affranchir partiellement des distances et des obstacles, de faire émerger d'autres axes. C'est notamment le cas des faisceaux de lignes, tous au départ de São Paulo, vers Fortaleza, Belém (via Brasília), Manaus, le Rondônia (via Cuiabá), et l'Acre. Cet éventail de lignes

structurant les échanges du Nord du pays vers la vraie capitale économique du pays a sans nul doute été un des moyens majeurs de la "capture" de tout le Centre-Ouest et de l'Amazonie, au moins de l'Amazonie occidentale, dans la zone d'attraction pauliste. Preuve en est que le transport du courrier, obéissant encore pour l'essentiel à une logique de service public et de desserte du territoire national, fait apparaître un maillage très régulier, reliant toutes les régions entre elles. Le fret aérien en revanche, obéissant à une logique purement économique, privilégie plus encore que les flux de passagers les lignes de force du territoire, l'axe parallèle au littoral et les faisceaux issus de São Paulo.

■ Réseaux d'information

Cette même structure se dessine également dans un tout autre domaine, sur une carte construite à partir d'une autre source. Pour élaborer son programme pluriannuel 2000-2003, le gouvernement brésilien avait chargé un consortium privé (en complément de sa tâche principale qui consistait à recenser les investissements nécessaires au développement du pays), de ■■■



- ■ ■ créer une base de données géoréférencées contenant les informations utiles aux gestionnaires publics et aux investisseurs privés désireux de participer au programme.

Cette base, disponible sur un cédérom qui associe les données et un logiciel d'exploitation, répète en partie des informations disponibles par ailleurs, mais en contient également d'autres plus inhabituelles. C'est par exemple le cas des nouveaux réseaux d'information à longue distance, réseaux de transmissions de données par micro-ondes, analogiques et numériques, réseaux de fibres optiques, réseaux internet à haut débit, réseaux de transmission par satellite.

Ces réseaux ont un rôle de plus en plus important dans la structuration du territoire de tous les pays du monde, car ils sont vitaux pour le fonctionnement de l'économie, et deviennent un facteur de localisation aussi important que les transports physiques et l'énergie, et au moins aussi nécessaire que l'accès à un bassin de main d'œuvre qualifiée. C'est particulièrement vrai au Brésil, où les distances sont énormes et les disparités économiques et sociales si fortes que l'implantation d'une filiale dans les régions périphériques équivaut souvent à une implantation dans un pays voisin, avec ses inconvénients (distance) et ses avantages (bas salaires), mais dans tous les cas la nécessité de garder un contact facile et rapide.

Les moyens mis en œuvre ont évidemment des configurations légèrement différentes, pour des raisons liées au fonctionnement technique de chacun des systèmes, qui n'ont pas les mêmes contraintes et ont été implantés à des périodes différentes : c'est notamment le cas de la diffusion par satellite, très présente en Amazonie, car elle a l'avantage de couvrir de vastes surfaces avec un minimum d'implantations au sol.

Mais même dans ce domaine, où l'on a dit, un peu vite, que les distances et la notion même de réseaux étaient abolies, on constate qu'il existe tout de même des axes forts, favorables aux investissements et des vides où une implantation serait problématique. Ici

encore, c'est le littoral qui reste l'axe majeur du pays, tous les réseaux y sont présents et, curieusement le dessin des fibres optiques, support le plus moderne qui soit, reproduit celui du plus ancien des moyens de transport brésiliens, le cabotage côtier, qui remonte au temps des caravelles. Juste après cet axe principal viennent les réseaux internes à la région centrale, d'autant plus fort que les axes nationaux sont doublés par des réseaux internes aux États, et financés par ceux-ci. Et enfin on retrouve ici la figure observée dans les flux aériens – mais plus forte encore – l'éventail de lignes se déployant à partir de São Paulo pour couvrir le territoire national vers le nord-ouest. La principale, que l'on retrouve également dans le réseau électrique, est l'axe nord-sud qui suit la route Brasília - Belém, axe qui "boucle" le triangle formé par le littoral en coupant droit vers l'Amazonie orientale, et enserme le principal espace "vide" (en tout cas mal desservi), le Nordeste intérieur. Plus à l'ouest d'autres lignes assurent les liaisons avec l'Amazonie occidentale, soit en suivant les routes construites dans les années 1970, vers Cuiabá et Porto Velho, soit en s'en affranchissant et en allant droit à Manaus et Boa Vista, tout au nord du pays.

■ De l'information à la synthèse...

Au total, qui souhaite s'intéresser aux structures et aux dynamiques du territoire brésilien dispose aujourd'hui d'informations abondantes, diversifiées, accessibles et à bas prix, au point que la situation du chercheur y est parfois meilleure, dans ce pays émergent, que dans certains pays développés, en France notamment. C'est une chance qu'il serait dommage de ne pas saisir, mais que l'on ne s'illusionne pas : ce n'est là que matière première, indispensable et précieuse mais dont l'interprétation reste à faire.

Eldorado peut-être, mais pour tirer de la poudre d'or et des pierres butes qui gisent dans les alluvions – en l'occurrence les bases de données et les sites internet – les joyaux ciselés que nous voulons livrer à nos "clients" requiert un travail – d'orfèvre – que ces richesses méritent. ●

- (1) Géographes au CNRS, chercheurs invités au Centre du Développement Durable de l'Université de Brasília
- (2) Institut brésilien de géographie et de statistiques, une sorte de fusion de notre IGN et de notre INSEE.
- (3) Cf F.M. Le Tourneau, 2002, "La représentation du peuplement en pays pionnier : l'Amazonie brésilienne", in *L'espace géographique*, n°2-2002, pp. 145-152.
- (4) C.f. Pierre Gondard, Hervé Théry, Sébastien Velut, "Mailles fines pour un grand espace. La carte des divisions statistico-administratives des pays d'Amérique du Sud" in *Cahiers des Amériques Latines*, n°24, 1997, pp 5-32.
- (5) Une commune, celle d'Altamira, couvre à elle seule 169 000 km².
- (6) Les mailles géoréférencées sont vendues en deux cédéroms et les données statistiques du recensement en cinq cédéroms (un par grande région géographique). Le coût d'un cédérom est de 50 Réals brésiliens, soit moins de 15 euros actuellement.
- (7) Le format shape; développé par la société ESRI, correspond aux logiciels ArcView ou la suite ArcGis, mais devient de plus en plus un standard. Le format agf correspond au logiciel Atlas Gis, le format e00 est le format d'export de ArcView.

ABSTRACT

Despite being thought of as a country in a difficult economic situation, Brazil goes on some topics farther in modernity than the other industrialized countries. Thus, most of the administration publishes free or low-cost geographical data or statistics, that permits a detailed study of the Brazilian territory and dynamics. The present work introduces of few examples of the available data and the wideness of themes that are possible to study. Alongside its will to contribute to the discovery of what can be called an "El Dorado" of geostatistical data, this work also attempts to call attention on the high cost and low diffusion of French public geodata.