

# Forêts tropicales et grands fleuves : des milieux sous influence



© IRD/L. Empereire

Rives du rio Negro en Amazonie, dans la région de Norte (Brésil).

**L**es forêts tropicales humides représentent presque un tiers des massifs forestiers du monde. Plus que d'autres milieux, elles sont devenues indissociables de la question climatique. En effet, leur rôle dans la séquestration du dioxyde de carbone est au centre des politiques du climat, alors que la déforestation au cours des dernières décennies a été reconnue comme responsable d'un cinquième des émissions de gaz à effet de serre.

Tout comme ces forêts, les grands fleuves qui les traversent sont emblématiques du climat tropical humide. Les grands bassins fluviaux de l'Amazonie ou du Congo, les plus grands de la planète, sont directement impactés par les phénomènes climatiques comme El Niño, les moussons, les sécheresses, les ouragans. Des crues ou des étiages plus nombreux et plus sévères ont pu être observés ces dernières années. Ces bouleversements perturbent les écosystèmes et les populations riveraines, ainsi que l'approvisionnement en eau des villes.

## Un régulateur du climat menacé

Les forêts tropicales humides jouent un rôle important dans la régulation du climat : absorption de la radiation solaire, refroidissement par évapotranspiration, sources de



© IRD/G. Michon

Région du Karnataka  
(Inde).

Les grandes forêts tropicales, qui jouent un rôle important dans la séquestration du carbone, représentent près d'un tiers des massifs forestiers mondiaux.

vapeur d'eau pour la formation de nuages. Le rôle de l'Amazonie sur les pluies du sous-continent sud-américain est par exemple bien documenté. D'après les estimations des scientifiques, environ la moitié des pluies du bassin amazonien viendrait de l'évapotranspiration de la forêt. L'Amazonie pompe et rejette dans l'atmosphère environ 20 milliards de tonnes d'eau par jour.

### Puits de carbone

Les forêts tropicales jouent également un rôle indirect dans la machine climatique terrestre, à travers le cycle du carbone. Elles stockent en effet un quart du carbone organique de la biosphère. Le mécanisme de puits de carbone, lié à la différence positive entre le carbone absorbé par la photosynthèse et celui émis par la respiration, leur permet de fixer une partie du CO<sub>2</sub> présent dans l'atmosphère (encadré 36). Les forêts tropicales peuvent ainsi être considérées comme des infrastructures naturelles de lutte contre l'effet de serre.

Mais le changement climatique pourrait modifier le fonctionnement de ce « poumon vert ». On sait en effet déjà que le réchauffement climatique perturbera le cycle du carbone. Certaines études estiment qu'une augmentation de quelques dixièmes de degrés pourrait annuler le puits biosphérique actuel, à cause d'une augmentation de la respiration du sol. Mais la sensibilité des stocks de carbone organique et de la respiration au réchauffement fait encore l'objet d'un vif débat. Les scientifiques travaillent ainsi à mieux comprendre les impacts du changement climatique sur la biomasse forestière et sur cette fonction de puits de carbone.

## La séquestration du carbone dans la biomasse et le sol

La différence entre la quantité de carbone absorbée par la photosynthèse de la végétation terrestre et celle émise par sa respiration est légèrement positive. En effet, la végétation puise annuellement dans l'atmosphère environ 120 Gt de carbone via la photosynthèse, soit environ 1 atome de carbone atmosphérique sur 7.

Dans le même temps, les plantes respirent et émettent du CO<sub>2</sub>, rendant à l'atmosphère environ la moitié de ce qu'elles y ont puisé.

L'autre moitié retourne très largement dans l'atmosphère par la respiration

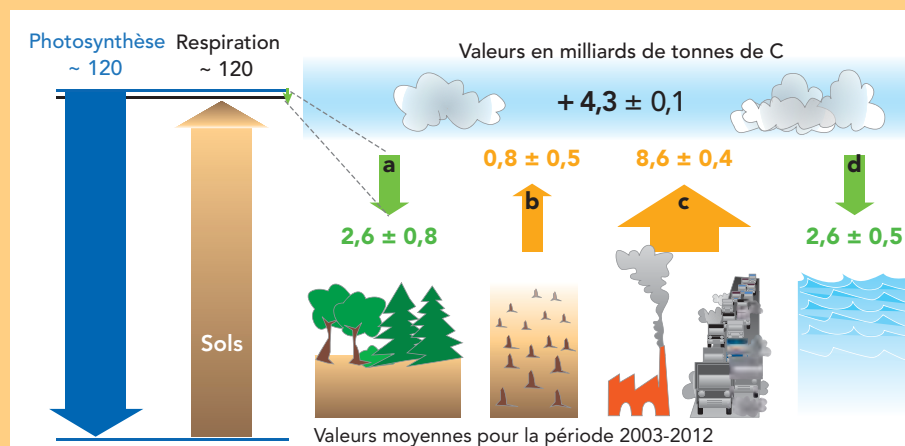
du sol (respiration racinaire, des micro-organismes et de la faune du sol). La quantité de carbone absorbée par photosynthèse étant légèrement supérieure à celle émise par la respiration des plantes et du sol, une partie du carbone atmosphérique puisé par les plantes est stockée dans les biomasses et le sol sous la forme de matière organique :

c'est la séquestration du carbone.

Par ce processus, les écosystèmes terrestres constituent un puits freinant l'augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère.

Figure 25.  
Échanges de carbone entre les écosystèmes et l'atmosphère.  
a/ Séquestration de carbone dans les sols, résultat de l'échange gazeux entre la photosynthèse et la respiration des plantes et des organismes et micro-organismes du sol.  
b/ Flux de carbone des sols vers l'atmosphère suite à la déforestation.  
c/ Émissions anthropiques de CO<sub>2</sub> non agricoles ou forestières.  
d/ Puits océanique.

Sources : BERNOUX et CHEVALLIER, 2013 et www.globalcarbonproject.org



## Déforestation

Un consensus scientifique existe concernant les impacts de la déforestation sur le climat. Selon le 5<sup>e</sup> rapport du Giec, la déforestation de plusieurs millions d'hectares des forêts tropicales en Amazonie et en Asie insulaire constituerait, depuis les années 1980, la plus grosse part des émissions de gaz à effet de serre liées au changement d'usage des sols. Outre libérer le carbone stocké dans les arbres et dans les sols forestiers, la disparition des forêts annule aussi leur fonction de puits de carbone. En effet, les modes d'occupation du sol qui remplacent les forêts ont un potentiel de stockage durable généralement très faible. Les forêts dégradées stockent par ailleurs moins de carbone.

Avec l'augmentation de la température et des sécheresses, la recrudescence des feux dans les forêts dégradées pourrait aussi avoir des conséquences importantes sur les massifs forestiers et donc sur le climat. Sur le pourtour sud et est de l'Amazonie, très déboisé, la propagation des feux a fragilisé davantage encore la forêt naturelle.

Malgré un ralentissement – relativement récent –, la déforestation a probablement de beaux jours devant elle. Elle est en effet un moteur du modèle économique de pays émergents, comme le Brésil ou l'Indonésie, qui comptent de plus en plus sur l'exportation des matières primaires pour financer leurs politiques. Les massifs forestiers sont en effet une réserve foncière pour l'expansion des cultures (soja, maïs, palmier à huile et canne à sucre) et de l'élevage bovin. Les pressions sur ces espaces vont croître au rythme de la demande mondiale pour ces denrées. Dans un tel contexte, les politiques de sécurisation foncière sont nécessaires, mais souvent fragiles. La lutte contre la déforestation porte cependant ses fruits dans certains pays, comme au Brésil, grâce aux politiques nationales de protection de la nature (50 % de l'Amazonie brésilienne est classée en aires protégées) et de surveillance des territoires par la télédétection. Les mécanismes du « marché carbone » sont aussi amenés à jouer un rôle dans la lutte contre la déforestation, bien qu'ils tardent à monter en puissance et que leur efficacité soit mise en doute par une partie de la communauté scientifique (cf. partie 3, p. 180).

Parc national  
Bukit Barisan Selatan  
à Sumatra  
(Indonésie).  
Le parc a subi  
une déforestation  
d'environ 20 %  
de sa superficie  
au profit essentiellement  
des plantations de café.



© IRD/H. de Foresta

## Évaluer la séquestration du carbone dans les forêts tropicales

Face aux objectifs internationaux de maîtrise des émissions de gaz à effet de serre, un mécanisme d'incitation à conserver les stocks de carbone des forêts tropicales a été mis en place à partir de 2009.

Nommé Réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts tropicales (Redd+), ce mécanisme doit permettre d'éviter la déforestation et la dégradation des forêts dans les pays tropicaux. La mesure du carbone forestier, les liens entre les efforts de déforestation évitée et leurs incidences sur le stock de carbone, ainsi que le suivi des engagements de réduction des émissions représentent un défi scientifique et méthodologique, spécialement quand il s'agit de quantifier les dégradations forestières autres que la déforestation. Aussi, les institutions de recherche ont été interpellées pour fournir des méthodes et synthétiser les données de recensement des stocks de carbone dans ces forêts.

Les stocks de carbone sont constitués principalement par la biomasse aérienne des arbres (troncs et branches), mais aussi par les débris végétaux en sous-bois, la matière organique des sols et les racines des arbres. L'estimation sur le terrain de la biomasse des arbres repose sur des mesures simples pouvant être réalisées lors des inventaires forestiers, comme le diamètre du tronc par exemple. Elle peut aussi utiliser l'imagerie 3D. Mais, compte tenu des contraintes liées aux territoires forestiers, qui sont vastes et souvent difficilement accessibles, le développement spatial des inventaires forestiers est limité dans l'espace. Les recensements de biomasse, très coûteux, ne sont par ailleurs pas assez réguliers pour garantir la bonne mesure de l'évolution des stocks. Ces mesures *in situ* doivent donc nécessairement être couplées à des techniques de télédétection aérienne et satellitaire. Les relevés de terrain sont alors utilisés pour échantillonner les différents types de forêts d'un territoire et pour calibrer les prédictions de la biomasse des arbres et des peuplements à partir de la télédétection.

### Les nombreux outils de la télédétection

L'estimation des biomasses forestières par télédétection constitue un domaine de recherche en plein développement. Contrairement au suivi de la déforestation, qui est techniquement relativement bien maîtrisé, le suivi de la dégradation des forêts, et plus généralement des variations de biomasse forestière dans l'espace et dans le temps, est rendu difficile par le fait que la plupart des signaux saturent à des niveaux intermédiaires de biomasse. Ces dernières années, la diversification des capteurs et des sources de

© IRD/P. Ploton



Mesures de la biomasse.

### Quelle quantité de carbone stockée dans les sols déforestés d'Amazonie ?

Avec les océans et les forêts, les sols constituent l'un des principaux réservoirs de carbone de la planète. Au cours du XX<sup>e</sup> siècle, ce stock a considérablement diminué du fait de la déforestation et de l'agriculture intensive.

Des chercheurs de l'IRD et leurs partenaires brésiliens se sont en particulier intéressés à l'évolution des quantités de carbone dans les sols, suite à la déforestation en Amazonie. En effet, les sols mis à nu, puis cultivés, libèrent vers l'atmosphère sous forme de CO<sub>2</sub> le carbone qu'ils stockaient jusque-là sous forme de matière organique.

Cette réponse du sol après déforestation est très hétérogène. Pour mieux la comprendre, les chercheurs ont analysé une large quantité de données sur l'évolution des stocks de carbone du sol dans la région.

Ils ont passé au crible les résultats d'une vingtaine d'études menées depuis 1976 sur des pâturages de bovins ou sur des champs de soja ou maïs qui ont remplacé la forêt. Ils ont alors comparé les quantités de carbone organique mesurées dans ces sols déforestés avec celles de la forêt initiale.

#### Le carbone du sol chute sous cultures, mais pas sous pâturages

Sans surprise, l'équipe de recherche franco-brésilienne montre

que la substitution de la forêt par de grandes cultures annuelles comme le maïs et le soja entraîne une baisse des stocks de carbone dans le sol, de 8,5 % en moyenne. Ce phénomène s'explique par les faibles quantités de matière organique restituées aux sols sans couvert forestier, ainsi qu'aux pratiques culturales, qui favorisent les pertes de carbone.

En revanche, dans les pâturages, la quantité de carbone organique dans le sol a légèrement augmenté depuis la disparition de la forêt, de 11 % en moyenne dans les prairies qui ne sont pas surexploitées.

En effet, l'importante activité racinaire des graminées améliore le stockage du carbone dans les sols. Cependant, les chercheurs s'attendaient à des valeurs bien plus importantes dans les pâturages, supposés offrir un grand potentiel de séquestration du carbone.

De plus, l'augmentation des quantités de carbone provenant des graminées dans les pâturages atteint un seuil au bout d'une vingtaine d'années. Elle ne compense donc en aucun cas les émissions de gaz à effet de serre globales de la déforestation.

Enfin, cette synthèse révèle que, contrairement à ce que l'on observe ailleurs dans le monde, la quantité de précipitations n'a pas d'influence sur la plus ou moins grande capacité de stockage du carbone par le sol en Amazonie.

Pâturages remplaçant la forêt amazonienne au Brésil. La déforestation intense à des fins agricoles contribue à réduire les réserves de carbone stockées dans les forêts tropicales.

© IRD/P. Léna



Aspect de la canopée sur une image GeoEye « fausses couleurs » à très haute résolution spatiale (THRS). La texture du grain des images satellites des canopées est un bon indicateur de la biomasse des forêts.



données de télédétection ont cependant amélioré les mesures de biomasse. L'altimétrie laser (Lidar), en mesurant les hauteurs des canopées, permet d'estimer la biomasse sur pied de façon efficace. Mais elle reste dépendante du support aéroporté, qui est coûteux et soumis aux autorisations de survol. Le futur satellite radar de l'agence spatiale européenne, dédié à l'estimation de la biomasse, devrait donner des résultats d'ici quelques années.

Enfin, la disponibilité croissante des images satellites optiques à très haute résolution spatiale (pixels de 1 m ou moins) offre aussi des solutions pour prédire la biomasse des forêts. L'IRD et ses partenaires ont développé une méthode (Foto) qui utilise ainsi la texture du grain des images satellites des canopées, reflétant la taille des couronnes et donc celle des arbres dominants, qui représentent souvent près des trois quarts de la biomasse d'une forêt. L'approche a pu être validée par des études de cas portant sur des forêts très variées, en Afrique centrale, Guyane française, Inde, Nouvelle-Calédonie. D'autres recherches ont montré comment appliquer ces méthodes à des images hétérogènes en termes de conditions d'éclairage et d'angle de visée du capteur. Les recherches conduites durant la dernière décennie rendent aujourd'hui envisageable de décliner différentes approches de télédétection complémentaires entre elles et en liaison avec les inventaires de terrain.

## **Une influence du climat sur les forêts tropicales humides depuis des millénaires**

Selon le 5<sup>e</sup> rapport du Giec, les forêts tropicales pourraient être plus sensibles aux variations climatiques que les forêts tempérées, car elles ont évolué dans une fourchette de températures plus restreinte que sous les hautes latitudes. Pour mieux comprendre le rôle du climat sur les dynamiques forestières, l'étude du passé est nécessaire. Depuis une vingtaine d'années, plusieurs équipes internationales et interdisciplinaires étudient dans les bassins de l'Amazonie et du Congo les évolutions de la forêt tropicale au cours des derniers millénaires et le rôle qu'a joué le climat.

Encadré 38

### Le bilan carbone de l'Amazone serait neutre

Le bilan carbone du système fluvial en Amazonie centrale est proche de l'équilibre : ses eaux rejettent vers l'atmosphère la même quantité de carbone que celle fixée par la végétation de ses zones humides.

Considéré jusqu'à présent comme une source d'émissions de gaz à effet de serre, le fleuve Amazone révèle en fait un bilan carbone équilibré. En effet, une étude de 2013 des laboratoires GET et Epec, dans le cadre de l'observatoire Hybam, montre que le CO<sub>2</sub> dégazé par le fleuve est uniquement puisé au sein du système fluvial lui-même.

Jusqu'à présent, les scientifiques pensaient que les fleuves étaient alimentés en carbone par les arbres et autres plantes terrestres via les sols du bassin versant. Ce carbone était alors transformé en CO<sub>2</sub> et réémis par dégazage vers l'atmosphère. Les cours d'eau, et en particulier

le géant Amazone, étaient ainsi considérés comme des sources nettes d'émissions, rejetant plus de CO<sub>2</sub> qu'ils n'en absorbaient. Or, les chercheurs viennent de démontrer que les 200 000 tonnes de carbone dégazé en une année par les eaux de l'Amazone proviennent principalement de la respiration et de la décomposition de la matière organique produite par la végétation semi-aquatique des zones humides amazoniennes. Le fleuve agit ainsi, à l'inverse de ce que l'on pensait, comme une « pompe à CO<sub>2</sub> ».

Cette étude met aussi en lumière la nécessité de considérer les propriétés spécifiques des zones humides dans les bilans globaux de carbone.

© IRD/J.-M. Martinez



Le fleuve Amazone émet 200 000 t de carbone chaque année.





Mosaïque de forêt et savane, parc national de la Lopé, Gabon.

Les travaux portant sur les cinq derniers millénaires en Afrique centrale démentent la vision de la forêt tropicale humide immuable. Les forêts se sont fragmentées il y a 2 500-2 000 ans au profit des savanes. Cette régression de la forêt serait liée au déclin de la mousson africaine il y a 3 500 ans. Après cette période de sécheresse, la forêt a progressivement regagné du terrain. Puis, durant le Petit Âge glaciaire (du XIV<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle), l'analyse des pollens révèle à nouveau la présence d'herbacées et autres plantes caractéristiques des forêts dégradées ou des savanes. Les études archéologiques montrent que les évolutions techniques et culturelles se sont déroulées en parallèle avec ces changements régionaux environnementaux, sans que l'influence de l'homme ne semble alors déterminante dans les transformations du milieu, même si elle a très probablement renforcé certaines dynamiques, notamment au travers des feux. Ces travaux montrent que dans le massif forestier africain, en moyenne plus sec que l'Amazonie, la forêt bascule plus rapidement vers des paysages de savanes, à cause des feux en particulier. Mais le maintien de zones refuges pour les espèces forestières, dans certaines montagnes ou près des rivières, permet des épisodes de reconquêtes, comme celui qui s'est déroulé au cours des derniers siècles.

Le climat est aussi un des moteurs de la biodiversité. La diversité spécifique amazonienne, une des plus élevées de toutes les surfaces émergées, est la conséquence d'une évolution dans un milieu qui n'a pas connu les extinctions massives d'espèces, causées par les intrusions glaciaires sous les latitudes septentrionales, et qui a été relativement protégé des extensions concomitantes des climats tropicaux secs. Mais une étude récente

d'une équipe de l'IRD et de ses partenaires sud-américains montre que la faune et la flore exceptionnelles du bassin amazonien seraient aussi le fruit d'une longue histoire géologique et climatique. La tectonique active des Andes et la variabilité des précipitations seraient le moteur du développement des *hot spots* de biodiversité sur les piémonts andins. La mobilité du relief (tectonique, érosion, changement du cours des rivières) créerait un régime d'instabilité favorable à une diversification spécifique importante.

## **L'hydrologie des grands fleuves : des crues et des étiages plus sévères**

L'augmentation des événements extrêmes (sécheresses, pluies diluviennes) observée dans la zone intertropicale s'est traduite pour les grands fleuves tropicaux par des crues ou des étiages plus fréquents et plus intenses. De nombreuses recherches ont porté sur l'Amazonie, le plus grand bassin versant du monde qui s'étend sur quelque 6 millions de kilomètres carrés. L'observatoire de recherche en environnement Hybam permet depuis 2003 d'obtenir des mesures précises et régulières du débit et du niveau d'eau, grâce à un vaste réseau de stations hydrologiques et à l'altimétrie satellitaire (encadré 39).

### **La hauteur des fleuves de l'Amazonie peut varier de 20 m**

Au cours de ces quinze dernières années, des épisodes exceptionnels de basses eaux (2005, 2010) et de crues (1999, 2009, 2012 et 2014) se sont succédé. Alors que le débit moyen du fleuve varie peu, ces événements sont le principal marqueur du changement du régime hydrologique observé sur l'Amazone et ses affluents. Liés aux influences océaniques, crues et étiages extrêmes sont éventuellement amplifiés par des facteurs locaux. La déforestation, par exemple, réduit l'humidité disponible en période de sécheresse et augmente le ruissellement en période de pluie.

Ces événements extrêmes ont des impacts locaux majeurs. La hauteur des fleuves de l'Amazonie centrale peut ainsi varier de plus de 20 m entre les périodes de basses et de hautes eaux, et la largeur de l'Amazone peut atteindre 10 km lors des inondations les plus sévères. Au Brésil, les inondations et les basses eaux perturbent les transports le long des cours d'eau, uniques voies de communication pour la plus grande partie des habitants de l'Amazonie. Lors de ces épisodes, les populations riveraines des fleuves se voient aussi privées de leurs ressources habituelles, en particulier la pêche et l'agriculture. Les inondations peuvent également avoir des conséquences mortelles. En 2014, la Bolivie compte 56 morts et 58 000 familles touchées par la crue catastrophique du rio Madeira, l'un des principaux affluents de l'Amazone.

Encadré 39

### **Le suivi de la crue exceptionnelle de 2014 dans le bassin de l'Amazone**

Grâce à l'altimétrie spatiale et aux mesures de terrain, les équipes de l'observatoire Hybam ont suivi la genèse et l'évolution de la crue exceptionnelle du rio Madeira, depuis le Pérou jusqu'au Brésil. Les outils d'hydrologie spatiale développés par l'IRD sont mis à disposition des services techniques nationaux sud-américains.

Partagé entre le Pérou, la Bolivie et le Brésil, le bassin du rio Madeira s'étend sur une surface équivalente à deux fois la superficie de la France. En 2014, il connaît une crue exceptionnelle, causée par de fortes pluies tombées dans le bassin depuis le début de l'année.

À Porto Velho, au Brésil, le niveau du fleuve a dépassé de 2 m la précédente cote historique enregistrée depuis le début des mesures en 1967.

À Rurrenabaque, dans le piémont andin bolivien, le cumul des pluies en 17 jours (1 100 mm) a été quatre fois supérieur au cumul habituel à cette période.

Le gouvernement bolivien a considéré ces inondations comme les plus catastrophiques connues depuis 30 ans.

#### **Coopération avec les agences nationales et les universités des trois pays**

Grâce au réseau de stations hydrométriques des services nationaux de météorologie et d'hydrologie du Pérou et de Bolivie, et avec le soutien de l'agence de l'eau du Brésil, les équipes de l'observatoire Hybam ont suivi la genèse et l'évolution de cette crue exceptionnelle.

Les stations de terrain ont permis de mesurer le débit du rio Madeira et de ses affluents. Les niveaux d'eau des fleuves ont également été estimés grâce à l'altimétrie spatiale.

Les inondations ayant emporté de nombreux postes de mesures en Bolivie, cette méthode qui utilise les données satellitaires a permis d'assurer le suivi du niveau d'eau dans ce contexte extrême.

© Inegraçao Nacional/A. Marques



Dégâts liés à la crue du rio Madeira en 2014 au Brésil.

Encadré 40

### L'eau souterraine cartographiée depuis l'espace

Des chercheurs des unités Legos, Espace-DEV et GET et leurs partenaires français et brésiliens ont mis au point une nouvelle méthode de mesure du niveau phréatique par satellite. Ils ont ainsi dressé les premières cartes de la nappe présente sous l'Amazonie et le rio Negro.

Ces cartes montrent la hauteur de l'aquifère lors des périodes de basses eaux de 2003 à 2008. Elles traduisent la réponse de la nappe, notamment aux sécheresses, comme celle survenue en 2005, et permettent de mieux caractériser son rôle sur le climat et l'écosystème amazonien.

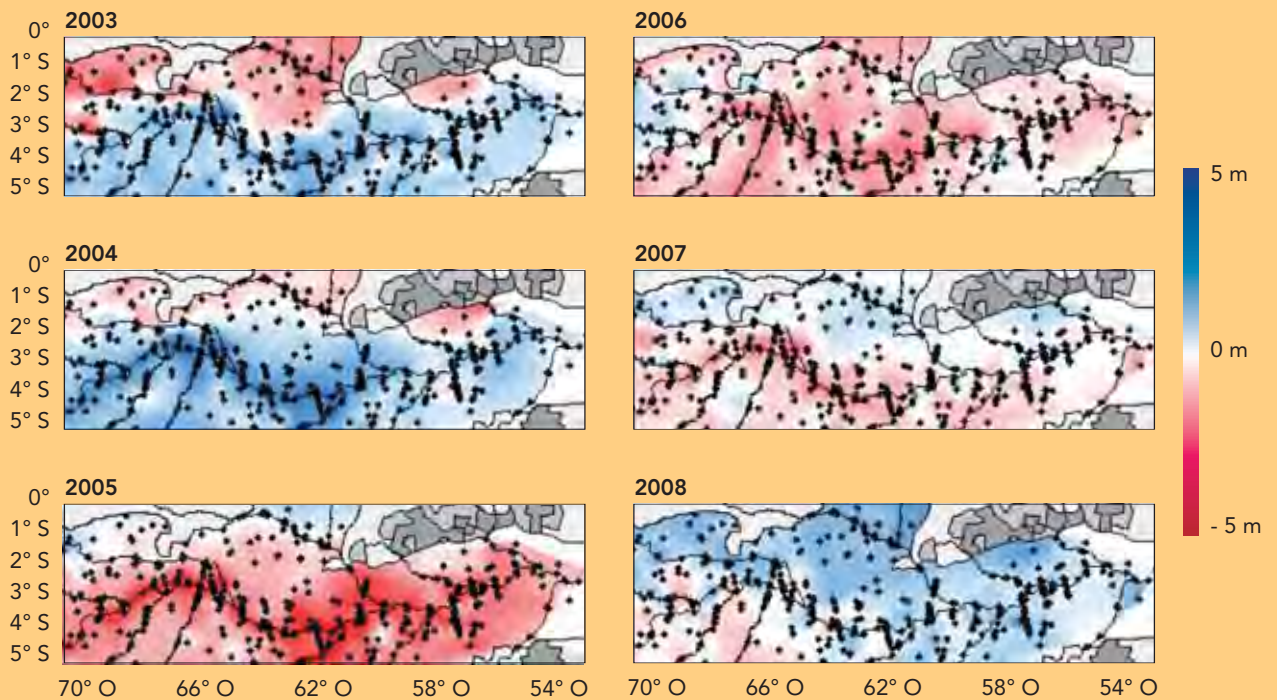


Figure 26.

Suivi de la situation de la nappe alluviale amazonienne de 2003 à 2008.

Losanges noirs = stations virtuelles altimétriques.

Gamme de couleur = hauteur du toit de la nappe par rapport à une situation moyenne.

Après la sécheresse extrême de 2005, la nappe n'a retrouvé son niveau moyen que deux ans plus tard, malgré une pluviosité redevenue normale dès 2006.

Source : PFEFFER *et al.*, 2014.

Encadré 41

### L'impact minoré du changement climatique sur l'extinction des poissons d'eau douce

Des chercheurs de l'unité Boréa et leurs partenaires ont montré en 2013 que les extinctions actuelles des poissons d'eau douce dues aux pressions anthropiques seraient bien supérieures à celles générées par le changement climatique.

*Nannostomus trifasciatus*  
Steindachner, 1876.

Les milieux aquatiques boliviens, depuis les hauteurs andines aux plaines amazoniennes, abritent 900 espèces de poissons, soit 6 % des espèces d'eau douce décrites.

© IRD/M. Jégu



Les modèles utilisés jusqu'à présent par les ichthyologues prévoyaient que la réduction de l'habitat de certaines espèces provoquée par le changement climatique serait l'une des causes majeures de leur extinction. Mais ces modèles négligent le facteur temps, alors que plusieurs décennies, voire plusieurs millénaires, peuvent s'écouler avant l'extinction d'une espèce.

En intégrant cette dimension temporelle dans leur étude, les chercheurs de l'unité Boréa ont montré que les effets du changement climatique n'augmenteront que très marginalement les taux d'extinction naturelle chez les poissons d'eau douce, excepté dans les régions semi-arides et méditerranéennes.

Les taux d'extinction provoqués par les activités humaines au cours des deux derniers siècles sont quant à eux beaucoup plus préoccupants : en moyenne 150 fois plus importants que les taux d'extinction naturelle et 130 fois plus importants que les taux d'extinction prédits en fonction du changement climatique.

Cependant, le stress lié à la température et la limitation de l'oxygène pourraient produire des changements progressifs dans la structure et la composition des communautés actuelles de poissons. En Amazonie par exemple, les populations d'espèces tolérantes à l'augmentation de température, comme le *paiche*, augmenteront, tandis que les populations d'espèces sensibles à cette augmentation diminueront.

Ces grands fleuves sont aussi une source importante d'énergie dans les régions qu'ils traversent. L'Amazonie continue à être perçue comme un lieu privilégié pour l'expansion de méga-barrages hydro-électriques (Tucuruí, Belo Monte, Santo Antônio, Girau), destinés à l'approvisionnement en énergie des grandes industries régionales ainsi que des villes. Les fortes fluctuations climatiques actuelles (sécheresses, inondations) font craindre que la capacité des barrages ait été surestimée.

## Une navigation très perturbée sur l'Oubangui

Deuxième fleuve de la planète après l'Amazonie, le Congo a aussi connu une importante instabilité de son débit. Au début des années 1980, le fleuve a enregistré une baisse significative de régime de l'ordre de 10 %, puis un retour à la normale à partir de 1990. Cependant, les affluents rive droite du Congo, l'Oubangui et le Sangha, enregistrent eux une baisse continue des écoulements depuis les années 1970. Or, le fleuve Congo et l'Oubangui sont les principales voies d'accès pour le commerce entre Kinshasa/Brazzaville et Bangui en Centrafrique. Les durées d'interruption de la navigation sur l'Oubangui ont considérablement augmenté ces dernières décennies, jusqu'à 200 jours par an depuis 2002. Mais l'hydrologie très complexe de ce bassin fluvial de près de 4 millions de kilomètres carrés rend difficile la possibilité de tirer des grandes tendances en lien direct avec le changement climatique. D'autant que les données hydroclimatiques sont peu nombreuses dans la région. Développé par l'IRD, le système d'observation des bassins versants expérimentaux tropicaux (BVET) contribue à améliorer les connaissances sur l'hydrologie en Afrique centrale. Avec les partenaires camerounais, cet observatoire étudie l'impact des fluctuations climatiques et des pratiques agricoles sur les hydrosystèmes de plusieurs petits bassins versants au sud du Cameroun. Un autre observatoire de la zone humide d'Afrique centrale est également en cours de montage au Gabon.



Trafic fluvial sur le fleuve Congo. Le fleuve Congo est une voie navigable importante pour le commerce et les passagers entre les deux capitales, Kinshasa (République démocratique du Congo) et Brazzaville (République du Congo).

Léna Philippe, Couteron Pierre, Guyot Jean-Loup, Seyler Frédérique. (2015).

Forêts tropicales et grands fleuves : des milieux sous influence.

In : Reinert M., Janicot Serge (ed.), Aubertin Catherine (ed.), Bernoux Martial (ed.), Dounias Edmond (ed.), Guégan Jean-François (ed.), Lebel Thierry (ed.), Mazurek Hubert (ed.), Sultan Benjamin (ed.), Sokona Y. (pref.), Moatti Jean-Paul (pref.).

Changement climatique : quels défis pour le Sud ?

Marseille : IRD, 145-159. ISBN 978-2-7099-2168-8