

Atelier 10 : le continuum homme-terre-mer

Josette GARNIER, Christophe DELACOURT, Philippe SOUCHU, Marc TROUSSELIER, Anicet BEAUVAIS, Jérôme LABILLE, Patrick FLAMMARION, Bruno CASTELLE, François BOURIN ...

Le River Continuum Concept de Vannote et al. (1980, Can J Fish & Aqu Sci 37(1), pp.130–137) vu initialement de manière linéaire longitudinale, de l'amont à l'aval des rivières, a depuis largement évolué dans ses dimensions horizontales (interfaces avec les milieux terrestres) et verticales (interfaces entre les eaux de surfaces et souterraines, mais aussi entre les surfaces continentales –eaux & terres- et l'atmosphère).

L'impact de l'Homme sur les zones côtières s'exerce notamment à travers les flux de polluants qui s'y déversent, directement mais surtout par les fleuves. Ces zones sont ainsi dépendantes des activités agricoles, industrielles et urbaines, dans l'ensemble des bassins versants. Le lien entre l'activité humaine et les problèmes environnementaux observés sur les côtes sont cependant loin d'être directs en raison (i) de la complexité des processus de transport, de transformation et de rétention des éléments (chimiques –dissous et particulaires- des matières en suspension, des sédiments, etc.), (ii) de la géomorphologie (iii) des régimes hydrologiques...

Le long des continuums aquatiques se succèdent une multitude de milieux (ruisseaux, zones humides et corridors rivulaires, étangs et réservoirs, rivières, estuaires, zones littorales qui constituent autant d'interfaces entre eux mais aussi avec les territoires investis par l'Homme, que ce soit en zones urbaines ou rurales. Les bassins versants sont en effet des bassins de vie, investis d'une activité humaine qui a largement modifié la morphologie et la qualité de ces continuums, depuis les temps historiques. L'aménagement des territoires par l'Homme s'est fait aux abords des rivières et des littoraux, l'eau étant une ressource essentielle à sa survie, mais aussi capable d'évacuer ses déchets et de faciliter le transport des matériaux pondéreux. Les étangs, barrages-réservoirs, la canalisation, les aménagements portuaires, etc. sont des exemples évidents de la transformation des cours d'eau. A la zone côtière, l'impact en termes d'évolution du trait de côte lié à l'aménagement du territoire et à l'urbanisation littorale, voire même aux actions menées par l'homme pour lutter contre l'évolution du littoral renforçant l'intensité et l'impact des phénomènes d'érosion et de submersion sont aussi des défis du 21^{ème} siècle. Enfin, ce continuum intègre aussi les eaux de sub-surface par le biais d'échanges permanents aux interfaces nappes-eaux de surface (rivières, zones humides, zones côtières) ou au sein de la zone hyporéique.

Les continuums Homme-Terre-Mer ne se limitent pas aux continuums aquatiques mais se conçoivent aussi dans le maillage des territoires et leurs aménagements. Les changements d'occupations des terres, les systèmes et pratiques agricoles ont en effet largement modifiés les paysages avec des effets cascades, qui ne sont pas toujours maîtrisés, dans les continuums terrestres, aquatiques, jusqu'au littoral. Ces modifications ont même des impacts au-delà du littoral jusqu'au côtier (par ex. les canyons en bordure de plateau continental qu'une partie des sédiments rejoint, constituant des vasières en bordure de plateau, mal connues dans leur fonctionnement géophysique et biogéochimique).

Les surfaces continentales et leurs interfaces sont aussi des habitats pour la biodiversité, les continuums représentant des voies de circulations. Au total, toutes ces interactions, complexes, entre eau, sédiment, sols, biota et humain doivent être comprises et modélisées pour gérer ces espaces aussi développés que vulnérables.

Il faut concevoir et proposer des actions, notamment correctives (préventives autant que possible), sur les systèmes et les milieux, en intégrant leur compréhension (via les synthèses de résultats des recherches, les retours d'expérience de terrain,...) dans une modélisation numérique. Détecter précocement les facteurs d'évolutions et de risques, agir sur les sources de pressions, atténuer les impacts des changements globaux, restaurer les milieux, évaluer l'efficacité de ces actions, développer des infrastructures basées sur des « nature based solutions », s'inspirer des processus d'atténuation naturelle pour développer de nouveaux procédés de remédiation, ou trouver de nouvelles trajectoires permettant une plus grande résilience, et un plus haut niveau de sécurité, sont autant d'objectifs pour des travaux de recherche innovants.

Si les études en sciences humaines et sociales, en sciences du sol et en sciences de l'eau (limnologie et océanographie littorale) ont largement contribué à la compréhension, voire à la modélisation, de ces milieux séparément, la pluri-, l'inter- et la transdisciplinarité encouragées depuis 30 ans au CNRS n'ont pas encore permis d'aboutir à une approche suffisamment intégrée et quantifiée du continuum Homme/Terre/Mer. Il est nécessaire de proposer concepts et outils permettant de guider les gouvernances des territoires ruraux, urbains et ceux des zones littorales pour des bénéfices mutuels. Ils sont nécessaires pour améliorer notre capacité à construire des scénarios de l'évolution de l'état de santé des écosystèmes sous pressions multiples. Il y a aussi à hiérarchiser entre tous les facteurs de perturbations (en croisant facteurs physiques et facteurs chimiques) pour discerner sur quelles causes agir en priorité.

Cette vision du continuum Homme/Terre/Mer est au total assez proche du concept de la zone critique comme «habitat de l'humanité ».

Le continuum Terre-mer préexistait aux activités humaines. L'étude d'une profondeur temporelle est donc importante pour comprendre la variabilité spatiale et temporelle des forçages climatiques et tectoniques (couplages et rétroactions). Définir quels étaient les flux naturels avant perturbations anthropiques doit permettre de mieux comprendre les pressions et forçages anthropiques. Outre l'échelle temporelle, depuis la révolution industrielle par exemple, les études à des échelles géologiques peuvent contribuer à bien caractériser les surfaces, paysages et systèmes naturels avant leur transformation/perturbation.

L'étude des continuums Terre-Mer doit donc se concevoir dans des gradients d'impacts naturels et anthropiques afin de comparer leur comportement et leur résilience.

Rappelons que la modélisation numérique apparaît un outil indispensable pour discriminer les impacts (cf. Atelier modélisation).

Les thématiques scientifiques (et leur verrous):

- Renforcer l'inter- et transdisciplinarité pour faire émerger de nouvelles disciplines (cf. Ecologie/biogéochimie territoriale);
- Mettre l'accent sur les processus hydrologiques, biogéochimiques et physicochimiques et les outils de modélisation aux interfaces terre-eaux de surface et souterraines ; réaliser les expériences sur le terrain ou au laboratoire nécessaires à la formalisation mathématique et au paramétrage ;
- Développer un nouveau cadre de modélisation basé sur les interactions des processus biotiques et abiotiques (et anthropogéniques) le long des continuums ; faire dialoguer les modèles entre eux, ceux des sciences humaines et sociales et des sciences de la nature.

- Etablir des bilans (sources, stocks, métabolismes) de matières et polluants d'intérêts (sédiments, matières organiques, nutriments, contaminants, ...) à des échelles emboîtées, des territoires aux bassins versant dans des conditions climatiques et anthropiques contrastées, en défiant parfois le manque de données, et améliorer ainsi les programmes d'échantillonnage ;
- Appréhender conjointement l'expologie et la toxicologie des contaminants dans les différents réservoirs afin d'estimer leur risque global, les conséquences de leur flux en termes de risques écotoxicologiques le long du continuum et leur persistance dans les milieux;
- Faire le lien entre les flux biogéochimiques et perturbations écologiques (eutrophisation, ...), entre biodiversité terrestre (hétérogénéité des paysages, rôle dans les régulations,...) et biodiversité aquatique; anticiper les dynamiques écologiques, hydrologiques et biogéochimiques à moyen terme sous l'influence du changement climatique;
- Intégrer les impacts cumulés des pressions physiques, chimiques, biologiques le long du continuum et leurs conséquences sur les écosystèmes fluviaux, estuariens et littoraux ; déconvoluer l'impact de l'Homme, des évolutions naturelles et du Changement Global sur l'évolution des systèmes;
- Analyser le rôle des événements météorologiques extrêmes (tempêtes, crues) afin de caractériser / anticiper les effets court terme et leurs cascades vers les grandes échelles dans un contexte de changement climatique associé à l'intensification des activités humaines;
- Préciser et quantifier les mécanismes majeurs modifiant les cycles biogéochimiques au niveau des grandes interfaces : eau de surface-eaux souterraines, estuaire, zone hyporéique.

Les moyens :

- Promouvoir et faciliter l'inter- et transdisciplinarité en définissant des objets ou chantiers autour desquels les communautés pourraient travailler ensemble (SIC, ST, etc. en co-construction avec les SHS);
 - Construire de nouvelles formations académiques;
 - Développer des capteurs permettant de mesurer les flux de contaminants in-situ;
 - Développer des plateformes de mesures adaptées aux mesures haute-fréquence temporelle et spatiale;
 - Pérenniser/ mettre en place les observatoires permettant de suivre ces continuums sur le long terme (articulations avec des SNO existants);
 - Développer les méthodes de de télédétection pour l'étude des événements extrêmes ;
- Etc.