

Atelier 1 : que reste-t-il de la prospective 2013-2017 ?

Frédéric DELAY, Françoise ELBAZ POULICHET, François CHABAUX, Corinne LEVAL, Aline DIA, Nicolas ARNAUD...

Le dernier exercice de prospective (2013-2017), concrétisé par la tenue du colloque des 21-23 Mai 2013 et la publication du document de synthèse (Juillet 2014), a permis de souligner l'obligation pour notre communauté de relever **un certain nombre de challenges sur lesquels des avancées ont eu lieu ou/mais qui demeurent des points d'attention** :

Des thématiques pleinement traitées mais, des interfaces en devenir

Au regard des thèmes majeurs abordés dans cette prospective (1. Flux de matière et d'énergie, altération, érosion, hydrologie, 2. Fonctionnement multi-échelles et évolution des écosystèmes continentaux et littoraux sous contraintes naturelles ou anthropiques, 3. Dynamique des éléments et des contaminants, physico-chimie des interfaces, biogéochimie, écotoxicologie, 4. Paléo-environnements), des avancées seront soulignées, notamment via une analyse des projets soutenus par EC2CO. Celle-ci permettra de préciser si les verrous identifiés pour chaque thème ont été abordés dans des projets. Toutefois, dans le domaine de l'écodynamique et écotoxicité des contaminants, qui a fait l'objet d'un séminaire de rendu d'EC2CO en 2015, nous pouvons souligner la nécessité de coupler dans les études les effets écotoxicologiques et l'écodynamique des contaminants (dynamique de spéciation et de réactivité, études aux interfaces...), d'inclure l'effet rétroactif du vivant sur ces processus, pour aller vers une écotoxicologie intégrative. Par ailleurs, le milieu urbain, identifié comme un défi aux interfaces lors de la précédente prospective, reste un objet d'étude à investir, pertinent face à l'urbanisation croissante, qui devrait intégrer l'observation et la labellisation d'Observatoires ou réseaux d'Observatoires, et la nécessaire pluri-disciplinarité au-delà de la communauté SIC, par exemple en association avec des géographes, ou des archéologues. Enfin, il convient de poursuivre au sein de la communauté INSU elle-même, les rapprochements entre équipes des domaines SIC et TS pour renforcer davantage encore la prise en compte de la composante long-terme dans l'étude et la modélisation de la dynamique des surfaces continentales.

Vers une approche plus holistique des actions et rétroactions du vivant sur les processus physico-chimiques

Si la prospective précédente a montré des capacités interdisciplinaires claires, nous devons amplifier, voire transcender cette interdisciplinarité requise par nos objets d'étude, questions scientifiques abordées et moyens d'investigation. Au-delà de l'analyse très fine du fonctionnement physico-chimique des différents systèmes classiquement étudiés par notre communauté, et par essence même de ce que représentent les SIC, une réelle prise en compte des couplages entre le milieu physique et le vivant, devient cruciale. Celle-ci doit inclure plus particulièrement une compréhension holistique des actions et rétroactions du vivant sur les processus physico-chimiques structurant les différents environnements des SIC. A ce titre, l'observation, l'expérimentation, et une compréhension mécanistique du rôle du vivant sur le milieu physique doivent permettre de développer des modèles de fonctionnement des SIC plus réalistes autorisant une efficace quête de bilan/projection/prédiction/scénarisation, et ce, à différentes échelles de temps et d'espace. Ceci passe sans doute aussi par la création d'espaces de formation, d'échanges puis, d'interactions des différentes communautés afin que les cultures, moyens d'investigation 'percolent', se mutualisent entre les communautés pour aboutir à une culture réellement inter et transdisciplinaire portée par des disciplines

d'excellence mais, autorisant la saisie efficace de questions de recherche fondamentale d'envergure aux retombées sociétales avérées.

Hot spot/moments, couplages des échelles de temps et d'espace

Les questions de recherche de la communauté SIC se caractérisent aussi par des focus sur des hot spots/hot moments de flux et de réactivité ciblant certaines interfaces (Littoral, Sol/Basse atmosphère, Sol/Hydrosystèmes...). Les travaux conduits sur l'interface Sol se sont trouvés plus particulièrement analysés via un Réseau Thématique Pluridisciplinaire conduit sous la double tutelle INSU/INEE entre 2013 et 2015 avec la tenue d'une réunion de présentations scientifiques et débats (7-8/10/2014) et la publication d'un document de synthèse (Juillet 2015).

Plus généralement, la levée des verrous inhérents à une compréhension intégrative du fonctionnement mécanistique et dynamique de ces zones s'impose et passe par une appréhension multi-approche, interdisciplinaire des questions concernant les interfaces, dans une sorte de continuum. A titre d'exemple ; comment ne pas s'affranchir d'une vision continue de ce qui se passe depuis les têtes de bassins jusqu'aux zones littorales en y incluant l'impact des intrants anthropiques (agricoles, industriels, urbains) et la globalité de la dynamique des hydrosystèmes (rivières, aquifères...) assortie de leurs interactions avec le sol ou le substrat rocheux ? Ces focus sur des hot spots/hot moments pourraient également devenir d'efficaces outils d'une approche épistémologique de l'interdisciplinarité.

Nos questions de recherche imposent à la différence d'autres communautés, l'incontournable construction de solides passerelles autorisant les couplages de temps (temps courts/temps longs) et d'espace (de l'atome au paysage). La généralisation de l'utilisation de l'imagerie multi-échelle incluant notamment, la spectroscopie, la géophysique de sub-surface et la télédétection, associée à la conduite d'une analyse critique de 'l'historicité' des systèmes étudiés pour a) établir un lien dynamique avec le système Terre aux échelles des temps géologiques et b) mieux appréhender les changements environnementaux de l'Anthropocène, sont des voies d'investigation prometteuses

Des services d'observation mieux structurés

Si l'on réfléchit en terme d'approche méthodologique et de moyens d'investigation, la dernière prospective a montré que de multiples thématiques scientifiques propres à l'analyse du fonctionnement des surfaces continentales s'appuyait sur de l'observation, de la mesure récurrente ou encore de l'expérience opportune montée à dessein pour cibler les actions, rétroactions d'un processus donné. Cet appui, relayé par les Services Nationaux d'Observation (SNO) et autres sites instrumentés, s'est avéré manquer parfois de coordination à l'échelle nationale, voire pour chaque pièce du réseau ignorer les attendus scientifiques et la production des autres. Un chantier important de mise en synergie des services nationaux réalisé par la CSSIC entre 2012 et 2015 a conduit aujourd'hui à la redéfinition claire des tâches d'observation et services rendus à la communauté, notamment par l'accès complet et facilité des 'délivrables' de chaque service. L'organisation de "dialogues de gestion" communs à l'ensemble des services donne à chacun une meilleure connaissance de l'activité des autres, permet de s'inspirer de pratiques et d'organisations fonctionnelles astucieuses, et plus généralement améliore l'efficacité globale en évitant les redondances pour chercher la complémentarité. Cette analyse et nouvelle structuration ont fait l'objet d'un document officiel publié par l'INSU en 2015. La constitution de l'IR OZCAR, ajoutée à la feuille de route française des IR en 2015 procède de la même logique et fut le résultat direct du besoin de structuration et d'internalisation de nos SNO identifié par la prospective et cette IR constitue, avec les Zones Ateliers, le miroir LTER français de l'infrastructure européenne en construction eLTER.

Il ressort de tout ceci aujourd'hui un accès à des données de qualité, vérifiées et obéissant à des protocoles rigoureux et parfois partageables entre services, garantissant un accès à l'information très largement amélioré. Ceci étant, il devient prioritaire d'inciter les IR (sur lesquelles s'adossent tout ou partie des services), à améliorer les bancarisations,

l'accessibilité et la diffusion de l'information via des portails unifiés renvoyant ensuite vers des supports spécifiques. Ceci implique l'assurance d'une pérennisation de la collecte et du stockage de données long-terme, la mise en place de réseaux transversaux facilitateurs de mutualisation de moyens et expertises et la garantie d'une interopérabilité des bases de données, en établissant des standards de codage de données, l'homogénéisation des métadonnées entre disciplines, l'établissement de règles de protection de la propriété intellectuelle mais, en favorisant cependant, la création de bases de données ouvertes. Notre communauté devra s'appuyer sur les pôles de données et de service pour cela, et notamment le pôle Théia.

Asseoir et diffuser notre expertise sur l'expérimentation tout en suscitant une plus forte dynamique de modélisation

Si le domaine SIC utilise efficacement l'Expérimentation à diverses échelles, la documentation de ces expériences, les raisons qui ont conduit à ces élaborations et plus encore les résultats restent trop souvent peu accessibles, voire inconnus. Pourtant, ces expérimentations peuvent s'avérer des éléments clefs de la compréhension de systèmes complexes et par exemple fournir des exercices de "benchmarking" sur lesquels on confrontera idées, théorie et modèles. Il semble opportun aujourd'hui de s'engager dans la voie d'un recensement volontaire des diverses expérimentations un peu conséquentes menées par le domaine SIC. L'objectif serait d'en sortir une bibliothèque accessible, source évidente de documentation mais également de renouvellement et ou de confrontation d'idées sur la manière d'aborder l'étude de la dynamique des surfaces continentales.

Par ailleurs, notre communauté qui manipule des données complexes (multi-scalaires, multi-variables, multi-paramètres...) documentant mécanismes et processus dans la richesse des échelles locales et intermédiaires, se doit de progresser sur les pistes de la modélisation. Cette dernière étant non seulement un exercice de test des vertus d'un cadre théorique mais également le moyen d'interpréter des données, le domaine SIC doit héberger de nombreuses tentatives conceptuelles, théoriques et numériques d'analyses des faits d'observation. Il devrait également disposer d'outils prospectifs tels que des modèles génériques développés en moyens de tests d'hypothèses ou de capacité à analyser la physique pertinente d'un ensemble de mécanismes et processus. Il peut sembler opportun d'identifier ce qui se fait sur le territoire national via des fiches signalétiques préférentiellement associées à des exercices de tests ou de "benchmarking". On pourrait dans un premier se concentrer sur le cadre théorie – modélisation numérique et préférentiellement (mais pas uniquement) associé à de l'expérimentation. Ce recensement pourrait rapidement permettre d'identifier des verrous sur les questions scientifiques prospectées, cerner les manques, et de manière générale tendre vers une meilleure définition des cadres théoriques qui fondent l'activité scientifique en SIC. A titre d'exemple, seule l'élaboration de théories et des modèles concernant le nécessaire emboîtement des échelles d'espace et de temps qui caractérise le fonctionnement des SIC, permettra de sortir du simple constat de la complexité du système.

La volonté manifeste d'amener à la modélisation une communauté pas toujours familière et/ou armée pour cette approche de modélisation s'est d'ailleurs vue affirmée lors de la dernière réunion de la CS SIC. En effet, une proposition consensuelle a été faite d'organiser prochainement un atelier de réflexion sur la prise en compte des processus biotiques versus abiotiques dans la modélisation des dynamiques spatio-temporelles des surfaces et interfaces continentales.