

*Livre blanc à destination des tutelles des IR OZCAR et RZA produit à l'occasion du meeting de clôture de l'équipex CRITEX à Paris, les 9 et 10 novembre 2022.*

## Le futur des observatoires de recherche français et leur contribution à l'IR européenne eLTER.



Ce document est une synthèse d'un document plus complet, disponible [ici](#)<sup>1</sup>, qui fait le bilan du colloque international CRITEX-eLTER (The science of socioecological systems: from instrumentation to action-driven science) qui s'est tenu les 09-10 novembre 2022 à Paris.

Ce colloque, qui clôturait l'Equipex CRITEX, a aussi été l'occasion de réfléchir à l'évolution des observatoires de l'environnement et à la contribution que pourrait avoir la France à la construction d'un centre thématique pour l'infrastructure européenne eLTER.

Cette synthèse est organisée en trois parties :

- Un état des lieux des trajectoires des infrastructures de recherche OZCAR et RZA au niveau national et international
- Les propositions d'évolution des observatoires et de la contribution possible à un centre thématique de eLTER issues des ateliers qui se sont tenus lors du workshop
- Des recommandations à destination des tutelles des deux IRs pour faciliter la mise en œuvre de ces propositions.

---

<sup>1</sup> <https://nextcloud.inrae.fr/s/L8ES3LbPEWXGz2B>

<b>1. Des infrastructures de recherche dans des territoires en mutation pour affronter les défis de l’anthropocène.....</b>	<b>2</b>
1.1 CRITEX : de la vertu fédératrice des instruments.....	2
1.2 Les réseaux OZCAR et RZA : de la multidisciplinarité à l’inter- et la transdisciplinarité.	2
1.3 TERRA FORMA : une instrumentation innovante au service de la société .....	3
1.4 L’infrastructure eLTER : de la nécessité de monter en échelle. ....	3
<b>2. Quels observatoires dans le futur et quelle place pour la France dans le paysage européen ? .....</b>	<b>3</b>
2.1 Les observatoires du futur.....	4
2.2 Un Topic Center sur l’observation et la transdisciplinarité .....	6
<b>3. Recommandations aux tutelles. ....</b>	<b>8</b>

## **1. Des infrastructures de recherche dans des territoires en mutation pour affronter les défis de l’anthropocène**

### **1.1 CRITEX : de la vertu fédératrice des instruments.**

L’Equipex CRITEX (2011-2022) a permis de rassembler une communauté scientifique d’étude de surfaces continentales autour d’un parc instrumental partagé. Il a indéniablement donné de la visibilité internationale à une communauté française se rassemblant derrière la bannière zone critique, lui permettant en particulier de s’insérer dans une dynamique européenne naissante. Cette structuration européenne (eLTER) a, en retour, permis le rapprochement des collectifs OZCAR (réseau des observatoires long-terme de la zone critique) et RZA (réseau socio-écologique des zones ateliers), qui en parallèle se sont constitués en infrastructures nationales de recherche.

### **1.2 Les réseaux OZCAR et RZA : de la multidisciplinarité à l’inter- et la transdisciplinarité.**

L’IR OZCAR résulte de la mise en lien de réseaux thématiques formés de sites instrumentés issus du champ des géosciences et financés sur le long terme par diverses institutions de recherche à finalité plus ou moins appliquée. Elle permet de réfléchir en commun à la mise à disposition des données, à leur exploitation pour la modélisation et dans la tradition de CRITEX, à l’instrumentation. L’IR RZA est un réseau de plateformes socio-écologiques déployant une approche transdisciplinaire<sup>2</sup> permettant la co-construction des savoirs par les scientifiques et les acteurs des territoires pour l’aide à la décision et leur transformation vers davantage de soutenabilité. Elle est soutenue par des acteurs des territoires.

---

<sup>2</sup> Le terme de transdisciplinarité est utilisé ici dans son acception la plus usitée dans le domaine des sciences de la soutenabilité, à savoir qu’il désigne des co-recherches entre acteurs des territoires et chercheurs académiques. Voir Lang et al., 2012.

Ces deux dispositifs se complètent de manière originale et contrastent avec ce qui existe dans les pays européens voisins, en ce qu'ils sont à la fois inter- (le continuum des sciences de la terre, des sciences de la vie et des sciences sociales)- et transdisciplinaires (avec l'implication des acteurs) : une dimension peu présente dans le partenariat eLTER. Ces deux réseaux sont en partie connectés à des réseaux de surveillance opérationnelle, mais moins que d'autres pays européens où ont été mises en place des interactions plus fructueuses entre le monde de la recherche et le monde de la surveillance environnementale (ou du « monitoring »)

### **1.3 TERRA FORMA : une instrumentation innovante au service de la société**

TERRA FORMA succède comme programme Equipex à CRITEX mais n'en est pas la continuité. TERRA FORMA, co-porté par les deux IR OZCAR et RZA, vise le développement de capteurs à bas coût et communiquant, rapprochant les utilisateurs des développeurs, et visant à faire participer les porteurs d'enjeux dans l'instrumentation des territoires. Il ambitionne de participer à une nouvelle appréhension des territoires via l'usage de ces capteurs et de nouvelles représentations, comme des objets frontières, encourageant le dialogue transdisciplinaire, donc rapprochant scientifiques et société.

### **1.4 L'infrastructure eLTER : de la nécessité de monter en échelle.**

L'infrastructure eLTER est en gestation mais ressemblera sans doute à un réseau de sites et de plateformes ancrés localement et mettant en œuvre une approche systémique (la « Whole System Approach ») et socio-écologique (donc transdisciplinaire).

eLTER RI se matérialisera par un réseau de sites et plateformes représentatifs de la diversité des écosystèmes à l'échelle de l'Europe et d'un réseau de centres thématiques (« topic centers ») permettant de proposer des services aux communautés d'utilisateurs (pas uniquement des scientifiques), comme par exemple des produits dérivés des données collectées, utiles à la prise de décision à l'échelle européenne.

## **2. Quels observatoires dans le futur et quelle place pour la France dans le paysage européen ?**

Les dispositifs d'observations portés par les infrastructures OZCAR et RZA, incluant ceux développés dans le cadre de TERRA FORMA, sont des atouts pour aborder la question de l'habitabilité et la gestion durable des ressources (enjeux de soutenabilité) dans les territoires. Ils peuvent apporter une contribution française tout à fait originale à la construction européenne. De plus, s'il est financé, le PEPR TRANSFORM, qui propose de mettre en place et en réseau des lieux de co-construction transdisciplinaire dans une perspective transformative, sera une occasion d'apporter des ressources nationales à la construction d'un centre thématique national et pourquoi pas européen nourrissant cette contribution.

Lors du colloque de Novembre 2022, les participants, issus des communautés OZCAR et RZA se sont livrés à un travail autour de 6 ateliers destinés à faire émerger les attentes communes pour esquisser ce à quoi l'observatoire de demain pourrait ressembler, et comment ces observatoires pourraient être coordonnés, entre eux et à l'interface avec les communautés élargies au niveau européen (eLTER). La proposition qui suit envisage l'évolution de tout ou partie de nos dispositifs d'observation et leur coordination pour penser la question de l'habitabilité de la Terre et le passage du local au continental. Notre hypothèse est qu'il est nécessaire de faire évoluer non seulement nos manières d'observer les territoires mais également, la façon d'impliquer les parties prenantes dans l'observation (entendue au sens large, cf ci-dessous) à différentes échelles de temps et d'espace de manière à permettre à nos découvertes d'être plus transformantes. La transformation va bien au-delà de la seule adaptation, elle implique la nécessaire mutation de nos manières d'habiter la planète pour la maintenir habitable.

## **2.1 Les observatoires du futur**

La force de l'IR OZCAR réside dans le caractère hautement instrumenté de ses sites et dans l'observation de la zone critique sur des périodes longues, motivée par l'établissement de bilans de matière et d'énergie et la compréhension des processus et la modélisation numérique. L'IR RZA, socio-écologique, complète ces caractéristiques de l'IR OZCAR en y apportant (i) une dimension écologique, (ii) des compétences en sciences humaines et sociales pour des approches interdisciplinaires larges et (iii) l'expérience de co-construction avec les porteurs d'enjeux (transdisciplinarité) autour de questions scientifiques partagées et géographiquement situées dont la définition les a impliqués dès le début.

L'observatoire du futur réalise une synthèse des forces des deux réseaux et se présente comme un incubateur vers une approche systémique (« whole system approach ») telle que prônée dans eLTER-RI, fondamentale pour aborder la complexité des enjeux de soutenabilité et d'habitabilité auxquels l'humanité fait face. L'observatoire du futur est un observatoire inventant une « science des lieux » et impliquant les acteurs.

On peut alors proposer de catégoriser nos observatoires selon leur implication dans la société et selon leur volonté de s'inscrire dans une démarche de transformation. Pour les observatoires qui le souhaiteront, le passage de l'écosystème/zone critique au socio-écosystème puis à la transformation pourra se faire selon des rythmes qui pourront être propres aux spécificités et moyens dont disposeront les différents observatoires. Cette catégorisation n'est pas figée mais au contraire évolutive.

Si notre pays souhaite faire partie de l'infrastructure européenne en développement, il est nécessaire de renforcer les capacités d'observations d'un certain nombre de nos dispositifs d'observation. En l'état, compte tenu de la liste des observations standards et du cahier des charges requis aujourd'hui par la catégorisation en sites de niveau 1, 2 ou 3, les sites observatoires français ont du mal à atteindre le niveau 2. Les sites observatoires de l'IR OZCAR ont besoin d'un renfort dans l'observation des paramètres écologiques (voir les deux

volets du rapport de prospective OZCAR 2.0<sup>3</sup>). Les observatoires des Zones Ateliers nécessitent, quant à eux, d'observer plus de compartiments. Une synthèse des deux réseaux peut se produire à leurs intersections sur les surfaces terrestres ou les côtes et conduire aux plateformes candidates à eLTER.

La perspective transformative est un degré de développement supplémentaire. Elle ne pourra être mise en place immédiatement partout mais elle est toutefois ce que l'observatoire du futur pourrait viser. Elle nécessite de faire évoluer le concept d'observatoire vers un modèle associant le classique triptyque observation, expérimentation, modélisation et impliquant dans chaque composante, la co-construction des connaissances entre les scientifiques et les acteurs des territoires de vie. Cette participation est nécessaire mais ne saurait être naïvement considérée comme suffisante, eu égard à l'importance des freins à la transformation qui sont décrits à toutes les échelles, par les psychosociologues comme par les politistes ; elle n'en n'est pas moins nécessaire et implique de repenser certains de nos observatoires en profondeur.

Observation. Historiquement (cf partie I), nos observatoires ont été conçus pour observer dans la durée, sans intervention, essentiellement des paramètres d'intérêt pour les sciences de la terre, de la vie et de l'environnement. Ils le font sur le temps long, pour saisir l'imbrication des différentes temporalités. Toutefois l'observatoire du futur nécessite une plus grande implication de l'ensemble des disciplines des sciences humaines et sociales afin d'être en mesure d'étudier le système plutôt que ses parties constitutives (la vie, le sol, les collectifs humains, l'air...) et de mieux saisir ses trajectoires historiques. Il doit aussi également impliquer les collectifs d'acteurs, y compris dans la co-construction des questions de recherche sous-tendues par ces observations, dans l'observation elle-même (sciences participatives) et dans la co-production des indicateurs de fonctionnement et d'évolution des socio-écosystèmes.

Expérimentation. Elle doit aller de pair avec l'observation. L'expérimentation peut être classique mais également socio-écologique, consistant en la stimulation de changements de pratiques auprès de différents types d'acteurs sur les territoires, et l'observation à court ou moyen terme des impacts de ces changements de pratiques sur l'environnement, mais aussi dans des dimensions plus sociales, économiques, voire politiques/juridiques. Elle implique des approches profondément inter- et transdisciplinaires, au sens de co-recherches entre chercheurs et acteurs des territoires. L'expérimentation est un élément fondamental de la transformation en raison des incertitudes, de la complexité des processus socio-écologiques et de l'urgence des décisions à prendre.

---

<sup>3</sup> volet 1 « OZCAR 2.0.: une vision pour le futur de l'IR OZCAR » (<https://nextcloud.inrae.fr/s/82pH7mHbxEttrd>) et volet 2 « OZCAR 2.0.: vers une catégorisation des sites de l'IR OZCAR » (<https://nextcloud.inrae.fr/s/cEoTi7APRBwrZMr>)

Modélisation. Ce terme est entendu ici aussi bien dans ses dimensions conceptuelles que numériques. La modélisation devra inclure des dimensions à la fois quantitatives et qualitatives, qu'il s'agisse de sciences de la terre et de la vie (modèles dynamiques ou statistiques, modélisation agents, modélisation qualitative, ...) que des sciences humaines et sociales (issue d'enquêtes qualitatives et/ou quantitatives, analyse sociologique de réseaux, modélisation d'accompagnement, ...). Elle pourra inclure de la co-construction (des modèles de socio-écosystèmes, avec des degrés de complexité variés ; des scénarios) et de la modélisation d'accompagnement pour fournir des outils d'aide à la décision, individuelle ou collective (action collective, action publique). La co-construction de scénarios en particulier, pourrait constituer un cadre frontière permettant de faire travailler en commun des acteurs, des chercheurs, des artistes, pour dessiner ensemble plusieurs trajectoires désirables sur la base de la description des socio-écosystèmes, des territoires de vie et des envies des uns et des autres.

Pour que la transformation se produise à des échelles spatiales et temporelles en accord avec l'urgence des enjeux de soutenabilité et d'habitabilité de la terre, il nous faut penser la question du changement d'échelle, avec ses deux dimensions de réplication et d'institutionnalisation<sup>4</sup>.

Ces notions ont été développées dans le PEPR TRANSFORM soumis en mars 2023, qui propose la création d'un centre de la durabilité français, polycentrique, constitué de lieux laboratoires d'habitabilité (Earth Habitability Labs, EHL), issus des réseaux RZA, OHM, OZCAR et bien d'autres, et leur lien, au travers de la création d'un centre national (Earthcare Institute for transformation, EIT).

L'objet de la section qui suit est de décrire un centre thématique (Topic Center) sur **l'observation et la transdisciplinarité** que la France pourrait accueillir au sein de eLTER, en y mettant les moyens qui seront possiblement obtenus pour TRANSFORM.

## 2.2 Un Topic Center sur l'observation et la transdisciplinarité

La communauté française propose de porter, ou co-porter avec d'autres partenaires européens, un centre thématique associant **l'observation et la transdisciplinarité** et qui accompagnera la co-production de connaissances transdisciplinaires dans les observatoires et leur mise en relation pour penser les interactions d'échelle. Il devra en particulier permettre de trouver un bon équilibre entre le commun et le divers, l'universel et le singulier : comment assurer la transférabilité d'expérimentations réussies à d'autres sites, forcément différents dans de multiples dimensions (sociales, culturelles, économiques politiques, ...), pour permettre ce « passage à l'échelle » qui semble requis par l'urgence des problèmes

---

<sup>4</sup> Voir Moore (2015), sur les idées de scale out et scale up. « Scale out » correspond à l'idée de répliquer des initiatives réussies sur d'autres territoires, souvent de proche en proche ou à travers des échanges de bonnes pratiques. « Scale up » implique le passage par les institutions, pour assurer un changement d'échelle plus rapide et plus vaste.

écologiques ? Comment dans le même temps, laisser l'expérimentation se dérouler librement, en tous lieux, et profiter de la diversité des situations/contextes pour des enrichissements mutuels ?

Ce centre thématique pourrait constituer un service centralisé au niveau européen. Cela pourrait être la branche européenne de l'EIT du PEPR mentionné plus haut. Le centre thématique s'appuiera sur des données acquises par différents dispositifs, techniques ou non, en particulier dans les observatoires du futur décrits ci-dessus, conduisant à des recherches transformantes à différentes échelles. Parmi l'ensemble des dispositifs d'observation sur le territoire français, y compris ceux du futur décrits plus haut, un certain nombre seront des sites ou des plateformes labellisés eLTER. Leur coordination et leur mise en lien avec les autres sites et plateformes européens équivalents se fera dans le cadre de ce Topic Center dédié à l'observation et à la transdisciplinarité. Le service centralisé aura donc un secrétariat fixe et du personnel dédié permettant de mettre en œuvre les différents services qui seront proposés. Voici des exemples de services imaginables.

Instrumentation : développements et partage. Le centre thématique pourra capitaliser sur l'Equipex+ TERRA FORMA. Le WP4 de TERRA FORMA propose de développer plusieurs approches (gaia-graphie, ressource de capteurs, ...) destinées en particulier à replacer le développement et le déploiement de capteurs dans le contexte de ressources finies et plus généralement, à repenser notre rapport à la technologie (sobriété, pertinence, partage, équité) et/ou à inventer de nouvelles représentations des lieux permettant un dialogue renouvelé entre porteurs d'enjeux (objets frontières).

Éthique. Cette réflexion sur la technologie pourra s'inscrire dans une approche plus large destinée à offrir – et c'est un service original qui pourra dès lors être élargi - un espace réflexif sur la nécessaire évolution du système de recherche. Outre les réflexions liées à la technologie, la question de la responsabilité de la recherche pourra y être discutée, tout comme les questions liées à son financement ou au financement des acteurs qui participeront aux expérimentations. Cet espace permettra également de faire vivre les débats liés aux questions de légitimité, de neutralité, de crédibilité des chercheurs dès lors qu'ils s'engagent dans des approches à l'interface avec la société, avec le politique.

Formation. Nous proposons que le centre thématique possède une dimension pédagogique forte. Il n'y aura pas de transition écologique sans transition pédagogique. La formation, l'éducation, sont des composantes essentielles de la transformation. De nombreuses expérimentations sont en cours sur les territoires pour favoriser ces apprentissages nouveaux, sortir des silos disciplinaires, dans les universités et les écoles d'ingénieurs, sur les territoires apprenants ou les territoires écoles, dans le primaire et dans le secondaire. Le volet « Formation » du Topic center doit permettre de les recenser, de produire des méthodes à tester/déployer à plus large échelle, de comparer ces innovations avec celles entreprises dans les autres pays de l'union, dans des contextes parfois fort différents.

On le voit à partir de ces exemples, le centre thématique que nous proposons pourra devenir un lieu d'acculturation comme d'animation et de coordination. Au-delà des différents services que pourra rendre ce Topic Center sur l'observation et la transdisciplinarité, son rôle pourra également être de produire des *policy briefs* à destination des décideurs, des institutions, y compris celles de la recherche qui va devoir se transformer en profondeur pour faciliter ces transformations. Il s'agit d'accompagner l'innovation technologique par de l'innovation sociale, pédagogique, mais aussi institutionnelle. Plusieurs recommandations, avant même celles qui seront issues des expérimentations décrites tout au long de ce position paper, peuvent d'ores et déjà être formulées à l'endroit de l'institution ESR, pour soutenir fortement cette proposition de centre thématique.

### 3. Recommandations aux tutelles.

Malgré les atouts soulignés plus haut, les dispositifs français des réseaux OZCAR et RZA souffrent de faiblesses structurelles qui freinent leurs nécessaires évolutions.

Le manque de dialogue et de coordination entre les différentes tutelles (organismes nationaux et universités) occasionne une dispersion des ressources, un manque d'objectifs nationaux partagés, accentuées par la coupure entre les mondes académiques et opérationnels. Le cloisonnement disciplinaire appuyé par des réseaux thématiques rend difficile la mise en place d'une approche systémique à l'échelle d'un site particulier et le dialogue avec la société locale.

Par ailleurs, le manque chronique de personnels d'ingénieurs et de techniciens pour la gestion des sites, la réalisation des mesures, la gestion des données qui est maintenant devenue très exigeante, implique une surcharge de travail des responsables de sites et obère la compétitivité nationale dans la labellisation européenne à venir.

Pour pallier ces faiblesses structurelles, nous proposons ci-dessous, en guise de conclusion de ce livre blanc, quelques recommandations.

- A. Compte tenu des enjeux scientifiques et citoyens, du temps que l'ensemble de la communauté y investit, nous souhaitons que la contribution française dans l'infrastructure européenne **eLTER** soit affichée par l'ensemble des tutelles comme une **priorité nationale**. Nous pensons que seule l'intégration européenne est susceptible de faire évoluer nos dispositifs dans le sens désiré par la communauté scientifique française (et européenne).
- B. La communauté scientifique eLTER-Fr pense urgent un besoin de **concertation** et de **coordination** entre toutes les tutelles (organismes de recherche et université) pour faire converger les objectifs prioritaires et les moyens. Nous demandons la rédaction d'une feuille de route nationale planifiant le dimensionnement de nos observatoires et leur évolution et établissant une politique d'accompagnement, en termes de ressources et de personnels. Nous pensons nécessaire une instance de gouvernance



inter-organisme se donnant pour objectif d'aider la communauté eLTER-Fr et mettre ses recommandations en action. Une piste pourrait être de donner un rôle plus stratégique au comité de pilotage eLTER-France. Une autre piste serait de renforcer le rôle de la CS-SIC qui pourrait constituer ce comité stratégique, à condition qu'il implique toutes les tutelles.

- C. Etant donnée la nature de l'infrastructure eLTER, nous devons mettre en place au niveau national un processus de validation du choix des candidatures qui ne peut être laissé à la cellule de coordination nationale mais nécessite une réflexion commune stratégique inter-organismes, impliquant les universités et si possible le monde opérationnel. Ne faudrait-il proposer une **labellisation inter-organismes (et universités) des sites eLTER** comme sites instrumentés (sur le modèle INSU), labellisation qui pourrait être délivrée par une CS-SIC inter-institut?
  
- D. Les efforts entrepris ces dernières années par les communautés OZCAR et RZA pour mieux travailler ensemble doivent être **facilités et encouragés par les tutelles**. Tout en maintenant la spécificité des deux IR, des évolutions sont envisageables pour mettre davantage de cohérence dans le pilotage stratégique, la gouvernance et l'évaluation de ces deux IR.
  
- E. L'adaptation de nos dispositifs d'observation à la structuration européenne va nécessiter des **moyens supplémentaires (investissement/fonctionnement et ressources humaines)** ou alors des choix dans ce que nous conservons. Ces moyens supplémentaires doivent permettre d'assurer la mesure des observations standards et les moyens d'accueil dans les sites de l'infrastructure européenne, tout en préservant la richesse et la diversité des réseaux nationaux existants. Quelques pistes, dont certaines sont déjà en train d'être explorées, peuvent être esquissées. La généralisation de la reconnaissance de tâches d'observation dans les fiches de poste des EC ou des décharges de service pour les EC qui sont impliqués dans les sites eLTER sont nécessaires tant que le corps du CNAP SCOA<sup>5</sup> n'est pas mieux doté. Plus généralement, l'évolution de nos observatoires telle que proposée ici appelle également l'identification et la reconnaissance de nouvelles fonctions aux interfaces entre la recherche et l'opérationnel, entre science et société. De nouveaux métiers pourraient être créés, à l'instar des « Extension Scientists <sup>6</sup>» aux Etats-Unis, offrant de nouvelles perspectives pour nos jeunes chercheur.e.s et ingénieur.e.s.
  
- F. Les moyens des programmes type **PIA** (PEPR en particulier) doivent être mis en synergie pour qu'ils contribuent à renforcer les sites et plateformes qui nous

---

<sup>5</sup> Surfaces Continentales Océan Atmosphère

<sup>6</sup> Extension scientist : permettre à des chercheurs de consacrer du temps à l'interface science-société..

permettront de faire partie de l'infrastructure européenne (et d'avoir ainsi accès à des appels d'offre dédiés). Dans ce sens, les tutelles des IRs OZCAR et RZA devront être vigilantes à ce que, si le PEPR TRANSFORM est financé, il bénéficie effectivement aux observatoires eLTER et qu'il puisse contribuer à consolider un topic center français. Un soutien des tutelles pour que cela soit aussi le cas des PEPR déjà lancés est nécessaire. Pourquoi n'y a-t-il pas en France comme dans d'autres pays des appels d'offres ambitieux ciblés pour les infrastructures de recherche ?

- G. La communauté souffre de la division entre les **réseaux opérationnels et de recherche**, lesquels pourraient être co-localisés et s'aider mutuellement dans un souci d'économie des ressources publiques. L'exemple le plus démonstratif est l'implication de la France dans les réseaux de monitoring européen (ICP Forest, Water, Integrated Monitoring). Cela implique des accords-cadres qui ne sont pas systématiques à ce jour entre eLTER et des opérateurs et services de l'état concernés.
  
- H. Nous souhaitons la reconnaissance des dispositifs de suivi des biodiversités, avec une priorité donnée aux efforts s'inscrivant dans la mise en place du réseau de sites eLTER France. Cette politique devra faire l'objet d'une concertation préalable entre tutelles et devra s'articuler avec des initiatives similaires portées par le Ministère de la Transition Ecologique. Elle devra être accompagnée d'un ensemble de moyens comparables à ceux déployés pour l'observation des variables physiques et chimiques.