

# OZCAR 2.0. : une vision pour le futur de l'IR OZCAR



Observatoire des Tourbières, site de Frasne, Photo Hubert Raguet

*Après 5 ans d'existence, un collectif réuni autour de l'IR-OZCAR fait un bilan et imagine sa trajectoire future, prenant en compte le contexte international et son rapprochement avec le réseau socio-écologique des Zones Ateliers.*

# OZCAR 2.0. : une vision pour le futur de l'IR OZCAR

Contexte et synthèse des journées OZCAR 2.0 des 6-7 janvier 2022

Mars 2022

Rédacteurs principaux : Jérôme Gaillardet et Isabelle Braud

Animateurs des ateliers : Jérôme Gaillardet, Isabelle Braud, Sandrine Anquetin

Rapporteurs des ateliers : Damien Jougnot, Sylvain Pasquet, Julien Ackerer

Contributeurs au document présents aux journées OZCAR 2.0 : Annexe 5

Relecteurs des groupes d'experts sollicités. Annexe 6

Personnes ayant validé ou commenté la version 3 du document et ayant conduit à la version 4:

Sandrine Anquetin, Stéphane Audry, Ludovic Bodet, Laurie Boithias, Cédric Champollion, Sarah Coffinet, Ophélie Fovet, Sylvie Galle, Sébastien Gogo, Manuela Grippa, Sylvain Kuppel, Eric Lajeunesse, Anne Probst, Damien Raclot, Jean Riotte, Laurent Ruiz, Sabine Sauvage, Vincent Simonneau, Delphine Six, Tiphaine Tallec.

Personnes des groupes d'experts ayant lu et/ou commenté la version 4 ayant conduit à la version 5

Camille Bouchez, Julien Bouchez, Quentin Chaffaut, Alain Crave, Matthieu Dellinger, Jean-Raynald de Dreuzy, Véronique Gouy, Laure Guerit, Sophie Guillon, Basile Hector, Emilie Jardé, Damien Jougnot, Nolwenn Lesparre, Jean Marçais, Agnès Rivière, Emma Rochelle-Newall, Pierre Sabatier, Sylvain Weill, Bastien Wild.

## Plan du document

1. Préambule et historique de la construction de ce document. ....	3
2. Rappel de l'identité de l'IR OZCAR : un réseau d'observatoires dans la zone critique : l'OZCARBRE.....	5
3. Les recherches sur la zone critique dans l'IR OZCAR et l'apport de l'infrastructure .....	7
4. Analyse SWOT de l'IR OZCAR .....	11
5. Éléments préliminaires au séminaire et ateliers OZCAR 2.0.....	13
6. Synthèse des ateliers du séminaire OZCAR 2.0.....	14
7. Propositions : quelle trajectoire pour l'IR OZCAR ? .....	24
Annexe 1 : Les thèmes transverses soutenus par l'IR OZCAR .....	32
Annexe 2 : Common Critical Zone Observatory (CZO) Infrastructure and Measurements .....	32
Annexe 3 : les documents préparatoires aux ateliers.....	33
Annexe 4 : Nomenclature proposées pour les sites de l'IR OZCAR .....	33
Annexe 5 : Liste des contributeurs aux ateliers OZCAR 2.0 et relecteurs du document de synthèse .....	37
Annexe 6 : Liste des groupes de relecteurs extérieurs sollicités .....	38

## 1. Préambule et historique de la construction de ce document.

Ce document a pour but de faire un bilan de ce que l'Infrastructure de Recherche (IR) OZCAR a permis au cours de ses cinq premières années d'existence et de ce qu'il n'aurait pas été possible de faire sans elle. Il a également et surtout pour ambition de proposer un cap nouveau pour les 10 prochaines années sachant que l'environnement international et national de l'IR OZCAR a beaucoup évolué (Figure 1) et que, d'une manière générale, l'IR OZCAR s'est affirmée au cœur des sciences de la durabilité<sup>1</sup> et des défis de l'Anthropocène. Le projet d'infrastructure européenne eLTER-RI est entré dans la feuille de route européenne, les projets eLTER PPP et eLTER PLUS ont été remportés dans la foulée. Un programme Belmont Forum autour de « Soil and Groundwater sustainability » a été lancé. Le réseau international CZO (Critical Zone Observatories) a continué son développement grâce à une initiative conjointe CNRS-Berkeley, encourageant un réseau de jeunes chercheurs de la zone critique. Au niveau national, le succès de TERRA FORMA au PIA3, les PEPR<sup>2</sup> One Water et FairCarboN viennent soutenir l'activité de nos observatoires. Le concept de zone critique a largement

---

<sup>1</sup> Sciences de la durabilité (sustainability sciences en anglais) : Cette science des solutions durables se distingue des autres champs scientifiques en se confrontant directement avec les grands défis de nos sociétés, et en s'appuyant sur des méthodologies transdisciplinaires pour y répondre. Cette approche se fonde en particulier sur la co-construction des connaissances et des savoirs, à partir de la collaboration entre scientifiques de différentes disciplines et acteurs non académiques, dans une démarche participative et engagée (source : <https://www.ird.fr/sciencedeladurabilit%C3%A9>)

<sup>2</sup> Programme et Equipements Prioritaires de Recherche

percolé vers les sciences humaines et sociales ainsi que l'art (voir le succès de l'exposition [Critical Zones au ZKM](#) à Karlsruhe). Les journées de l'IR OZCAR, l'école thématique OZCAR en juillet 2021 et la 1<sup>ère</sup> conférence OZCAR-TERENO en octobre 2021 ont rendu l'IR OZCAR visible auprès d'une large communauté. Toutes ces initiatives qui ont éclos dans le périmètre de l'IR OZCAR ont fortement impacté son développement. Après le séminaire de lancement en 2017 et la publication de l'article fondateur de l'IR OZCAR (Gaillardet et al., 2018<sup>3</sup>), il est aujourd'hui nécessaire de définir une nouvelle fois les raisons d'être et les ambitions de cette construction collective.

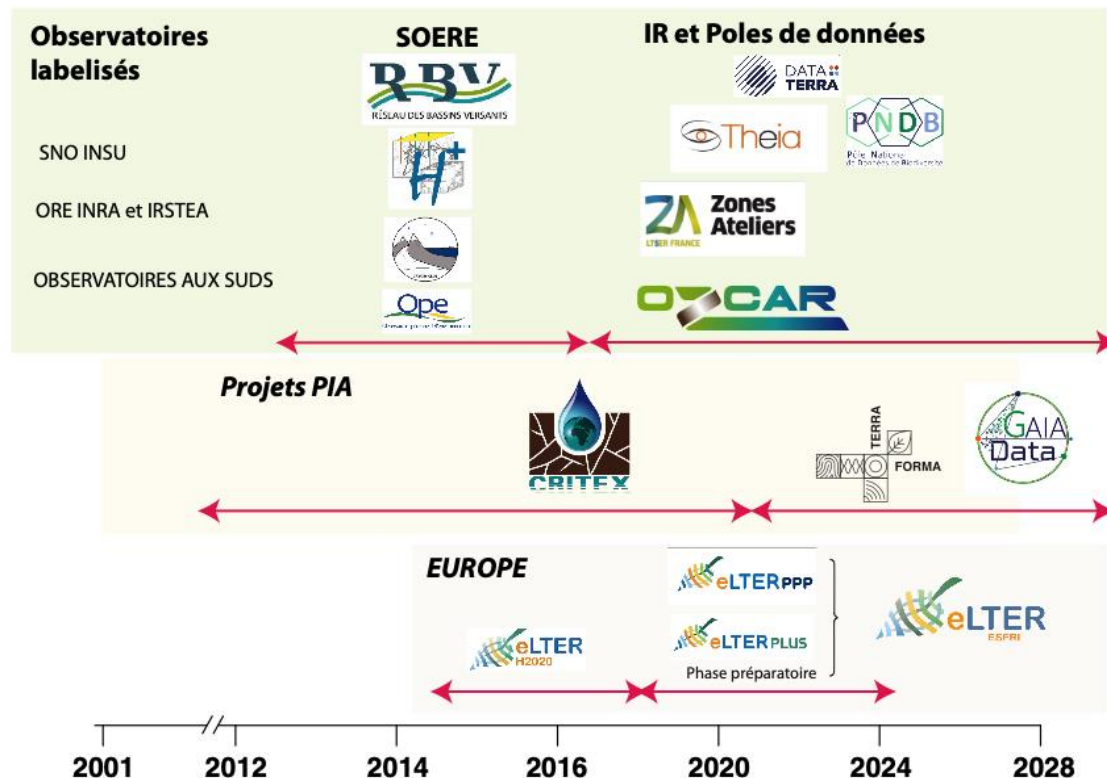


Figure 1 : Evolution de la structuration des Observatoires en environnement en France et connexion avec les autres Infrastructures de Recherche (IR) nationales et européennes, les Plans d'Investissement d'Avenir (PIA). SNO = Service National d'Observations, ORE= Observatoire de Recherche en Environnement, SOERE = Systèmes d'Observation et d'Expérimentation pour la Recherche en Environnement (structures qui ont disparu en 2016 à la création des IRs), ESFRI = European Strategy Forum on Research Infrastructures. Il existe d'autres IRs proches de eLTER comme ICOS, AnaEE, EPOS. Il faudrait aussi ajouter les PEPR aux projets PIA (OneWater, FairCarbon)

Sur le plan de la méthode, le document qui suit est le fruit d'un travail collectif qui a commencé en décembre 2021. Un document introductif a circulé dans la communauté OZCAR (essentiellement les responsables d'observatoires) en préparation des journées OZCAR 2.0 qui ont eu lieu en distanciel les 6 et 7 janvier 2022. Cette réunion a permis de discuter le document

<sup>3</sup> Gaillardet, J., et al.: OZCAR: The French Network of Critical Zone Observatories, 17, 180067, <https://doi.org/10.2136/vzj2018.04.0067>, 2018.

et de former des groupes de travail (selon une méthode de type « world café ») autour de questions précises dont les synthèses sont présentées en section 6.

Une fois rédigée, une première version de ce document a été rendue disponible sous la forme d'un document partagé à l'ensemble des présents (Annexe 5) aux journées OZCAR 2.0 qui l'ont amendé. Elle a donc fait l'objet d'un consensus de la part des présents. Dans un second temps, cette nouvelle version du document a circulé auprès de groupes d'experts thématiques et/ou disciplinaires (Annexe 6), choisis plutôt parmi des collègues n'ayant pas participé aux ateliers et généralement extérieurs aux observatoires de l'IR OZCAR. Leurs remarques et suggestions ont ensuite été intégrées par les coordinateurs de l'IR OZCAR pour aboutir à la présente version.

## 2. Rappel de l'identité de l'IR OZCAR : un réseau d'observatoires dans la zone critique : l'OZCARBRE.

L'IR OZCAR est une infrastructure née en 2016. Elle a été créée, non pas par une construction bottom-up mais par le haut, sur volonté ministérielle de « mettre ensemble », sous la bannière de la zone critique, les dispositifs d'observation des surfaces et interfaces continentales dans lesquels les organismes publics de recherche investissent sur le long terme. Cela a conduit à assembler 21 observatoires existants et produisant des données relatives à un ou plusieurs des compartiments et interfaces de la zone critique, dont certains dispositifs opérationnels (c'est-à-dire utilisés par les services de l'État). L'IR OZCAR est donc un réseau d'observatoires **dans** la zone critique plutôt qu'un réseau d'observatoire **de** la zone critique au sens où ils furent définis par la National Science Foundation (US National Research Council Committee on Basic Research Opportunities in the Earth Sciences, 2001<sup>4</sup>).

Il faut garder à l'esprit que l'IR OZCAR fédère des dispositifs qui déploient une recherche allant de la recherche fondamentale à une recherche plus finalisée.

S'est rapidement posée la question de l'architecture de l'IR OZCAR en tant que réseau et de ce que nous devons définir comme un site ou comme un observatoire.

Une représentation (Figure 2) de la diversité des observatoires, des sites et des réseaux d'observatoires, maintenant intégrés à l'IR OZCAR, et mis en place par différentes institutions de recherche en France et avec ses partenaires à l'étranger, au cours des 40 dernières années a été proposée. Elle englobe trois caractéristiques principales : les échelles spatiales d'investigation (de la parcelle aux bassins versants de différentes tailles, jusqu'aux continents), la diversité des objets d'étude (bassins versants, glaciers, tourbières, aquifères, milieux agricoles, ville, ...), et la dimension institutionnelle (labellisation et financement au niveau national). Cette dimension institutionnelle a eu un rôle important dans le choix des croisements d'objets/d'échelles/etc et dans les contours des réseaux de sites (ORE, SNO, SOERE, ...). La représentation proposée, sous la forme d'un arbre, imitant l'arbre phylogénétique de la vie, appelée Ozcarbtre (Figure 2), offre un outil de visualisation capable de capturer la philosophie et la raison d'être du réseau OZCAR et ses échelles caractéristiques d'observation. Elle est utile pour améliorer la communication avec les infrastructures voisines, les utilisateurs et les parties prenantes.

---

<sup>4</sup> U.S. National Research Council Committee on Basic Research Opportunities in the Earth Sciences. 2001. Basic Research Opportunities in Earth Science, National Academy Press, Washington, D.C.

Les cercles concentriques de l'arbre représentent les échelles étudiées. Chaque objet d'étude de la zone critique est représenté par un tronc au centre (vert) de l'arbre. Les ramifications en branches et sous-branches de chaque tronc représentent les réseaux de sites, étudiant le même objet selon différentes échelles emboîtées (parcelles, petits bassins, grand bassin, région), d'amont en aval par exemple pour les bassins versants. Sur chaque site, des camemberts colorés permettent de visualiser rapidement les types de données collectées, chaque partie du disque étant un compartiment de la zone critique (basse atmosphère, environnement de surface, végétation, sol, eau de surface, eau du sol, eau souterraine, neige ou glace...).

Cette représentation souligne le focus des différents sites et les milieux étudiés, la complétude des mesures effectuées, mais aussi les compartiments/questionnements manquants. Elle montre également que si le réseau dans son ensemble est capable d'échantillonner les différents compartiments et variables nécessaires à la mise en œuvre de l'approche systémique d'étude de la zone critique, c'est rarement le cas lorsqu'on considère des sites individuels.

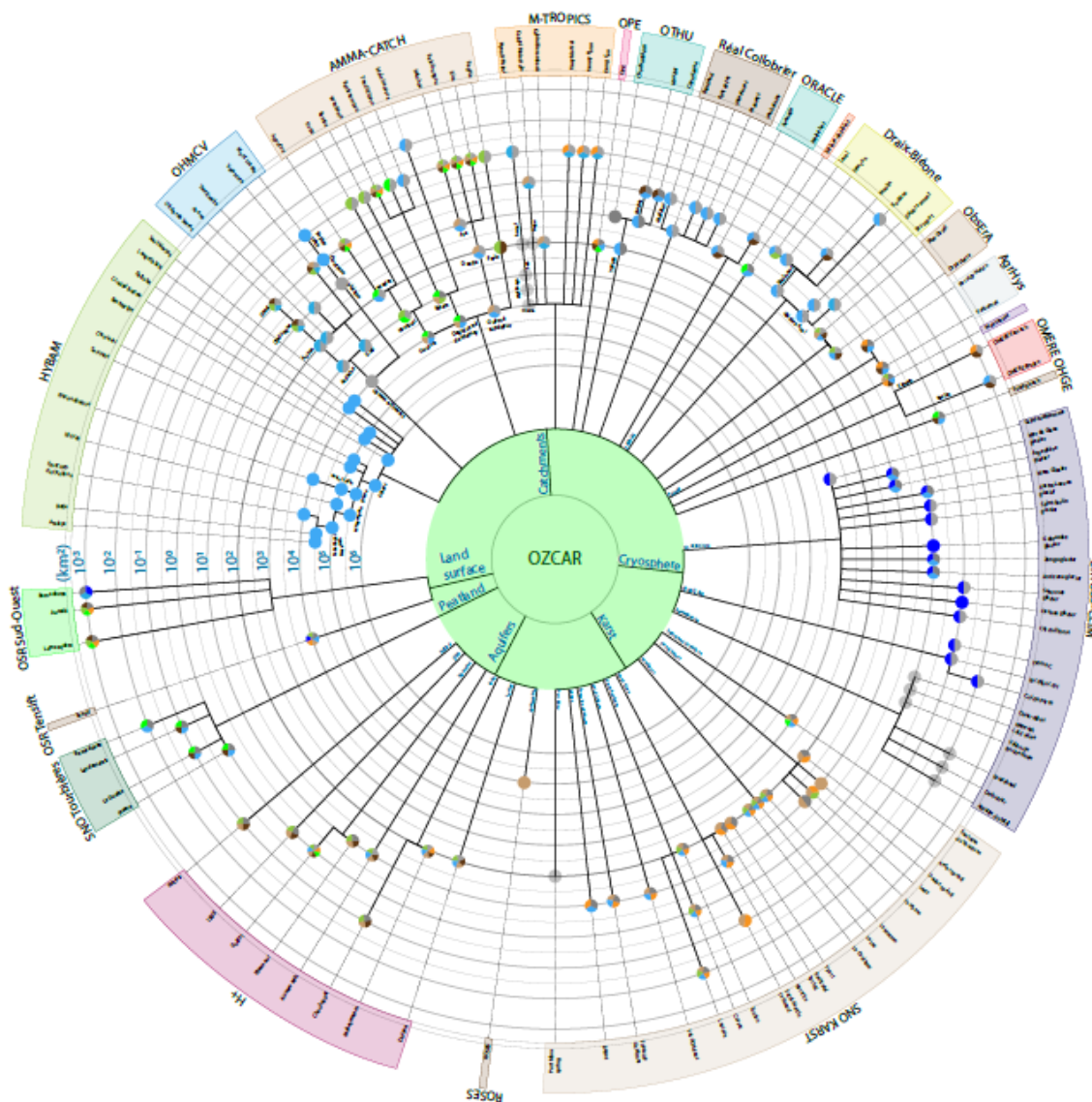


Figure 2: La représentation de l'Ozcarbre. Pour une version plus lisible, voir [ici](#).

### 3. Les recherches sur la zone critique dans l'IR OZCAR et l'apport de l'infrastructure

Les observatoires de l'IR OZCAR essaient de répondre à la question scientifique générale : comment prédire quantitativement (« earthcast ») la réponse de la zone critique comme système à des perturbations naturelles et humaines d'amplitude et de fréquence variables ? Elle regroupe trois types de recherches, souvent associés, alliant caractérisation, observation et modélisation :

- Une approche de bilans et de flux au sein et entre les divers compartiments de la zone critique : bilans et flux d'eau, d'énergie ou de matière à diverses échelles spatiales et temporelles dans un environnement en pleine évolution.
- Une recherche visant la compréhension des processus fondamentaux, à diverses échelles spatiales et temporelles.
- Une recherche site-centrée cherchant à devenir systémique donc multidisciplinaire autour de questions scientifiques d'intérêt sociétal.

Si les deux premières approches sont essentiellement disciplinaires et ont été historiquement portées par des communautés bien identifiées (hydrologie, géochimie, géomorphologie, etc...), la troisième requiert une mobilisation pluridisciplinaire sur les sites en question que l'IR OZCAR vise à amplifier.

#### 3.1 Un concept d'alliance

A ce stade, il peut être utile de redéfinir ce qu'est l'initiative internationale zone critique. La zone critique recouvre plusieurs aspects qui sont difficiles à séparer.

- C'est par définition un ensemble de **compartiments et d'interfaces** biogéophysiques connectés, un réacteur hydro-biogéochimique essentiel de la planète, localisé entre les roches non altérées et la basse atmosphère. La zone critique est assez mal représentée dans les modèles de système Terre à l'échelle globale ou alors sur-simplifiée. La zone critique est donc un objet du système Terre, composite, hétérogène (aussi bien verticalement que latéralement) mais qui connecte différentes temporalités du système Terre (celles de l'atmosphère et celles de la terre interne). Elle a été décomposée en de multiples composants (sols, saprolite, fractures profondes, nappes, eaux courantes, lacs, glaciers, tourbières, surfaces agricoles, forestières ou urbaines pour ne citer que les principaux), tous connectés. La dynamique de cette interface varie dans le temps selon des temporalités emboîtées et pouvant être longues (de l'évènementiel au changement climatique ou à l'utilisation des sols).
- **La science de la zone critique** est une tentative d'étudier cette interface d'une manière systémique (holistique), ce qui, du fait de sa nature hétérogène, est difficile. Historiquement, cela a conduit à séparer les disciplines la concernant. L'hypothèse de l'initiative scientifique de la zone critique est qu'une démarche systémique a un sens, c'est-à-dire que l'objet zone critique, comme tout système, peut être décrit par des propriétés « émergentes », des « variables d'état », des mécanismes de rétroactions et des processus de seuils. Il est important de remarquer que toutes les communautés

qui se penchent sur la zone critique ne ressentent pas cette nécessité d'une approche holistique<sup>5</sup> de la même manière car certaines sont moins dépendantes des apports des autres. Par exemple, l'hydrologie, l'hydrogéologie ou la glaciologie peuvent plus se passer de la bio-géochimie que le contraire. Les degrés d'interdépendance cognitive sont donc variables. Une seconde remarque est que la science de la zone critique est traversée par une tension permanente entre une vision locale de l'objet d'étude et une vision plus globale à travers des gradients continentaux les plus larges possibles. Elle est partagée entre particularisme et globalisme pour simplifier, et toutes les communautés ne s'accordent pas sur ce point. Le concept de représentativité d'un site a été largement discuté dans la littérature mais reste un point clé dans le choix des sites d'observation, même si les sites inclus dans l'IR OZCAR ont historiquement été établis dans un contexte qui ne prenait pas en compte la notion de zone critique, mais pour répondre à des questions scientifiques et sociétales particulières. Bilans et flux, processus, approche systémique à l'échelle locale sont les trois piliers de l'IR OZCAR.

- La zone critique est donc aussi un **carrefour de disciplines**. Puisque l'objet est hétérogène, interfacial, il nécessite de mobiliser beaucoup de disciplines que l'histoire des sciences a séparées ou n'a jamais fait se rencontrer. La fracture entre une vision centrée sur le vivant et une vision physique est particulièrement évidente et profonde. Le compartiment sol est un objet emblématique pouvant être décrit, selon les disciplines qui le considèrent comme un système vivant dans lequel des mécanismes propres au vivant dominant (compétition inter et intra spécifique, homéostasie, chaînes trophiques) ou un système abiotique surtout contrôlé par le climat ou la nature des roches mères. On peut ajouter à cette distinction entre une vision bio-centrée et une vision physique une vision socio-écologique tendant à mettre l'accent sur les activités et comportements humains. Cette approche, transdisciplinaire, impliquant des acteurs non académiques, n'est pas pratiquée en tant que telle dans l'IR OZCAR et fait l'objet du Réseau des Zones Ateliers. Ceci ne retire pas à la zone critique son caractère « hybride » au sens disciplinaire et donc sa capacité à être propice aux alliances.

### 3.2 Qu'est-ce que l'IR OZCAR a permis que les réseaux labellisés n'auraient pas permis ?

- **La création d'une communauté et la formation**

Grâce à divers événements (journées annuelles de l'IR, 1<sup>ère</sup> École thématique OZCAR en 2021, 1<sup>ère</sup> Conférence Internationale OZCAR TERENO en 2021, groupe international des jeunes scientifiques de la zone critique), permettant de mixer les disciplines et les communautés et de rassembler les différents observatoires de l'IR OZCAR, émerge une communauté de la zone critique essayant de mettre en œuvre une approche pluridisciplinaire autour d'instruments ou de sites partagés. Les prix OZCAR ont été également l'occasion de faire monter en puissance de jeunes chercheurs utilisant l'IR.

---

<sup>5</sup> Le terme holistique peut paraître utopique car l'état des connaissances sur la zone critique est actuellement insuffisant pour en décrire l'ensemble des processus, mais il est utilisé dans ce document au sens de systémique.



- **Bancarisation et partage des données SI Theia/OZCAR, émulation d'une communauté d'échange et de réflexions autour des sciences du numérique pour l'observation environnementale**

L'IR OZCAR a impulsé un gros effort de partage et d'homogénéisation dans la description des données produites dans l'IR au travers, d'une part le développement du Système d'Informations (SI) Theia/OZCAR et son portail de données et, d'autre part, le soutien à l'émergence d'une base de données spécialisées dans la bancarisation des données hydrogéophysiques, ouverte à tous les observatoires. Ce travail, toujours en cours, autour des données s'inscrit dans la dynamique de l'Open Science et des données FAIR (Findable Accessible Interoperable Reusable, Wilkinson et al., 2016<sup>6</sup>). Il a permis de créer une communauté sur ce sujet, de partager les expériences et d'homogénéiser la présentation des jeux de données (modèle pivot commun, thésaurus des noms de variables qui permettra une interopérabilité accrue des SIs et une meilleure insertion dans les SIs internationaux). Le SI Theia/OZCAR fournit aussi un espace d'échange pour les numériciens, développeurs, informaticiens travaillant sur les SI et les données environnementales. Ces échanges consistent à partager les veilles technologiques, les expériences de chacun, afin d'orienter les choix technologiques vers les solutions les plus prometteuses.

Plusieurs actions de formations ont été réalisées (écoles thématiques e-ENVIR 2019 et 2021) autour de la donnée FAIR et ces concepts commencent à être intégrés par les producteurs de données. La limitation majeure à la diffusion et au partage des données reste cependant le manque de temps que les porteurs de sites réussissent à consacrer à la mise en forme et à la documentation de leurs données. Après 4 ans de travail, le portail de données Theia/OZCAR ne fournit que les métadonnées sur les jeux de données et seuls 11 observatoires sur 21 sont visibles sur le portail (c'est-à-dire ont pu implémenter le modèle pivot de données). L'étape suivante est la mise en place des outils de diffusion des données elles-mêmes, via des formats uniques et homogénéisés sur le portail Theia/OZCAR. Beaucoup de travail a été réalisé mais il reste encore beaucoup à faire pour partager pleinement la richesse des données produites dans l'IR OZCAR.

- **L'instrumentation comme carrefour des disciplines**

Porté par les communautés de l'hydrologie, de la géochimie et de l'hydrogéologie, l'Equipex [CRITEX](#)<sup>7</sup> a permis l'acquisition d'un parc instrumental partagé, qui est maintenant intégré à l'IR OZCAR et le financement en tranche T2 d'ambitieux programmes pluridisciplinaires. Afin de favoriser l'utilisation de ce parc instrumental, l'IR OZCAR finance, depuis plusieurs années, un chercheur post-doctorant qui a déployé, sur un grand ensemble de sites de l'IR, des instruments de mesures géophysiques. Ces mesures ont permis de documenter et de décrire la zone critique de manière homogène. Ces caractérisations des sites viennent compléter l'acquisition des séries en continu et enrichir les interprétations ou modélisations existantes. Ce travail transversal à l'IR favorise le dialogue entre disciplines autour d'un même site ou entre sites. Une dynamique similaire à celle de CRITEX, portée par les IRs OZCAR et RZA (Réseau des Zones Atelier) a présidé à la construction de l'Equipex+ TERRA FORMA<sup>8</sup> qui vise à concevoir et déployer sur le territoire français des observatoires nouveaux de l'Anthropocène. Une quinzaine de sites, témoins de la pression des activités humaines, seront équipés d'un

---

<sup>6</sup> Wilkinson, M. D., et al., 2016. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3, 160018. doi:10.1038/sdata.2016.18

<sup>7</sup> Parc national d'équipements innovants pour l'étude spatiale et temporelle de la Zone Critique des Bassins Versants

<sup>8</sup> Concevoir et tester l'observatoire intelligent des territoires à l'heure de l'Anthropocène

réseau dense de capteurs environnementaux, reliés à un système de communication central. Ce nouveau projet viendra renforcer la communauté de l'IR OZCAR en l'étendant à la socio-écologie via la collaboration avec le RZA. Sur le volet métrologique, l'implication des deux IRs dans la construction de eLTER, contribuera à la définition des protocoles de mesures et à une meilleure utilisation des données dans des travaux de synthèse.

- **La modélisation comme outil de dialogue entre les sites et d'aller-retour avec les observations**

La modélisation est un puissant intégrateur de connaissances et de mise en regard des données collectées. Si la modélisation était bien présente dans les observatoires de l'IR OZCAR, peu de travaux combinaient les données de plusieurs observatoires. Deux chercheurs post-doctorants ont contribué à montrer la valeur ajoutée de la modélisation comme outil d'intégration des connaissances et de dialogues entre responsables de différents sites. Le même outil de modélisation, E<sub>c</sub>H<sub>2</sub>O est déployé sur un ensemble de 6 sites pour répondre à une même question scientifique relative aux chemins de l'eau dans la zone critique. Ces travaux permettent de s'appuyer sur un ensemble de données acquises sur les différents sites pour analyser les similitudes et les différences des processus au sein et entre les sites. Ils permettent aussi d'analyser des dynamiques de stock et flux à des échelles spatiales et temporelles complétant celles qui sont accessibles à la mesure (par exemple la variation spatio-temporelle de l'évapotranspiration, ou exploitation des données de géophysique dans la description du sol et du saprolite dans la modélisation). Les travaux de modélisation ont aussi mis en évidence les difficultés d'accès aux données, qui, en dépit des efforts des différents porteurs d'observatoires, restent encore insuffisamment documentées et disponibles et donc utilisables par des utilisateurs extérieurs. Les efforts qui portent sur le SI Theia/OZCAR devraient permettre, en plus d'accroître le rayonnement des données produites, de lever à terme ces freins à la pleine exploitation des données dans les modèles grâce à une documentation riche des métadonnées. Cet effort sur les données devrait être complété par un effort de partage des modèles et de leurs jeux de données d'entrée ou de paramètres pour renforcer l'usage de la modélisation, les échanges méthodologiques entre modélisateurs et l'usage des modèles pour aborder le changement d'échelle.

- **Thèmes transverses**

La mise en place d'un appel à idées visant à faire émerger des thèmes transverses, c'est-à-dire inter-sites et/ou pluridisciplinaire est un des aspects les plus intéressants de la construction de l'IR OZCAR que nous souhaitons continuer à encourager. La création d'un appel d'offre INSU allant dans ce sens a renforcé cette initiative. La liste des thèmes transverses figure en Annexe 1 de ce document. Il est particulièrement intéressant de noter que, grâce à ces thèmes transverses, une curiosité vis-à-vis de l'IR OZCAR de la part de chercheurs qui ne connaissaient pas ce réseau est apparue.

- **L'Europe**

L'IR OZCAR est une composante nationale de eLTER Europe et y joue un rôle important. Elle a une place prépondérante dans plusieurs des WPs du PPP et du PLUS et la science de la zone critique correspond assez bien à la définition de la « whole system approach » qui est promue dans eLTER. On peut regretter l'aspect top-down du montage de cette infrastructure mais il ne tient qu'à nous d'être force de proposition pour que les services rendus par eLTER-RI correspondent bien aux besoins des communautés qu'elle servira et pour que ce réseau

européen aboutisse à la création d'une vraie communauté scientifique et dynamique. Par ailleurs on peut avoir une vision très pragmatique de la construction européenne d'eLTER car elle permettra aux dispositifs de l'IR OZCAR de postuler à des appels d'offre européens seulement ouverts aux infrastructures reconnues au niveau européen. C'est un des mécanismes de redistribution de l'argent mis par les États dans le pot commun européen.

- **L'association avec les Zones Ateliers**

Grâce à la structuration européenne, aux initiatives régionales et à l'appel à idées thèmes transverses de l'IR OZCAR, l'association des IRs OZCAR et du Réseau des Zones Ateliers (RZA) s'est développée. Le dialogue avec l'IR RZA a progressé, mais il reste encore largement à construire. Cela prendra du temps compte tenu des différences de culture et d'organisation entre les deux IRs. Ont cependant été lancés, une réflexion sur les plateformes régionales LTSER (Long Term Socio Ecological Research) que la France pourrait porter au niveau européen, ainsi que le projet TERRA FORMA. Rares sont les endroits où l'intersection physique des deux réseaux est possible, mais quelques sites candidats se sont déjà proposés. Ce processus a cependant été plutôt bottom-up pour le moment et la réflexion collective engendrée par les ateliers OZCAR 2.0 vient précisément alimenter ce travail.

Au final, l'IR OZCAR affiche un bilan très positif avec l'émergence de travaux communs et une réelle communauté désireuse de construire ensemble. La Newsletter annuelle atteste de l'émulation créée par l'infrastructure. Des publications associant plusieurs observatoires ont déjà été publiées ou sont en cours de publication<sup>9</sup>.

#### 4. Analyse SWOT de l'IR OZCAR

Nous proposons ci-dessous une analyse SWOT de l'IR OZCAR qui complète ce bilan de ce que l'IR OZCAR a permis

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Les sites de l'IR OZCAR sont labellisés et bénéficient à ce titre d'un soutien financier des instituts qui les portent. Ils permettent des observations long-terme.</li> <li>* L'IR OZCAR couvre tous les compartiments de la zone critique et un large gradient de climat, de géologie, d'occupation des terres</li> <li>* Des sites de l'IR OZCAR sont supports de formation initiale, par la recherche, et continue</li> <li>* L'IR OZCAR contribue à la formation de la future/actuelle génération de chercheurs et équipes techniques de la zone critique avec les écoles thématiques</li> <li>* L'IR OZCAR met au point des modèles quantitatifs prédictifs.</li> <li>* L'IR OZCAR a développé via CRITEX des capteurs innovants.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* La "couche" IR, s'additionnant à toutes les autres couches administratives, n'est pas toujours bien perçue ni comprise (vue comme une complexité administrative de plus, voire comme une entité en compétition avec les moyens accordés aux sites et observatoires)</li> <li>* La difficulté de mobiliser sur un projet collectif les collègues des observatoires déjà très pris par la gestion de leurs observatoires.</li> <li>* Le réseau de l'IR OZCAR est encore trop peu utilisé par la communauté SIC, ce qui renvoie à la notion de « service », mal comprise.</li> <li>* Les interactions avec les écologues et écotoxicologues sont trop peu présentes sur de nombreux sites de l'IR OZCAR.</li> <li>* Les collaborations avec les sciences humaines et sociales restent marginales dans l'IR OZCAR.</li> </ul>

<sup>9</sup> [https://www.zotero.org/groups/2769068/ozcar\\_ri\\_references/library](https://www.zotero.org/groups/2769068/ozcar_ri_references/library)

<ul style="list-style-type: none"> <li>* L'IR OZCAR a fait un réel effort en matière de bases de données/métadonnées et leur ouverture.</li> <li>* L'IR OZCAR est la composante française d'une initiative internationale sur la zone critique où elle est bien visible.</li> <li>* Le rapprochement des IRs OZCAR et RZA est en phase avec le processus européen grâce au projet d'infrastructure eLTER.</li> </ul>	
<b>Opportunités</b>	<b>Menaces</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* L'équipex CRITEX</li> <li>* L'équipex Terra Forma</li> <li>* La collaboration avec les « Sciences and Technology Studies ».</li> <li>* Le rapprochement des IRs OZCAR et RZA est une opportunité pour donner un sens plus sociétal à bon nombre de nos observatoires de sciences souvent physiques ou chimiques et de croiser notre compréhension des systèmes étudiés avec des approches/regards sociologiques, économiques, ou d'autres sciences humaines. C'est aussi une occasion pour inscrire les questions scientifiques de l'IR OZCAR dans les enjeux et questionnements des acteurs opérationnels.</li> <li>* Le rapprochement des IR OZCAR et RZA favorise le rapprochement avec les services opérationnels de l'Etat et l'utilisation des données par les politiques publiques.</li> <li>* La construction de eLTER permet aux IRs OZCAR et RZA d'aborder conjointement des questions comme la FAIRisation des données, les variables essentielles, la standardisation des protocoles de mesures, les calculs de coûts, la tarification et l'accès aux sites, la modélisation intégrée et la réflexion pour évoluer vers une approche scientifique systémique (Whole System Approach).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Le processus européen peut être très normatif, il faut donc veiller à conserver la richesse de nos réseaux, tout en les faisant évoluer.</li> <li>* La question des observatoires établis dans les Suds va nécessiter une mobilisation de tous et des organismes pour qu'ils puissent s'insérer dans eLTER ou dans une infrastructure internationale analogue à eLTER et obtenir le soutien logistique de l'Europe.</li> <li>* La sur-sollicitation des équipes dans les observatoires au niveau national, liée à la boulimie d'énormes appels d'offres nationaux (PIA par ex.) et européens épuise la communauté.</li> <li>* Des moyens insuffisants pour assurer les missions actuelles et à venir qui sont confiées aux sites (support de développements instrumentaux, transnational access) notamment en termes de personnels dédiés (c'est-à-dire gestionnaires de sites, animation des systèmes d'informations des observatoires) tâches souvent assurées par des scientifiques qui ne peuvent y consacrer tout leur temps.</li> <li>* Une grande complexité administrative, juridique et financière pour des sites souvent multi-tutelles, des contraintes administratives parfois inadaptées voire orthogonales à la continuité des observations</li> <li>* Malgré les efforts de la communauté pour se structurer en IR, les tutelles ne se concertent pas suffisamment quant aux recrutements de personnels et ne se coordonnent encore que trop peu avec l'IR.</li> </ul>

## 5. Éléments préliminaires au séminaire et ateliers OZCAR 2.0

L'IR OZCAR pose comme hypothèse qu'une communauté peut se revendiquer de la zone critique, ou que le concept de zone critique permet de renouveler notre compréhension scientifique de cette zone de la planète, siège des activités humaines. Des trois caractéristiques de la zone critique rappelées plus haut (interface, initiative scientifique, carrefour de disciplines), nous tirons de la construction de l'IR OZCAR, qu'elle doit :

- Couvrir au mieux les compartiments qui composent la zone critique. Ces compartiments (ou objets d'intérêt) sont observés dans des sites représentatifs où des bilans et un inventaire des processus peuvent être réalisés (ce qui est précisément la logique des SNO labellisés par le CNRS-INSU par exemple).
- Faire se rencontrer les communautés disciplinaires qui s'y intéressent et donc des corpus de connaissances qu'il est indispensable de réinterroger dans un contexte pluridisciplinaire. Cela comprend des disciplines encore marginales dans l'IR OZCAR, comme l'écologie fonctionnelle la sociologie ou l'histoire environnementale.
- Partager un parc instrumental pour caractériser et mesurer la zone critique.
- Permettre de documenter et partager les données de la zone critique en s'appuyant sur les initiatives au niveau national (pôles de données et IR Data Terra) dans le contexte de la politique de science ouverte et de données FAIR, favoriser l'attribution de DOIs et/ou l'écriture de data papers sur les jeux de données, seule façon de reconnaître et valoriser durablement le travail de collecte des données. Ce partage des données est une condition nécessaire pour le développement de travaux comparatifs entre sites ciblant différents processus ainsi que pour le déploiement de travaux de modélisation intégrateurs sur un ensemble des sites, tout en minimisant l'effort pour collecter l'ensemble des données dont ils ont besoin pour déployer leurs outils.
- Développer donc l'approche systémique sur le plus de sites possibles, sachant que nos ressources sont limitées et la communauté de taille finie (logique de l'IR OZCAR). Cette approche permet de travailler à des descriptions plus holistiques de la zone critique et permet aussi d'explorer de nouvelles relations de causalité entre des paramètres qui sont mesurés traditionnellement par des communautés différentes.

On est alors amené à se poser plusieurs questions.

- Compte tenu de la nature top-down qui a présidé à la constitution de l'IR OZCAR, il est légitime de se demander si la communauté française qui s'intéresse à la zone critique (comprendre les disciplines qui ont développé les observatoires long-terme qui constituent l'IR OZCAR) est prête à évoluer dans le sens de l'approche systémique que nous avons exposée plus haut et, si elle l'est, dans quelle proportion. Est-ce que l'approche systémique a un sens (et pouvons-nous financièrement nous le permettre) sur tous les sites instrumentés de l'IR OZCAR ? Cette question pose donc inévitablement la question d'une catégorisation des sites selon l'approche qui y est déployée. Le réseau OZCAR rend possible l'émergence de ces quelques sites permettant aux communautés de se rejoindre, ce que nous proposons dans la suite de ce document d'appeler des sites master. La notion de plateforme développée dans eLTER en association avec les Zones Ateliers est une notion complémentaire de celle de site master. Pour illustrer ce que peut vouloir dire déployer une approche systémique de la zone critique, est fournie en Annexe 2 la réflexion proposée par le programme des CZO américains sur la convergence disciplinaire et les

compartiments/variables à observer. On donne aussi en Annexe 3 [le lien sur la liste](#) des observations standards en cours de discussion dans eLTER sur lesquelles sera fondée la catégorisation des sites dans eLTER.

- Compte tenu du fait que l'IR OZCAR a rassemblé un existant, on peut légitimement se poser la question des manques. Est-ce que les divers compartiments de la ZC sont représentés dans l'IR OZCAR, est ce que toutes les disciplines à mobiliser pour l'étude de la zone critique y sont ?
- Le développement de l'IR OZCAR en termes de ressources humaines et d'ETPT : la question des échanges de personnel, la question de l'évolution des fonctions de responsable d'observatoire ont été souvent évoquées mais encore trop peu approfondies. Faire émerger des sites « zone critique » ou sites master pose aussi la question des personnels nécessaires à leur fonctionnement.

## 6. Synthèse des ateliers du séminaire OZCAR 2.0

Les ateliers, organisés selon un schéma de type « world café » : 60 participants divisés en trois groupes d'une vingtaine de personnes, tournent d'atelier en atelier mais l'animateur et le rapporteur sont fixes. Ils font une synthèse des discussions dans le groupe précédent avant de démarrer la discussion avec le nouveau groupe. Six questions ont été ainsi posées aux trois groupes pour que nous ayons une idée de ce que pense la communauté collectivement.

Les documents partagés avant le séminaire sont listés en Annexe 3. Les sections qui suivent proposent des résumés des discussions suscitées par chacune des questions à partir des comptes-rendus rédigés par l'animateur et le rapporteur de chaque atelier.

### **6.1 Qu'est-ce qui rendrait possible la mise en œuvre d'une approche zone critique au sens des CZO Américains dans l'IR OZCAR? Quelles sont les expertises à mobiliser et existent-elles dans l'IR OZCAR? Quels sont les moyens expérimentaux nécessaires et sont-ils mobilisables pour l'IR OZCAR?**

Le point de départ du séminaire sur lequel les coordinateurs de l'IR ont sollicité la communauté OZCAR concerne la mise en œuvre d'une approche systémique, telle que préconisée par le réseau des CZO américains pour l'étude de la zone critique ou pour la mise en œuvre de la « Whole System Approach » mise en avant dans l'IR eLTER. Cette proposition s'accompagne de la nécessité, pour chaque site, de mesurer un ensemble commun de variables de la zone critique (« variables essentielles »). Une tentative de proposition d'un ensemble de variables échantillonnant les compartiments de la zone critique suivants : basse atmosphère, surface continentale, végétation et biote associé, sol (zone vadose), eaux de surface, saprolite et substratum rocheux (zone saturée du sol) est, par exemple, proposée dans Brantley et al. (2017) (Figure 3). Nous ne considérons pas cette figure comme la description la plus optimale des variables à mesurer mais comme un point de départ proposé par nos collègues américains. Elle ne prend par exemple pas en compte les activités humaines et de gestion.

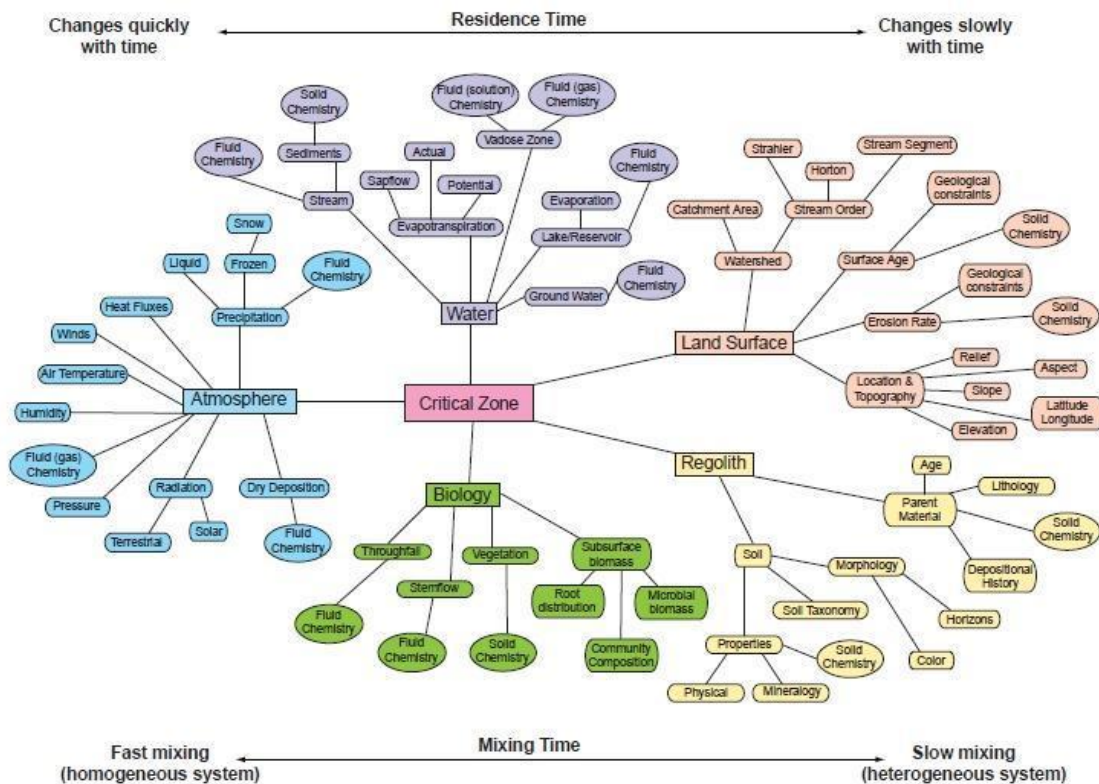


Figure 3 : Diagramme schématique montrant certaines des principales entités qui peuvent être mesurées dans le cadre de la zone critique. Les couleurs codent les entrées liées à l'atmosphère (aqua), à l'eau (indigo), aux caractéristiques de la surface terrestre (beige), au régolithe (jaune) et au biote (vert). Comme le montrent les flèches, les entités sont organisées sur le diagramme en fonction de temps de résidence courts ou longs (de gauche à droite, respectivement), qui correspondent à des temps de mélange généralement rapides ou lents, respectivement (tiré de Niu et al., 2014<sup>10</sup>)

L'application de ce concept de « variables essentielles » divise les collègues, probablement car le système auquel il s'applique n'est pas suffisamment bien défini et partagé contrairement à d'autres communautés comme celle du climat<sup>11</sup>. Cette critique soutient que les variables à observer dépendent de la question scientifique qui a présidé à la mise en place de l'observatoire, de l'échelle, des financeurs et qu'une approche « systémique » ne nécessite pas forcément, pour être mise en place, de mesurer l'ensemble des compartiments de la zone critique. Pour une autre partie de la communauté, il faut tenter, sur un nombre limité de sites bien choisis, de mesurer les « variables essentielles » avec une approche « systématique », même si les questions scientifiques ne sont pas encore bien définies. Le passage du « systémique » au « systématique » évacue la délicate question de la définition du système étudié et introduit une notion d'« exploration » qui, compte tenu du manque de maturité

<sup>10</sup> Niu, X. Z., Williams, J. Z., Miller, D., Lehnert, K., Bills, B., and Brantley, S. L.: An Ontology Driven Relational Geochemical Database for the Earth's Critical Zone: CZchemDB, Journal of Environmental Informatics, 23, 10-23, 10.3808/jei.201400266, 2014.

<sup>11</sup> Voici les définitions qu'on trouve pour les variables essentielles du climat :

An Essential Climate Variable (ECV) is a physical, chemical or biological variable or a group of linked variables that critically contributes to the characterization of Earth's climate. GCOS currently specifies 54 ECVs. ECV datasets provide the empirical evidence needed to understand and predict the evolution of climate, to guide mitigation and adaptation measures, to assess risks and enable attribution of climate events to underlying causes, and to underpin climate services. They are required to support the work of the UNFCCC and the IPCC.

scientifique de la communauté de la zone critique, est une justification en soi, sans parler de la « sérendipité<sup>12</sup> ».

Le manque de consensus thématique et méthodologique au sein de nos communautés se voit dans la difficulté que nous avons à énoncer la liste des variables essentielles à la caractérisation de nos objets d'étude et nécessaires pour alimenter les modèles de zone critique. Finalement, un principe équivalent au "principe de précaution", rend légitime la mesure d'un corpus de données commun et sur l'ensemble des compartiments : faute de savoir ce qui sera vraiment pertinent à mesurer et à quelle fréquence, tentons l'approche sur un certain nombre de sites que la communauté juge comme pertinents pour une gamme d'enjeux scientifiques et opérationnels. La notion de "criticotron" en miroir de l'écotron résume bien cette idée d'un observatoire ouvert à l'accueil et disponible pour réaliser des expériences ou tester des idées.

## 6.2 Quels « milieux » manquent dans les dispositifs d'observations pour compléter l'approche zone critique ? Pourquoi et comment les intégrer ?

La notion de milieu a tout d'abord été discutée par les participants car elle évoque à la fois une notion zonale (exemple, le milieu polaire, les tropiques), compartimentale (le sol, la canopée, les zones humides... et leurs interfaces) ou encore renvoie aux enjeux sociétaux (milieu urbain). L'IR OZCAR couvre des gradients climatiques, géologiques, altitudinaux et anthropiques qui s'entremêlent et de nombreux « manques » apparaissent lorsqu'ils sont comparés. Les milieux sur lesquels a porté la discussion sont détaillés ci-dessous.

- La dimension écologique est trop peu considérée dans l'IR OZCAR. Il y a très peu de variables écologiques mesurées sur le long terme dans les sites instrumentés ou de relevés de biodiversité. C'est là un enjeu majeur que le rapprochement avec les Zones Ateliers pourrait aider à combler.
- La ville est un des manques importants des dispositifs de l'IR OZCAR, en passe de se résoudre grâce à l'insertion du SNO Observil<sup>13</sup> dans l'IR OZCAR.
- De manière plus générale, les milieux très anthropisés ne sont pas étudiés par les dispositifs de l'IR OZCAR (sols pollués, friches industrielles, milieux miniers ou irradiés).
- Les grands fleuves. A part HYBAM (Amazone, Guyane, Orénoque, Congo, Niger) et une initiative récente autour du Mékong, l'IR OZCAR n'a pas de mesures long-terme sur les grands systèmes fluviaux, en France métropolitaine, notamment. Les grands fleuves et leur réponse aux changements environnementaux sont un défi pour la ressource en eau en France. Les retenues d'irrigation sont devenues un enjeu sensible. Sur la question des grands fleuves, il est bien évident que le rapprochement avec le réseau des Zones Ateliers fournit une opportunité car certaines d'entre elles se définissent sur cette thématique (Seine, Moselle, Loire, Rhône, Garonne).

---

<sup>12</sup> La sérendipité désigne, dans son sens le plus large, le don de faire, par hasard et sagacité, une découverte inattendue et fructueuse, notamment dans le domaine des sciences (Wikipédia)

<sup>13</sup> La ville est au centre du [SNO Observil](#), labellisé par la CS SIC en 2020. Ce SNO a vocation à rejoindre l'IR OZCAR à court terme. Il s'agit d'un SNO regroupant un réseau de sites nombreux et déjà, pour nombres d'entre eux, bien insérés dans d'autres structures (ZAs en particulier). L'intégration dans l'IR OZCAR nécessite donc d'être bien réfléchi pour qu'elle soit réussie



- Les zones alluviales (plaines d'inondation) sont un compartiment de la zone critique très peu étudié dans l'IR OZCAR. Elles jouent pourtant un rôle essentiel hydrologique, géochimique, pour le cycle du carbone, pour la biodiversité.
- Les dispositifs d'observation des lacs (OLA, Lacs Sentinelles) ne sont pas inclus dans l'IR OZCAR. Les lacs constituent pourtant de véritables « retro-observatoires » des changements intégrés de la zone critique (de tous ses compartiments et des humains). Les lacs comme les tourbières et les zones humides sont des « hot spot » du cycle des gaz à effet de serre.
- Les forêts (retombées atmosphériques et recyclage biologique) sont principalement surveillées par le réseau RENECOFOR (ONF), mais il existe très peu de recouvrement entre les observatoires de l'IR OZCAR et les parcelles RENECOFOR. Cette situation est dommageable dans le contexte européen car RENECOFOR est la composante française du réseau ICP-Forest dans lequel de nombreux partenaires de eLTER émergent au niveau européen et pour lequel les variables présentent des suivis standardisés.
- Enfin, les glissements de terrain qui font l'objet au CNRS du SNO OMIV sont des objets particulièrement complexes et emblématiques de la zone critique et qui auraient toute leur place dans l'IR OZCAR. Ils n'ont pas émergé des ateliers mais les porteurs de OMIV ont commencé à discuter avec la direction de l'IR.

Un point essentiel que la communauté a relevé est que l'IR OZCAR ne pouvant croître à l'infini, la colocalisation des sites instrumentés par l'IR OZCAR avec ceux d'autres infrastructures de recherche (RZA, ACTRIS, ICOS, UMI) ou de réseaux de surveillance (Banque Hydro, ONF, Agences de l'Eau) revêt une grande importance dans le choix des sites/criticotrons et pourrait permettre de combler en partie les manques identifiés.

### 6.3 Si on doit catégoriser les sites de l'IR OZCAR, comment caractérisez-vous un site master, un site focal, une plateforme LTSER ?

Les propositions de définition qui suivent sont celles proposées par la communauté OZCAR et ne préjugent pas de la catégorisation de sites, ni de la nomenclature qui seront finalement retenues dans eLTER RI, catégorisation et nomenclatures qui sont encore en pleine discussion.

**Site master.** La définition proposée en entrée de l'atelier était "un site master est un site dans lequel on déploie une approche systémique". A l'issue des discussions, deux définitions possibles d'un site master émergent. Il s'agit soit d'un site où on acquiert une liste prédéfinie de variables standardisées documentant les différents compartiments de la zone critique de manière systématique, soit d'un site où on mesure le maximum de variables et de compartiments de la zone critique, sans obligation de se conformer à une liste prédéfinie, pour répondre à des questions pluridisciplinaires. Il y a convergence sur le fait que le site master a aussi des fonctions (des services au sens proposé par eLTER) d'accueil de chercheurs, d'expérimentation de la pluridisciplinarité avec des disciplines qui ne sont pas traditionnellement présentes dans l'IR OZCAR, de formation, de développement et test de nouvelles méthodes.

La question de la taille que doit avoir un site master appelle plusieurs points de vue : un site master doit a priori être homogène dans son contexte géographique et socio-économique. Certains défendent le point de vue qu'il n'y a pas une taille de site fixée a priori, mais que l'extension géographique dépend de la question et qu'elle doit être représentative pour la

question posée. Toutes les variables ne seraient donc pas forcément mesurées sur la même emprise. D'autres voient plutôt le site master comme un site de petite taille pour faciliter la gestion et l'acquisition de l'ensemble des données.

**Site focal.** La définition proposée en entrée de l'atelier était « un site focal est un site où on déploie une approche plutôt disciplinaire ». A l'issue des discussions, un site focal serait un site où des variables sont mesurées sur plusieurs compartiments de la zone critique, mais pas tous et pas de manière systématique, sans engagement "contractuel" à mesurer une liste donnée de variables. Ces sites ont un focus sur des questions scientifiques plus ciblées sur certains compartiments ou certaines thématiques. Ils n'ont pas forcément de capacités **permanentes** d'accueil d'autres équipes, même s'ils peuvent bien évidemment le faire.

**Plateforme LTSER.** Cette définition a suscité le plus grand consensus. Une plateforme possède un ancrage territorial sur lequel on peut déployer une approche socio-écologique en réponse à des enjeux opérationnels, et elle regroupe un ensemble de sites master ou focaux complémentaires, par exemple documentant la variabilité spatiale des contextes. Le périmètre de la plateforme est lié à la cohérence territoriale et à la possibilité de faire émerger des questionnements socio-écologiques pertinents à cette échelle. La plateforme LTSER, parce qu'elle regroupe différents dispositifs gérés par différents laboratoires ou instituts, doit avoir un niveau de gouvernance supplémentaire et spécifique permettant de regrouper et faire discuter toutes les parties prenantes, contrairement au site master ou focal. C'est aussi le lieu où on peut mutualiser des personnels pour l'accueil ou la gestion des sites de la plateforme.

#### **6.4 Dessine-moi ton site master idéal : quelles infrastructures ? quels instruments ? quelles ressources humaines ? Quels outils d'analyse ?**

Dans la construction du site master, quatre aspects ont été considérés : l'infrastructure matérielle, les instruments, les ressources humaines, les outils d'analyse. Les freins à leur émergence ont aussi été discutés.

**Locaux :** Une majorité de participants considère qu'un site master doit offrir un lieu permettant d'accueillir les équipes extérieures (couchage, repas), des bureaux pour travailler, un espace de stockage pour du matériel et un minimum de laboratoires pour faire les premiers conditionnements. La possibilité d'accueillir des formations et de faire de la vulgarisation scientifique sont aussi apparus comme nécessaires, mais devrait, dans ce cas, bénéficier d'un soutien des acteurs locaux des territoires concernés. Les locaux devraient être suffisamment proches du site pour limiter les temps de déplacement, "neutres" du point de vue énergétique et disposer d'un accès internet de bon niveau. Les sites devraient être, si possible, équipés de l'électricité et les données transmises en temps réel pour permettre de mieux identifier les pannes et d'optimiser les tournées de terrain.

Concernant le statut, et même la nature de la structure, des avis tranchés ont émergé. Il a été proposé que la structure hébergeant le site master ait un statut de type UAR (Unité d'Appui et de Recherche), avec des personnels techniques et administratifs dédiés, les scientifiques restant rattachés à leur unité, mais étant consultés sur les activités développées par l'UAR (exemple de l'UAR Jardins du Lautaret). Un point de vue opposé est que les sites d'observations doivent rester, comme ils le sont actuellement pour les sites de l'IR OZCAR, liés

aux UMRs ou OSUs qui les portent, car il serait dangereux de couper l'activité d'observation de l'activité scientifique. Dans une telle configuration, des bâtiments et personnels dédiés n'apparaissent pas forcément comme nécessaires, dans la mesure où il est toujours possible de s'appuyer sur les structures d'hébergement locales existantes (hôtels, restaurants).

**Instruments :** Un certain nombre d'instruments sont mentionnés comme nécessaires pour un jeu minimum de variables à mesurer : station météo, tour à flux, mesures de bilan hydrologique et des flux et bilans de matière, un RiverLab pour le suivi géochimique en continu, un "SoilLab" pour la mesure de la qualité et des flux dans les sols, suivi de composition et phénologie de la végétation, sans oublier l'apport de la télédétection pour étendre spatialement les mesures. Disposer de matériels permettant un transfert automatique des données, pour optimiser les tournées terrain est aussi demandé. En plus des variables mesurées en continu, il est rappelé l'importance de bien caractériser les sites (topographie, géologie, sols, occupation du sol, caractérisation géophysique du sous-sol).

La question de la représentativité/taille des sites est posée : si le site est hétérogène, il peut être nécessaire de multiplier le nombre de capteurs pour échantillonner cette hétérogénéité, ce qui pose la question de la répartition spatiale des sites de mesures, peu discutée dans les ateliers.

Les mesures sur les sites master doivent s'appuyer sur des protocoles (d'observation, de critique et d'étalonnage des données, de bancarisation des données) validés par la communauté et, si possible, sur des méthodes standard au niveau international. Le site master doit aussi être un centre de ressources et de référence pour le développement et le test de nouveaux capteurs.

Pour assurer la collecte de l'ensemble des données nécessaires, il est intelligent de colocaliser avec d'autres IRs (ICOS, AnaEE, EPOS, etc...). Une autre proposition est d'associer, via des accords de collaboration, des acteurs locaux qui font souvent des suivis (Agences de l'eau, parc naturels, syndicats de bassins), bien qu'il puisse être difficile de combiner des données qui seraient acquises avec des protocoles différents.

**Ressources humaines :** Plusieurs scientifiques de plusieurs disciplines devraient être fortement impliqués sur ces sites. Et, pour répondre aux différentes fonctions listées pour un site master, il apparaît nécessaire qu'ils puissent rassembler a minima: un.e ingénieur.e "site manager" en charge de l'accueil des équipes extérieures, des plannings, de l'organisation des visites, etc., plusieurs personnels techniques en charge du suivi, de la maintenance de l'instrumentation et de la validation des données, un.e ingénieur.e en charge de leur bancarisation et des systèmes d'informations, un personnel pour les relations et l'accueil du public et pour faire le lien avec les acteurs locaux des territoires, des personnels administratifs pour la gestion. Il apparaît préférable que les personnels affectés aux sites master, soient des personnels recrutés au niveau de l'IR et qu'ils pourraient être mutualisés entre plusieurs sites, même si la mise en pratique d'une telle mutualisation est un vrai défi.

**Outils d'analyse :** Au niveau du site master, plusieurs outils sont listés pour aider à la critique et à l'analyse des données : des protocoles standardisés de critique des données, outils numériques pour faciliter l'analyse et la visualisation. Ces outils seraient à mutualiser pour les mettre à disposition des équipes n'ayant pas les compétences requises, même s'ils ne remplaceront pas l'expertise de terrain qui est aussi nécessaire à la critique des données. Des outils permettant la spatialisation des variables sont aussi demandés.

La modélisation est aussi mentionnée comme un outil intégrateur de connaissances grâce à l'incorporation des différents types de données pour évaluer et affiner les processus simulés, et dans certains cas pour vérifier la cohérence des diverses informations mesurées. C'est aussi un outil exploratoire, par interpolation ou prédiction à des échelles exemptes de données, et pouvant aussi servir à identifier des variables ou informations d'intérêt météorologique.

Sont aussi évoqués les laboratoires d'analyse : un site master doit être en lien avec un laboratoire "réactif" capable de fournir rapidement les données.

De manière plus générale, est évoqué le besoin de mutualiser les compétences pour fournir des informations sur la topographie (p. ex. Lidar) et l'analyse d'images satellitaires. Un certain nombre de besoins pourraient être couverts via les services qui seront fournis par les e-infrastructures comme l'IR Data Terra.

### **Freins à l'émergence de sites master :**

Le coût des sites master est clairement un frein à leur déploiement. Pour qu'un tel site soit viable, il faut des ressources humaines, avec des personnels permanents pour capitaliser sur les expertises, et un soutien financier suffisant. Sont notés actuellement un soutien trop faible des universités et des difficultés de gestion de sites en contexte pluri-institutionnel.

Il est par ailleurs difficile d'attirer les disciplines manquantes sur des sites existants par manque de disponibilité des collègues ou parce que les sites ne sont pas pertinents pour les questionnements de recherche de certaines disciplines. Et il est nécessaire que ces compétences soient présentes en local pour la pérennité et la qualité des mesures.

Un certain nombre de sites sont situés sur des propriétés privées. Il est difficile de mobiliser et motiver ces acteurs sur le long terme et ça pose la question de la pérennité des sites si le contexte évolue.

Un point de vigilance peut être un découplage entre des sites répondant à un enjeu national, qui pourrait les couper des enjeux locaux ; le point de vue inverse étant aussi mentionné: il faudrait découpler ces sites à portée nationale, choisis collectivement, des projets scientifiques locaux.

Il est aussi proposé de considérer la possibilité de n'être site master que sur une durée limitée : garder un corpus de données de base, acquérir des données complémentaires sur une durée de quelques années, ce qui permettrait de faire "tourner" les sites master.

### **6.5 Quels sont les sites de l'IR OZCAR (ou autres) à construire collectivement pour développer une approche zone critique ? Que manque-t-il pour qu'un site implémente une approche zone critique ? Et comment s'organiser collectivement pour mener à bien cet objectif (mutualisation de ressources financières, RH) ?**

La discussion a porté d'abord sur une méthode pour juger du niveau « systémique » des divers sites existants instrumentés dans l'IR OZCAR et des critères pour devenir un site master, puis s'est orientée sur une première proposition de catégorisation concrète de sites. Les participants ont bien joué le jeu de se placer dans une optique collective (qu'est-ce que l'infrastructure dans son ensemble pourrait soutenir ?) et ne pas mettre en avant leur propre dispositif. Il est important de mentionner que les responsables de sites ont une certaine crainte à s'engager dans la construction de sites master vu le nombre de paramètres à mesurer dans le cadre de eLTER, des activités de support à assurer vis-à-vis des utilisateurs extérieurs, et de l'incertitude sur les supports en personnel pour s'y lancer.

**La préoccupation principale** est de résoudre l'équation consistant à faire émerger dans l'IR OZCAR des sites master mesurant l'ensemble des compartiments et maintenir en même temps la dynamique des communautés qui ont développé ces sites instrumentés pour répondre à leurs questions scientifiques, moins holistiques à l'origine et plus disciplinaires. Comment attirer sur un site qui serait candidat à devenir un des sites master des expertises disciplinaires absentes dans les équipes locales ? Comment éviter à un collaborateur mobilisé sur un site master d'avoir ce sentiment d'être prestataire de service lorsque le site n'est pas né d'une question émanant de sa discipline ?

Le cas de l'OPE (Observatoire Pérenne de l'Environnement, Andra) est pris comme un exemple assez emblématique d'une situation où une somme d'argent initiale considérable a été investie pour documenter à peu près tous les compartiments de la zone critique et où ensuite, on a essayé de mobiliser les équipes scientifiques susceptibles de s'y intéresser ou susceptibles de valoriser les observations selon une approche holistique. Dans le cas de l'OPE cette mobilisation reste difficile.

L'apport de l'infrastructure pourrait être d'aider à créer des synergies disciplinaires sur des potentiels sites masters, par le biais, par exemple, d'un appel à manifestation d'intérêt. La proposition de mesures systématiques des variables essentielles resterait justifiée par la volonté de faire de ces sites candidats des lieux potentiels d'une science de la zone critique (« whole system approach ») originale et novatrice permettant de faire de nouvelles découvertes. L'argument de « faire du neuf » est un argument qui pourrait être utilisé pour obtenir des financements des PEPR (One Water et FaircarboN) dont l'objectif est de soutenir autre chose que ce que les Alliances ou l'ANR financent déjà. Dans une époque où la « culture projet » détermine nos pratiques scientifiques, ces sites master pourraient aussi être vus comme des endroits de liberté (des « critlab ») ou le raisonnement hypothético-déductif n'est plus la seule manière de faire science.

La question d'attirer les scientifiques sur un site instrumenté pour qu'il puisse devenir un site master est particulièrement difficile pour l'écologie, une discipline quasi-absente du réseau OZCAR. Une idée intéressante qui a été proposée a été de faire naître des sites master à partir de sites observatoires conçus à l'origine par nos collègues écologues. Une « ozcarisation » d'observatoires écologiques semble plus facile qu'une « écologisation » de sites de l'IR OZCAR. Quoi qu'il en soit, un travail important de communication sur la justification scientifique des sites master reste une priorité.

Outre qu'ils deviennent des creusets pluridisciplinaires, les sites master de l'IR OZCAR doivent remplir un certain nombre de critères pour pouvoir se porter candidats, comme avoir des capacités d'accueil de chercheurs, être accessibles, relativement proches de centres universitaires et disposer d'un personnel conséquent.

Les groupes ont enfin proposé une première tentative de catégorisation des sites-instrumentés de l'IR OZCAR, basée sur la discussion entre responsables d'observatoires et non issue d'une analyse objective sur les variables et les compartiments mesurés, analyse qui fera l'objet d'une deuxième étape de construction collective.

D'après les participants, certains sites « vont sans dire ». Ce sont des sites proches de devenir des sites master à la condition de combler quelques manques (Kervidy-Naizin, Ploeumeur-Guidel, Strengbach, Roujan, Auradé, Larzac, Ara Bénin, Frasne, LSBB/Fontaine de Vaucluse). Certains sites demanderaient un effort plus conséquent pour devenir des sites master (La Réunion, Orgeval, Mule Hole, Yzeron, Houay Pano, Draix-Bléone, Claduègne, Lozère, Lez). Le groupe a également proposé des sites écologiques pouvant faire l'objet d'une transformation en sites master de l'IR OZCAR (Nouragues, Lautaret). Enfin quelques collègues ont défendu

l'idée que pour aboutir à une approche holistique, la solution était de partir de rien -ou de presque rien- et de construire les sites en visant dès de départ l'approche systémique. Parmi ces derniers, la proposition d'instrumenter dans les Terres Australes pour donner naissance à un site master a été discutée (quelques sites Glacioclim y existent). On a également senti un certain enthousiasme à l'idée de proposer un site master à la Réunion compte tenu de l'excellente colocalisation des IR qui s'y trouvent (ICOS, ACTRIS, ILLICO, EPOS, eLTER) et du caractère tropical cyclonique (et européen) de l'île, auquel nos partenaires européens ne peuvent pas être insensibles.

### **6.6 Quels besoins en ressources humaines pour développer l'approche zone critique dans l'IR OZCAR ? Comment favoriser la mobilité des personnels des observatoires ? Quels profils de postes ? Quelles compétences à développer ou créer ? Quelle stratégie de recrutement ? Quelles évolutions de carrières ?**

Il faut noter que, bien que les ITA aient été peu représentés dans les ateliers, les échanges ont été dominés par la place des ITA dans l'IR OZCAR, leurs expertises et leur devenir dans l'IR.

#### **Besoins en recrutement et nouvelles compétences**

L'approche holistique de la zone critique invite au décloisonnement disciplinaire qu'il soit « scientifique » ou « technique ». Cette évolution nécessite, d'une part, des recrutements de chercheurs dont les questions scientifiques soient au cœur de ces enjeux, qui soient positionnés aux interfaces et aient une démarche interdisciplinaire et, d'autre part, par des recrutements disciplinaires (e.g. microbiologie) où les scientifiques ont démontré leur capacité à interagir avec les communautés scientifiques connexes (e.g. écologie, SHS, etc...) et sont donc en capacité de construire des projets interdisciplinaires.

Le recrutement ITA est indiqué comme une « priorité » dans la construction de sites master. Les besoins en expertise technique sont multiples. Il s'agit, d'une part, de recruter des personnels techniques capables de i) gérer et maintenir des parcs instrumentaux et acquérir des données multidisciplinaires, ii) développer et tester de nouvelles technologies pour étudier les interfaces, et iii) télétransmettre, acquérir et gérer automatiquement des données multidisciplinaires de masse ; et, d'autre part, des besoins de nouveaux « métiers » apparaissent (e.g. gestionnaire de site ; médiation et/ou journalisme scientifique). La couverture de ces besoins pourrait être favorisée par un affichage concerté des postes en amont via l'IR OZCAR en synergie avec les tutelles.

Pour les chercheurs, il faudrait une meilleure reconnaissance des parcours interdisciplinaires et des tâches d'observations dans les évaluations des personnels et que la formation par la recherche prépare ces profils (bourses de thèses dédiées par exemple). Pour les ITA, si ces derniers le souhaitent, la mutualisation/mobilité des personnels au sein de l'IR OZCAR, mais peut être aussi avec d'autres IR (e.g. RZA, ILICO, ACTRIS), pourrait permettre de couvrir les besoins, soit de manière temporaire en soutien ponctuel via des missions, une participation à des projets de recherche ou, si les organismes peuvent s'accorder, mise à disposition/détachement de personne, soit par mobilité longue durée voire définitive en remplacement de personnel technique. Une mise à jour des emplois par branches professionnelles serait nécessaire car les besoins sont souvent en inter-BAP, telles que les BAP sont aujourd'hui définies. D'un point de vue organisationnel, la promotion de la création d'UAR (e.g. UAR Jardin du Lautaret) est proposée pour faciliter l'affectation des personnels en appui pour le suivi d'un site master.

Bien qu'en partie présentes, certaines compétences scientifiques et techniques mériteraient d'être renforcées pour répondre aux besoins exprimés pour les constructions i) du réseau d'observatoires au sein de l'IR OZCAR et ii) de quelques sites master dans la dynamique européenne. Elles concernent i) les développements d'outils de traitement automatique de données, de déploiement « généralisé » de l'imagerie satellitaire au sein des observatoires, des expertises en système d'information et gestion de bases de données FAIR ; ii) des expertises scientifiques et techniques pour mieux ancrer les enjeux de modélisation pleinement intégrée au sein de l'IR OZCAR, avec notamment des personnels dédiés en appui à la modélisation et/ou à la gestion de base de modèles ; iii) la gestion administrative et l'animation scientifique à l'échelle des sites master et iv) la communication inter-sites, inter-équipes, avec les parties prenantes et/ou les territoires.

La couverture de ces besoins peut passer par un renforcement de la communication et des outils de diffusion des connaissances dans l'IR OZCAR, la promotion de postes à l'échelle de l'IR pour être centre de ressources sur la gestion des données, tout en conservant des compétences en proximité des producteurs de données. Concernant la modélisation, ces besoins impliquent la promotion de postes transverses i) permettant l'utilisation d'outils communs sur plusieurs sites et, ii) intégrant des compétences de science ouverte : partage et maintenance de codes sources et scripts, voire de résultats de simulations, sur des plateformes ouvertes.

### **Les carrières des personnels impliqués dans l'IR OZCAR et son devenir – Boost ou Frein ?**

La communauté partage le point de vue que les missions « d'observation » (acquisition, traitement de la donnée, mise à disposition d'une donnée de qualité) ne sont peu, voire pas reconnues dans les trajectoires des carrières des ITA ni des chercheurs (sauf CNAP), et ce quelle que soit la tutelle, même si quelques universités reconnaissent maintenant les tâches d'observations des enseignants-chercheurs. Pour les recrutements de chercheurs (sauf CNAP dont c'est une partie des missions), la mission d'observation est rarement mentionnée. Pour les évaluations au cours de la carrière, ces missions bénéficiant au collectif, semblent moins bien prises en compte que celles directement liées à l'activité du chercheur (projets, publications). Pour les ITA, il semblerait qu'il soit plus facile d'évoluer en valorisant des développements instrumentaux ou la mise en œuvre de techniques innovantes qu'en présentant des missions d'acquisition récurrente de données. En ce sens, le corps des CNAP est donc essentiel, mais nous pouvons juste nous étonner/indigner du faible nombre de postes en section SCOA au regard des enjeux planétaires actuels qui relèvent de cette section. Il est donc nécessaire de renforcer la reconnaissance de la mission d'observation dans les carrières des chercheurs et des ITA. Il est également nécessaire de valoriser plus clairement la fonction d'ingénieur en métrologie de la zone critique.

L'observation long terme engage les personnels, en particulier techniques, qui peuvent, dans une certaine mesure, se « lasser » d'une telle mission notamment lorsqu'elle est menée sur un seul site, et dans un contexte de recherche sur projet où leurs interlocuteurs scientifiques sont de moins en moins disponibles pour interagir au quotidien sur le terrain et sur ces jeux de données long-terme. Apporter du renouvellement, accompagner les personnels dans l'acquisition de nouvelles compétences, tout en gardant cette mission « long terme » au sein des observatoires sont donc des vrais défis. Il est donc nécessaire de renforcer les échanges techniques inter-observatoires et créer un réseau d'ingénieurs-techniciens de l'IR OZCAR, en complémentarité des réseaux déjà existants dans les différents instituts, pour faciliter le

partage de connaissance et/ou créer des opportunités de mobilités temporaires et/ou plus pérennes.

Plusieurs freins structurels ont également été mentionnés. On peut citer : la dichotomie INSU-INEE comme le manque de stratégie inter-tutelles qui n'aident pas les équipes scientifiques dans leur politique emploi ; les missions d'enseignements qui laissent peu de temps pour une implication pérenne (et non reconnue) dans les missions d'observations ; le faible nombre de postes ouverts aux concours et le manque d'attractivité financière au regard des autres pays ; les lourdeurs administratives et la problématique des marchés publics lorsque les observations long terme s'appuient sur des prestataires extérieurs.

## 7. Propositions : quelle trajectoire pour l'IR OZCAR ?

Pour conclure, ce document de prospective ayant largement mobilisé les acteurs scientifiques de la zone critique du périmètre de l'IR OZCAR, nous souhaitons proposer un modèle de développement de l'infrastructure à l'horizon 2030 basé sur les ateliers de travail, afin de répondre à la question scientifique générale : comment prédire quantitativement (« earthcast ») la réponse de la zone critique à des perturbations naturelles et humaines d'amplitude et de fréquence variables ?

Ce modèle de développement implique de répondre à un double enjeu : scientifique d'une part (permettre une caractérisation plus holistique des territoires, en particulier ceux qui sont soumis à des contraintes particulièrement fortes) et européen, d'autre part, (adapter notre dispositif de manière à le valoriser et valoriser les efforts français dans la construction d'eLTER-RI). Nous n'oublions pas le travail en commun entamé avec nos collègues des zones ateliers mais offrons ici une vision propre à l'IR OZCAR, évidemment prête à évoluer dans des échanges plus avancés avec l'IR RZA.

### 7.1 Lignes directrices : 10 propositions de chantiers

#### 7.1.1 « Whole system approach » : quel est le système ?

Il est ressorti de la consultation une réelle prise de conscience de la communauté et des responsables de sites instrumentés qu'il est important, pour la mise en place d'une "whole system approach" (approche zone critique), et sans sacrifier à l'héritage et à la diversité des sites, de renforcer quelques sites instrumentés dans lesquels tous les compartiments de la zone critique seraient décrits et mesurés de manière systématique (ce que nous appelons les sites master).

La définition du système pose alors un problème, très classique en sciences de la nature, puisqu'il va de l'atome à éventuellement la planète tout entière. Rappelons que l'approche zone critique s'est développée car les observations géochimiques de laboratoire étaient irréconciliables avec les données de terrain et que, pour pouvoir les utiliser, il était nécessaire d'élargir le spectre des mesures, la durée des acquisitions, de prendre en compte l'hétérogénéité des écosystèmes et la dynamique du vivant. Si le petit bassin versant hydrologique élémentaire comme unité de base semble avoir la préférence d'une partie de la communauté en tant que site master, l'approche mésoéchelle n'en est pas moins une des caractéristiques de l'infrastructure qu'il ne faut pas sacrifier puisqu'elle permet de connecter les milieux et d'aborder le changement d'échelle. La taille du système dépend ainsi de la



perspective scientifique et si les échelles s'emboîtent naturellement, la compréhension d'un grand bassin fluvial n'est pas nécessairement l'agglomération de ses parties. La compréhension et la modélisation du système terre dans sa richesse et sa diversité restent toutefois bien le but scientifique à atteindre. Se focaliser sur certains sites particuliers (sentinelles) et y développer des observations systématiques part donc de l'hypothèse de travail qu'il existe une bonne taille de système (une sorte de compromis d'échelles) et des sites représentatifs et inter-comparables pour avancer dans notre compréhension des interactions entre compartiments dans la zone critique (eau, sol, air, biote). Le monde idéal consisterait à instrumenter toutes les échelles et à instrumenter tous les objets d'intérêts associés le long du continuum montagne-mer, à y mesurer des variables essentielles permettant de documenter leur état et donc de les modéliser. La science de la zone critique n'en est pas à un degré de maturité qui nous permette de savoir quoi mesurer et à quelle échelle et en attendant que ces connaissances se précisent, et par une sorte de « principe de simplicité », une infrastructure de recherche comme l'IR OZCAR, aux moyens limités, se doit de faire l'hypothèse d'une taille de système optimale, correspondant par la suite à celle d'un « site master ».

***Proposition 1 : Catégoriser les sites déjà instrumentés de l'IR OZCAR en sites de niveau master ou sites de niveau focal. Une proposition concrète est en cours d'élaboration et fera l'objet d'un second rapport publié dans les semaines à venir.***

***Proposition 2 : Faire naître des sites de niveau master dans l'IR OZCAR (définis selon les critères de la Whole System Approach, ou celle des CZOs). Imaginer un processus de labellisation de sites par les organismes tutelles permettant à des équipes de d'y investir.***

### **7.1.2 L'IR OZCAR s'est construite hors du champ de l'écologie.**

Aucun des observatoires ou sites instrumentés de l'IR OZCAR n'a été construit sur des questions scientifiques venues du champ de l'écologie, et les variables écologiques ne font pas partie des variables labellisées. Les gradients environnementaux présents dans l'IR OZCAR ou explorés sur les sites de l'IR le sont rarement sur des critères écologiques. Le bassin versant, comme entité intégratrice de la zone critique est une représentation utile pour la mesure de variables géomorphologiques (sédiments), géochimique (azote, carbone, majeurs), hydrologique ou sociologique, mais n'est pas la représentation utilisée en écologie, ne serait-ce que parce qu'un bassin versant peut contenir plusieurs écosystèmes. Pourtant les gradients écologiques que couvrent l'IR OZCAR sont remarquables (des écosystèmes glaciaires de haute montagne à la forêt tropicale ombrophile). Comme pour la question de l'échelle, il est vain d'essayer de rendre compatible une description « écosystémique » avec une description « hydrosystémique », mais concrètement, il y a dans l'IR OZCAR un véritable besoin d'intégrer davantage d'observables écologiques ou biologiques.

***Proposition 3 : Mobiliser des collègues de la communauté écologique, notamment via les collaborations avec l'IR RZA.***

***Proposition 4 : Mobiliser la communauté OZCAR de façon à enrichir des observatoires long-terme en écologie avec des observations « géo-météo-hydro-chimiques ».***

### 7.1.3 La question de la mobilisation disciplinaire

Pour permettre une mesure systématique ouvrant sur la possibilité d'un dialogue interdisciplinaire sur des sites master se pose la question, là aussi très classique, de la mobilisation des communautés. La collecte des paramètres permettant la « Whole System Approach » dans le projet européen, ce que nous appelons dans l'IR OZCAR une science de la zone critique, nécessite une mobilisation d'expertises scientifiques pas forcément existantes dans l'environnement scientifique immédiat d'un laboratoire ou d'un OSU. Nous devons donc collectivement corriger cette situation héritée du fait que les sites instrumentés reçoivent leurs ressources via la labellisation nationale de réseaux thématiques centrés sur un objet particulier de la zone critique (tourbières, glaciers, lacs, karst...). Il nous faut donc trouver des moyens permettant de créer les conditions d'une mobilisation disciplinaire sur les sites que l'infrastructure aura identifié comme étant des « criticotrons », des endroits de convergence pluridisciplinaire.

***Proposition 5 : Profiter de l'opportunité des PEPR et du projet TERRA FORMA pour compléter les alliances pluridisciplinaires sur les sites master potentiels de l'IR OZCAR, en déposant des projets de recherche sur des sites de convergence disciplinaire.***

***Proposition 6 : Lancer au sein de l'IR OZCAR une thématique transverse sur cette question des alliances, solliciter des collègues déjà impliqués dans l'IR OZCAR ou non pour qu'ils fournissent leur expertise sur les sites master. Réfléchir à un mécanisme « d'attraction » des collègues sur ces sites master.***

### 7.1.4 La quasi absence de co-localisation avec les autres IRs

C'est un des graves défauts de notre dispositif d'observation de la zone critique que de n'avoir pas ou peu de sites instrumentés sur lesquels se colocalisent les infrastructures de recherches en environnement. Si on retient ce critère, comme certains pays européens le font, comme un critère de sélection de sites potentiellement master, on en est réduit à mentionner la présence d'instruments ICOS sur quelques sites (Tourbières de la Guette, Lamasquère et Auradé de l'OSR-SW, Montiers de l'OPE) ainsi que sur le site du Lautaret ; et d'AnaEE (Fontaine de Vaucluse, Baget, Lautaret) sur quelques autres. Seule l'île de la Réunion fait figure d'exception car, sur un territoire relativement restreint et plutôt homogène du point de vue géologique, se colocalisent ICOS-Atmosphère, ACTRIS, EPOS, ILICO autour de l'OSU de la Réunion.

***Proposition 7 : Avoir une discussion inter-IRs pour avancer sur la question de la co-localisation. Cette discussion doit associer une analyse des coûts. La collaboration avec d'autres IR (comme REGEF, EPOS) doit aussi être travaillée, elle ne concerne pas des sites mais des outils.***

### 7.1.5 La complétude des observations dans l'IR OZCAR

L'analyse des milieux de la zone critique qui seraient manquants dans l'IR OZCAR identifie les milieux très anthropisés, les grands fleuves et les zones alluviales, les lacs, les forêts et les glissements de terrain. Ces milieux sont déjà étudiés dans d'autres services d'observations ou

infrastructures, voire des services plus opérationnels. Un point essentiel que la communauté a relevé est que l'IR OZCAR ne pouvant croître à l'infini, la co-localisation des sites instrumentés par l'IR OZCAR avec ceux d'autres infrastructures de recherche (RZA, ACTRIS, ICOS, UMI), du réseau RENECOFOR, ou de réseaux de surveillance (DREAL, Agences de l'Eau) revêt une grande importance. Les sciences participatives peuvent aussi être un moyen d'acquies les variables manquantes (cf TERRA FORMA). Cette stratégie d'alliances, combinée avec un accroissement raisonnable du périmètre de l'IR OZCAR pourrait permettre d'aller vers la collecte systématique des observations nécessaires pour documenter la zone critique. Une difficulté dans l'association avec des dispositifs de collectes plus opérationnels, reste la conformité des protocoles d'acquisition des données avec ce qui pourra être demandé dans eLTER.

***Proposition 8 : Elargir le champ des sites de l'IR OZCAR en y associant les sites d'observatoires des milieux fortement anthropisés, des glissements de terrain, des lacs, des plaines alluviales et des zones humides, après un état des lieux des observatoires, réseaux déjà existants sur ces objets.***

***Proposition 9 : Renforcer le partenariat avec RENECOFOR.***

***Proposition 10 : Travailler le lien avec l'opérationnel à l'échelle de l'infrastructure en s'inspirant des cas où l'association fonctionne déjà.***

## **7.2 Vers une catégorisation des sites de l'IR-OZCAR**

Nous proposons de définir dans l'IR OZCAR deux types principaux de sites que nous dénommons pour l'instant (et faute de mieux, en attendant que les réflexions européennes sur ce sujet convergent) des sites master et des sites focaux. La notion de plateforme est plus spécifique à eLTER et ne sera pas explicitée ici (elle est compatible entièrement avec ce qui suit).

Le **site master** (ou de *niveau 2*) est un site dans lequel le critère scientifique est celui de la « Whole System Approach », ou approche « zone critique », ce qui, compte tenu de la discussion précédente signifie qu'il fait l'objet de la mesure systématique d'un certain nombre de variables standards. Ces variables doivent être alignées avec celles préconisées par eLTER au niveau européen, variables écologiques/biologiques non comprises (voir discussion plus haut). Le manque sur les variables écologiques/biologiques pourrait être comblé, mais sans doute pas à une échéance compatible avec la construction européenne. Les mesures des variables standards devront être faites selon des protocoles standardisés dans le cadre européen d'eLTER.

Par ailleurs, un site master devra posséder un certain nombre d'autres caractéristiques comme des capacités d'accueil, un OSU référent, rendre des services selon les standards européens, garantir l'ouverture et l'accès aux données, aux modèles développés et à leurs jeux de paramètres ou données d'entrée. Des personnels dédiés et en ETP suffisants devront y être attachés. Il faudrait un.e « site manager », un.e gestionnaire des données, a minima un.e/deux technicien.ne.s, et, si possible, une personne en charge de la communication et les liens avec les acteurs des territoires. Ce critère sur les ressources humaines implique plus particulièrement une analyse réaliste et objective des coûts complets induits.

La consultation que nous avons organisée montre qu'il coexiste deux modèles de site master. # le premier **-site master « simple »**- est un site géographiquement limité (un bassin versant de faible ordre généralement) sur lequel les variables permettant de caractériser le milieu abiotique et biotique et celles permettant des bilans d'énergie et de matière sont toutes collectées. Un exemple pourrait être le bassin versant du Strengbach (OHGE).

# le second **-site master « composé »**- est un ensemble de stations de mesures distribuées sur un territoire homogène du point de vue des caractéristiques (géologiques, pédologiques, écosystémiques) mais dont l'emprise territoriale peut être bien plus grande que le site master « simple ». C'est un archipel de sites instrumentés permettant d'explorer les différents composants latéraux de la zone critique et de faire des bilans soit locaux, soit régionaux si un exutoire est surveillé. Les paramètres standards sont mesurés sur l'ensemble du site et non pas au niveau de chaque site individuel. Chaque site de l'archipel doit prouver son caractère représentatif de l'ensemble de la zone couverte par l'archipel de sites. L'archétype du site master composé est la région Armorique où coexistent, dans l'IR OZCAR, des observatoires des eaux profondes, des bassins versants, des tourbières.

Le **site focal** (ou de *niveau 1*) est un site où l'ensemble des variables systémiques ne peut être mesuré. Il est plutôt développé pour acquérir des données long-terme d'une ou plusieurs disciplines (hydrologie, géochimie, contamination, ...). Les sites master de type composé décrits précédemment peuvent être considérés comme des regroupements de sites focaux. Dans les sites focaux, les contraintes d'accueil, de service, de protocoles sont relaxées, mais la mise à disposition des données reste nécessaire.

Cette distinction entre niveau 1 et niveau 2 concerne aussi bien les sites qui sont situés sur les territoires français que ceux coordonnés avec des Pays des Suds. En revanche, la question de l'insertion dans eLTER-RI des dispositifs instrumentaux développés en partenariat avec les Suds est un sujet essentiel et à traiter sans tarder. Nous devons collectivement défendre ces observatoires pour leur permettre d'apparaître, comme sur le territoire national, dans eLTER ou dans un réseau international équivalent à eLTER-RI. La formule à trouver doit notamment permettre un soutien logistique de l'Europe à ces sites Sud, au titre de la collaboration Nord-Sud. Au-delà des spécificités de l'IR OZCAR, nous devons nous inspirer de ce que les infrastructures ACTRIS, ICOS, EPOS sont déjà en train de réaliser. La prise en main de ce dossier par la tutelle IRD de ces sites est, à ce titre, essentielle.

***Proposition 11 : Travailler collectivement à faire reconnaître tout le potentiel des territoires extra-européens de l'IR OZCAR et inventer les mécanismes qui permettront leur ancrage européen en s'inspirant de ce que font déjà d'autres IRs. Proposer un mécanisme de labellisation des sites master.***

### **7.3 Prochaine étape : vers une cartographie des sites instrumentés de l'IR OZCAR.**

La Figure 4 propose une vision schématique de la catégorisation proposée dans l'IR OZCAR. A noter que les termes site focal, site master, satellites, plateforme sont appelés à évoluer dans le futur en fonction du développement de l'architecture de eLTER-RI et des nomenclatures et classifications qui y seront retenues. Y figurent les réseaux thématiques tels que les SNO de l'INSU et la nouvelle distinction introduite plus haut entre site master et site focal. Les sites aux Suds rentrent tout à fait dans cette catégorisation.

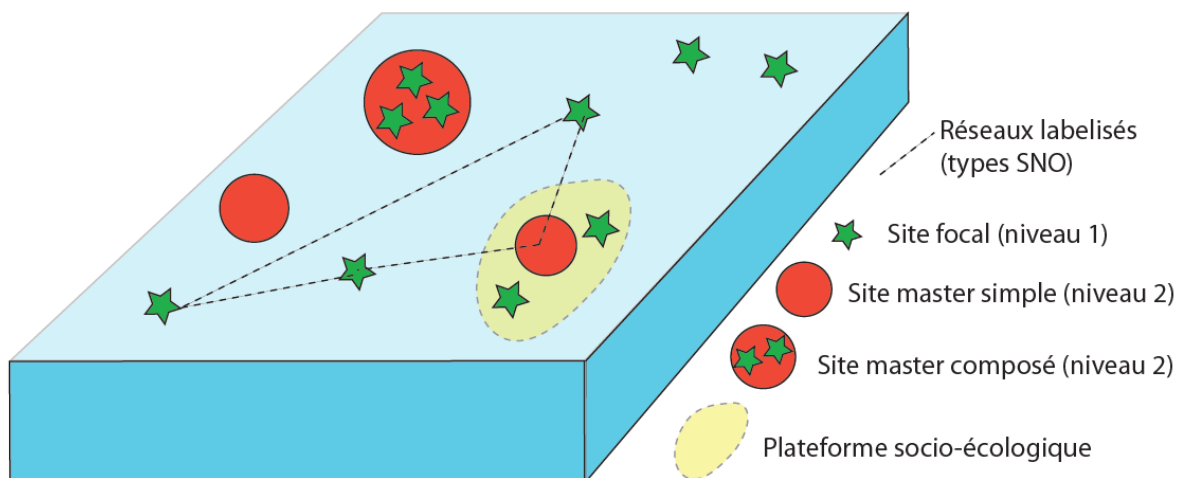


Figure 4 : Vision schématique de la catégorisation des sites de l'IR OZCAR proposée.

Le potentiel de chaque site instrumenté de l'IR OZCAR à rentrer dans l'une ou l'autre des catégories définies plus haut n'est pas dans l'objectif de ce document et fera l'objet d'un autre document dans les semaines à venir, s'appuyant sur le recensement des variables mesurées dans les différents sites de l'IR. Un nouveau rapport aux tutelles sera rédigé avant l'été 2022. De manière à se faire une idée objective de quels sites entrent dans quelle catégorie ou à évaluer la distance qui les sépare d'un site de type master, une analyse fouillée des compartiments surveillés et des variables mesurées, est nécessaire, et a déjà commencé<sup>14</sup>. Au regard d'une liste de variables couvrant les différents compartiments proposés dans la littérature sur la zone critique (e.g. Brantley et al., 2017), on peut d'emblée affirmer qu'**aucun** site de l'IR OZCAR n'est véritablement du niveau d'un site master mais que certains de ces sites, souvent des petits bassins versants de tête, ne sont pas loin d'en être si quelques mesures supplémentaires sont mises en œuvre.

#### 7.4 Vers une évolution des personnels et des compétences

La catégorisation des sites de l'infrastructure pour répondre à la nécessaire intégration européenne a des conséquences financières que le présent document n'a pas pour objet d'évaluer. En revanche, la mise en œuvre d'une science de la zone critique nécessite aussi une évolution des compétences, tant au niveau des chercheurs que des ingénieur.e.s et technicien.ne.s

Pour les chercheur.euse.s, des parcours interdisciplinaires, correctement reconnus dans les évaluations sont nécessaires. Pour les ITAs, il s'agit, d'une part, de recruter ou former des personnels techniques capables de i) gérer et maintenir des parcs instrumentaux et acquérir des données multidisciplinaires, ii) développer et tester de nouvelles technologies pour étudier les interfaces, iii) télétransmettre, acquérir et gérer automatiquement des données multidisciplinaires de masse; et, d'autre part, des besoins de nouveaux « métiers »

<sup>14</sup>[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1onrye3k7m7FRT-vnDpDTNJ2OIATbd\\_fs/edit?usp=sharing&oid=105996348015167026935&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1onrye3k7m7FRT-vnDpDTNJ2OIATbd_fs/edit?usp=sharing&oid=105996348015167026935&rtpof=true&sd=true)

apparaissent (e.g. gestionnaire de site ; médiation et/ou journalisme scientifique, intelligence collective).

La couverture de ces besoins ne pourra se faire que via de nouveaux recrutements ou via la formation et l'évolution des personnels déjà en place. Compte tenu des tensions existant déjà actuellement sur les personnels en place et de la faiblesse du nombre de nouveaux recrutements attendus dans les années qui viennent, l'émergence de sites master ne pourra se faire que grâce à un certain redéploiement des ressources, notamment des postes de technicien.ne.s et ingénieur.e.s. Une mutualisation plus forte au niveau de l'IR OZCAR ou des OSUs ou laboratoires entre les différents sites instrumentés pourrait permettre de créer des équipes polyvalentes, capables d'intervenir sur différents types de capteurs/milieus, de s'épauler lors de campagnes plus intensives. Ceci pourrait faciliter la mobilité des personnels entre sites et serait aussi de nature à maintenir la motivation des personnels, pour des tâches d'acquisition de données, encore trop peu reconnues et valorisées dans les parcours professionnels. Les services sur les données et la modélisation qui seront déployés dans les e-infrastructures comme Data Terra pourraient fournir des outils facilitant la critique et l'analyse des données, ce qui serait de nature à soulager la charge de travail des personnels impliqués sur les sites et à leur permettre de dégager plus de temps pour des tâches nouvelles dans les observatoires. Une meilleure coordination entre les différentes tutelles serait aussi un atout.

***Proposition 12 : Inventer un mécanisme de gestion des ressources humaines plus efficace au niveau de l'infrastructure associant la coordination des recrutements de tous les types de personnels, favorisant leur formation via des réseaux métier, et leur promotion par la reconnaissance des tâches d'observation et enfin le redéploiement de personnels pour favoriser l'émergence des sites master dans l'IR OZCAR. Rédaction d'un livre blanc à destination des tutelles et du MESRI.***



*Observatoire de Draix Bléone, site du Laval, Photo Hubert Raguet*

L'ensemble des propositions, pour l'IR OZCAR est résumée ci-dessous en guise de conclusion.

### **Les propositions pour l'IR OZCAR**

**#1 : Catégoriser les sites déjà instrumentés de l'IR OZCAR en sites de niveau master ou sites de niveau focal. Une proposition concrète est en cours d'élaboration et fera l'objet d'un second rapport publié dans les semaines à venir.**

**# 2 : Faire naître des sites de niveau master dans l'IR OZCAR (définis selon les critères de la Whole System Approach, ou celle des CZOs). Imaginer un processus de labellisation de sites par les organismes tutelles permettant à des équipes de d'y investir.**

**#3 : Mobiliser des collègues de la communauté écologique, notamment via les collaborations avec l'IR RZA.**

**#4 : Mobiliser la communauté OZCAR de façon à enrichir des observatoires long-terme en écologie avec des observations géo-météo-hydro-chimiques.**

**#5 : Profiter de l'opportunité des PEPR et du projet TERRA FORMA pour compléter les alliances pluridisciplinaires sur les sites master potentiels de l'IR OZCAR, en déposant des projets de recherche sur des sites de convergence disciplinaire.**

**#6 : Lancer au sein de l'IR OZCAR une thématique transverse sur cette question des alliances, solliciter des collègues déjà impliqués dans l'IR OZCAR ou non pour qu'ils fournissent leur expertise sur les sites master. Réfléchir à un mécanisme « d'attraction » des collègues sur ces sites master.**

**#7 : Avoir une discussion inter-IRs pour avancer sur la question de la co-localisation. Cette discussion doit associer une analyse des coûts. La collaboration avec d'autres IR (comme REGEF, EPOS) doit aussi être travaillée, elle ne concerne pas des sites mais des outils.**

**#8 : Elargir le champ des sites de l'IR OZCAR en y associant les sites d'observatoires des milieux fortement anthropisés, des glissements de terrain, des lacs, des plaines alluviales et des zones humides, après un état des lieux des observatoires, réseaux déjà existants sur ces objets.**

**#9 : Renforcer le partenariat avec RENECOFOR.**

**#10 : Travailler le lien avec l'opérationnel à l'échelle de l'infrastructure en s'inspirant des cas où l'association fonctionne déjà.**

**#11 : Travailler collectivement à faire reconnaître tout le potentiel des territoires extra-européens de l'IR OZCAR et inventer les mécanismes qui permettront leur ancrage européen en s'inspirant de ce que font déjà d'autres IRs. Proposer un mécanisme de labellisation des sites master.**

**#12 : Inventer un mécanisme de gestion des ressources humaines plus efficace au niveau de l'infrastructure associant la coordination des recrutements de tous les types de personnels, favorisant leur formation via des réseaux métier, et leur promotion par la reconnaissance des tâches d'observation et enfin le redéploiement de personnels pour favoriser l'émergence des sites master dans l'IR OZCAR. Rédaction d'un livre blanc à destination des tutelles et du MESRI.**

## Annexe 1 : Les thèmes transverses soutenus par l'IR OZCAR

En italique les thèmes terminés

- Flux dissous dans les observatoires d'OZCAR (J. Bouchez) (multi-sites)
- Taux de dénudation mesurés par le béryllium 10 (V. Regard) (multi-sites)
- Transferts particuliers dans les observatoires d'OZCAR (C. Legout) (multi-sites)
- Calcite Bags (S. Binet) (multi-sites)
- *Atelier Racine (Y. Goddérés). A conduit à un projet [ANR Nutrilift](#) en cours (pluridisciplinaire)*
- Gaz-Ex : gaz dissous dans les eaux des observatoires d'OZCAR (T. Labasque) (multi-sites)
- Cours d'eau et rivières intermittentes (O. Fovet) (multi-sites, pluridisciplinaire)
- Atelier changement climatique dans les chroniques des observatoires OZCAR (F. Habets) (multi-sites)
- "DEDMOS" : Déterminants écologiques et dynamique de la matière organique dans les sols des observatoires OZCAR (P. Oliva) (multi-sites)
- Métabolisme des rivières dans OZCAR (S. Guillon) (multi-sites)
- UV-Vis et DOM : caractérisation de la matière organique dissoute dans les rivières d'OZCAR (M. Masson) (multi-sites)
- Boucles de rétroaction et tipping points dans OZCAR (C. Peugeot). A conduit à l' [ANR TIPHYC](#) en cours. (multi-sites, pluridisciplinaire)
- "PAPAYES" : Prélèvement intégratifs Particulaires et Analyses des matières en Suspension (A. Simonneau) (multi-sites)
- Contribution de la gravimétrie supraconducteur à l'estimation de l'évapotranspiration - approche multi-sites : Observatoire du Larzac, Bassin versant du Strengbach, Fontaine de Vaucluse-LSBB (S. Carrière) (multi-sites, pluridisciplinaire)
- La réponse du système eau-sol-plante aux changements globaux (D. Lemarchand) (multi-sites)
- Suivi haute fréquence de 3 rivières contrastées de la zone critique (montagne et sites agricoles). Apport des concentrations chimiques multi-éléments à la compréhension des hydrosystèmes et de leurs réponses aux forçages anthropiques (M.-C. Pierret) (multi-sites)
- Structuration verticale de la Zone Critique – concepts et vocabulaire (P. Schoeneich) (pluridisciplinaire)
- Monitoring de l'ADN environnemental (ADNe) dans les eaux tropicales/sols tropicaux de la zone critique (J. Murienne) (multi-sites)
- Héritage paysager : Impact des mutations sociétales et climatiques sur la zone critique (C. Marais Sicre) (multi-sites, pluridisciplinaire)

## Annexe 2 : Common Critical Zone Observatory (CZO) Infrastructure and Measurements

Les informations sont disponibles ici :

<https://czo-archive.criticalzone.org/national/infrastructure/a-common-approach-1national/>

et une version .pdf du document peut être téléchargée ici :



[https://czo-archive.criticalzone.org/images/national/associated-files/1National/CZO\\_Common\\_Measurements\\_5-5-15.pdf](https://czo-archive.criticalzone.org/images/national/associated-files/1National/CZO_Common_Measurements_5-5-15.pdf)

Les résultats de cette réflexion se trouvent aussi dans la publication Brantley et al. (2017)<sup>15</sup> d'où est tirée la Figure 3.

## Annexe 3 : les documents préparatoires aux ateliers

En préparation de la réunion de janvier, il était important que nous utilisions tous le même vocabulaire. Une proposition de catégorisation des sites de l'IR OZCAR, élaborée lors de la construction de l'Ozcarbre est donnée en Annexe 4. Elle fait en particulier la différence entre la notion d'observatoire (notion institutionnelle et communautaire) et la notion de site<sup>16</sup> avec différentes échelles spatiales considérées (Annexe 4).

Nous souhaitons aussi partager la vision d'un observatoire de la zone critique, tel que posé par les CZO Américains définissant les compartiments et variables à observer pour mettre en œuvre une science de la zone critique. Le document est fourni en Annexe 4. Nous fournissons aussi le lien sur la liste des observations standards en cours de discussion dans eLTER .

En nous appuyant sur les documents disponibles, en particulier les documents d'évaluation des SNOs mais aussi les sites webs et les recensements précédents (travail de S. Kuppel au début de son postdoctorat et de V. Girard pour la réflexion sur les plateformes eLTER\_France), nous avons essayé de synthétiser les variables mesurées par les différents sites selon la proposition des CZO Américains (Annexe 4) ou la proposition de [Standard Observations par eLTER](#).

La synthèse correspondante (voir onglet Variables\_Sites\_OZCAR) est consultable ici (**version à améliorer/compléter par consultation des responsables d'observatoires**):

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1onrye3k7m7FRT-vnDpDTNJ2OIAtd fs/edit?usp=sharing&oid=105996348015167026935&rtpof=true&sd=true>

## Annexe 4 : Nomenclature proposées pour les sites de l'IR OZCAR

### A4.1. Concepts et nomenclatures proposés pour décrire et classer les sites de l'IR OZCAR

La classification et la nomenclature proposée s'appuient sur des standards décrivant ce qu'est une observation et une « Environmental Monitoring Facility » (voir section A4.2).

Le niveau de granularité le plus fin pour décrire les observations menées dans l'IR OZCAR est celle de la méthode utilisée pour acquérir la variable d'intérêt. Cette méthode peut être un

---

<sup>15</sup> Brantley, S. L., McDowell, W. H., Dietrich, W. E., White, T. S., Kumar, P., Anderson, S. P., Chorover, J., Lohse, K. A., Bales, R. C., Richter, D. D., Grant, G., and Gaillardet, J.: Designing a network of critical zone observatories to explore the living skin of the terrestrial Earth, *Earth Surf. Dynam.*, 5, 841-860, <https://doi.org/10.5194/esurf-5-841-2017>, 2017.

<sup>16</sup> Mentionnons qu'il existe, à l'INSU la notion de "site instrumenté" avec un label associé. Il n'existe pas de site instrumenté dans la communauté SIC pour le moment.

instrument/capteur (cas le plus fréquent dans OZCAR) mais il peut aussi s'agir d'observation visuelle (ex : relevé floristique) ou de prélèvements (ex: feuilles, échantillons). Le capteur peut être fixe ou mobile. Dans la suite on utilisera **Instrument** dans un sens large même s'il s'agit de prélèvements.

Un ensemble d'*Instruments* (ou de points de prélèvements) peut être regroupé (Figure 5):

- A un même endroit dans une *Station* de mesures (ex : station météo, station hydrométrique, station de mesures de flux, ...)
- Dans un réseau de capteurs (**Sensor Network**) (ex : réseau de pluviographes, de stations de mesure du débit, réseau de parcelles de prélèvement).

Un ensemble de **Stations** ou de **Sensor Networks** peut être regroupé dans un **Site**. Pour l'IR OZCAR il paraît pertinent de distinguer différents niveaux de sites selon leur taille afin aussi de pouvoir décrire correctement les dispositifs d'observations emboîtés qui répondent souvent à des objectifs scientifiques différents. Nous proposons la nomenclature suivante :

- **Site local** (<25 ha ou 0.25 km<sup>2</sup>) (ex: une parcelle, un glacier, une tourbière, un très petit bassin versant) qui visent souvent à documenter un écosystème/type d'occupation des sols élémentaire (flux verticaux) ou à comprendre des processus de très fine échelle
- **Site petite échelle** (0.25 à 100 km<sup>2</sup>) où on cherche souvent à comprendre les processus (ex les flux 3D).
- **Site moyenne échelle** (100 à 10 000 km<sup>2</sup>).
- **Site méso-échelle** (> 10 000 km<sup>2</sup>)

Les **Sites de moyenne échelle et de méso-échelle** sont souvent des échelles correspondant à des entités socio-écologiques avec des frontières définies (e.g: un bassin versant, une commune, une zone de gestion, sur lesquelles on agrège les connaissances des sites locaux et de petite échelle. Ce sont aussi souvent des échelles qui correspondent à des échelles de gestion et donc le lieu privilégié des interactions avec les acteurs (voir par exemple les définitions proposées par eLTER<sup>17</sup>).

Un ensemble de **Sites** peut être regroupé dans un **Observatoire**, plutôt sur des critères scientifiques, communautaires ou institutionnels lorsqu'il y a labellisation. Un Observatoire serait alors un **Environmental Monitoring Network** selon la classification proposée en section A3.2

A noter aussi que des PIs, responsables de la qualité et la cohérence scientifique et partie prenante de l'ensemble existent à plusieurs niveaux : **Station, Station Network, Sites, Observatoires, Data set.**

Différents sites peuvent être rattachés à des réseaux (**Network**), programmes (**Program**). Des campagnes ou des expérimentations (**Activity**) peuvent aussi avoir lieu sur ces sites (ex dans H+).

Dans le contexte de eLTER, existe aussi la notion de **LTSE Platform**, qui sont des entités regroupant plusieurs sites et documentant les différents compartiments du socio-écosystèmes. Il est aussi attendu qu'un ensemble d'acteurs issus du monde socio-

---

<sup>17</sup> <https://www.lter-europe.net/lter-europe/infrastructure/sites-platforms/categories>

économique, partie prenante du LTSER soient identifiés. La définition de cette entité reste à affiner avec le Réseau des Zones Ateliers.



Figure 5 : Nomenclature de l'IR OZCAR : les instruments (ronds) sont regroupés dans des stations (rectangle), qui forment des réseaux de stations (rectangles oranges, rectangles bleus) permettant de documenter des sites (contour vert), eux même emboîtés à petite/moyenne/méso échelles

## A4.2 Les différents concepts mobilisés

### L'observation

Les dispositifs de suivi environnementaux acquièrent des observations qui sont décrites par les standards O&M (Observation and Measurement<sup>18</sup>), qui ont été repris dans le modèle pivot du Système d'Information (SI) Theia/OZCAR (Braud et al., 2020<sup>19</sup>).

**Observation** : Une **Observation** est une action dont le Résultat (**Result**) est la valeur d'une Propriété (**Observed Property**) d'une Entité ou Objet d'Intérêt (**Feature of Interest**) à un moment donné (**Phenomenon Time**), obtenu grâce à une Procédure (**Procedure**) (cf rectangle rouge de la Figure 6)

**Result** : c'est la valeur de l'observation

**Observed Property** : c'est la variable mesurée, avec son unité (ex : la température de l'eau, le pH, etc..)

**Feature of Interest** : C'est l'objet d'intérêt que l'on veut échantillonner (ex: on s'intéresse à une rivière (**Feature of Interest**) et on va en mesurer la qualité en un point (**Sampling Feature**))

<sup>18</sup> <https://www.ogc.org/standards/om>

<sup>19</sup> Braud, I., Chaffard, V., Coussot, C., Galle, S., Juen, P., Alexandre, H., Baillion, P., Battais, A., Boudevillain, B., Branger, F., Brissebrat, G., Cailletaud, R., Cochonneau, G., Decoupes, R., Desconnets, J.-C., Dubreuil, A., Fabre, J., Gabillard, S., Gérard, M.-F., Grellet, S., Herrmann, A., Laarman, O., Lajeunesse, E., Le Hénaff, G., Lobry, O., Mauclerc, A., Paroissien, J.-B., Pierret, M.-C., Silvera, N., Squidant, H., 2020. Building the information system of the French Critical Zone Observatories network: Theia/OZCAR-IS. Hydrological Sciences Journal: 1-19. DOI:10.1080/02626667.2020.1764568

en faisant un prélèvement dans *un point d'une section de rivière (Sampled Feature)*. On peut associer une localisation (point, surface, volume) à ces objets d'intérêt et aux objets échantillonnés.

**Phenomenon Time** : c'est la date d'acquisition de l'**Observation** ou l'intervalle de temps pour lequel elle est représentative.

**Procedure** : C'est la méthode utilisée pour obtenir l'**Observation** : instrument de mesure, prélèvement, échantillonnage (pour la végétation par exemple)

Un ensemble d'**Observations** sont regroupées dans un jeu de données (**Dataset**). Ces regroupements sont faits sur des critères de cohérence scientifique, géographique, temporelle, mais peuvent aussi intégrer des dimensions comme le financement des observations, les responsables de ces observations.

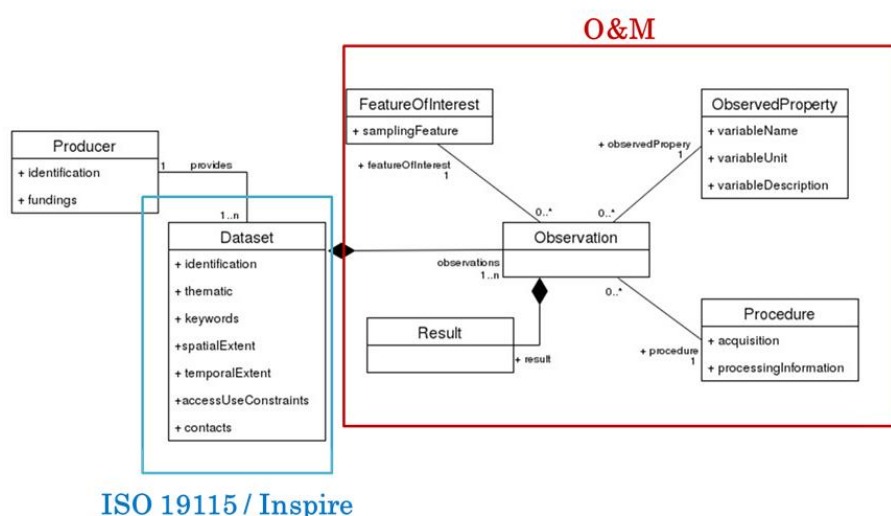


Figure 6 : Vue simplifiée du modèle pivot du SI Theia/OZCAR. Les informations en rouge correspondent au standard O&M (Observation & Measurement) de description d'une observation (tiré de Braud et al., 2020<sup>20</sup>).

## Les différentes variantes de l'Environmental Monitoring Facility

**Environmental Monitoring Facility** désigne tout type de dispositif permettant d'acquérir des Observations. Il peut s'agir de dispositifs fixes ou mobiles. Ces dispositifs peuvent être organisés en niveau hiérarchiques (ex : un instrument, un ensemble d'instruments)

**Environmental Monitoring Network** : C'est un ensemble de « Environmental Monitoring Facilities » qui sont regroupées pour des raisons de cohérence scientifiques (ex : un réseau de bassins versants), de type de mesures (un réseau de mesure de la qualité de l'air) ou institutionnelles.

**Environmental Monitoring Program** : C'est un programme de suivi, plutôt lié à l'objectif des suivis (ex : le suivi pour la Directive Cadre sur l'Eau, un suivi pour un projet de recherche), etc...

<sup>20</sup> Braud, I., Chaffard, V., Coussot, C., Galle, S., Juen, P., Alexandre, H., Bailliond, P., Battais, A., Boudevillain, B., Branger, F., Brissebrat, G., Cochonneau, G., Decoupes, R., Desconnets, J.-C., Dubreuil, A., Fabre, J., Gabillard, S., Gérard, M.-F., Grellet, S., Herrmann, A., Laarman, O., Lajeunesse, E., Le Hénaff, G., Lobry, O., Mauclerc, A., Paroissien, J.B., Pierret, M.C., Silvera, N., Squividant, H., 2020. Building the Information System of the French Critical Zone Observatories network: Theia/OZCAR-IS, Hydrological Sciences Journal, special issue "Data: opportunities and barriers", <https://doi.org/10.1080/02626667.2020.1764568> et <https://hal.archives-ouvertes.fr/insu-02917629v1>

*Environmental Monitoring Activity* : Ce concept a essentiellement été défini pour décrire des campagnes de mesures qui sont réalisées sur une durée de temps donnée, par opposition à des suivis en continu.

Ces différentes notions peuvent être combinées selon des niveaux hiérarchiques ou en parallèle. Par exemple, un dispositif peut être composé de différents instruments, eux-mêmes organisés en réseau, qui contribuent à un ou plusieurs programmes et dans lesquels des campagnes de mesures sont réalisées à intervalle régulier.

## Annexe 5 : Liste des contributeurs aux ateliers OZCAR 2.0 et relecteurs du document de synthèse

Prénom	Nom	Prénom	Nom
Julien	Ackerer	Hervé	Jourde
Sandrine	Anquetin	Maria	Klepikova
Patrick	Arnaud	Sylvain	Kuppel
Stéphane	Audry	Eric	Lajeunesse
Pierre-Alain	Ayral	Tanguy	Le Borgne
Héloïse	Bénard	Caroline	Le-Bouteiller
Stéphane	Binet	Cédric	Legout
Ludovic	Bodet	Jean-Christophe	Maréchal
Laurie	Boithias	Laurent	Michon
Marie	Boucher	Jérôme	Molenat
Camille	Bouchez	Eric	Mougin
Brice	Boudevillain	Florence	Naaïm
Cédric	Champollion	Guillaume	Nord
Eliot	Chatton	Sylvain	Pasquet
Sarah	Coffinet	Christophe	Peugeot
Jean-Martial	Cohard	Jean-Luc	Probst
Jean-François	Dejoux	Anne	Probst
Valérie	Demarez	Antoine	Rabatel
Virginie	Entringer	Damien	Raclot
Ophélie	Fovet	Jean	Riotte
Sylvie	Galle	Laurent	Ruiz
Catherine	Galy	Jose Miguel	Sanchez-Perez
Laure	Gandois	Sabine	Sauvage
Sébastien	Gogo	Philippe	Schoeneich
Manuela	Grippa	Vincent	Simonneaux
Florence	Habets	Delphine	Six
Hocine	Henine	Marc	Steinmann
Jean-Lambert	Join	Tiphaine	Taltec
Didier	Josselin	Fabrice	Vinatier
Damien	Jougnot		

## Annexe 6 : Liste des groupes de relecteurs extérieurs sollicités

### **Modélisation**

Emilie Beaulieu  
Jean Raynald de Dreuzy  
Yves Godderis  
Jean Marçais

### **Géophysique**

Nolwen Lesparre  
Simon Carrière  
Quentin Chaffaut  
Damien Jougnot

### **Géochimie**

Mathieu Dellinger  
Julien Bouchez  
Sophie Guillon  
Emilie Jardé  
Bastien Wild

### **Hydrogéologie/hydrologie**

Agnès Rivière  
Basile Hector  
Sylvain Weill  
Fabrice Rodriguez

### **Géomorphologie**

Alain Crave  
Gilles Brocart  
Anaëlle Simonneau  
Virginie Sellier  
Laure Guérit

### **Limnologie/contaminants**

Pierre Sabatier  
David Gateuille  
Véronique Gouy

### **Ecologie**

Philippe Choler  
Jérôme Chave  
Emma Rochelle-Newall