

Défi Clé WATER OCCITANIE

Pertinence des solutions locales face aux enjeux du grand cycle de l'eau par des analyses multi-échelles et intersectorielles à travers la réutilisation des eaux usées



Table des matières

1	Enjeux.....	2
1.1	Gestion de l'eau sous contrainte de changement global	2
1.2	Enjeux scientifiques.....	3
2	Périmètre et ambitions du défi	6
3	Plan d'action	7
3.1	Répartition des moyens	8
3.2	Connexion avec les dispositifs présents en région	11
4	Gouvernance.....	12
4.1	Organisation de la Gouvernance	12
4.2	Forces académiques en Région	12
4.3	Indicateurs.....	14
5	Perspectives et retombées attendues	14
6	ANNEXE 1 - Structure du plan de recherche détaillée	16
6.1	Capacités de mesure et d'analyse de données	16
6.2	Caractérisation des solutions locales	17
6.3	Insertion dans leur environnement.....	18
6.4	Intégration à l'échelle du grand bassin	19
6.4.1	Interfaces entre territoires	19
6.4.2	Vulnérabilité des socio-hydrosystèmes.....	21
7	ANNEXE 2 – Laboratoires impliqués et tutelles	22

Ce document a été rédigé par Olivier BARRETEAU (ICIREWARD) et Claire ALBASI (GIS EAU TOULOUSE), sur la base des échanges entre chercheurs des 2 structures, lors de 2 réunions tenues en présentiel le 15 Septembre à Toulouse et le 1^{er} Octobre à Montpellier, appuyé par un comité de relecture et des échanges avec la Région. Le comité de relecture est constitué de Jean-Stéphane BAILLY (LISAH), Catherine BARON (LEREPS), Gilles BOULET (CESBIO), Flavie CERNESSON (TETIS), Anne-Laure COLLARD (INRAE), Valérie DEMAREZ (CESBIO), Magali GERINO (LEFE), Jérôme HARMAND (LBE), Patrick LACHASSAGNE (HSM), Linda LUQUOT (GM), Mathieu SPERANDIO (TBI).

1 Enjeux

1.1 Gestion de l'eau sous contrainte de changement global

En Région Occitanie, le changement global¹ induit de fortes pressions qualitatives et quantitatives sur la ressource en eau et les milieux, avec des effets majeurs sur le grand cycle de l'eau dont des extrêmes accrus. La région Occitanie, avec près de 6 millions d'habitants, est particulièrement concernée : (1) au niveau hydroclimatique sur le massif pyrénéen et sur le littoral méditerranéen ; (2) au niveau des usages qui en dépendent, environnementaux, agricoles et aquacoles, adduction d'eau potable et embouteillage, industriels, énergétique, tourisme et thermalisme ; (3) au niveau des infrastructures (naturelles ou artificielles), des équipements et des institutions qui permettent de réguler les flux d'eau pour les mettre en adéquation avec les besoins, tant anthropiques que ceux des écosystèmes. En Occitanie, à titre d'exemple, **l'agriculture et l'agro-alimentaire nécessitent** 330 000 ha irrigables, **l'hydroélectricité constitue** 27% de la production totale d'électricité de la région Occitanie et 68% de la production d'électricité d'origine renouvelable ; **les usages récréatifs tels que la pêche** comptent plus d'adhérents (352 pour 10 000 habitants) que le football (259) ou le tennis (185), et l'impact économique lié à cette activité représente 2 milliards d'€ par an. Les dernières évaluations² indiquent que sur 1,6 milliards de mètres cubes prélevés, 42 % sont consommés par l'agriculture, 38 % pour l'eau potable et 20% par l'industrie. Economiquement, la filière touristique pèse 13 milliards d'euros de recettes.

Les changements globaux mettent sous tension les infrastructures et, à défaut de leur atténuation, appellent à une adaptation des usages d'une part et des innovations pour maintenir une adéquation entre les flux d'eau et les besoins des sociétés d'autre part. Ces innovations ne sont pas seulement techniques mais supposent aussi de nouveaux modes de gouvernance. La gestion des masses d'eau pour respecter les débits objectifs d'étiages ou les débits écologiques constitue un point d'attention. La vulnérabilité est accrue (risques hydroclimatiques ; risques contaminants environnementaux et sanitaires). Par ailleurs, la mise à disposition de moyens dédiés tout comme l'acceptation de grands projets ayant un effet direct à large échelle (ex. grand barrage, transferts interbassins...) ne sont plus d'actualité au moins en Europe, la demande se tournant plus vers des solutions localisées semblant répondre aux enjeux. Parmi elles, la réutilisation des eaux usées traitées est encouragée par une partie des acteurs de la filière et des usagers et semble répondre à plusieurs enjeux listés ci-dessus. En France, moins de 1% des eaux usées sont recyclées, alors que la Reuse est largement adoptée dans certains pays, comme en Israël (90%), en Espagne (14%) ou même en Italie (8%)³. Elle est aussi présentée comme une option possible dans le cas de pays des Suds. L'analyse de son potentiel, de son développement, de son incorporation dans la société et de sa pertinence, y compris ses limites et des potentiels facteurs de blocage constituera un cas d'étude de ce type de solution localisée. Les potentialités et besoins spécifiques à la Région Occitanie ont été étudiés entre juillet 2020 et septembre 2021 au travers d'une étude mandatée par la Région : 130 projets à des degrés de maturité allant de la simple intention à la réalisation et activité en cours ont pu être détectés. Ces projets constitueront une base de cas pour alimenter le défi en exemples concrets sur ce type de solutions pour répondre aux enjeux de disponibilité en eau.

Dans un contexte de changement global et de tensions sur les ressources en eau, la réutilisation des eaux usées traitées et, plus généralement, la réutilisation d'eaux déjà mobilisées pour d'autres usages avant retour partiel au milieu naturel⁴ peuvent constituer des alternatives pertinentes pour garantir un accès à l'eau, pour

¹ Derrière changement global, nous entendons changement climatique + changements démographiques incluant l'urbanisation et la littoralisation ° changements de comportement notamment au niveau alimentaire et logement

² <https://www.laregion.fr/plan-eau>, 2018

³ <https://www.veolia.fr/reuse-technologie-maitrisee>

⁴ Nous distinguons dans le Défi WOC la Reuse (Réutilisation d'eaux déjà mobilisées) de la REUT (Réutilisation d'eaux usées traitées), qui est donc un cas particulier de Reuse.

des usages variés tels que, par exemple, irrigation agricole, rafraîchissement urbain, irrigation d'espaces verts et golfs, recharge de nappe... Alors que ces eaux usées semblent constituer une ressource disponible, pouvant se substituer aux prélèvements dans le milieu naturel, leur « ré-usage » rencontre des difficultés multiples pour se développer de manière pérenne : recouvrement des coûts, contraintes réglementaires, application des normes et réglementations sanitaires, oppositions ou interrogations sociales, coordination entre les acteurs, impact environnemental aval, etc. Les activités consultées dans le cadre du défi clé préciseront la pertinence d'innovations construites pour dépasser ces limites actuelles.

La Reuse apparaît comme une solution toujours localisée dépendant de ressources distribuées sur le territoire de manière variable, notamment entre espace rural et péri-urbain, en quantité et en qualité, induisant une variabilité des coûts d'accès mais aussi des risques induits à long terme, selon les milieux récepteurs concernés. L'un des principaux objectifs de ce projet de recherche est d'évaluer la pertinence de leur mobilisation, adaptée dans différents contextes régionaux.

1.2 Enjeux scientifiques

Le défi WOC se focalise sur des innovations, techniques et institutionnelles, permettant une diversification des origines possibles (prélèvements) pour satisfaire des besoins en eau en un lieu donné. Comme ces origines sont distinctes localement, il est possible, toujours localement, de substituer des prélèvements dans un milieu fragile par des prélèvements dans un flux d'eaux usées. Cependant, à l'échelle d'un bassin versant, ces origines sont toutes connectées au même grand cycle, des sources à la mer. La dénomination de « petit cycle » est en soi trompeuse car elle ignore le fait que le retour dans le cycle à l'échelle du bassin se fait toujours plus à l'aval du point de prélèvement⁵.

Les innovations de type Reuse consistent toutes en une ou plusieurs dérivations de ce cycle qui le modifient par ralentissement, accélération, raccourcis... Elles dépendent d'infrastructures, d'équipements et d'institutions régulant leur mise en œuvre. La trajectoire vers une optimisation des usages de l'eau, pour en satisfaire un plus grand nombre, implique une plus grande complexité des socio-hydrosystèmes⁶ du fait d'un plus grand nombre de connexions entre composantes des socio-hydrosystèmes. La mise en place de ces innovations pose donc des questions spécifiques aux systèmes complexes, ouverts et présentant des infrastructures couplées (Anderies et al. 2016 ; Muneeppeerakul & Anderies 2020).

La figure 1 présente les différents processus de transfert des ressources en eau au sein ou entre les compartiments du grand cycle et les perturbations qui y sont apportées, via les usages mais aussi les innovations locales telles que les « ré-usages » qui préemptent une ressource depuis une boucle d'usage vers une autre sans passer par le milieu naturel, ce qui est typiquement le cas de la réutilisation des eaux usées traitées. Les usages ainsi représentés sont des prélèvements dans le réseau de surface ou les aquifères souterrains, aussi bien pour de l'irrigation, que de la production d'eau potable, de la recharge de nappe, de la pisciculture, de la production d'énergie, etc.

Si ces solutions se développent, leurs effets cumulés sur le grand cycle et les cycles biogéochimiques associés ne peuvent plus être considérés comme marginaux. L'évaluation des bilans d'eau et de substances transportées devient complexe, en environnement non stationnaire. Cette complexité s'accroît encore quand il s'agit d'estimer les gains et pertes des différents usages et usagers, ou d'optimiser le parcours de la ressource

⁵ En conséquence nous parlons par la suite de « pseudo petit cycle »

⁶ Par socio-hydrosystème, nous faisons référence à un cas particulier de système social et écologique (McGinnis et Ostrom 2014) dont les dynamiques naturelles dominantes sont liées à l'eau

dans le bassin pour les différents usages, en tenant par exemple compte aussi des questions énergétiques ou des coûts de nouveaux modes de gouvernance. Les enjeux sont donc d'améliorer l'évaluation des situations transitoires (mesure, assimilation de données hétérogènes), d'identifier l'ensemble des stockages et des processus de transfert (flux) dans une configuration d'usages et de « ré-usages » donnée, de progresser sur les modalités de leur gouvernance, et de comprendre les processus de transformations des rapports que la société entretient avec l'eau. Ceci implique notamment l'identification de l'ensemble des acteurs concernés par la mise en place d'une solution locale, puis leur implication dans un processus de décision continu, ainsi que l'identification de leurs relations, leurs intérêts et leurs finalités pour comprendre les blocages éventuels à l'adoption d'innovations.

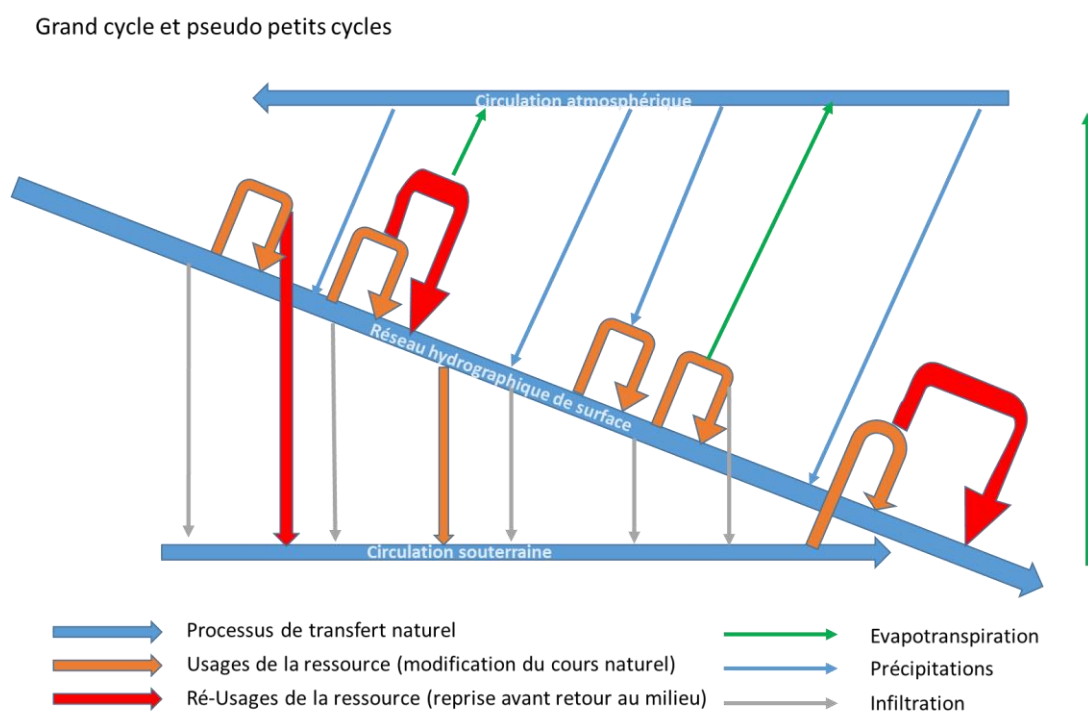


Figure 1: grand cycle de l'eau et ses perturbations

Dans le contexte de changement global, les bilans ne sont pas uniquement sur l'eau mais aussi sur les éléments qu'elle véhicule ou dont le cycle sera impacté par cette nouvelle « pratique » (contaminants, nutriments) et sur la dépense énergétique.

Si la réutilisation des eaux usées n'est pas nouvelle, de nouveaux paradigmes émergent, notamment dans le cadre des concepts prônés autour de l'économie circulaire et de la bioéconomie. Du statut d'un déchet à traiter avant d'en rejeter les sous-produits dans le milieu naturel, l'eau usée acquiert lentement, avec l'augmentation des savoirs et des savoir-faire, le statut de ressource à manipuler pour produire une eau – de nouveau utile après une première utilisation –, de l'énergie, ainsi que des molécules d'intérêt comme proposé dans le cadre des approches de bioraffineries environnementales ou de stations d'épuration du futur. Pour ce faire, cependant, la Reuse ne peut se réduire au traitement de l'eau et à son utilisation en irrigation pour l'agriculture : elle requiert de repenser l'ensemble de la chaîne de valeur allant de l'identification de toutes les ressources disponibles sur un territoire à l'inventaire de tous les usages et leurs contraintes associées en passant par l'ensemble des systèmes techniques et technologiques permettant de la traiter, de la transporter, de la stocker et de la distribuer et en y associant les risques écotoxicologiques pour l'homme et les milieux. La

construction d'un narratif spécifique est aussi nécessaire pour justifier auprès des politiques et expliquer au grand public ces solutions de ré-usage et leur pertinence a priori. C'est cette vision systémique, posée sous contraintes réglementaires, socio-économiques et d'innocuités sanitaire et environnementale que l'on souhaite qualifier. Elle est par ailleurs indissociable du territoire impliqué, qu'il conviendra de caractériser en termes de potentiel pour la mise en œuvre d'une gestion nouvelle des flux d'eau et/ou de nutriments associés (d'après Harmand et al, 2020)⁷.

En synthèse, d'un point de vue méthodologique, le Défi WOC produira des connaissances pour évaluer et caractériser tout type de solution localisée permettant de résoudre les tensions sur l'accès aux ressources en eau en situation de changement global, en particulier sur leur intégration dans un cycle de l'eau qui les dépasse. Ces solutions incluent des politiques axées sur l'offre, par exemple la réutilisation d'eaux usées avec un niveau de traitement adapté, ou le développement de petites retenues collinaires. Mais elles se situent aussi au niveau de la demande, par exemple un soutien local à des changements de pratiques ou de comportements, ou un travail sur l'occupation du sol. Nous considérons comme échelle « locale », le territoire⁸ concerné par le lieu où la solution est mise en œuvre et l'ensemble des éléments directement connectés, mais aussi en référence à des institutions qui structurent et organisent ce territoire. Dans le cas précis de notre projet, il s'agit le plus souvent d'une collectivité locale (échelle du Schéma de Cohérence Territoriale ou de la régulation des usages). Au cours du Défi WOC, nous développerons cette méthodologie et la mettrons à l'épreuve de l'exemple spécifique de la réutilisation des eaux usées.

Le Défi WOC vise à produire des savoir-faire et des connaissances en termes de conception, d'analyse et d'évaluation de telles solutions, qu'elles soient fondées sur de nouvelles pratiques, l'installation d'infrastructures collectives (par ex recharge de nappes), d'équipements (par ex. irrigation localisée) et de procédés (par ex procédés membranaires ou systèmes biologiques et inspirés de la nature), d'institutions et d'organisation de la concertation (par ex PTGE⁹). Ces savoir-faire et ces connaissances contribueront à répondre à des besoins locaux générés par le changement global, et permettront l'analyse de la capacité cumulée de ces solutions locales à répondre aux enjeux du petit et du grand cycle de l'eau à l'échelle régionale

Le focus d'évaluation de la pertinence des solutions locales nous conduit à une structuration du Défi WOC en 1 axe transversal et 3 axes intervenant à 3 échelles interdépendantes :

1. Renforcer les capacités de mesure et d'analyse de données, en transversal quelle que soit l'échelle ;
2. Caractériser les solutions locales et leurs conditions de mise en œuvre, et notamment celles impliquant un ré-usage ;
3. Analyser leur insertion dans leur environnement local (i.e. le territoire dans lequel elles sont mises en place) ;
4. Evaluer leur intégration à l'échelle de bassins versant des sources à l'embouchure. Ce dernier axe se subdivise en deux composantes :
 - a. Compréhension des interfaces entre territoires au sein du bassin ;
 - b. Conséquences de l'intégration de solutions locales sur la vulnérabilité des socio-hydrosystèmes.

7. Enjeux pour la mise en place d'un réseau sur la réutilisation des eaux usées traitées (Reuse) à INRAE. Note du Conseil Scientifique du réseau Reuse de INRAE. 10 avril 2020 - www6.inrae.fr/reuse

⁸ Nous appelons « territoire » : (i) un espace borné, aux limites plus ou moins précises, et approprié par un groupe social ; (ii) un sentiment ou une conscience d'appartenance de la part de ses habitants ; (iii) l'existence de formes d'autorité politique et de règles d'organisation et de fonctionnement » (Caron 2005)

⁹ Projet de Territoire pour la Gestion de l'Eau

Les éléments détaillés du plan de recherche sont présentés en annexe 1

2 Périmètre et ambitions du défi

Les enjeux décrits ci-dessus constituent le contexte scientifique et opérationnel de ce défi.

A quatre ans, le Défi WOC se focalisera, d'une part, sur un développement méthodologique pour évaluer et caractériser, à des échelles multiples, des solutions locales répondant aux enjeux soulevés par le changement global et, d'autre part, considèrera la Reuse comme un exemple d'application.

Premier objectif à 4 ans = développer des méthodes/outils d'aide aux décisions et aux choix de solutions locales

Une solution locale consiste en

- la mise en place d'un ensemble d'actions s'appuyant sur une infrastructure collective modifiant la mise à disposition de l'eau en un endroit donné à un moment donné,
- des équipements permettant aux usagers de mobiliser et/ou d'économiser cette ressource,
- des institutions permettant de réguler les usages.

La mise en place de ces équipements, infrastructures et institutions, a des conséquences au-delà de son territoire de mise en place via les modifications apportées au cycle de l'eau, les effets cascade et les effets rebond sur les comportements des usagers. Ils exigent également des investissements importants. Pour permettre la comparaison de solutions et éviter des investissements inefficaces ainsi que l'émergence de tension entre acteurs, il faut développer des méthodes standardisées pour décrire des solutions et évaluer leurs conséquences locales et à l'échelle des bassins versant des sources à la mer.

Second objectif à 4 ans = tester des solutions locales fondées sur la remobilisation d'eaux usées avec les méthodes développées au sein du défi

La réutilisation des eaux usées est aujourd'hui présentée comme une solution possible aux enjeux liés aux changements globaux. Cet engouement est bien souvent fondé sur une vision incomplète de leurs effets, ces « ressources » étant considérées comme inutilisées tant qu'elles ne sont pas prises dans une boucle d'usage (cf. par exemple reportage France Inter le jeudi 21 octobre 2021, 7h15). Les conséquences sur le grand cycle dans les différents contextes de mise en œuvre restent peu étudiées. Les contextes de mise en œuvre sont caractérisés par des équipements appropriés ou non à ce type de ressource et à sa qualité, associés à des règles telles qu'un respect strict d'une mobilisation en substitution à d'autres ressources (afin de garantir une consommation constante) ou la répartition des surcoûts. Aussi l'atteinte de ce second objectif sera concrétisée par la validation de la méthodologie construite pour le premier objectif sur une évaluation de solutions intégrées en Région s'appuyant sur une remobilisation d'eaux usées.

Troisième objectif à 4 ans = constituer une communauté de recherche sur l'eau en Occitanie allant de l'ingénierie des procédés d'usage et de traitement à la modélisation du cycle hydrosocial.

Ce développement d'évaluation systémique, multi-échelle de solutions fondées sur des instruments techniques, sociaux et économiques exige un travail interdisciplinaire rassemblant la diversité des compétences sur l'eau présentes en Région. Il s'agit non seulement de mobiliser ces compétences mais aussi de les combiner et les faire travailler ensemble.

Quatrième objectif à 4 ans = constituer un réseau de living labs dédiés aux enjeux de ressource en eau sous changement global, représentatifs de la diversité des territoires régionaux et avec un caractère pérenne.

Le Défi WOC est profondément ancré dans des enjeux de politique publique. Les solutions explorées ne peuvent pas être expérimentées en laboratoire. Même une exploration in silico doit s'appuyer sur un retour d'acteurs directement concernés. Les Living labs, en tant que « *user-centred open innovation ecosystems based on a systematic user co-creation approach, integrating research and innovation processes in real-life communities and settings* »¹⁰ (openlivinglabs.eu/aboutus, d'après ENoLL European Network of Living Labs), constituent des dispositifs pertinents pour une exploration conjointe et ouverte de solutions aux enjeux sur l'eau dus aux changements globaux.

International

Ces quatre objectifs mis ensemble doivent conduire à un cinquième objectif : **la reconnaissance de la région Occitanie comme une des leaders en Europe de la recherche sur l'eau** grâce à une force complète en termes de disciplines et de types d'acteurs.

La réutilisation n'est cependant pas la seule voie en termes de solutions. Le développement de petites retenues collinaires individuelles en est une autre, d'autres peuvent apparaître. **A 10 ans, nos objectifs sont de (1) valider nos méthodes de caractérisation et d'évaluation pour tout type de solution, (2) de consolider notre réseau de living labs avec une capacité d'évaluer toute solution aux enjeux de ressource en eau pouvant être imaginée à un niveau local, (3) de porter la reconnaissance de la communauté de recherche sur l'eau en Occitanie au niveau mondial.**

3 Plan d'action

En réponse aux défis du changement global, l'axe central du Défi WOC consiste à mobiliser les compétences interdisciplinaires régionales pour répondre aux enjeux à venir des tensions sur la ressource, via des solutions localisées adaptées aux besoins et possibilités des territoires régionaux.

Les travaux à mener s'articulent autour d'ambitions, à la fois expérimentales et conceptuelles, tant en termes de ressource / traitement / réutilisation que de gestion de ces flux par les acteurs (collectivités, citoyens, professionnels) et leur impact sur le grand cycle. Elles seront structurées à la fois par un partenariat avec les acteurs territoriaux impliqués dans la gestion de l'eau et la mise en place de projets pour comprendre et évaluer la pertinence de ces solutions localisées.

Nous nous appuierons en particulier sur 6 territoires⁸ dédiés, conçus comme des Living Labs, équipés de solutions de réutilisation, ou avec des projets en ce sens ou une réflexion en cours considérant ce type de solution parmi d'autres pour résoudre des problèmes d'accès à l'eau. Ces territoires (Bassins versants, Intercommunalités, Parc Naturels...) seront variés afin de rendre compte de la diversité des systèmes socio-hydrologiques de la région : contexte urbain ou rural, littoral, vallées ou têtes de bassin. Ces structures constituent des « Living Labs » au sens où elles impliquent de manière collaborative des acteurs de ces territoires et des chercheurs des équipes du Défi WOC pour développer une recherche à la croisée de remontées de questions opérationnelles des acteurs et de questionnements scientifiques des chercheurs. Elles exploreront, par l'expérimentation et/ou la simulation, des solutions locales aux enjeux de raréfaction de l'eau posés par les changements globaux. Elles comporteront notamment un comité de pilotage local (paritaire acteurs locaux et chercheurs émanant des équipes du défi). Ces comités seront tout d'abord force de

¹⁰ Ecosystèmes d'innovation centrés sur les usagers, fondées sur une approche systématique de co-création, intégrant les processus de recherche et d'innovation dans les dispositifs et communautés ancrées dans la réalité

questionnements de recherche à partir des enjeux des acteurs du territoire, suivront et consolideront à l'échelle du territoire l'avancée des projets de recherche qui les mobilisent, et apporteront ou faciliteront l'accès aux données nécessaires. Elles s'appuieront en outre sur les ressources humaines et les dispositifs expérimentaux en présence sur chacun des territoires.

3.1 Répartition des moyens

Ainsi, avec un caractère structurant en fond et une participation bilatérale obligatoire Est/Ouest des acteurs de la région, les moyens mis à disposition par la Région (2 000 000 euros) seront ventilés à l'aide de différents outils ayant chacun une ou plusieurs vocations en termes de recherche/ formation/ diffusion / valorisation, présentés de façon synthétique dans Tableau 1 et détaillés par la suite :

Tableau 1 Synthèse des outils de financements du Défi WOC

OUTIL	PU	Nombre	Total/outil
LIVING LAB : comités de pilotage localisés en partenariat avec des territoires volontaires // stages de Master	Fonctionnement living lab = 32000 (8000/an)	6	192 000
Soutien à des projets émergents « à risque »	30 000 / projet	4	120 000
Projet d' envergure	250 000 +1/2 Thèse (50000)	4	1 200 000
Soutien à l'organisation de workshops internationaux de haut niveau et d' écoles chercheurs	8 000	1 / thématique + final	40 000
Co-financement des post docs de valorisation	47 000	4 x 12 mois	188 000
Collaborations avec les autres communautés	30 000		30 000
Animation réseau + réalisation de supports	30 000		30 000
Ingenieur Projet	50 000	50 000*4	200 000
TOTAL			2 000 000

- **6 living labs** offriront des terrains expérimentaux très diversifiés représentatifs des enjeux géographiques et économies de la Région tels que : littoral, montagne, urbain, rural... Ils seront sélectionnés en début de programme du défi en fonction de cette diversité parmi des sites ayant au minimum une réflexion en cours sur de la réutilisation d'eaux pour faire face aux enjeux du changement global. Ils pourront notamment s'appuyer sur les projets lauréats des AAP Région REUT et Ec'EAU. Une réunion avec les services concernés de la Région aura lieu en ce sens. **Les comités de pilotage locaux respectifs de ces Living Labs** transformeront et reformuleront en question de recherche les questions de gestion et d'usage de l'eau émergent des acteurs, en s'inspirant par exemple de « la fabrique des questions simples » (<https://simple-question.org>). Ces questions de recherche pourront être traitées soit via des stages de Master dédiés (chaque living lab sera doté d'une capacité de financement de 4 stages de Master, soit un par an, co-encadré par au moins un chercheur du Défi WOC et un acteur du territoire), soit via des travaux de groupes d'étudiants dans le cadre des formations de Master et d'ingénieurs des établissements

implantés dans la Région. Sur la base de 1 master par an et par « living lab » et d'un « forfait master moyen » à 8000 euros comprenant la gratification et du fonctionnement (8000*24 = 192 000 €)

- **4 Projets d'envergure**, incluant ½ bourse de thèse chacun (sujets en rupture afin de faire émerger de nouvelles compétences aux interfaces entre disciplines ou entre processus et de placer les travaux développés en Région au niveau de la reconnaissance internationale). Ils seront co-construits, par le comité de pilotage et en concertation avec les membres, pendant les 6 premiers mois du Défi, de façon à couvrir les enjeux induits par diverses « conditions expérimentales » en regard des questions de recherche. Une attention particulière sera portée, pour harmoniser au mieux cet appel, avec des actions déjà entreprises par la Région dans le cadre d'AAP récents ciblant en particulier la Reuse et l'Economie circulaire de l'Eau (<http://www.ententepourleau.fr/>). Un appel à lettre d'intention sera lancé dès le début du projet pour initier cette co-construction :
 - Le cahier des charges inclura qualité scientifique et adéquation au sujet et collaborations entre sites académiques, avec des incitations à mobiliser les plates-formes et sites d'étude régionaux. Les projets pourront aussi être interdisciplinaires et/ou inclure des collaborations avec des acteurs du milieu socioéconomique (gestionnaire, industriels). Ils se développeront sur trois ans et demi environ sous la responsabilité d'un(e) ou plusieurs animateurs-trices.
 - Le comité de pilotage aura un rôle moteur dans la structuration des consortiums, voire à leur regroupement, lors de la phase d'évaluation des lettres d'intention. Il s'attachera en particulier à établir des liens avec les Living Labs.
 - En termes de moyens financiers, chaque consortium recevra des fonds du Défi WOc 250 k€ plus une demi bourse de thèse soit environ 300 k€ au total. L'aspect critique étant souvent les ressources humaines, une bonne partie sera consacrée à l'embauche de CDD (post-docs, ingénieurs-es et techniciens-nes). Le reste ira à du fonctionnement, tout en ouvrant la possibilité de contribuer à l'acquisition d'équipements moyens ou gros (on favorisera cependant le matériel existant sur les plates-formes régionales ou l'acquisition via d'autres sources de financement). Le volet fonctionnement pourra couvrir des consommables, petit matériel, missions de terrain, gratification pour les étudiants en Master et des prestations externes. Ils pourront conduire vers des financements de thèse complémentaires notamment vers des bourses CIFRE– 1 200 000 euros
- Soutien, via un appel à projets, à **des projets émergents « à risque »** permettant de tester des concepts à développer ensuite dans des projets internationaux en coordination (Horizon Europe, ITN, Belmont Forum...). Ces projets seront lancés très rapidement. Ils seront orientés (au choix) vers l'appui aux projets d'envergure ou bien vers des approches exploratoires. 4 projets de recherche, d'une durée de deux ans, seront soutenus pour des montants de 30 K€ / projet. Ce montant est intermédiaire entre les divers soutiens (tutelles, ...) qui sont souvent de l'ordre de 10-15 K€ et les projets d'ampleur (par ex. ANR ou ERC) à plusieurs centaines de milliers d'euros, et permet de donner une ambition certaine aux projets. Les dépenses seront du même type que celles pour les projets d'envergure, incluant RH si besoin. A noter que les appels à lettres d'intention (envergure) et à projets (ci-dessus) seront lancés de façon concomitante de façon à disposer d'une vision d'ensemble et à favoriser de possibles synergies. – 120 000 €
- le soutien à l'organisation de 2 **workshops internationaux** de haut niveau (20 personnes, échanges sur des thématiques de recherche ciblées) et de 2 **écoles chercheurs** (formation de 30 à 40 doctorants issus de la région et au-delà), avec invitation de collègues étrangers, permettant ainsi (1) de renforcer la visibilité de notre positionnement international sur nos thèmes clé, (2) de consolider nos relations avec les meilleurs partenaires internationaux sur ces thèmes, (3) de contribuer à la formation de jeunes docteurs et de les aider à intégrer une communauté. Un cinquième séminaire pour la clôture sera aussi

supporté par cette partie du budget. A noter que le Défi WOC générera plus de workshops et fera levier pour accéder à des fonds complémentaires via les appels spécifiques régionaux et des tutelles ; 5 manifestations x 8000 = 40000 €

- à une meilleure diffusion des connaissances des travaux de recherche en co-finançant **des post docs de valorisation** afin de développer des partenariats avec les entreprises régionales via des projets collaboratifs. Là encore, le Défi WOC servira de levier pour accéder à des fonds complémentaires via les appels valorisation existant ; 4 *x 12 mois = 4x 47 000 = 188 000 €
- des **collaborations avec les autres communautés scientifiques spécialisées** sur les technologies et méthodes d'analyse à développer pour la gestion de l'eau (Capteurs, IA, biodiversité, maladies vectorielles, Hydrogène Vert...) – 30 000 €
- **L'animation du réseau** (organisation de réunions, contacts divers, manifestations grand public) (30 k€) et sa dynamique seront les axes majeurs d'un **ingénieur projet** embauché pour 4 ans (4 x 50 000 euros). Il/elle assurera le suivi scientifico-technique de l'ensemble des projets et l'interface avec tous les partenaires. Il/Elle aura la charge d'aider à la construction et mise en place des projets soutenus par le Défi WOC et à la recherche de soutiens financiers complémentaires (incluant des soutiens de la région Occitanie) et pour le montage de projets (par ex. ANR ou Horizon-Europe). Il/Elle assurera aussi un suivi des indicateurs et des bilans des projets. Les moyens financiers affectés par la Région Occitanie au Défi WOC (2 M€, soit 500 K€ / an) seront distribués comme indiqué ci-dessus. Une ligne directrice sera de compléter ces moyens via d'autres sources (« effet levier ») et cela sera partie intégrante des missions de l'ingénieur-e projet que de susciter, auprès des équipes de recherche, la recherche de tels financements et de les appuyer. Il/elle sera aussi la cheville ouvrière d'actions de diffusion vers le grand public.– 230 000 €. Le profil sera finalisé lors de la première réunion du CoPil.

Au travers de ce plan d'actions, nous entendons assurer des activités de **recherche** de haut niveau, dont les résultats seront **partagés, valorisés et diffusés** par le biais conventionnel de publications, mais aussi par des **actions spécifiques** possibles grâce au Défi WOC telles que les post-doc « valorisation » ou l'ancrage des travaux dans la sphère socioéconomique par la mise en place des living labs. Une attention particulière sera accordée à la **communication** vers le grand public, maillon essentiel du cycle de l'eau (intervention au Quai des Savoir, participation à la Fete de la science , échange avec des associations (voir paragraphe 3.2)...

En matière de **formation**, le Défi WOC interviendra par 3 types d'actions :

- 4 ½ bourses de thèses seront subventionnées par le Défi. Par ailleurs le financement d'actions de recherche (projets d'envergure ou incitatifs) seront des leviers à l'obtention de bourses CIFRE par ex ou autres. Nous visons *a minima* 8 contrats doctoraux obtenus dans le cadre du Défi WOC, donc la formation de 8 docteurs dans un domaine disciplinaire de l'EAU.
- Les 6 living labs accueilleront chacun 1 master par an. Nous contribuons ainsi à la formation de 24 étudiants de master, toutes disciplines confondues. Des groupes d'étudiants dans le cadre de formations académiques, pourront s'appuyer sur les dispositifs living labs. Les projets émergents (8) pourront aussi offrir des stages de masters supplémentaires
- Les écoles chercheurs/ écoles thématiques / summer school viendront abonder la mission de formation du Défi WOC, par aux moins 2 événements accueillant de l'ordre de 30 à 40 doctorants ou masters, issus de ces formations en Région aussi bien qu'à l'international.

Avec ces moyens conséquents, les acteurs académiques de WOC amplifieront la mise en visibilité à **l'international** de leurs travaux, sans perdre de vue le porté à connaissance des résultats et méthodologies pour les acteurs de la sphère socioéconomique, en particulier régionale.

A la fin de la première année, un bilan sera fait des actions entreprises. Une deuxième série de projets exploratoires pourra être soutenue pour combler des manques, ceux-ci seraient alors financés moyennant une diminution des budgets alloués à l'animation interne et aux postdocs de valorisation (pour lesquels des financements externes seront alors recherchés).

3.2 Connexion avec les dispositifs présents en région

Dans le contexte régional des défis clef, une attention particulière sera portée à l'articulation des travaux menés dans le Défi WOC avec ceux menés dans des défis clefs en cours ou à venir : ainsi l'analyse des processus biologiques impliqués dans les Solutions Fondées sur la Nature par exemple ou dans le comportement d'un sol irrigué rejoint les préoccupations de Biodivoc sur l'évolution des écosystèmes, celles de RivOc sur les conséquences sanitaires des modifications de circulation des contaminants et, parmi les nouveaux défis, VinidOc sur l'adaptation de la vigne, ainsi que ceux sur l'observation du système Terre et sur la transition agroécologique .

La Région est également très active sur plusieurs opérations à l'interface de la recherche, des politiques publiques et de l'innovation dans le domaine de l'eau. Récemment, elle a lancé plusieurs appels à projets conjointement avec les agences de l'eau sur l'économie circulaire et la réutilisation des eaux usées. Plusieurs équipes du Défi WOC coordonnent des propositions dans ces appels ou contribuent à d'autres avec des entreprises leaders au sein de la Région. La Région est également partenaire du programme TETRAE qui fait suite aux programmes sur et pour le développement régional. Des équipes du Défi WOC sont également impliquées dans ces projets.

Le Défi WOC s'appuiera sur ses équipes impliquées dans ces programmes régionaux pour construire les partenariats de chaque living lab en cohérence avec les dispositifs qui s'y développent, ainsi que fournir les dynamiques de départ des projets structurants.

Les programmes européens FEDER, tel que DEM'EAUX, ont produit des résultats qui permettent de construire les futurs projets portés par le défi, par exemple sur des solutions en lien avec les eaux souterraines. Enfin, le Défi WOC bénéficiera des infrastructures en cours de réalisation avec le soutien de la Région tel que le projet Hydropolis à Montpellier (qui abrite plusieurs unités du Défi WOC dont celle du coordinateur) ayant vocation à développer des lieux d'interface entre les entreprises et la recherche sur l'eau ou la chaire eau et agriculture portée par des chercheurs impliqués dans le Défi WOC.

Sur la partie ouest de la Région, la Zone atelier PYGAR propose un terrain d'étude et des objectifs en cohérence avec ceux du Défi WOC. Elle a pour objectif d'étudier les dynamiques spatiale et temporelle des systèmes socio-écologiques. Elle étudie les interactions (nature, cinétique) entre les systèmes sociaux et les systèmes écologiques.

Plusieurs équipes de recherche du Défi WOC ont des partenariats récurrents privilégiés avec les deux sociétés d'aménagement régional, BRL et CACG, deux acteurs clés de la mise en œuvre de la politique de l'eau de la région. Ces partenariats se concrétisent par des projets de R&D (par exemple expérimentation agroécologique sur le domaine de la Mirandette, test de projet de télérelève, collaboration dans le consortium SWOT, chaire eau et agriculture...).

Plusieurs chercheurs ont des contacts privilégiés avec le Pole Aquavalley / France water team, avec les Agences de Bassin (AEAG ou RMC) ou avec des grandes collectivités (notamment les Métropoles de Montpellier et Toulouse). Il s'agit de participation à des comités d'experts, comité de pilotage et conseil scientifique, mais aussi d'expérimentations de longue durée (par exemple réutilisation d'eaux usées traitées pour l'irrigation de la vigne à Murviel les Montpellier ou IrriAlt'Eau à Gruissan).

Par ailleurs, il existe en région des associations en partie subventionnées par l'Agence de Bassin et/ou la Région, dont la mission est de favoriser la communication et la diffusion de l'information vers le grand public. Parmi elles, le CESEAU (<https://www.ceseau.org>) et « Bonnes Pratiques pour l'eau du Grand Sud-Ouest » qui sont en contact avec quelques chercheurs impliqués dans le Défi WOC (dont un des co-porteurs). Ces associations constitueront des relais pertinents pour les acteurs du Défi WOC.

Enfin, pour ce qui concerne le domaine d'application Reuse, INRAE a récemment mis en place un « réseau Reuse », structuré en 5 axes avec une vocation d'animation interdisciplinaire, ayant la vocation de proposer des analyses pour répondre à des enjeux scientifiques en lien avec la réutilisation des eaux usées traitées. L'intersection de ce réseau et des partenaires du Défi WOC comporte plusieurs laboratoires, ce qui devrait participer à une émulation autour des questions de Reuse et aider à la visibilité nationale de l'action régionale. Le responsable de ce réseau est membre du COPIL du Défi WoOc.

4 Gouvernance

4.1 Organisation de la Gouvernance

La gouvernance du Défi WOC s'appuiera sur :

- Une **équipe de direction** constituée d'un directeur et d'une directrice adjointe, représentant le Centre Unesco sur l'eau de Montpellier et le GIS Eau Toulouse à l'origine du défi, complétée par un-e ingénieur-e-projet (niveau IE ou IR). L'équipe initiale sera celle qui a animé la construction du projet (directeur : Olivier BARRETEAU ; directrice adjointe : Claire ALBASI). Elle se réunira en visio ou en présentiel une fois par mois pour le suivi de l'ensemble du projet ;

- Un **comité de pilotage** (Copil), issu du comité de rédaction du projet, comprenant une dizaine de membres, représentant les différentes thématiques scientifiques, l'expérience de l'interdisciplinarité, les sites universitaires, et les organismes de rattachement, et respectant la parité F/H. Les porteurs des projets d'envergure seront régulièrement invités au Copil. Le Copil se réunira plusieurs fois par an, et sera sollicité pour l'évaluation des projets et le suivi des projets. A noter qu'on fera aussi appel à des collègues dans et hors région pour évaluer les projets (et éviter les conflits d'intérêt) ;

- Un **comité d'orientation stratégique** (COS) comprenant la Région Occitanie, un représentant de chaque tutelle, trois représentants de partenaires opérationnels (Agences, Métropoles, Pôle AquaValley), trois scientifiques hors région. Le COS se réunira annuellement.

L'université de Montpellier sera l'établissement porteur et l'interlocuteur pour l'élaboration de la convention entre la Région et l'UM, pour les modalités d'octroi de la subvention et l'accord de partenariat. L'UM sera en charge des reversements aux partenaires, et contribuera à la gestion administrative du projet avec un personnel dédié (1/2 ETP) partagé avec d'autres défis clé.

4.2 Forces académiques en Région

Le consortium s'appuie sur 37 Unités de Recherche (Annexe 2) situées en Occitanie, regroupant environ 500 chercheurs et enseignants chercheurs de tous les domaines scientifiques, sciences de la terre et de l'univers, mais aussi sciences humaines et sociales, sciences de la vie, sciences de l'ingénieur, avec notamment des compétences en agronomie, en chimie, et en modélisation avec des approches de complexités différentes et complémentaires, incluant des approches intégrant différents domaines disciplinaires. Ces chercheurs sont localement organisés sur plusieurs sites en région (Montpellier, Alès, Nîmes, Narbonne, Perpignan et

Toulouse), et déjà structurés au sein du Centre Unesco ICIREWARD (<https://fr.unesco-montpellier.org>) d'une part et du GIS EAU TOULOUSE (<https://gis-eau-toulouse.fr/>) d'autre part. Le consortium regroupe ainsi l'intégralité des forces académiques de la Région dans le domaine de l'eau, ainsi qu'une expérience reconnue en interdisciplinarité. Selon la synthèse Carreau-RDI menée par l'Office International de l'Eau, la région Occitanie regroupait, fin 2018, 20% des effectifs nationaux dans le domaine de l'eau, première Région hors Ile de France.

Seul le domaine juridique est manquant à ce stade dans la communauté. Un effort particulier sera fait dans cette direction, en nous appuyant les MSH des deux sites et les partenariats existant de chercheurs des unités du consortium, nous inviterons des collègues enseignant chercheurs ou chercheurs en droit à rejoindre le défi, en commençant par les inviter à l'assemblée générale et en leur donnant accès aux financements du défi dans le cadre de projets collaboratifs avec des unités du consortium.

Les membres du consortium ont produit sur le quinquennal 2014-2019 un total de 4154 articles à comité de lecture / ouvrages et chapitres d'ouvrage, 43 brevets, 82 indices de reconnaissance (dont best paper, prix de thèse...). L'originalité et la force de WOC sont de rassembler plusieurs communautés sur le même objet tel que, par exemple, Sciences de la Terre (Toulouse 30^e international, 5^e national) ou Géographie (Montpellier 76-100 international, 2 national). La moitié des publications scientifiques des pôles universitaires associés aux trois pôles de compétitivité sur l'eau vient des Unités de WOC.

En termes de projets de recherche internationaux, les équipes du consortium se sont positionnées sur 665 projets européens dont 22 projets H2020, et depuis 2011 sur 1 ERC, 13 FUI, 1 chaire industrielle et 26 projets FEDER.

Pour cela, le consortium s'appuie sur des infrastructures de recherche en matière d'observation : 2 EQUIPEX (CRITEX, GEOSUD), le Réseau des Zones Atelier (RZA) avec une Zone Atelier labellisée (Pyrénées Garonne) et une seconde en cours d'évaluation pour labellisation sur les « Bassins versants côtiers méditerranéens », l'IR OZCAR avec plusieurs sites labellisés, et plus récemment l'Equipex+ Terra Forma. Il s'appuie également sur plusieurs outils issus du PIA dont 7 LabEx (Agro, CEMEB, IAM-TSE, IAST, DRIHM, SMS, CEBA), et tout dernièrement un PEPR PIA4 « One Water », pour lequel les universités de Toulouse et Montpellier sont partenaires.

Enfin les équipes du consortium sont membres de nombreux réseaux académiques internationaux, dont l'AISH (qui organise sa prochaine Assemblée Scientifique à Montpellier en 2022), l'AIH, le réseau des Centres Internationaux de l'UNESCO et l'EAERE en économie. Stratégiquement la participation à des réseaux mixtes académiques-opérationnels, tels que l'IWA ou la CIID, avec une implication dans des groupes de travail techniques et la contribution à l'animation de leurs composantes françaises, permet d'être en lien avec les enjeux opérationnels et de faire des tests en situation réelle. Ce travail aux interfaces avec les entreprises est reconnu par la participation de chercheurs du consortium aux instances du Pôle AquaValley et la participation d'unités du consortium à plusieurs instituts Carnot, dont le Carnot Eau-Environnement.

En termes de formations, les 2 pôles universitaires réunissent 20 écoles doctorales couvrant l'interdisciplinarité requise par les actions du Défi WOC. Une quinzaine de masters et parcours spécialisés peuvent y être associés, avec la même couverture disciplinaire, dispensée par les enseignants chercheurs associés au Défi WOC. Ces formations constitueront des viviers potentiels d'étudiants, et de futurs experts du secteur de la Reuse, toutes disciplines confondues et avec une sensibilisation particulière aux approches systémiques. En parallèle ces formations, les établissements propose déjà des sessions de formation continue, adaptées au secteur de la réutilisation de l'eau.

4.3 Indicateurs

Des objectifs chiffrés pour les indicateurs qui suivent sont pour la plupart difficiles à établir. Nous assurerons un suivi annuel de leur évolution.

Nombre de résultats ayant contribué à des processus de normalisation, dont notamment la plateforme (bi régionale) Water Reuse & Normalisation conduite par AD'OCC et AquaValley avec l'appui d'AFNOR

Nombres de publications,

Nombres de brevets,

Nombre de visiteurs étrangers

Nombre de workshops

Nombre de jeunes formés embauchés ? objectif 8 thèses, 8 post-docs, 32 masters. En particulier nombre de thèses cifre

(Pour les contrats de thèse/ postdoc ou master non financés par le DefiWOc mais intervenant dans son périmètre, un label WOc pourra leur être accordé. Le COPIL traitera ces demandes au cours de ses séances, ce qui permettra aux termes du DEFI de comptabiliser les contrats ayant bénéficié d'un effet levier du Défi WOc .

Nombres de contrats suscités par le Défi WOc (eg. ANR, projets européens...)

Création de Startup/ SpinOff

Conférences invitées à l'international

5 Perspectives et retombées attendues

Le Défi WOc va ainsi renforcer la communauté de recherche sur l'eau en Occitanie, déjà 1ere force en région après l'Île de France. Il va par ailleurs fournir les bases pour assurer un transfert vers les politiques publiques de l'eau, les entreprises avec des activités dépendant de la ressource en eau et celles développant des solutions pour faire face aux conséquences du changement global. Nous développerons des connaissances sur la capacité à suivre l'état de la ressource pour améliorer une gestion plus fine en situation tendue et rendre possibles des arbitrages difficiles. Nous rendrons explicites les bénéfices et les coûts, financiers, mais aussi sociaux, environnementaux et ceux en termes de gouvernance, générés par des solutions permettant de faire face à la raréfaction de la ressource face aux besoins. Ces méthodes d'évaluation en situation complexe et incertaine pourront être mobilisées pour aider au choix de trajectoires de développement adaptatives, justes et inclusives, accroissant le bien être des habitants de la région. Ces connaissances seront disponibles pour les acteurs politiques et pourront être mobilisées avec l'appui de spécialistes du droit pour préciser les cadres réglementaires des usages.

Les outils et méthodes élaborés par le Défi WOc permettront de faire un pas supplémentaire vers des propositions nouvelles de pratiques alternatives à évaluer. Au-delà de caractériser et d'évaluer l'efficacité et la pertinence de solutions spécifiques, le Défi WOc produira les moyens pour les comparer. Il s'agit de solutions fondées sur l'offre (par exemple Reuse), de solutions fondées sur la demande (par exemple des changements de comportements), incluant des solutions fondées sur la nature, et des dispositifs les associant...

Plus spécifiquement, le Défi WOC renforcera la position des acteurs de la région pour définir des normes relatives aux usages de l'eau. Ainsi, concernant l'exemple de la Reuse, fil rouge du défi, depuis l'Occitanie, AFNOR Normalisation contribue depuis 2016 à l'animation d'une plate-forme d'échanges sur la réutilisation et le recyclage des eaux, avec pour objectif de capitaliser sur les retours d'expérience et identifier des pistes d'évolutions normatives (normalisation volontaire). Le choix de mettre à l'épreuve les travaux méthodologiques du Défi WOC de manière systématique sur la Reuse contribuera à nourrir ces actions de normalisation, les acteurs régionaux y ayant une contribution significative.

L'expérience et le savoir-faire développés à partir des living labs en région permettront d'aborder les questions d'intégration de solutions locales dans le cycle de l'eau à l'échelle de bassins versants dans d'autres régions du Monde. De la même manière que nous allons nous appuyer sur des travaux dans d'autres contextes économiques et climatiques, nous pourrions tester notre méthodologie avec des partenaires à l'international. En particulier, la Reuse est aujourd'hui une piste explorée ou envisagée par de nombreux acteurs notamment dans des pays du Sud, où la tension sur les ressources en eau est plus ancienne.

6 ANNEXE 1 - Structure du plan de recherche détaillée

6.1 Capacités de mesure et d'analyse de données

Quelle que soit l'échelle d'étude, un renforcement des capacités de mesure et d'analyse de données est attendu pour enrichir les études, multiplier les conditions de mise en œuvre et favoriser les comparaisons, et enfin développer la compréhension. La disponibilité de plusieurs sources d'eau pour différents usages nécessite une connaissance diversifiée et précise de l'état du socio-hydrosystème. Celle-ci peut passer par l'acquisition d'informations plus variées, plus nombreuses, plus précises ou plus fréquentes, mais aussi par une meilleure valorisation de l'ensemble des données existantes, que celles-ci soient déjà collectées pour la gestion de l'eau ou non. Ainsi WOC permettra, d'une part, la mise au point de nouveaux capteurs et développera, d'autre part, des méthodes pour leur intégration (c'est-à-dire la capacité de produire des connaissances à partir de l'association de ces capteurs). La mise au point de nouveaux capteurs vise des enjeux de qualité et de quantité.

Pour les enjeux de qualité, il s'agit de développer la capacité de suivi des caractéristiques de l'eau pour les différentes ressources avant et après usage, y compris son évolution dans le milieu naturel : qualité microbiologique (bactériologie, agents pathogènes), caractéristiques physico-chimiques, contaminants. On pourra développer des techniques de suivi de la qualité de l'eau depuis son captage jusqu'à son retour dans le milieu récepteur. Quatre axes d'évaluation de cette qualité sont retenus : santé humaine, santé environnementale, adéquation à un usage, traces laissées dans les sols potentiellement problématiques en cas de cumul ou remobilisables lors d'événements pluvieux ou de changements d'occupation des sols. Par exemple, on pourra travailler au développement de techniques pour suivre l'état d'avancement de la croissance des plantes, détecter des stressés en nutriments ou en eau, détecter de manière précoce des colmatages de systèmes d'irrigation (problématique prégnante dans la mesure où l'eau peut être chargée en nutriments, ce qui entraîne des colmatage plus fréquents...) ou encore la présence de potentiels pathogènes. Pour les enjeux quantitatifs, il s'agit de mettre en place des suivis adaptés au régime de chaque source mobilisée (de surface, souterraine...) dans le temps et dans l'espace, au moyen d'une modélisation distribuée et d'une stratégie ad hoc de forçage et d'assimilation de données, qu'elles soient ponctuelles (capteurs, observations) ou elles-mêmes distribuées (données de télédétection).

Les axes de travail vont, d'une part, vers les capteurs intelligents, capables de cibler l'information à collecter, et, d'autre part, vers des capteurs bas coût et simples d'usage permettant une diffusion large auprès d'organismes de gestion.

La meilleure valorisation des données existantes et l'intégration nécessitent le développement de méthodes d'analyse, de vérification de cohérence, de documentation et de structuration de jeux de données. Les données obtenues par satellite (par exemple <http://smos.cnes.fr>) sont aujourd'hui porteuses d'information sur la quantité d'eau à large échelle, et un travail de calibration de ces informations par des capteurs locaux est maintenant enclenché sur des pixels « pilotes » qui pourra être renforcé dans ce cadre. Les données sur les usages sont notamment de nature différente et parfois difficiles à obtenir. La télérelève ou les sciences participatives peuvent fournir des informations sur les usages en grande quantité mais avec une précision négociée. Leur intégration (assimilation) avec des données sur la ressource pose des questions de recherche spécifiques.

Les capteurs à développer et informations à mobiliser concernent des échelles multiples, depuis le point de mesure via des capteurs in situ/en ligne jusqu'au bassin versant via des capteurs aéroportés ou spatiaux en passant par les réseaux de distribution.

A l'horizon temporel du défi, ces techniques seront développées pour rendre possible un suivi en condition opérationnelle sur des démonstrateurs de réutilisation d'eaux usées (traitées ou non) et de drainage. De plus, à l'ère des « fair data » il paraît opportun de se donner les moyens de constituer des bases de données, issues

de ces démonstrateurs, facilement trouvables et interopérables pour un ensemble d'acteurs ayant la volonté d'une interprétation de ces données. Cela impose réflexion et standardisation des informations utiles, par une structuration adaptée. Les démarches entreprises durant les 4 années du Défi WOC contribueront à construire ce type de système d'information.

6.2 Caractérisation des solutions locales

Les solutions locales sont majoritairement constituées par des technologies d'usages directs de l'eau, ou par des procédés de traitement exploités pour la production d'une eau, conforme à l'usage de destination, à partir d'une eau disponible quelle qu'en soit l'origine. Pour un site donné et un ou plusieurs usages de destination, la caractérisation de la solution locale commence par une appréciation pointue de la ressource disponible, qualité et quantité, associée à ces mêmes paramètres objectivés pour l'usage, ainsi que des institutions et règles en place sur ce territoire. Outre l'eau présente dans le milieu naturel, les eaux disponibles sont des eaux usées domestiques et industrielles, des eaux de pluie ou de ruissellement, de drainage agricole, etc. Elles contiennent ainsi une contamination (matière organique), voire une micropollution (molécules organiques, HAP, PFOS...) qui peut être valorisée (nutriment favorable à la biodiversité, fertilisant) ou qui doit être éliminée (antibiorésistance, pathogènes).

Ensuite, les objectifs de qualité d'eau/traitement, mais aussi de valorisation de la filière, et les coûts associés, guident le choix du ou des procédés à mettre en œuvre pour l'application de ces solutions. En général, elles interviennent dans des filières, associant divers procédés, techniques ou « fondés sur la nature » (SFN : solutions fondées sur la nature). La question centrale réside dans l'optimisation de couplages de procédés répondant de manière dynamique à des critères conjoints de minimisation de la dépense énergétique, maximisation des performances, tout en conservant une flexibilité de pilotage, afin de répondre aux fluctuations des besoins locaux dans des conditions démographiques et saisonnières potentiellement variables. Par exemple les nutriments en période d'irrigation peuvent être conservés alors que cela peut ne plus être nécessaire en période hivernale hors irrigation. La ressource peut alors être requalifiée et mobilisée pour un autre usage ou éventuellement stockée pour une utilisation ultérieure. S'y ajoutent les questions de coût et de contraintes de mise en œuvre par rapport aux bénéfices attendus, en particulier transport de l'eau. Ces analyses systèmes sont généralement abordées par la modélisation. La difficulté de cette modélisation réside, d'une part, dans la différence des dynamiques des systèmes couplés, et d'autre part, dans la variabilité des données d'entrée. Moyennant une étude de sensibilité de ces modèles, qui peut constituer en soit un cas d'étude, ce type d'approche devrait participer au développement d'outils d'aide à la décision.

Nos objectifs à l'horizon du Défi WOC seront de caractériser des solutions particulières de Reuse sur des cas d'étude. L'accent pourra être mis sur une approche de couplage HIGH TECH (ex membranes) /LOW TECH (ex écosystèmes) pour changer le paradigme du traitement des eaux usées et de leur réutilisation, abaisser les dépenses énergétiques et les déchets, produire des « déchets valorisables », sans pour autant perdre de vue les questions actuellement prégnantes du devenir des micropolluants, organiques ou métalliques, micro plastiques, antibio-résistance ... au cours de ces traitements, et/ou dispersés dans l'environnement.

Si les procédés mis en œuvre sont aujourd'hui relativement bien maîtrisés (« Techniquement, la REUT est possible pour tous types de filières de traitement de l'eau usée, y compris après un filtre » Fiche N°10 CEREMA juin 2020 < <http://rureaux.fr>), la dépense énergétique qu'ils peuvent nécessiter constitue un enjeu majeur. De manière non exhaustive les procédés majoritairement mis en œuvre sont intensifs, procédés biologiques (boues activées), procédés membranaires, procédés oxydatifs. On retrouve aussi et préférentiellement, sur une étape tertiaire d'affinage de l'eau usée traitée, des procédés plutôt extensifs et généralement bioinspirés : procédés de filtration dans la masse, lagunages, mettant en œuvre les services rendus par la nature (zones humides construites, filtres plantés/ barrière réactive).

Ces procédés constituent une large palette de solutions bas coût tant technologique qu'énergétique. L'intégration de ces procédés innovants dans les circuits de Reuse conduit à des combinaisons plus vertueuses qui limitent le coût environnemental tout en optimisant les potentialités de recyclage, l'innovation étant plutôt située au niveau de l'association optimisée du traitement combiné au ré-usage de l'eau.

Au-delà des systèmes conventionnels collectifs, d'autres modes d'assainissement pourront être aussi évalués, tels que décentralisés (volumes restreints) ou séparation à la source par exemple. Enfin le rôle de l'environnement/sol devra être cerné car il participe d'un bilan général qui pourra être établi quant à la pertinence de la pratique de la Reuse. Pour ce faire l'exploitation de modèles, existants ou à construire, permettra de scénariser les diverses solutions de couplage dans le contexte applicatif d'un site donné.

6.3 Insertion dans leur environnement

Une fois les solutions locales caractérisées, en particulier par les ressources qu'elles mobilisent et les produits qu'elles génèrent, l'échelon suivant dans le cycle de l'eau est gravi par une vision holistique de la réallocation des eaux issues de la Reuse dans son environnement et de ses impacts sur le cycle naturel de l'eau à l'échelle du territoire local.

Le contexte de mise en œuvre des solutions ainsi caractérisées inclut (1) l'environnement d'où vient la ressource mobilisée, (2) le milieu vers lequel cette ressource serait allée, (3) la destination intentionnelle ou non de l'eau après usage.

L'insertion dans l'environnement « amont » pose la question de la capacité de contrôler au plus près la qualité d'une ressource pour un usage donné. Il s'agit par exemple de conserver des nutriments dans l'eau usée pour un usage agricole et de dédier l'eau de meilleure qualité à des usages tels que la production d'eau potable.

La question du coût de l'eau se pose également et la capacité de l'évaluer correctement, en tenant compte des externalités générées. Les usages concernés sont-ils en capacité de rendre rentables l'usage d'une ressource autre que celle prélevée dans le milieu ? Les solutions proposées peuvent elles aussi contribuer directement ou indirectement à une réduction de la consommation ? Cette dimension économique peut aussi devenir une dimension du choix entre différents usages d'une même ressource.

A l'échelle du territoire, le bilan des substances transportées tient compte de leur stabilité, de leur capacité d'absorption/désorption selon les milieux traversés et des procédés de traitement éventuellement mis en place. C'est aussi à cette échelle qu'il faut décrire et comprendre les substitutions entre ressources. La bonne intégration de solutions localisées dans les réponses aux défis posés par le changement global implique l'identification de ces substitutions, et notamment la réallocation de volumes d'un usage vers un autre. Comprendre les déterminants et les effets des substitutions implique de bien caractériser les « volumes substitués », en qualité (présence éventuelle de contaminants rendant l'eau coûteuse ou impropre à certains usages) et en sécurité (dépendance à la variabilité des apports climatiques).

Le territoire est une des échelles de gouvernance des socio-hydrosystèmes (SAGE, PTGE, GEMAPI...). La complexité accrue induite par la mise en place de nouvelles solutions localisées dont les réusages impliquent de prendre en compte la diversité de perceptions de la Reuse (volumes et flux déplacés, ainsi que les conséquences sur la qualité des milieux) ainsi que la confiance entre les différents acteurs. La complexité vient aussi questionner les démarches participatives mises en place à cette échelle : la construction de compromis locaux par ces dernières est mise à l'épreuve par les nombreuses incertitudes dues à la dépendance à des conditions extérieures (territoires amont, événements climatiques...) et à la difficulté à comprendre l'ensemble des conséquences des boucles de rétroaction existantes, incluant les effets « cascade ». La recherche d'optimisation des usages sous-jacente ouvre aussi vers des questions de solidarité afin de partager

la rente de mobilisation des différentes ressources. La bonne échelle territoriale de mise en place de mécanismes de solidarité est une question en soi, les territoires d'intercommunalités étant des candidats à tester. La mise en place ou la révision des compromis nécessite enfin une évaluation économique complète des coûts et des bénéfices pour les différents acteurs impliqués.

A l'horizon du Défi WOC, nous développerons les méthodes et les outils pour faire ces bilans dans des contextes d'introduction de Reuse. Ainsi, la question du devenir à long terme des contaminations diffuses (ex : problème de la pollution médicamenteuse, prise en compte des effets cocktail, des impacts de l'antibiorésistance ...) et des impacts sur la santé humaine ou sur celle des écosystèmes constitue un socle d'études à mener pour parvenir à une maîtrise des effets induits. D'un point de vue quantitatif, si la Reuse peut permettre de substituer les ressources conventionnelles par des eaux usées traitées ou des eaux récupérées, elle en déséquilibre tout autant les volumes, cet équilibre étant variable en particulier avec les éléments saisonniers des usages de l'eau et la criticité de leur rôle dans leur milieu récepteur avant la mise en place de dispositif de réutilisation (débit d'étiage des cours d'eau notamment). La Reuse peut aussi provoquer des effets « rebond » qu'il conviendra de caractériser, en évaluant notamment leurs potentiels impacts. D'un point de vue social et politique, il s'agit de mettre à l'épreuve et évaluer les méthodes pour identifier les acteurs impactés directement ou indirectement par la mise en place de la Reuse et pour établir des compromis avec l'ensemble d'entre eux (enjeux de réallocation des coûts et bénéfices de la Reuse) : on s'intéressera aux acteurs impactés économiquement du fait des coûts additionnels de cette nouvelle ressource mais aussi environnementalement (intensité des étiages) et socialement. Nous questionnerons la capacité des outils SAGE et PTGE à aborder ces enjeux liés à la mise en place de ré-usages.

6.4 Intégration à l'échelle du grand bassin

6.4.1 Interfaces entre territoires

L'évaluation des conséquences d'une solution localisée, qu'elle soit technique ou institutionnelle, nécessite de comprendre ses effets le long de chaînes de causalité via des processus mobilisés à l'échelle du grand bassin versant : transferts, « effets cascade », mais aussi « effets rebond » dans le temps. L'évaluation de ces conséquences à l'échelle du grand bassin passe par l'analyse des dynamiques induites par les substitutions entre ressources ou entre usages, incluant les effets collatéraux, tels que la remise en eau de cours d'eau temporaires du fait de leur mobilisation pour transporter une eau réutilisée et remise en circulation. La composante souterraine du grand cycle de l'eau doit également être prise en compte, en ce qu'elle peut à la fois être réceptacle de contaminants mais aussi permettre une dilution ou une auto-épuration de ceux-ci. En outre, ressources en eau de surface et souterraines sont intimement liées en ce sens qu'elles interagissent constamment au sein du bassin versant. WOC permettra de mieux caractériser ces processus et les seuils éventuels au-delà desquels ces services ne sont plus rendus, que ce soit lié à une intensité ou une accumulation de ces transferts. Le cas des aquifères complexes, karst notamment, abondantes en Région Occitanie, sera abordé en particulier car porteurs de transferts potentiels à longue distance et rapides.

Par ailleurs, les dimensions techniques d'une solution localisée s'articulent avec ses dimensions institutionnelles et sociales, notamment au moment de son incorporation, de son intégration par la société. Le cas d'un « ré-usage » de l'eau implique une forme de réinvention de nos rapports à l'eau aussi bien en termes d'accès, de partage et donc de modalités de gestion, que de nos représentations d'un ordre naturel. En outre, le « ré-usage » invite à interroger les transformations apportées à l'existant. En termes d'accès et d'inégalités : à qui profite cette « nouvelle » ressource ? Comment cette solution localisée est-elle susceptible d'amener les acteurs à rediscuter des arrangements politiques et sociaux d'allocation et de distribution de l'eau construits historiquement ? Comment conduit-elle à rediscuter des choix techniques qui ont servi à définir les contours des cours d'eau (par exemple leur écoulement en étiage du fait de leur soutien par les rejets de stations d'épuration), leurs écoulements ainsi que ceux des eaux souterraines (définition

d'indicateurs, maîtrise des flux) ? Cette question politique pourrait se résumer à un arbitrage si toutes les ressources étaient comparables. Ce n'est pas le cas, « chaque eau » est porteuse de valeurs et de représentations spécifiques. Les changements de paradigme sous-jacents à la mise en avant d'une ressource ou d'une autre révèlent une modification implicite des relations de pouvoir sur l'usage des eaux que l'intégration à l'échelle du bassin nécessite de mettre en évidence et de caractériser.

Le passage d'une succession de petits (pseudo) cycles, qu'ils soient d'usage direct ou de ré-usage, à l'échelle de bassins versants depuis leurs sources jusqu'à la mer, pose des questions pour leur intégration. Les petits cycles ne sont pas nécessairement connectés de manière directe (cf. figure 1). D'un point de vue biophysique, il s'agit de tenir compte des processus existant (par exemple autoépuration, rétention...) entre ces petits cycles afin de pouvoir consolider des bilans quantitatifs. Il s'agit également d'avoir un point d'attention particulier sur le fonctionnement de compartiments ne recevant plus l'eau mobilisée par un petit cycle (arrêt du soutien d'étiage par une STEP par exemple). D'un point de vue institutionnel, se pose alors, à l'échelle du grand bassin, la question (1) de l'identification des acteurs concernés par ces composants du grand cycle et de leur place dans la gouvernance, (2) de l'identification des acteurs ayant compétence pour les réguler, et (3) des outils existant ou à développer pour réguler les modifications d'accès aux ressources et les inégalités qui peuvent potentiellement en découler.

Face à la disponibilité de plusieurs ressources pour plusieurs besoins, les diagnostics territoriaux doivent évoluer. Il s'agit tout d'abord pour les acteurs de prioriser les besoins par rapport aux ressources disponibles. Mais toutes les ressources n'ayant pas la même valeur (dont le coût économique n'est qu'un aspect), la question de la solidarité entre les usagers à l'échelle du territoire se pose. D'un point de vue politique, des cadrages existent aujourd'hui pour des échelles de mise en place de cette solidarité. Le Défi WOC évaluera la pertinence de ces échelles. A l'échelle du grand bassin, y a-t-il des outils pour garantir une équité dans l'accès aux ressources dans une situation de ressources multiples et pas complètement substituables dans les faits.

A l'horizon du défi, nous produirons une explicitation de l'évolution de la répartition du rôle des acteurs à l'échelle du grand bassin suite à la mise en place de nouvelles ressources issues de la réutilisation d'eaux. En particulier, s'il y a réallocation, dans quel sens se produit-elle, et s'il y a un gain net pour la société comment se distribue-t-il ? Nous évaluerons, sur des sites spécifiques, les bénéfices et les conditions de pertinence (économique, technique, sociale, hydrologique) de réutilisation pour les différents usages listés plus haut. Cette évaluation se fera en référence à la situation actuelle qui comporte elle-même des utilisations en séquence le long du grand cycle. La Garonne et ses affluents, ainsi que les plus grands fleuves côtiers périméditerranéens, sont ainsi alternativement le long de leur lit fournisseurs d'eau potable puis collecteurs des eaux usées pour les nombreuses agglomérations qui les jalonnent ; ils participent déjà à une forme de Reuse. L'évaluation d'une Reuse plus contrôlée et amplifiée doit se faire avec cette référence et non le modèle idéal d'un seul grand cycle.

Le cas particulier de la Reuse pour l'agriculture donnera lieu à un zoom spécifique du fait de l'importance de cet usage en région, mais aussi des difficultés économiques propres à certains acteurs des filières agricoles. Une analyse complète de la mobilisation de la REUT pourra établir les avantages effectifs à mobiliser cette source d'eau dans différents scénarios de redistribution de la rente localement à l'échelle du grand bassin. Cela alimentera nos capacités méthodologiques à identifier l'échelle spatiale à laquelle une innovation locale a de fait des impacts.

6.4.2 Vulnérabilité des socio-hydrosystèmes

Enfin, dans le contexte du changement global, l'évaluation de ces solutions se fait aussi sur leur impact intégré sur la vulnérabilité des socio-hydrosystèmes à l'échelle des grands bassins. Les solutions fondées sur des « ré-usages » seront testées/simulées sur des événements climatiques extrêmes et des scénarios issus des travaux du GIEC et des expertises régionales (RECO, Acclimaterra...), incluant des scénarios d'occupation du sol. Une première famille de questionnements relève des dimensions de vulnérabilité à prendre en compte. La capacité à évaluer les conséquences en termes de vulnérabilité liées au choix de passer d'une qualité de l'eau conforme pour tout usage à une qualité pouvant être limitée aux besoins d'un usage spécifique pose des questions spécifiques sur la compréhension des changements de distribution des contaminants dans le temps et dans l'espace. D'un point de vue socio-économique, la vulnérabilité économique des acteurs via leur capacité à maintenir ou développer leurs activités est une dimension importante mais aussi les conséquences en termes d'équité face aux incertitudes.

D'un point de vue politique, les transformations en cours impliquent d'avoir des politiques adaptatives, de moindre regret. Le Défi WOC abordera la capacité des solutions localisées à s'insérer dans des trajectoires adaptatives robustes, pouvant être réorientées au fur et à mesure que les connaissances nouvelles se font jour sur l'évolution du système Terre du fait du changement global.

7 ANNEXE 2 – Laboratoires impliqués et tutelles

Le tableau suivant présente la liste des laboratoires impliqués, leurs thématiques principales, ainsi que leur tutelles, site web et nombre de chercheurs et enseignant-chercheurs permanents. Les laboratoires surlignés en bleus sont les montpelliérains dans le périmètre de MUSE.

Unité	Thématique Principale	Tutelles		site Web	Chercheurs Permanents
ARTDev	dynamiques des territoires et des développements	CIRAD CNRS UPVM	Montpellier	https://art-dev.cnrs.fr	4
BRGM	sciences de la terre	BRGM	Toulouse	https://www.brgm.fr/en/regional-agency/occitanie-region	
CEEM	economie	INRAE UM CNRS	Montpellier	https://www.cee-m.fr	12
CEFREM	environnement cotier et usages	CNRS Univ Perpignan	Montpellier	https://cefrem.univ-perp.fr	3
Certop	sciences humaines et sociales	CNRS UT2J UT3	Toulouse	https://certop.cnrs.fr	3
Cesbio	fonctionnement de la biosphère continentale	CNRS CNES IRD UT3 INRAE	Toulouse	https://www.cesbio.cnrs.fr	17
ChimECO	Chimie Bio-inspirée et Innovations écologiques	CNRS UM	Montpellier	https://www.chimeco-lab.com	3
CHROME	pollutions bien être et sécurité	Univ NIMES	Montpellier	https://chrome.unimes.fr/	2
CNRM	sciences des processus du temps et du climat	Meteo CNRS	Toulouse	https://www.umr-cnrm.fr	7
EDB	Évolution et diversité Biologique	CNRS UT3 IRD	Toulouse	https://edb.cnrs.fr/	10
Espace-Dev	Observation spatiale environnement	IRD UM Uguyane	Montpellier	https://www.espace-dev.fr/en/home/	2
G EAU	Gestion de l'Eau, Acteurs, Usages	AgroParisTech, BRGM, Cirad, INRAE, Institut Agro, IRD	Montpellier	https://www.g-eau.fr/	59
GEODE	Geographie de l'Environnement	CNRS UTJ2	Toulouse	http://w3.geode.univ-tlse2.fr/index.php	7
GET	Geosciences environnement	CNRS IRD UT3 CNES	Toulouse	https://www.get.omp.eu	8
GM	geosciences	CNRS UM	Montpellier	http://www.gm.univ-montp2.fr	11
HSM	hydrosciences	CNRS IRD UM IMT Ales	Montpellier	http://www.hydrosciences.org	65
IEM	Membranes et Procédés	CNRS UM	Montpellier	http://www.iemm.univ-montp2.fr/	27
IMFT	mécanique des fluides	INP CNRS UT3	Toulouse	https://www.imft.fr/	15
IMRCP	chimie et la physico-chimie de la matière molle et des systèmes auto-assemblés	CNRS UT3	Toulouse	https://www.univ-tlse3.fr/laboratoire-des-interactions-moleculaires-et-reactivite-chimique-et-photochimique-1	3
IMT-LSR	Laboratoire des Sciences des Risques	IMT Ales	Montpellier	https://www.imt-mines-ales.fr/recherche-doctorat/les-unites-de-recherche/laboratoire-sciences-risques	10
IPBS	Pharmacologie et Biologie structurale	CNRS UT3	Toulouse	http://www.ipbs.fr	5
ITAP	Techno agriculture	INRAE Institut Agro	Montpellier	https://itap.irstea.fr	2
LAAS	analyse et architecture des systèmes	CNRS	Toulouse	https://www.laas.fr	10
LAGAM	géographie	UPVM	Montpellier	https://lagam.xyz/	5
LBE	biotechnologies procédés	INRAE	Montpellier	https://www6.montpellier.inrae.fr/narbonne	16
LCA	Agroressources	INP INRAE	Toulouse	Home page - www6.inrae.fr	4
LCC	Chime de coordination	CNRS	Toulouse	https://www.lcc-toulouse.fr	8
LEFE	dynamique de la biodiversité et du fonctionnement écologique et biogéochimique des écosystèmes	INP CNRS UT3	Toulouse	https://www.eco.omp.eu/	30
LEGOS	géophysique espace océanographie	CNRS CNES IRD UT3	Toulouse	http://www.legos.obs-mip.fr	50
LEREPS	economie des transitions sociétales	SciPo UT1 UTJ2 ENFA	Toulouse	https://www.ut-capitole.fr/recherche/equipes-et-structures/laboratoire-d-etudes-et-de-recherches-sur-l-economie-les-politiques-et-les-systemes-sociaux-lereps--346599.kjsp	3
LGC	Genie des Procédés	INP CNRS UT3	Toulouse	https://lgc.cnrs.fr	15
LISAH	Laboratoire d'Etude des Interactions entre Sol-Agrosystème-Hydrosystème	INRAE, Institut Agro, IRD, AgroParisTech	Montpellier	https://www.umr-lisah.fr/	18
LISST	Sociétés et Territoires	UT2J CNRS	Toulouse	https://lisst.univ-tlse2.fr	5
MSH Sud	Sciences et Société Unies pour un autre Développement	CNRS UPVM UM	Montpellier	https://www.mshsud.org/	
OREME	Observatoire de Recherche Montpelliérain de l'Environnement	CNRS UM IRD INRAE	Montpellier	https://oreme.org/	0
SENS	Savoirs Environnement Sociétés	IRD, Cirad, UPVM	Montpellier	https://umr-sens.fr/	4
SETE-Moulis	Ecology	CNRS UT3	Toulouse	https://sete-moulis-cnrs.fr/en/	10
TBI	procédés Biotechnologie	INSA CNRS INRAE	Toulouse	www.toulouse-biotechnology-institute.fr	15
TeTIS	teledetection	CIRAD CNRS INRAE AgroParisTech	Montpellier	https://umr-tetis.fr/index.php/fr/	4
TRACES	archéologie cultures espaces et sociétés	CNRS UTJ2	Toulouse	https://traces.univ-tlse2.fr/	3
TSE-R	Economie	INRAE UT1 CNRS	Toulouse	https://www.tse-fr.eu	8
Total					479