



Alliance nationale de recherche  
pour l'environnement

## Programmation 2014

### Document d'orientation et de cadrage AllEnvi

24 juin 2013

Les 12 membres fondateurs



AllEnvi a intégré les attentes du MESR de confier aux alliances un rôle renforcé dans le processus de programmation allant au-delà des propositions épistolaires des années précédentes et la demande d'engager une réflexion de fond s'appuyant sur des orientations nationales pour aboutir à un véritable document de programmation pluriannuel.

Le contexte de la préparation de la Stratégie nationale de la recherche en 2013 et des délais imposés n'ont pas permis à AllEnvi d'engager, dès cette année, la réflexion avec tout le niveau de recul nécessaire. Elle a donc considéré la période actuelle comme une période de transition, dans l'attente de la mise en œuvre de la prochaine Stratégie nationale de recherche. Concrètement, les propositions de programmes qui sont faites concernent donc spécifiquement la seule année 2014.

Pour aboutir à ces propositions, AllEnvi a choisi de s'appuyer sur les travaux réalisés par les deux Comités scientifiques Sectoriels relevant de son champ, le CSS Ecosystèmes et développement durable (EDD) et le CSS Sciences du système terre (SST) dans le cadre de la réflexion stratégique menée par le département « Environnement et Ressources Biologiques » de l'ANR durant l'année 2012-2013. Issus d'une large réflexion large de la communauté scientifique nationale associée à des scientifiques étrangers et des acteurs socio-économiques et des porteurs d'enjeux, ces travaux ont permis d'assurer la continuité entre la démarche engagée par l'ANR et la proposition d'AllEnvi

Dans les faits, s'il a effectivement été possible de prolonger les travaux du CSS EDD pour aboutir à des propositions en matière de programmation, la réflexion plus globale et moins opérationnelle menée par le CSS SST autour de la problématique et du cadre conceptuel de « Future Earth » dépasse le cadre d'AllEnvi : elle est moins aboutie en termes de programmation et très liée à l'avancement des agendas internationaux. Dans ce domaine, les propositions d'AllEnvi s'appuient donc également sur la contribution élaborée pour la SNR au titre des deux défis « Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique » et « Mobilité et systèmes urbains durables », démarche préfigurant celle qui sera menée par AllEnvi en matière de programmation une fois la Stratégie nationale de recherche finalisée.

Conformément à la demande du MESR, la proposition d'AllEnvi a été élaborée dans la perspective de grands programmes intégrateurs et transversaux avec l'objectif d'aboutir à deux grands programmes. Les deux programmes proposés sont : « Gestion durable sous contrainte de changements globaux des écosystèmes, des ressources biologiques, des territoires et des filières de la bio-économie » et « Système global et adaptation au changement climatique ».

Les conditions particulières d'élaboration des propositions dans cette année de transition, ont amené à proposer également deux autres programmes à l'interface avec le périmètre d'autres alliances i) « Risques sanitaires liés à l'environnement, à l'alimentation et aux changements globaux » avec Aviesan et Athena – cette proposition est l'une des déclinaisons du plan d'action pour la recherche environnement – santé proposé par ces trois alliances en réponse à la demande du MESR – ii) « Systèmes urbains » avec Ancre.

Pour répondre aux attentes exprimées par le MESR et l'ANR, ces programmes couvrent l'ensemble du spectre allant de la recherche académique à visée cognitive à la recherche collaborative à visée technologique ou menée avec des partenaires socio économiques. Au-delà des priorités exprimées AllEnvi tient à rappeler l'importance de laisser une place significative aux projets « Blanc » porteurs d'originalité et d'excellence. Concernant plus particulièrement la recherche fondamentale, il est suggéré que la nature et le grain des projets soutenus soient différenciés selon leur objectif principal : d'une part des projets académiques très innovants, portant sur des objectifs de connaissance et impliquant un petit nombre d'équipe ; d'autre part des projets collaboratifs de grain plus gros sur des finalités sociétales ou technologiques. AllEnvi suggère enfin que le coût d'utilisation des infrastructures soit bien pris en charge dans le financement des projets

A l'occasion de l'élaboration de la Stratégie Nationale de Recherche, AllEnvi a initié un processus de consultation des porteurs d'enjeux (ONG, industriels ...). Les industriels ont exprimés des besoins spécifiques concernant l'impact et l'évaluation environnementale des activités industrielle. La prise en compte de ces besoins, déjà affichée pour partie dans les programmes, mérite une attention particulière.

Chacun des programmes est ouvert à l'Europe et à l'international grâce à des instruments dédiés. Les propositions identifient ainsi les différents dispositifs européens (initiatives de programmation conjointe, ERANET) qui lui sont rattachés préfigurant des priorités sur les soutiens à accorder (cf Annexe 1). AllEnvi est prête à travailler avec l'ANR et à s'appuyer sur les initiatives de programmation conjointe pour flécher des priorités sur les ERANETs à soutenir.

L'élaboration des propositions d'AllEnvi a fait l'objet des étapes suivantes.

- La communauté scientifique d'AllEnvi a été sollicitée au travers de ses groupes thématiques pour formuler des propositions
- les réflexions stratégiques des CSS de l'ANR ont été présentées par leurs présidents respectifs lors du séminaire des 9 et 10 avril 2013 en présence de représentants de l'ANR.
- Le Comité de Pilotage Scientifique a ensuite constitué deux groupes de travail, composés de ses membres, chargés d'élaborer et de rédiger les propositions de programmes
- Les propositions ainsi élaborées ont ensuite été validées par le Conseil d'AllEnvi

## Document de cadrage pour la programmation 2014 de l'ANR - Thème 1

### Préambule

Ce texte a été rédigé par des membres<sup>1</sup> du Comité de Pilotage Stratégique (CPS) d'AllEnvi à la demande du Conseil de l'alliance et suite au séminaire de programmation des 9 et 10 Avril 2013. Il se fonde notamment sur les réflexions menées par :

- Le CSS EDD de l'ANR (Comité Scientifique Spécialisé Ecosystèmes et Développement Durable) dans son document de stratégie 2014-2018 ;
- Les groupes thématiques d'AllEnvi et le Groupe Inter-Alliances (GIA Ecotoxicologie-Toxicologie, Aviesan & AllEnvi) ;
- La communication épistolaire 2012 d'AllEnvi concernant la programmation de l'ANR,
- Les agendas stratégiques (ou les documents intermédiaires) des initiatives européennes de programmations conjointes : JPI FACCE (Agriculture, Sécurité Alimentaire et Changement Climatique) ; JPI Healthy Diets for Healthy Lives (Alimentation, santé) ; JPI Climate (Climat) ; JPI Oceans (Océans) ; JPI Water (Défis de l'eau).

Ce document de cadrage a pour objectif de préciser les contours des deux programmes de recherche complémentaires qui pourraient être lancés en 2014 :

- Programme « **Gestion durable sous contrainte de changements globaux des écosystèmes et de leurs ressources biologiques, des territoires et des filières de la bio-économie** ».

Ce programme s'inscrit dans le périmètre d'AllEnvi et du département ERB. Il répond au défi sociétal 2 (Sécurité alimentaire, défi démographique et bio-économie) envisagé dans le cadre de la SNR et, pour partie, au défi 4 (Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique).

- Programme « **Risques sanitaires liés à l'environnement, à l'alimentation et aux changements globaux** ».

Ce programme s'inscrit au carrefour des alliances AllEnvi et Aviesan et des départements ERB et Biologie-Santé de l'ANR. Il a pour objectif de fédérer les approches autour de la notion de « One Health » sur les relations entre santé des écosystèmes et diversité biologique (dont les ressources génétiques végétales et animales) dans un contexte de changements globaux pouvant induire une augmentation des risques sanitaires liés aux contaminants, aux invasions biologiques et aux maladies vectorielles (ré) émergentes. Il correspond à une thématique santé-environnement au carrefour des défis sociétaux 1 (Santé et bien-être) et 2 (Sécurité alimentaire, défi démographique et bio-économie) qui sont proposés pour la SNR.

---

<sup>1</sup> Jean-François Soussana, Patrick Caron, Patrick Duncan, André Jestin, Marie-Hélène Tusseau-Vuillemin et Catherine Truffert.

## Programme 1 « Gestion durable sous contrainte de changements globaux des écosystèmes, des ressources biologiques, des territoires et des filières de la bio-économie »

Ce programme AllEnvi et ERB répond pour partie, au défi 4 (Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique et au défi sociétal 2 (Sécurité alimentaire, agriculture durable et bio-économie) envisagés dans le cadre de la SNR. Il reprend, en les unifiant, les principales thématiques de trois programmes antérieurs de l'ANR : 'AgroBiosphere' (adaptation des systèmes productifs : agriculture durable, forêt, pêche...); 'Alid' (adaptation des systèmes alimentaires) et 'Bioadapt' (adaptation : des gènes aux populations).

Les changements globaux concernent aussi bien l'évolution de la démographie, la mondialisation, que le changement climatique, la perte de biodiversité et des services écosystémiques qui lui sont associés, les émergences sanitaires et l'évolution des demandes en aliments et en bio-ressources. C'est pourquoi, les méthodologies d'éco-conception de nouvelles filières, la contribution de ces nouvelles filières à des territoires agricoles et plus généralement les liens entre transformations des filières et développement durable, les gouvernances et politiques publiques pour accompagner l'intégration dans des filières territorialisées constituent autant de thèmes à développer en considérant les trois piliers du développement durable sous contrainte d'adaptation aux changements globaux. La notion d'alimentation durable doit également être traitée dans ce cadre.

### 1.1 Enjeux scientifiques et sociétaux

#### Enjeux socio-économiques, environnementaux et scientifiques pour la France

De par ses territoires et collectivités outre-mer, **la France est l'un des 18 pays à méga-diversité biologique. Les espaces maritimes français sont au deuxième rang mondial par leur superficie** (près de 11 millions de Km<sup>2</sup> en 2006, hors extension juridique du plateau continental). Ce domaine maritime est bordé par environ 18 000 km de côtes. En comprenant la Guyane et l'ensemble de l'outre-mer, 37 % de la superficie totale du pays est boisée, ce qui place la **forêt française au premier rang européen par la biomasse forestière. Les écosystèmes cultivés couvrent plus de 50% du territoire national.**

**L'agriculture, la forêt, la pêche et l'aquaculture totalisent près de 1,5 millions d'emplois directs et induits en France**, dont 966 000 actifs permanents dans le secteur agricole et 548 000 salariés dans les industries agro-alimentaires. **Les métiers de l'environnement représentent 400 000 emplois.**

**Le secteur agro-alimentaire constitue la première industrie manufacturière française**, avec un chiffre d'affaires de 157,2 milliards d'euros en 2011. L'excédent commercial agroalimentaire français s'est établi en 2011 à 6,8 milliards d'euros (4<sup>ème</sup> exportateur mondial).

Au plan scientifique (nombre de citations, *Web of Science*, 2002-2012), la France est située au **troisième rang mondial dans le domaine des sciences agricoles** et au **6<sup>ème</sup> rang mondial en Ecologie/Environnement**, ainsi que dans les sciences de l'animal et du végétal.

Les dimensions sociales et environnementales des socio-écosystèmes, de même que les trajectoires des sociétés et des systèmes écologiques interagissent fortement de l'échelle locale et territoriale à l'échelle globale, qu'il s'agisse de décision et d'action ou des processus de transformation. Les changements globaux exacerbent la perte, la fragmentation ou l'artificialisation des habitats, la réduction des populations de certaines espèces ou leur disparition, ou, inversement, la prolifération d'espèces envahissantes, avec des conséquences importantes sur la pérennité des usages et les

emplois, la pollution et la surexploitation des ressources. Le devenir des usages des milieux, de la biodiversité et des services dépend fortement des décisions prises aujourd'hui, et donc de la capacité de nos sociétés à anticiper les conséquences de ces décisions sur des échelles de temps allant de quelques années à plusieurs décennies. Ceci nécessite un couplage étroit entre l'étude des écosystèmes peu anthropisés et celle des écosystèmes très anthropisés. La connaissance des processus et des règles de fonctionnement des écosystèmes très peu anthropisés (diversité, capacités d'adaptation, etc..) peuvent faciliter l'établissement de scénarios plus précis d'évolution des systèmes anthropisés.

Dans les décennies à venir, les écosystèmes utilisés pour produire des ressources alimentaires ou non alimentaires vont être fortement sollicités pour, à la fois, nourrir une population mondiale dont la croissance ne devrait cesser qu'à la fin du siècle et dont les demandes évoluent fortement et répondre à la raréfaction des ressources fossiles en produisant bioénergies et biomatériaux. L'enjeu de la sécurité alimentaire et nutritionnelle au niveau mondial est de réduire le paradoxe d'une production alimentaire suffisante alors que plus d'un milliard d'habitants n'ont pas accès à une alimentation satisfaisante (et que 600 millions souffrent d'obésité), et d'imaginer des systèmes alimentaires qui permettent aux 8-10 milliards d'habitants attendus en 2050 de se nourrir régulièrement et convenablement en quantité, en qualité et de façon conforme à leurs choix.

Il s'agira également de mieux gérer les multiples services des écosystèmes dans la perspective d'un développement durable soucieux de compétitivité économique, d'emploi et de réduction des inégalités sociales. La production durable de biens et services de manière renouvelable, résiliente et équilibrée est nécessaire. Ceci suppose d'inclure la gouvernance et la gestion des territoires, ainsi que la multifonctionnalité des activités et des ressources dans le champ couvert et d'avoir des approches rétrospectives, expérimentales, prospectives et prédictives.

Répondre à ces attentes fortes et multiples constitue déjà un défi majeur, qui renvoie à la capacité des décideurs politiques, à tous les niveaux, à réguler les échanges et à organiser les marchés de façon à réduire les grandes inégalités d'accès. Ces réponses doivent en outre s'élaborer dans un contexte en évolution rapide qui s'accompagne de risques et d'incertitudes liées au fait que les changements futurs ne s'anticipent pas forcément, ni à temps, ni dans leur ampleur. Les changements environnementaux planétaires (changement climatique, changements d'usage des sols, pollutions des eaux continentales et marines, perte de biodiversité, désertification) ont en eux-mêmes de forts impacts sur certains écosystèmes (forêts, récifs coralliens, etc...). Ils interagissent dans le même temps avec des changements économiques et sociaux à moyen ou long terme (renchérissement de l'énergie, globalisation des échanges, volatilité des prix des matières premières, rôle des marchés financiers, dynamiques et transitions démographiques, mobilités, transitions alimentaires, urbanisation – en particulier dans les zones littorales–, etc.).

**Il s'agit donc, d'une part, de mieux comprendre comment les changements globaux vont influencer le devenir des écosystèmes et des systèmes productifs (intensifs ou extensifs) continentaux et marins, considérés à différents niveaux d'organisation interdépendants, comment ces systèmes et les filières associées vont réagir, comment ces réactions vont ou non permettre de conserver, voire d'améliorer leur viabilité et leur durabilité et comment elles impacteront en retour les changements globaux. D'autre part, l'enjeu est de concevoir la projection de ces systèmes dans l'avenir afin d'élaborer des méthodes et outils permettant d'accompagner et de faciliter les adaptations, les transitions et les choix politiques possibles dans des situations sociales et culturelles différenciées.**

Les approches concernant les transitions des systèmes productifs dans les territoires et dans les filières doivent être couplées. Les contraintes des filières pèsent en effet sur les transitions des systèmes productifs territorialisés et réciproquement. Une approche intégrant au mieux production agricole, transformation industrielle et consommation des produits alimentaires, chaque facteur et chaque variable étant raisonné par rapport à l'ensemble devient nécessaire. La question du carbone

renouvelable interagit avec les systèmes alimentaires, puisqu'une compétition sur l'usage des terres, des ressources, et de la biomasse produite est possible. Seule une recherche interdisciplinaire et développant des approches systémiques pourra répondre aux attentes de la bioéconomie et du développement durable.

Plusieurs enjeux apparaissent :

- Des enjeux concernant le développement durable qui portent sur la gestion des milieux et des ressources, l'impact sur l'environnement et les services écologiques, la concurrence entre productions à usage alimentaire et non-alimentaire à travers l'allocation des terres et le phénomène d'étalement urbain, voire la dégradation des milieux non cultivés, et *in fine*, la mise à disposition d'aliments (en quantité, qualité et sécurité) et leurs impacts sur la santé, le comportement et le bien-être des consommateurs. Seule une recherche interdisciplinaire et développant des approches systémiques pourra répondre aux attentes de la bioéconomie, de la conservation de la biodiversité et du développement durable.

- Des enjeux de santé avec l'objectif de réduire la malnutrition caractérisée par une surnutrition énergétique entraînant du surpoids et des maladies chroniques et dans le même temps par une sous nutrition persistante de nombreux groupes de populations, avec en particulier des carences en nutriments essentiels entraînant des déficits de croissance physique et de développement intellectuel et fragilisant les individus sur le plan de la santé immunitaire. Au-delà d'une meilleure compréhension des relations entre l'alimentation et la santé (relevant du CSS Biologie Santé), l'enjeu scientifique est la compréhension des déterminants du comportement alimentaire et d'activité physique des individus (les deux éléments clefs, interdépendants, de la régulation du poids), l'anticipation des transitions alimentaires et la conception d'actions de politique publique efficaces.

Pour les industries agro-alimentaires, l'addition progressive de contraintes (sanitaires, organoleptiques, nutritionnelles) et la volatilité des coûts de production (matières premières, transport, énergie) a réduit les marges de manœuvre des entreprises. Ajouter de nouveaux critères de durabilité requiert une démarche d'innovation à laquelle ce programme doit contribuer.

Les verrous seront essentiellement liés à la construction progressive de nouvelles communautés scientifiques. **En retour, le potentiel d'innovations est très grand avec des percées attendues dans la scénarisation de la biodiversité et des usages des milieux, dans les capacités de suivi des évolutions par les systèmes d'observation et d'expérimentation pérennes, dans la durabilité des transitions des territoires et des systèmes agricoles, dans les procédés de transformation, à vocation alimentaire ou non et enfin dans les organisations des acteurs et la création de marchés et d'emplois.**

## 1.2 Stratégie et périmètre des recherches

Étant donné l'importance économique, sociale et environnementale de ces enjeux, la stratégie devra viser avant tout le développement d'une communauté pluri et interdisciplinaire renforcée. Il s'agit de favoriser le développement des connaissances à l'interface entre les sciences biologiques appliquées à la gestion des territoires et des usages de leurs écosystèmes (écologie, biologie de conservation, agronomie, foresterie, sciences du végétal et de l'animal) ou non (physiologie/nutrition), les sciences de l'environnement et de la terre (climatologie, hydrologie, biogéochimie, pédologie, géomatique) et les sciences humaines et sociales (anthropologie, économie, géographie humaine, sociologie, sciences juridiques et politiques, sciences de gestion), avec un objectif de mise en œuvre opérationnelle des résultats obtenus. Les SHS ont aussi un rôle important à jouer par leur capacité à assurer une évaluation critique des projets (de gestion durable, de transformation des filières,...), mais aussi pour comprendre les dynamiques politiques à l'œuvre entre les différents acteurs dans un processus de changement ou de transition.

Il faudra coupler la programmation de la recherche avec les engagements des organismes de recherche et des établissements d'enseignement supérieur et de leur tutelle afin de donner une cohérence forte à ce développement, de prendre en compte les évolutions et besoins récents, de renforcer les coopérations entre organismes et universités. Enfin, cette stratégie devra être proactive vis-à-vis de l'international, ce qui implique la prise d'initiatives, notamment au sein de l'ANR, par la poursuite et l'amplification de sa présence internationale et vers une véritable capacité de mise en commun des financements dans le cadre de contrats multilatéraux.

L'impact scientifique se situe au moins à deux niveaux. Tout d'abord le changement de culture des équipes de recherche, leur meilleure appropriation de concepts interdisciplinaires, le positionnement de chercheurs aux interfaces et le développement d'approches systémiques permettront à la communauté scientifique nationale d'être mieux préparée à intégrer les grands programmes internationaux et à contribuer aux négociations internationales. On peut également attendre des évolutions des objets et questions de recherche eux-mêmes ainsi que des approches scientifiques et technologiques à la frontière des sciences.

La question des recherches sur les technologies clés (KET, Key Enabling Technologies) doit également être traitée en lien avec celle de l'innovation. Il faudra veiller à renforcer les liens avec les projets dédiés à l'innovation, par exemple :

- dans les Investissements d'Avenir (notamment les projets Biotechnologies et Bioressources, les projets d'infrastructures en Biologie-Santé, les EQUIPEX et les démonstrateurs),
- dans les KIC (Knowledge and Innovation Communities) de l'EIT, notamment la KIC Climat,
- dans les Partenariats Européens pour l'Innovation (PEI).

Des séminaires communs permettraient de faire circuler les idées et les méthodes. On pourrait aussi imaginer créer un soutien dédié à des projets émergents d'innovation, issus des résultats des projets thématiques de recherche.

Afin de favoriser une transition entre les programmes antérieurs (Agrobiosphère, Alid et Bioadapt) et ce nouveau programme à vocation fédératrice, il nous semblerait utile de considérer l'année 2014 comme une année de transition.

Nous proposons donc une structure en trois volets complémentaires. De manière transitoire, la possibilité pour les équipes de ne se positionner que dans un seul volet serait conservée, tout en encourageant des projets plus fédérateurs. A ce programme seraient adossées plusieurs actions européennes (Knowledge Hubs, JPIS, ERAnets) et internationales (Belmont forum) plus spécifiques. Le volet Blanc du programme concernerait des projets d'émergence et d'innovation scientifique, limités en taille (par exemple <250 k€) et en durée.

## **Volet 1. Adaptation des ressources biologiques aux changements globaux**

Pour élaborer des scénarios réalistes d'évolution et de gestion de la biodiversité dans un contexte de changements globaux, la question de l'adaptation comportementale (migration vers des zones plus favorables, changements de mode de vie) en plus de celle de la plasticité physiologique (capacité de continuer à vivre dans le milieu modifié, y compris en milieu urbain) et de l'adaptation génétique (sélection naturelle et artificielle de génotypes adaptés au milieu modifié) est cruciale. Cette exigence doit combiner des approches au niveau cellulaire et moléculaire (en particulier la génomique des populations, la génomique environnementale, le phénotypage, l'étude des transcriptomes, l'épigénétique) avec des approches intégratives au niveau de l'individu, des espèces et des populations.

Outre une meilleure connaissance des traits de vie des organismes, les thématiques prioritaires supposent de s'appuyer sur les connaissances de la biologie de l'adaptation des individus, des populations et des communautés aux stress et aux perturbations ainsi que sur la connaissance de leurs capacités d'évolution et de migration dans des milieux anthropisés ou affectés par le changement global. Il s'agit de gérer et d'innover avec des ressources biologiques capables d'adaptation. L'adaptation et l'auto-organisation aux pas de temps courts sont des éléments importants, de l'échelle génétique à celle de l'individu, population et communauté/écosystème. Ce «nœud de connaissance» est crucial pour élaborer des modèles réalistes d'évolution de la biodiversité (sauvage et domestique) et des écosystèmes (tant continentaux qu'océaniques), comme pour développer une ingénierie (agro)écologique.

La biodiversité dans un sens très large (des ressources génétiques jusqu'aux communautés fonctionnelles) et les capacités évolutives de cette biodiversité à différents niveaux d'organisation doivent être prises en compte dans une perspective de long terme et de durabilité. Les ressources biologiques seront l'une des clés de l'adaptation de l'agriculture, de la forêt et de l'aquaculture au changement global. Il faut revisiter la caractérisation, les modes de conservation dynamique, d'amélioration, de gestion, et d'utilisation de la biodiversité et en particulier des ressources génétiques en raison des nouvelles exigences liées aux changements globaux. Il s'agit de réfléchir sur ce qu'est une ressource génétique dans une vision à long terme du développement durable et dans une vision disciplinaire élargie, allant de la génomique aux sciences sociales (anthropologie, histoire, droit, etc.) et à la biologie évolutive.

La caractérisation des phénotypes adaptés ou à conserver est stratégique, dès lors qu'on est capable de redéfinir les systèmes de production au sein desquels ils seront mobilisés. Pour en limiter les coûts et le rendre efficace, le phénotypage fin et/ou à haut débit du matériel biologique devra s'appuyer sur toutes les ressources disponibles (issus des conservatoires, d'expérimentations, et de ressources locales).

Les pressions exercées sur les ressources biologiques concernent particulièrement le changement climatique (vagues de chaleur, sécheresse) ainsi que, pour les végétaux, l'évolution de la composition de l'atmosphère (CO<sub>2</sub> et en particulier). La sélection de génotypes adaptés à ces pressions, ou de populations plus efficaces, à plus faibles rejets de gaz à effet de serre, de symbioses racinaires permettant de limiter le recours à des engrais de synthèse fait partie des attendus de ce volet.

## **Volet 2. Adaptation des écosystèmes, de l'agriculture et des territoires aux changements globaux**

Afin d'engager des transitions vers des systèmes productifs durables (agriculture, élevage, apiculture, sylviculture, pêche et aquaculture), les technologies et les formes d'organisation sociales relatives à ces systèmes devront évoluer, d'une part en s'appuyant sur une meilleure compréhension du fonctionnement écologique des systèmes productifs et, d'autre part, en favorisant l'adaptation aux changements globaux et les innovations techniques et organisationnelles permettant d'en anticiper les effets. Il s'agit de soutenir des projets permettant :

- d'approfondir les connaissances essentielles pour une approche intégrée de la gestion des territoires et des interactions : agriculture-biodiversité, usages-changements globaux, ressources en sol et en eau, urbanisation-ville durable- agriculture, etc ,
- d'élargir l'éventail des solutions technologiques, économiques et sociales mobilisables pour résoudre les problèmes de la viabilité et de l'adaptation des socio-écosystèmes face aux changements globaux et de soutenir la conception et la mise en œuvre de trajectoires d'adaptation des systèmes productifs et des territoires sur des échelles de temps allant de une à plusieurs décennies.

Cette stratégie nécessite aussi :

- une orientation encourageant plus fortement les projets porteurs d'innovations (qu'il s'agisse de technologies, de services, de politiques publiques ou de modes de gouvernance) ; comment mobiliser de nouvelles technologies (plateforme de modèles couplés sol-atmosphère-végétation-ressources en eau, phénotypage, capteurs, télédétection, 'barcoding', génomique environnementale et nouvelles technologies de séquençage, systèmes d'alerte, ...) ?

- la prise en compte de la bio-économie, en visant une économie circulaire et son lien au territoire, utilisant des matières premières agricoles et forestières, des co-produits et des sous-produits, des déchets d'origine agricole, forestière et urbaine et développant des usages alimentaires et énergétiques, des fibres, des matériaux et des synthons. L'enjeu de cette bioéconomie est aussi de parvenir à une réduction des intrants, des rejets et des pollutions au sein des territoires et des masses d'eau (surface et souterraines). Son développement nécessite de maîtriser des leviers biotechnologiques (concernant par exemple la valorisation énergétique des produits ligno-cellulosiques, la méthanisation des déchets, ...) ;

- la question des transitions nécessite davantage de recherches : comment comprendre et piloter tant les transformations incrémentales que les transformations plus radicales des systèmes de production, des filières ou des territoires ? Comment mieux tenir compte des dimensions sociales (emploi, organisation du travail, pénibilité) de ces transitions ? Quelles politiques publiques pour catalyser ces transitions ?

Un soutien doit être particulièrement dévolu à des recherches portant sur le développement et l'utilisation de scénarios pour analyser les relations entre changements globaux, biodiversité, fonctionnalité des écosystèmes, et services écosystémiques, pour permettre in fine d'informer la société et les décideurs en vue d'une meilleure orientation de la gestion et des politiques publiques.

Par ailleurs, plusieurs thématiques scientifiques mériteraient d'être particulièrement soutenues :

- La dégradation de la biodiversité est l'une des composantes majeures du changement global à laquelle sont confrontés les écosystèmes naturels comme les écosystèmes productifs et qu'ils continuent d'influencer. La compréhension des liens entre biodiversité et productivité des écosystèmes doit être renforcée, afin de rendre compatible protection de la biodiversité et maintien ou augmentation de la production. Il est en particulier important d'analyser le rôle que peuvent jouer les politiques de préservation de l'environnement (eau, sol, air) et de protection de la biodiversité (espaces protégés, par exemple) dans les trajectoires de viabilité ou d'adaptation des territoires et des écosystèmes qui leur sont liés. Ces questions concernent, par exemple, les milieux marins avec des enjeux de ressources halieutiques et de conservation des stocks, mais aussi les milieux aquatiques (eau de surface, zones humides, eaux souterraines).

- Le caractère multifonctionnel des sols (fourniture de biens marchands mais aussi de services non marchands). La question de la dégradation sur le long terme de la fertilité des sols, singulièrement biologique, est largement sous-estimée, alors qu'elle pourrait être une question centrale pour certains des écosystèmes les plus productifs.

- Les aléas climatiques et économiques (volatilité des prix des intrants, des prix agricoles...). Ces aléas posent en particulier des questions de résilience des socio-écosystèmes dans les territoires. La forêt française peut être citée en exemple, puisqu'elle combine des atouts sur le long terme (demande en bois en augmentation, ressource abondante exploitée à seulement 50%, utilisations variées du bois, stockage du carbone) et des handicaps chroniques (industrie non compétitive, demande en résineux alors que la ressource est en feuillus) qui sont renforcés par sa vulnérabilité aux aléas climatiques (tempêtes) et au changement climatique (dépérissement forestier lié aux sécheresses, aux vagues de chaleur, aux crises sanitaires). Cette vulnérabilité pose la question de la résilience des socio-écosystèmes forestiers français, qu'ils soient sur le territoire métropolitain, ou en outre-mer, et nécessite de développer des modèles couplés atmosphère, sol, végétations et ressources en eau,

pour tester différents types de scénarios (climatiques, état ressource en eau, espèces forestières, socio-économiques).

- Services écologiques et ingénierie. L'ingénierie écologique est définie comme l'application de l'ingénierie et des principes des sciences du vivant afin de concevoir des écosystèmes durables intégrant la société humaine dans son environnement naturel et les bénéfices mutuels. Affirmant la multifonctionnalité des ressources et des activités, comment quantifier et gérer l'ensemble des services des écosystèmes pour la production et la gestion de biens publics et privés, et ce en tenant compte à la fois du rôle de la biodiversité et des pratiques de gestion ? Quelles innovations et quelle ingénierie écologique et écotكنولوجique pour des transitions vers la durabilité et l'adaptation au changement global ? Quelle ingénierie écologique pour le traitement, la dégradation de certains contaminants des milieux (eau, sol, sédiments) et la réutilisation dans des filières industrielles ?

- Inciter à la construction inter ou trans-disciplinaire de modèles (conceptuels ou numériques, quantitatifs et/ou qualitatifs) permettant de représenter de manière intégrée le comportement des individus et des sociétés et l'évolution des écosystèmes et des territoires en lien avec les changements globaux, et mettant en évidence la place et le rôle des initiatives locales et des politiques publiques territorialisées au sein des efforts de gouvernance plus globale.

### **Volet 3. Adaptation des filières de la bio-économie et sécurité alimentaire et nutritionnelle**

Les objectifs concernent dans un premier temps les écotكنولوجies (de conception des produits alimentaires, énergétiques et chimiques à partir de bioressources). Leur acceptation par les consommateurs, leur utilisation par les entreprises et leur rentabilité économique doivent être soutenues, tout en tenant compte des risques sanitaires potentiels. Les questions d'interrelations entre les systèmes énergétiques, chimiques et alimentaires doivent être intégrées/encouragées. L'amélioration de la compétitivité des industries (agro-alimentaire, chimie biosourcée et bio-économie) par la qualité des produits, la production durable, l'innovation... passe nécessairement par une meilleure compréhension des mécanismes chimiques et biochimiques sur les matrices et des mécanismes microbiologiques pour les flores technologiques, pathogènes et d'altération. Cette compréhension aura des répercussions sur les technologies, leurs conduites par capteurs et microsystèmes, les conditionnements et leurs systèmes « poumons », l'éco-conception en optimisant les intrants (eau, énergie, matières, emballages...) dans une approche bénéfices-risques.

Les objectifs portent également sur la conception des aliments et matières premières renouvelables pour la chimie, les matériaux et pour l'énergie qui doivent intégrer les enjeux de durabilité et porter un regard nouveau sur l'efficacité énergétique et la prise en compte des sous-produits et déchets comme ressources à valoriser (eau comprise). Les recherches à engager concernent l'optimisation des technologies existantes, en les inscrivant dans une approche plus systémique et en les étendant à l'échelle de l'usine, voire d'un territoire (concept de circuits fermés, économie circulaire) et en incluant les problématiques liées à la gestion des co-produits et à la distribution. Les recherches comprennent aussi une analyse approfondie des circuits de distribution et une analyse fonctionnelle des procédés et de leur valeur en vue de proposer des stratégies alternatives. L'approche énergétique ne peut pas être dissociée de bilans de matière et eau aux mêmes échelles, devant aboutir à la caractérisation de cycles de la matière (C, N, P) et de l'eau, et contribuer à une gestion environnementale au sens plus large (multi-activités).

Les évolutions des typologies alimentaires et des comportements des populations ont un impact déterminant pour les enjeux de sécurité alimentaire, d'environnement et de santé. Les questions posées à la recherche portent aussi bien sur les leviers d'action sur l'offre, à travers les politiques agricoles et alimentaires par exemple, que sur les moyens qui permettraient d'infléchir la demande, les comportements et les possibilités et modalités d'accès. Ce second point apparaît aujourd'hui le

plus complexe. Il suppose d'articuler des connaissances sur les déterminants individuels et sociaux des comportements, sur l'élaboration de l'information, la construction des points de consensus, le rôle des institutions et la gouvernance de l'ensemble.

La compréhension des jeux d'acteurs et des stratégies des filières requiert d'analyser les modes d'organisation et la localisation des activités en portant une attention particulière à la capacité des filières à intégrer de nouvelles contraintes et à leur capacité à générer de nouveaux gains de productivité dans une situation de mondialisation. Il faut pour cela analyser entre autres les enjeux de concurrence et de complémentarité entre industries de production, transformation, et distribution, ainsi que la capacité de répondre aux attentes des consommateurs et à l'évolution des modes de vie, et la co-existence de plusieurs systèmes agro-alimentaires (circuits courts, circuits industriels, commerce équitable, etc.). On doit s'interroger sur la capacité de résistance aux chocs, qu'ils soient économiques ou sanitaires. Différentes réponses peuvent être apportées si elles sont soutenues par une recherche en amont. C'est pourquoi, les activités de transformation des ressources naturelles non alimentaires (chimie verte), de valorisation des friches industrielles (chimie écologique), de transformation des déchets en nouveaux matériaux et ressources (chimie durable) doivent être incluses dans cette analyse. Les efforts de synthèse chimique parallèle par des voies vertes et écoresponsables doivent être soutenus et structurés pour résoudre les difficultés liées à leur production industrielle et finalement réussir une réelle transition écologique et bioéconomique.

La conception et la mise en œuvre d'actions publiques et l'évaluation de leur impact représente un champ d'investigation majeur. L'action publique et sa capacité de régulation est en effet un thème prioritaire. Quelles sont les modalités de conception d'une action publique dans des contextes différenciés, nationalement et internationalement ? Les politiques de soutien à l'agriculture et le développement des échanges internationaux ont-ils un effet sur la durabilité des systèmes ? Quelle interaction entre des politiques sectorielles et leurs instruments ? Comment ces dispositifs s'articulent-ils avec ceux de l'action territorialisée ? Se pose également la question de la justification éthique, économique, politique des actions publiques. Au niveau mondial, quel est l'intérêt d'accords bilatéraux pour pallier la défaillance des accords internationaux ? Quel est l'impact des normes sur le développement, quel est le rôle joué désormais par les ONG et les macro-acteurs économiques ?

### 1.3 Actions européennes et internationales en 2014

#### International

International call on Food Security and Land Use Change (Belmont Forum) ;

#### ERA-nets avec soutien demandé en 2014 dans le cadre du programme :

1. SUSFOOD. Environmental sustainability of food systems ;
2. ARIMNET 2, Mediterranean agriculture ;
3. Biodiversa 2, Biodiversity and Ecosystem Services ;
4. COFASP. Strengthening cooperation in European research on sustainable exploitation of marine resources in the seafood chains
5. Core-Organic+, Organic Agriculture ERA-Net ;
6. ERACAPs, Advanced plant sciences ERA-Net ;
7. Climate Smart Agriculture ERA-Net (FACCE JPI) ;
8. FORESTERA – Mediterranean forests ERA-Net
9. JPI Oceans : Healthy and Productive Seas and Oceans

Autres ERA-Nets sans demande de soutien pour 2014:

- ERA-AFRICA
- ERA-ARD
- ICTagri, Precision agriculture and ICT ERA-Net
- Marine Biotech

## Programme 2 « Risques sanitaires liés à l'environnement, à l'alimentation et aux changements globaux »

Ce programme s'inscrit au carrefour des compétences des alliances ALLEnvi et Aviesan et des départements ERB et Biologie-Santé de l'ANR. Il a pour objectif de fédérer les approches sur la santé des ressources biologiques (végétales et animales) et de l'homme dans un contexte de changements globaux pouvant induire une augmentation des risques sanitaires liés aux contaminants, aux invasions biologiques et aux maladies infectieuses (ré) émergentes. Un groupe inter-alliance ALLEnvi-Aviesan a été constitué pour travailler sur l'intégration des enjeux de toxicologie et écotoxicologie, afin de construire un lien fort entre le monde de la santé humaine et celui de l'écologie. Aujourd'hui, la feuille de route de la transition écologique demande au MESR de mettre en place un plan d'action pour la toxicologie, l'écotoxicologie et l'épidémiologie avec une dimension sciences humaines et sociales.

Il correspond à une thématique santé-environnement au carrefour des défis sociétaux 1 (Santé et bien-être) et 2 (Sécurité alimentaire et bio-économie) qui sont proposés pour la SNR. Ce programme reprend les thématiques majeures du programme Cesa, en les élargissant pour traiter de la santé végétale et animale, de la santé des écosystèmes (en lien avec les invasions biologiques) et des risques biologiques et chimiques concernant l'environnement et l'alimentation. Il intègre ainsi les aspects du programme Bioadapt traitant de la santé végétale et animale dans un contexte de changements globaux. Un tel programme a nécessairement des déclinaisons au « sud » compte tenu de l'incidence de la mondialisation des échanges sur les risques sanitaires.

### 2.1 Enjeux scientifiques et sociétaux

Les sociétés sont confrontées aujourd'hui à la présence réelle ou potentielle dans l'environnement de centaines de milliers de substances chimiques, d'organismes pathogènes et de leurs vecteurs et d'agents physiques comme les particules fines atmosphériques, les rayonnements, ionisants ou non, le bruit, , les polluants dits émergents dans les milieux aquatiques (eau de surface, eaux souterraines), pollutions industrielles dans les sols, les eaux, etc. La répartition, le transport et les transformations de ces agents peuvent conduire à une exposition de différentes composantes de la biosphère dont l'homme fait évidemment partie. Cette exposition est extrêmement hétérogène à la surface de la planète, elle peut être liée à des émissions locales aussi bien qu'à des transports à longue distance, elle peut être brève ou chronique avec une intensité très variable, elle est généralement multiple.

Une fois exposée, toute composante de la biosphère, qu'il s'agisse d'une population humaine, animale ou végétale ou d'une communauté dans toute la complexité de ses relations trophiques, va potentiellement subir des effets délétères qui peuvent compromettre sa survie, sa qualité de vie, sa reproduction, sa croissance, son fonctionnement, sa structure, sa diversité biologique ou sa résilience.

Trois organisations internationales, FAO, OIE et OMS ont publié en avril 2010 une analyse qui intègre l'état avancé de l'adaptation des pathogènes à leurs hôtes avec la survenue de changements environnementaux globaux, la mondialisation des échanges et l'accroissement généralisé des activités anthropiques. Ces facteurs renouvellent considérablement les possibilités d'accès de pathogènes à des hôtes nouveaux. Il en résulte un accroissement des dangers comme des risques de déploiement ou d'émergences pathologiques. Cette note tripartite montre que la capacité à prévenir et limiter la dissémination des maladies infectieuses correspond à un bien public de l'humanité. Dans une perspective de partage de responsabilités, ces organisations prônent une coordination d'activités pour traiter les risques de santé aux interfaces des écosystèmes, de l'animal et de l'homme.

Les enjeux économiques de la santé animale et végétale sont considérables. Au coût des mesures préventives et d'éradication, au coût pour l'environnement et la santé des stratégies de protection,

s'ajoutent les pertes de production et la fermeture de marchés. Leur incidence est ressentie directement par les producteurs, mais également par la société toute entière qui subit les éventuelles pénuries, l'altération de la qualité des produits ou la volatilité des prix des matières premières résultant d'accidents de production liés aux agents pathogènes, parfois en interaction avec le changement climatique. La France s'est fixée comme objectif de réduire, si possible, de 50% l'utilisation des produits phytosanitaires d'ici 2018. Ceci implique l'utilisation de solutions alternatives et le développement de variétés/types génétiques insérés dans des agro-écosystèmes innovants assurant la capacité à résister durablement aux attaques des agents pathogènes et ravageurs, tout en étant moins exigeants en eau et en intrants afin d'augmenter la durabilité environnementale, mais également de trouver des solutions technologiques concernant le traitement des eaux dans leur milieu naturel.

La connaissance et la compréhension des mécanismes d'interactions biologiques multiples entre la plante, l'animal et l'homme, d'une part, et les agents pathogènes et les ravageurs et symbiotes, d'autre part, ainsi que les interactions entre la source et les milieux (exposomes, identification des modalités de transfert biogéochimique réactif dans le sol et sous-sol), doivent être abordés ainsi que leur modulation sous contraintes des changements globaux. Elles permettent de déboucher sur des écosystèmes mieux adaptés au nouveau contexte, d'explorer et d'exploiter les différents modes de résistance des organismes aux maladies et parasites, ainsi que les symbioses à l'œuvre dans la rhizosphère... L'épidémiologie (végétale, animale, humaine) et l'écologie évolutive peuvent favoriser le changement d'échelle dans l'espace et le temps et la généralisation des connaissances.

Des rapprochements sont également à effectuer avec le domaine de la toxicologie et de l'écotoxicologie, dans la mesure où certains polluants peuvent moduler la sensibilité des organismes aux agents pathogènes et conduire à des mortalités importantes qualifiées de « multifactorielles ».

En élevage, on se doit également de trouver des solutions alternatives à l'emploi de médicaments dont les résidus peuvent se retrouver dans les produits alimentaires ou être rejetés et s'accumuler dans l'eau, l'atmosphère ou les sols. Le plan Ecoantibio 2017 prévoit une réduction des usages vétérinaires des antibiotiques afin de limiter le développement des résistances.

Aujourd'hui de nombreuses connaissances manquent tant pour caractériser les expositions, que pour évaluer les dangers, aussi bien pour la santé humaine que pour les écosystèmes et la biodiversité. Les progrès technologiques sont sources de nombreuses nouvelles questions, comme celles des rayonnements non ionisants, des organismes génétiquement modifiés, des effets des nanomatériaux, des risques liés à l'exposition chronique aux mélanges de substances aux faibles doses, du développement des dangers viraux, de l'émergence de mycotoxines, etc. La question des populations sensibles et des fenêtres d'exposition (femmes enceintes, jeunes enfants, stades précoces de développement des animaux) renouvelle la problématique des faibles doses, notamment dans le cadre de la thématique des perturbateurs endocriniens. Les conflits sociaux autour de l'application du principe de précaution se nourrissent de ces lacunes et des nombreuses erreurs du passé. Ces enjeux ont été soulignés à de nombreuses reprises notamment lors du Grenelle de l'environnement en 2007, puis lors de la Conférence environnementale de 2012 qui avait insisté fortement sur le besoin de promouvoir des recherches dans ces domaines en France. Par ailleurs, face à la complexité et à la variabilité des systèmes, une demande de gestion territoriale des risques émerge tant au niveau de la communauté scientifique que des parties prenantes, cette territorialisation vient en contradiction avec une vision plus globale et mondialisée qui fonde l'essentiel des réglementations.

Enfin, il y a également un besoin de cohérence entre les processus et réglementations des activités humaines et les solutions biologiques proposées par la recherche. Les liens avec les sciences de l'homme et de la société passent aussi par des approches socio-économiques de la santé végétale et animale, en lien avec la santé humaine, en particulier en ce qui concerne les bénéfices et les risques.

L'évaluation des risques est un domaine scientifique qu'il convient de confier à des chercheurs ou des experts indépendants, tandis que la gestion des risques implique à la fois des experts capables de

proposer des solutions, un dialogue avec les parties concernées et un décideur, public ou privé qui prend la responsabilité des actions de prévention des risques.

## 2.2 Stratégie et périmètre des recherches

Nous proposons donc une structure en deux volets complémentaires. De manière transitoire la possibilité pour les équipes de ne se positionner que dans un seul volet serait conservée, tout en encourageant des projets plus fédérateurs. A ce programme seraient adossées plusieurs actions européennes (JPIs, ERAnets) et internationales plus spécifiques. Des passerelles avec les projets Investissements d'Avenir seront également encouragées. Le volet Blanc du programme concernerait des projets d'émergence et d'innovation scientifique, limités en taille (par exemple <250 k€) et en durée.

### Volet 1. Ecotoxicologie et toxicologie environnementale

Les recherches attendues sont de nature intégrative, c'est-à-dire qu'elles visent à comprendre les risques pour la biodiversité, le fonctionnement des écosystèmes et la santé humaine, animale et végétale du fait de la présence dans l'environnement ou l'alimentation d'un certain nombre d'agents physiques, chimiques ou biologiques, seuls ou en mélange. Le but sera de confronter exposition et vulnérabilité sur les territoires, coupler effets sanitaires et effets écologiques, aborder les enjeux des stress multiples, sommer des voies multiples d'exposition, en tenant compte des transformations des agents dangereux dans l'environnement ou la chaîne de production alimentaire, etc. Ainsi, si les éléments qui suivent semblent segmentés c'est par souci de clarté et pour ordonner la pensée, pas dans le but d'appeler à des projets qui abordent séparément ces points.

Dans le domaine de l'exposition, il s'agira d'améliorer les outils de caractérisation chimique, physique, microbiologique et biologique tant en termes de capacité de détection que de rapidité et de coût, de développer des outils de géo-référencement, de cartographie et de simulation des expositions et de poursuivre les recherches sur le couplage de tous ces outils avec des modèles qui permettent d'inférer les expositions à partir des activités anthropiques à différentes échelles de territoire. La notion de biodisponibilité, variable selon les contaminants et les cibles biologiques, sera à intégrer à l'exposition.

Ces recherches devront également aborder, dans le domaine des expositions toxiques de différentes cibles biologiques, les liens entre les différentes voies d'exposition, la bioaccumulation, la bioaccessibilité, la biodisponibilité, la cinétique de pénétration et détoxification des xénobiotiques et la dose efficace interne.

En matière d'évaluation des dangers il conviendra notamment d'intégrer les apports des technologies de « omiques » pour la compréhension des effets biologiques de l'exposition (répétée ou non) à différents agents en mélange et à faible dose. Les approches plus fonctionnelles en physiologie, comportements et fitness ne doivent pas en être découplées. L'objectif est pour la toxicologie de prévoir des effets sur la santé humaine pour tout type de population, y compris les personnes les plus sensibles ; Pour l'écotoxicologie, on cherchera à dépasser le clivage entre l'exposition et l'évaluation des dangers en visant la prévision des effets directs et indirects sur le fonctionnement des écosystèmes et les services associés, la dynamique de la biodiversité et la vulnérabilité des territoires sous stress anthropiques multiples. L'accent sera également mis sur la compréhension des conditions d'extrapolation aux faibles doses des résultats obtenus au laboratoire.

Dans le domaine des instruments de gestion des risques il est attendu la mise au point d'outils de régulation applicables à différentes échelles territoriales et basés sur de nouveaux éléments de droit de l'environnement et sur des instruments économiques de type taxe, paiement pour services écosystémiques et marchés de permis d'émission. Cela inclut l'analyse critique des outils de gestion des risques mis en place dans le cadre des réglementations portant sur les substances chimiques ou

les pesticides, du lien entre les enjeux internationaux et territoriaux, des enjeux de précaution et de prévention face à ceux de la mondialisation des marchés et de la propriété intellectuelle. Les enjeux sociaux associés notamment en termes d'inégalités écologiques, de comportements individuels et collectifs, de la prise en compte des aspirations des acteurs des territoires, des outils de compensation des impacts sociaux des régulations environnementales nécessitent des investigations spécifiques couplées entre les chercheurs des sciences humaines et sociales, ceux des sciences biologiques et physiques et les modélisateurs des systèmes complexes. En épidémiologie, le développement de l'utilisation de biomarqueurs d'exposition et d'effets apportera des éclairages biologiques aux associations statistiques entre indicateurs d'exposition environnementale externe et effet sanitaire.

Dans le domaine de la remédiation, la recherche devra s'attacher à la mise au point d'outils de génie écologique afin de restaurer un fonctionnement des écosystèmes qui améliore leur biodiversité et leur résilience tout en reconstruisant les services écosystémiques dégradés. Ces outils devront être intégrables à des stratégies territoriales prenant en compte l'ensemble des enjeux écologiques, sociaux et économiques.

## **Volet 2. Risques sanitaires liés à l'environnement, à l'alimentation et aux changements globaux.**

Une approche consistant à partager des concepts communs et des méthodologies entre santé humaine, santé animale et santé des plantes sera originale et féconde dans le contexte du changement global. Les zones de rencontre portent sur les domaines des interactions biologiques, de l'épidémiologie, de la vection et du diagnostic. Le concept de « *one health* » permet de rapprocher les travaux de recherche fondamentale concernant les productions animales et végétales et les enjeux de la santé humaine. Toutefois, ce concept est parfois réduit à une approche de type biologie-santé, alors qu'il intègre des dimensions écologiques.

Il apparaît nécessaire de combiner de manière opérationnelle les approches de l'épidémiologie prédictive, de la dynamique des populations, des relations hôte-pathogène, de la lutte biologique et écologique (développement des espèces auxiliaires, limitation de la propagation des ravageurs), des résistances génétiques spontanées ou induites et, si nécessaire, de l'utilisation de nouvelles molécules bioactives. Des rapprochements sont également à effectuer avec le domaine de la toxicologie et de l'écotoxicologie (*volet 1*), dans la mesure où certains polluants peuvent moduler la sensibilité des organismes aux agents pathogènes et conduire à des mortalités importantes qualifiées de « multifactorielles ».

Cette question nécessite d'aborder les changements sous plusieurs angles :

- D'une part, la connaissance des interactions biotiques (hôte-pathogène, commensalisme, symbioses...) et de leurs interactions avec le changement global. Des approches sans a priori, permettant de caractériser les communautés de bio-agresseurs, la structure et la dynamique des réseaux écologiques sous perturbations anthropiques pourraient permettre de tester des hypothèses nouvelles et de généraliser les connaissances.
- D'autre part, la gestion de ces interactions. Comment en renforcer les effets positifs et en limiter les inconvénients ? Quels types de populations plus ou moins composites peut-on et doit-on envisager (hybrides, hétérosis, association de variétés, de races ...) ?

Les interactions se traduisent aussi par des compétitions et/ou des complémentarités, par exemple entre plantes cultivées et adventices, entre plantes cultivées et insectes, entre animal et microbiote. La compréhension puis la gestion de ces phénomènes devraient favoriser les transitions agro-écologiques dans les systèmes de production en limitant les impacts sur la santé.

La mise au point de stratégies intégrées de gestion de la santé végétale et animale, de stratégies de réduction des risques liés à la sécurité sanitaire nécessite des recherches en sciences de l'homme et

de la société en favorisant le partenariat entre les équipes scientifiques publiques et les filières économiques concernées.

La modération de l'utilisation de molécules bioactives pour lutter contre les maladies limitera aussi les impacts sanitaires liés à la diffusion des résidus de médicaments et de produits phytosanitaires. Mais dans le même temps, une attention particulière sera portée aux risques de diffusion d'agents pathogènes et de leurs toxines dans l'eau, l'air, le sol et dans les produits alimentaires.

Cela nécessite donc de prendre en compte les conséquences en terme de contaminants émergents qui relèvent pour partie du volet précédent. Au cours des dernières années, la présence de polluants émergents dans les eaux traitées utilisées pour l'alimentation en eau potable constitue en effet une inquiétude grandissante parmi les pouvoirs publics. Le taux d'élimination de plusieurs polluants émergents à l'aide des processus de traitement conventionnel étant faible, le rejet des effluents des stations d'épuration dans les milieux naturels constitue un enjeu majeur environnemental et de santé. Ainsi la question du comportement de ces contaminants dans l'environnement, des innovations pour la détection, de l'impact de ces polluants sur les écosystèmes et sur la santé humaine, et de la prévention des risques liés à ces contaminants pour les eaux de rejet mais aussi pour la réutilisation des eaux usées est une des préoccupations scientifiques mises en avant dans l'agenda stratégique de la JPI Water.

Il faut ainsi viser :

- des approches intégrées de systèmes biologiques complexes à différentes échelles allant de l'individu (adaptation, phénotype, comportement) à la population (dynamique des communautés et gestion (agro)-écologique) par la modélisation intégrant le devenir des contaminants en particuliers émergents (chimiques, bactériologiques, virales) dans tous les types de milieux et à leur interface et leur processus de transformations chimiques, biotiques ou abiotiques les mécanismes de spéciation chimique, les processus de transfert entre compartiments et de dispersion à différentes échelles, l'épidémiologie prédictive et la dynamique des populations en précisant les conséquences (risques, coûts, bénéfices...) pour la santé végétale, animale et humaine et pour l'environnement.
- la constitution de bases de données : gestion, analyse et valorisation à haut débit des informations génomiques et phénotypiques, systèmes d'information ; mise au point de méthodes innovantes d'analyse pour leur exploitation rapide (intensification informationnelle).

### 2.3 Actions européennes et internationales en 2014

A ce programme seront adossées un certain nombre d'actions européennes et internationales, qui permettent d'obtenir un effet de levier, en démultipliant l'impact des équipes françaises, et en contribuant à la coordination de la communauté scientifique internationale.

ERA-nets avec soutien demandé en 2014 dans le cadre du programme :

- ANIHWA ERAnet, Animal health and welfare.
- JPI Water – en complément du soutien apporté par l'ONEMA, pour la thématique Polluants émergents.
- JPI Oceans : Healthy and Productive Seas and Oceans

(+ autres ERANETS du secteur santé )

Autres ERA-Nets sans demande de soutien pour 2014:

- C-IPM, Integrated Pest Management ERA-Net (Pas d'AAP en 2014)
- Envhealth ERAnet, Environment and Health (terminé)

## Document de cadrage pour la programmation 2014 de l'ANR – Thème 2

### Préambule

*Ce texte a été rédigé par des membres<sup>2</sup> du Comité de Pilotage Stratégique (CPS) d'AllEnvi à la demande du Conseil de l'alliance et suite au séminaire de programmation des 9 et 10 Avril 2013. Il se fonde notamment sur un ensemble de documents produits par :*

- *Le CSS ESS de l'ANR (Comité Scientifique Spécialisé « Earth System Science ») dans son document de stratégie 2014-2018 ;*
- *Les différents documents produits par les groupes thématiques d'AllEnvi ;*
- *Les agendas stratégiques (ou documents intermédiaires) des initiatives européennes de programmations conjointes: JPI Climate (Climat) ; JPI Water ; JPI Urban Europe*
- *La contribution SNR d'AllEnvi, notamment concernant le défi « Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique » ;*
- *Des documents issus des prospectives nationales (Océan-atmosphère, Surface continentale, Terre solide) coordonnées par le CNRS-INSU.*

*Ce document de cadrage a pour objectif de préciser les contours de programmes de recherche qui pourraient être lancés en 2014 avec l'objectif d'intensifier la démarche intégrative dans l'étude du système Terre actuel de l'échelle globale à l'échelle de territoires. Il s'agit de nourrir par l'amont les programmes de l'ANR SOC-ENV (2012-2014), ECO-TS (2013) qui ambitionnent de couvrir l'essentiel des problématiques issues des impacts sur l'environnement générés par le changement « global » (changement climatique, pression anthropique obligeant à la préservation des ressources naturelles, adaptation aux risques naturels d'origine tellurique...). Cette thématique est nécessaire pour développer des instruments et des services pour prévenir, gérer et remédier aux impacts induits par les changements environnementaux de différentes origines. Pour ce faire, l'ancrage à des questionnements plus fondamentaux demeure essentiel. Des interfaces avec les programmes du thème 1 « Gestion durable sous contrainte de changements globaux des écosystèmes et de leurs ressources biologiques, des territoires et des filières de la bio-économie » et « Risques sanitaires liés à l'environnement, à l'alimentation et aux changements globaux » sont indispensables, en particulier pour la prise en compte des impacts du climat et des ressources en eau.*

*Les thèmes abordés dans ce document correspondent au défi 4 de la SNR (Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique) qui a été discuté au sein des groupes de travail d'AllEnvi ainsi qu'au défi « Mobilité et systèmes urbains durables ». Ils prennent en compte les travaux des agendas stratégiques en cours d'élaboration des initiatives européenne de programmation conjointe ainsi que la réflexion menée dans le cadre de l'ICSU (International Council for Science) et l'ISSC (International Social Sciences Council) sur un nouveau programme « Future Earth ».*

*Afin de bien positionner le périmètre scientifique pris en compte dans ce document, il convient de rappeler que :*

- *la dynamique du système Terre (évolutions et réponses aux perturbations ; régulations et liens entre vivant et non vivant) se produit aussi à des échelles de temps très supérieures à celles envisagées ici (qui couvrent le dernier siècle et partiellement le dernier millénaire). Le système Terre évolue et se régule depuis son origine (4,5 milliards d'années) au travers de phénomènes se développant jusqu'à des échelles de temps de plusieurs dizaines de millions d'années.*
- ***la compréhension de l'état « actuel » du système Terre ne peut se résumer au dernier siècle ou même au dernier millénaire.** Le « Glacial World » dans lequel nous sommes dure depuis plusieurs millions d'années, et il est lié à la fois à des causes externes astronomiques (cycles de Milankovitch), internes tectoniques (positions relatives des continents/océans/axe de*

---

<sup>2</sup> Pascale Delecluse, Catherine Truffert, Jean-Philippe Lagrange, Marie-Hélène Tusseau, Philippe Bertrand ....

rotation), avec des résonances internes s'exerçant à des échelles de temps de plusieurs milliers d'années (circulation océanique, cycles des nutriments, échanges de gaz à effet de serre entre l'océan et l'atmosphère)

- sur cette matrice dynamique générale, se superposent des phénomènes perturbateurs très mal connus, dans leurs causes comme dans leurs effets. C'est le cas des activités sismiques ou volcaniques paroxysmales, comme les éruptions de méga-volcans, d'effets de seuils dans les résonances internes du système, comme par exemple la déstabilisation brutale des calottes glaciaires. Seule l'étude des événements passés, et de leurs conséquences, permet d'évaluer les **risques** de tels événements dans le contexte de notre système Terre très récent.

***L'ensemble de ces champs n'est pas traité dans ce document, considérant qu'ils pourront trouver leurs niches dans d'autres programmes de l'ANR. Si tel n'était pas le cas, alors, ce document devrait être complété afin de prendre en compte la question des longues échelles de temps et des compartiments internes du système Terre.***

## Introduction

Les concentrations de dioxyde de carbone ont atteint un niveau record de 400 ppm dans l'atmosphère, soit 40% de plus que leur niveau au début de la révolution industrielle et elles ne cessent de croître, proches et même au-delà du scénario le plus pessimiste du GIEC. La grande durée de vie de ces gaz conduit à les homogénéiser à l'échelle mondiale et à perturber le climat de toute la planète, avec des impacts que nous découvrons et subissons. Limiter l'ampleur du changement amorcé demeure ainsi une priorité majeure et appelle à renforcer l'effort de réduction des émissions et d'ores et déjà à impulser des mesures d'adaptation. Celles-ci s'appuieront sur des efforts de recherche renforcée sur la compréhension des modifications en cours et à venir, sur l'estimation plus précise des impacts qui peuvent en découler sur l'environnement et sur des propositions d'adaptation. La démographie ne cesse d'augmenter sur un territoire, la Terre, qui est de dimension et de ressources finies, ce qui engendre une vulnérabilité accrue des sociétés face au changement climatique et aux risques naturels d'autre origine.

Partant d'un phénomène global, il s'agira de décrire et comprendre les processus et les rétroactions au sein du système terre, affectant les diverses ressources et/ou compartiments des écosystèmes comme l'eau, l'air, la biomasse, les sols, la biodiversité, ainsi que les services qu'ils rendent, à l'échelle de grandes régions et de territoires. Les impacts du changement global sur les grands cycles biogéochimiques (carbone, azote ...), sur les forçages de l'atmosphère (gaz à effet de serre, aérosols, albedo...), des surfaces continentales (rétroactions états de surface-climat...), des océans (circulation thermohaline, acidification) doivent être traités en considérant leurs interactions avec les grands biomes, avec les dynamiques à grande échelle de la biodiversité ainsi qu'avec les sociétés humaines, interactions qui demandent à être scénarisées jusqu'à des projections à l'image de celles qui ont alimenté la réflexion du GIEC y compris pour les réponses sociétales d'adaptation et d'atténuation.

Ces actions s'inscrivent dans un contexte où ces ressources subissent de nombreuses autres pressions comme la pollution, le développement des infrastructures, les conflits d'usage pour les besoins en énergie, en eau, en alimentation, en récréation des sociétés. La recherche sur les ressources environnementales, souvent interdépendantes et marquées par des impacts diversifiés en fonction de leur situation et des sociétés locales, doit considérer l'ensemble des facteurs qui les influencent, qu'ils soient naturels ou anthropiques, en comprendre le fonctionnement et développer des stratégies d'évitement ou d'adaptation.

Croiser les regards sur des cibles critiques, particulièrement vulnérables et bien documentées, permettra de proposer des solutions de gestion et d'innovations technologiques, nécessaires pour infléchir la trajectoire vers un développement durable.

*Les enjeux concernant le fonctionnement et la dynamique du système Terre à des échelles globales et régionales et ses interactions avec les dynamiques des sociétés humaines, et particulièrement en ce qui concerne le changement climatique (adaptation, atténuation) seront traités dans le programme 3.*

A échelle plus fine encore, les milieux urbains se trouvent à l'intersection des enjeux de logement, de transport, d'énergie et de société. Concentrant un pourcentage toujours plus important de la population, ils contribuent fortement à l'effet de serre et aux impacts sur l'environnement et doivent innover pour trouver des trajectoires de développement durable. Traités dans le cadre du programme « Ville Durable » de l'ANR, les enjeux qui en découlent mériteraient d'être poursuivis en 2014. *Les milieux urbains sont en partie traités dans le programme 4.*

## Programme 3 : «Dynamique et adaptation du Système Terre et de la gestion des ressources face au changement climatique»

### 3.1 Enjeux scientifiques et sociétaux

Ce programme s'inscrit dans le défi « **gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique** » de la **Stratégie Nationale de Recherche (SNR)**. Ce défi, dans le document préparatoire de la SNR, nécessite des « *connaissances sur les changements globaux, dont le changement climatique, et leurs conséquences régionalisées sur les écosystèmes et leurs composantes sensibles que sont les eaux naturelles, le sol et le sous-sol, la biodiversité. (...) Il nécessite d'autre part un accroissement des connaissances relatives à l'exploitation durable et respectueuse de l'environnement des matières premières : prospection, extraction, transformation, réutilisation, recyclage et remplacement, impacts et remédiation. (...) écoprocédés (...) systèmes intégrés et pérennes d'observation et d'information, à différentes échelles imbriquées du local au global* ».

Les enjeux d'adaptation à grande échelle face à l'évolution du climat, de l'air, de l'eau et des sols nécessitent des avancées conjointes dans le domaine des sciences des milieux naturels et des sciences humaines, sociales et économiques. L'interdisciplinarité initiée dans le programme ANR SOC&ENV doit servir de guide afin de développer des approches intégrées en sciences du système Terre pour un développement durable, mobilisant recherches sur les changements climatiques et environnementaux, recherches sur la dynamique et les couplages du système Terre et recherches sur le développement des sociétés humaines, avec une attention particulière aux échelles régionales et mondiales. Les questionnements associés à la dynamique des sociétés humaines face aux contraintes climatiques et environnementales sont au cœur de la programmation du CSS ESS dont l'un des objectifs est la capacité collective d'évitement ou de gestion des risques, et plus largement les enjeux de gouvernance et d'innovation sociale, politique et technologique.

Le changement climatique est une des facettes majeures des changements globaux. Des efforts ont été faits au niveau international comme au niveau national pour mener des études sur les coûts d'adaptation au changement climatique (voir étude produite par MEDDE/ONERC). La convention cadre des Nations Unies évalue le coût de l'adaptation au changement climatique à environ 50 à 150 milliards US\$/an pour l'ensemble des pays. Ces chiffres sont à comparer aux 400 milliards US\$/an qui sont nécessaires pour mener les politiques d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre afin de limiter la hausse de la température globale de 2°C maximum. La mise en place progressive de politiques de remédiation ou d'adaptation aura un impact en profondeur sur l'évolution des secteurs énergétiques, industriels, agricoles et urbains et elle nécessite de s'appuyer sur la constitution d'un socle de connaissance sur les changements globaux (grands cycles biogéochimiques, interactions atmosphère-océans-surfaces continentales et interactions avec les principaux biomes) dont le changement climatique, et leurs conséquences régionalisées sur les systèmes sensibles que sont les eaux naturelles, le sol, les écosystèmes et la biodiversité.

L'exploitation de ces ressources est par ailleurs confrontée à la difficulté majeure de trouver un équilibre entre les besoins humains et la préservation de l'environnement. Malgré l'importance économique des services qu'ils sont en mesure de rendre, une partie des écosystèmes continentaux et océaniques est dégradée, ce qui accentue leur vulnérabilité au changement climatique et aux changements globaux. Quant aux ressources naturelles, leur surexploitation met en péril la fourniture durable des services qu'elles procurent. Les tendances actuelles doivent être inversées afin d'assurer les capacités de renouvellement des ressources naturelles et la continuité des services écosystémiques. La gouvernance internationale et régionale de la gestion des ressources naturelles, de la biodiversité et des écosystèmes et de leurs interactions avec les activités humaines pose de

nombreuses questions économiques, sociales, éthiques et politiques qui ont vocation à être abordées par ce programme.

### 3.2 Problématique scientifique

La réflexion menée dans le cadre du CPS AllEnvi et des groupes de travail conduit à une stratégie d'approche en trois sous-thèmes complémentaires qui sont les suivants :

1 - Comprendre le fonctionnement et les interactions à différentes échelles spatiales et temporelles du système terre dans son ensemble (climat, grands cycles, interaction atmosphère/océan/glace - biomes-activités humaines, etc) et des ressources naturelles.

Ce thème adresse d'une part les questions de recherche qui sous-tendent le fonctionnement du système climatique; il met en avant les verrous de son fonctionnement et des questions issues du dernier rapport du GIEC. D'autre part, il pointe les besoins de recherche sur les processus qui, sous la pression des changements globaux, impactent les ressources naturelles (eau, sol, écosystèmes et biodiversité) à grande échelle. Une attention particulière sera donnée aux effets de seuil, aux non-linéarités, à l'irréversibilité et à la prise en compte rigoureuse de la variabilité et des incertitudes des différentes observations et des résultats des modèles.

2 - Développer les systèmes de prévision pour anticiper l'évolution du système climatique, en lien avec celle des cycles du carbone, de l'azote, avec les dynamiques anthropiques et celles liées à la biodiversité (dynamique des grands biomes, des océans), quantifier les impacts et évaluer les risques associés.

Ce thème s'intéresse aux efforts de modélisation et de scénarisation nécessaires pour développer une capacité de prévision (climatique, mais aussi des dynamiques du système Terre) afin d'anticiper les adaptations nécessaires concernant la gestion des ressources et des risques. L'enjeu majeur est la réduction des vulnérabilités des sociétés et de l'environnement.

3 - Vulnérabilité et résilience au changement climatique des sociétés humaines

Ce thème s'intéresse à l'analyse du système Terre dans le cadre du changement climatique, à la fois sous l'angle de la modélisation et de prise en compte du changement global et sous celui de la vulnérabilité et résilience des sociétés humaines au changement climatique dans ses contextes plus locaux.

### 3.3 Périmètre des recherches

Le champ des recherches couvre les changements à grande échelle de l'environnement, qu'ils soient clairement identifiés comme, par exemple, la couche d'ozone, le cycle du carbone, le changement climatique, la conservation de la biodiversité, l'acidification de l'océan... ou émergents comme l'eau douce, l'urbanisation, les services écosystémiques, en lien avec le développement économique et social des sociétés humaines. L'enjeu est de développer les connaissances suffisantes sur ces champs et leurs interactions pour mettre en place la production d'information nécessaire pour alimenter des outils de gestion et pour développer des écotecnologies et des services permettant d'assurer le fonctionnement durable du système.

#### **Cadre international**

Le thème de cette programmation est au cœur du programme « Future Earth » de l'ICSU qui, à l'intersection des grands programmes internationaux PMRC, IHDP, IGBP, Diversitas, vise à adresser cinq grands défis, à l'intersection entre les grands changements de l'environnement global et le développement des sociétés :

i) prévoir les changements,

- ii) développer les systèmes d'observation pour gérer ces changements,
- iii) anticiper, éviter et gérer les changements intempestifs,
- iv) déterminer les changements institutionnels, économiques et de comportement pour un développement durable,
- v) encourager l'innovation dans la technologie, la politique et les réponses sociales pour la durabilité.

Dans le cadre de l'alliance AllEnvi, on se focalisera sur les conséquences de la pression anthropique, sur le système climatique, la dynamique à grande échelle du système Terre et les ressources naturelles. Une interaction avec l'Alliance Athena est souhaitée afin d'intégrer, dès l'initiation des programmes de recherche, les volets relevant des SHS. Une interaction avec l'Alliance Ancre est nécessaire sur les enjeux au carrefour de l'énergie et du changement climatique. Enfin, une interaction avec Allistene sera développée, afin d'organiser les infrastructures d'intégration et de diffusion de séries d'observations et de modèles (en valorisant en particulier les observations anciennes).

Les thèmes proposés de cette programmation s'inscrivent dans le cadre des défis sociétaux du programme H2020 de l'Union Européenne, notamment le défi 5 : Lutte contre le changement climatique, utilisation efficace des ressources et des matières premières, dans ses paragraphes 5.1 (Combattre le changement climatique et s'y adapter) et 5.2 (Gérer les ressources naturelles et les écosystèmes de manière durable), ainsi que dans le cadre des JPI Climate et JPI Water.

### **3.4 Recommandation pour l'orientation de la programmation**

Les thèmes évoqués ci-dessus relèvent de thématiques larges qui mobiliseront des communautés de recherche sur une longue période. Il est cependant possible de formuler des priorités scientifiques avec l'ambition de développer les approches transdisciplinaires entre sciences des milieux naturels et sciences sociales et de développer les connaissances nécessaires au développement de l'innovation. L'objectif est de favoriser une recherche dont les résultats se traduiront in fine par la mise en œuvre ou un service au bénéfice de la société.

#### **Volet 1. Comprendre le fonctionnement et les interactions à différentes échelles spatiales et temporelles du système climatique et des ressources naturelles.**

La compréhension du changement mondial et multi-factoriel en cours nécessite de consolider le socle des connaissances sur les processus dynamiques, physico-chimiques, sédimentaires et biologiques des différents compartiments du système terre.

L'avancement des connaissances scientifiques dans le cadre du changement climatique bénéficie des travaux d'évaluation du GIEC qui favorise la coordination internationale pour mieux comprendre et interpréter les évolutions en cours. Des avancées considérables ont pu être obtenues grâce au développement des systèmes d'observation, sur l'interprétation des données du dernier siècle, sur le développement des méthodes de détection et d'attribution, sur les projections par modélisation. Elles ont également pointé du doigt des difficultés majeures dues à la persistance de verrous de connaissance sur de nombreux processus : physico-chimie aérosols-nuages, flux à l'interface océan-atmosphère, subduction des masses d'eaux océaniques et turbulence, interaction sol-atmosphère-transfert vers l'eau, interaction d'échelles entre sub-saisonnier, saisonnier et décennal ... avec un souci grandissant de mieux comprendre les interactions, que ce soit entre deux milieux (interface physique comme océan-atmosphère, sol atmosphère eau, littoral, ou disciplinaire comme couplage entre biologie et physique) ou entre échelles à l'intérieur d'un même milieu.

L'avancée du réchauffement climatique, chaotique et marquée d'événements extrêmes, conduit à s'interroger sur la variabilité naturelle et sur la séparation entre variabilité et tendance de fond. Les enregistrements instrumentaux sont limités, mais en utilisant les proxies et les chroniques

historiques, il devrait être possible de mieux décrire et comprendre le climat du dernier millénaire afin d'éclairer l'interprétation du signal et de sa variabilité sur le siècle en cours.

Pour fortifier le socle de connaissance nécessaire à l'interprétation du signal et de sa variabilité depuis le début de l'industrialisation, il faut encourager la participation de nos équipes à l'effort de ré-analyses mondiales du système Terre, ce qui passe par la collecte et la validation des données, l'interopérabilité entre les bases de données, l'amélioration des techniques d'analyses et le suivi de la qualité des produits au fur et à mesure de leur production.

Enfin, la modélisation du système terre doit être accompagnée d'efforts significatifs pour comprendre la nature des biais persistants, en identifier les causes et trouver les processus mal représentés. Cela s'appuie sur des développements méthodologiques de détection des erreurs et sur l'augmentation des capacités de modélisation, tant en résolution qu'en couplage des processus, et de représentation des interfaces.

Le caractère multifonctionnel de la zone critique entre la fourniture de biens marchands et de services non marchands est également objet de recherche. La question de la dégradation sur le long terme des sols (érosion, perte de fertilité chimique et biologique, pollution, urbanisation, etc.) est largement sous-estimée alors qu'elle constitue une question centrale pour de nombreuses propriétés des écosystèmes (productivité primaire, rétention d'eau, bilan de carbone,...) qui rétroagissent y compris à l'échelle globale avec le fonctionnement du système terre.

Dans le domaine de l'eau, de nombreux questionnements scientifiques restent ouverts : comprendre la dynamique à large échelle des biomes et de la biodiversité marine et continentales liée aux milieux aquatiques, scénariser le développement des usages et de la gestion de la ressource en eau, estimer les impacts quantitatifs et qualitatifs des modifications de régime hydrique associées aux changements globaux, évaluer le potentiel du déploiement à grande échelle de technologies innovantes de restauration et remédiation des ressources en eau contaminées par d'anciens sites d'activités industriels, assurer les équilibres entre milieu rural et urbain.

Dans le domaine des ressources naturelles, et en particulier du vivant, que ce soit dans les domaines des écosystèmes marins et terrestres, de nombreux mécanismes sont encore à comprendre pour caractériser les fonctionnements, évaluer la sensibilité aux facteurs externes, estimer la capacité d'adaptation ou d'évolution d'un système en fonction de sa biodiversité fonctionnelle et en analysant les transferts d'échelle spatiales et temporelles qui y contribuent

## **Volet 2 : Développer les systèmes de prévision pour anticiper l'évolution du système climatique et du système Terre, en quantifier les impacts et évaluer les risques associés**

Lorsque les bases de modélisation existent, ce qui est le cas pour l'océan et l'atmosphère, l'exercice de prévision est une opportunité pour tester la capacité du modèle à anticiper les conditions à venir, car il confronte systématiquement le modèle aux observations. La prévision du temps dépend de l'état initial de l'atmosphère, et dans une moindre mesure des conditions de surface marine et terrestre. Dès que l'on s'intéresse aux échelles plus longues, les composantes lentes du climat prennent de l'importance, que ce soit l'océan, les sols et la végétation, la banquise et les calottes, ou les gaz à effet de serre. Bien que la persistance ou la récurrence de certains modes de variabilité témoignent d'effets mémoires dans le système, de quelques mois à quelques dizaines d'années, on ne connaît pas encore les bases et les limites de la prévision. Dans ce domaine, la priorité de recherche serait d'identifier les fenêtres d'opportunité pour améliorer la qualité de prévision, en particulier dans le domaine des événements météorologiques à fort impact, de comprendre les mécanismes de contrôle de la variabilité saisonnière et d'évaluer la capacité des modèles à les représenter. Il faudrait également favoriser l'intégration d'applications, notamment dans les domaines des ressources en eau, dans la production des ressources forestières et agricoles, dans les ressources marines, aux chaînes de prévision et conduire leur évaluation. L'intégration des résultats

des modèles de prévision dans des applications de prévision des ressources en eau nécessite des avancées sur les questions d'adéquation d'échelle, de désagrégation des résultats mais également sur les prises en compte de connaissance variable des aquifères à différentes échelles, via des approches stochastiques ou probabilistes sur les propriétés hydrodynamiques des aquifères associés aux différents contextes géologiques, voir issus des produits satellitaires.

L'avancement des capacités de prévision sub-saisonnaire à saisonnière est indispensable pour consolider l'approche et les concepts en termes de « prévision décennale ». Cette échelle charnière entre la prévision saisonnière et les projections climatiques est au centre des demandes sociétales en ce qui concerne les services climatiques. Elle soulève cependant des questions difficiles sur le concept de prévisibilité, sur les interactions entre variabilité naturelle et forçage anthropique, sur l'ampleur des incertitudes provenant des modèles, des observations initiales, ou des scénarisations qui devront les accompagner.

En support au développement et à l'intégration de ces connaissances, la poursuite de la mise en place de systèmes dédiés d'observations sur le long terme, in situ et depuis l'espace ainsi que des systèmes d'information qui y sont associés, apparaît indispensable. L'accumulation des chroniques, l'amélioration des moyens de mesure (ponctuels ou intégratifs), le transfert des informations vers des bases de données interopérables sont nécessaires pour soutenir la surveillance et piloter les systèmes d'alerte précoce sur les risques environnementaux relevant en particulier de franchissement de seuils. L'évaluation et la modélisation des aléas et des situations à risques, leur description qualitative et leur traitement quantitatif doivent pouvoir reposer sur ces moyens d'observation et de mesure mais aussi sur des approches de sûreté/sécurité pertinentes. Des efforts doivent notamment être consentis pour intégrer les données d'interaction homme-société-environnement (extraites notamment des observatoires développant de telles approches) jusque dans les approches mathématiques (déterministes ou probabilistes).

Ces capacités de prévision supposent de progresser en parallèle dans la prévision des modifications des grands cycles biogéochimiques, dans la scénarisation des changements d'occupation des sols et de demande en eau, dans la modélisation couplée géosphère-biosphère à l'échelle mondiale, dans les émissions d'aérosols en fonction de la localisation des activités anthropiques, etc... C'est donc bien l'amélioration de la capacité de prévision des dynamiques du système Terre qui est visée dans ce volet.

### **Volet 3 : Vulnérabilité et résilience au changement climatique des sociétés humaines**

La vulnérabilité au changement climatique des sociétés humaines dépend à la fois de l'exposition à des risques liés au changement climatique, de la sensibilité à ces risques et de la capacité d'adaptation. La résilience des sociétés humaines passe par des transformations qui sont plus profondes qu'une simple adaptation qui permettrait de maintenir à l'identique les activités antérieures. L'analyse de la vulnérabilité et de la résilience au changement climatique – et plus généralement aux changements globaux – constitue un domaine scientifique hautement interdisciplinaire auquel ce volet entend contribuer.

L'étude de la vulnérabilité à des échelles régionales nécessite une approche transversale entre sciences des milieux naturels et sciences économiques et sociales pour mieux identifier les facteurs de vulnérabilité, comprendre les interactions entre l'environnement et les sociétés, anticiper les fractures potentielles et développer des stratégies alternatives. Les propositions d'adaptation au changement climatique doivent s'exprimer et s'étudier dans ce contexte transversal où sont pris en concurrence les besoins en ressources des sociétés, leurs capacités d'adaptation et le maintien les fonctions essentielles de l'environnement. Des critères d'évaluation de ces mesures d'adaptation

doivent également être recherchés, au regard des scénarios possibles (climatique, vulnérabilité des milieux et des territoires) et des incertitudes existantes. Les limites à l'adaptation et les conditions favorisant l'émergence d'une résilience des sociétés humaines et des écosystèmes dont elles dépendent doivent être analysées, en tenant compte des dynamiques sociales, culturelles et économiques, mais aussi des aléas biophysiques liés au changement climatique (sécheresse, incendies, inondations fluviales, submersion marine, biseaux salés, instabilités gravitaires, ...), tandis que les évolutions sociétales (démographie, modes de vie et d'organisation ...) tendent à amplifier (plus rarement réduire) la vulnérabilité face à ces aléas. Il est donc nécessaire d'identifier suffisamment tôt ces risques que le changement global amplifie, afin d'augmenter les capacités d'adaptation et de résilience à long terme des sociétés et de pouvoir proposer des méthodes de gestion évolutives, ainsi que de développer des outils innovants d'alertes précoces pour la prévention des impacts des événements extrêmes (sécheresse, inondation).

A l'échelle des régions, il faut favoriser des chantiers transversaux ouverts sur le dialogue avec les sociétés locales, afin de croiser la dynamique économique et sociale avec le fonctionnement durable de ses ressources et la réduction des risques, sous contrainte du changement climatique. Le développement d'observatoires et de systèmes d'alertes précoces prenant en considération des observations enregistrées par des capteurs, mais aussi par des observations faites par les citoyens (connaissances locales et d'experts, connaissances organisées dans des contenus collaboratifs sur le Web), constitue une attente de ce programme. Il s'agit de répondre aux questions suivantes: les métriques de l'exposition (la connaissance locale concernant les aléas et les impacts est-elle toujours fiable ?, comment intégrer connaissances locales et connaissances scientifiques en considérant les échelles spatio-temporelles variées), de la capacité d'adaptation (capital social, économique et culturel, 'capabilities'), de la résilience (modes de gouvernance, structures familiales, sociales, ...). Ces différentes approches doivent tenter de cerner des seuils de rupture, pouvant entraîner des transformations à grande échelle (migrations, ...) des sociétés. Ces chantiers limités mais riches disciplinairement auront fonction d'exemples pour identifier les transitions à imaginer et à réaliser pour assurer le futur.

### 3.5 Actions européennes et internationales en 2014

A ce programme seront adossées un certain nombre d'actions européennes et internationales, qui permettent d'obtenir un effet de levier, en démultipliant l'impact des équipes françaises, et en contribuant à la coordination de la communauté scientifique internationale.

#### **ERANETS**

JPI Climate & Projet ERANET « Science in support to climate services »

JPI Water et EUWI Eranet European Water Initiative

JPI Ocean

#### **International**

Belmont Forum & Future Earth

## Programme 4 : « Systèmes urbains durables »

### 4.1 Enjeux scientifiques et sociétaux

Les villes représentent 68% de la population européenne, pourcentage en croissance, tandis qu'il est attendu qu'à l'échelle mondiale elles rassemblent 80% de la population avant la fin de ce siècle. Elles représentent par ailleurs 70% de la consommation d'énergie en Europe et ont donc une contribution significative aux émissions de GES et au changement global. C'est à ce titre que la « Smart Cities and Communities focus area » de la Commission européenne pour Horizon 2020 met l'accent sur des recherches destinées à ce que ces zones jouent un rôle pilote sur la diminution de la consommation énergétique. Ceci renvoie à des enjeux scientifiques relatifs à l'efficacité énergétique des bâtiments et des systèmes de transport et à l'organisation de l'urbanisme permettant des accès fluides et efficaces aux ressources, aux services numériques qui permettent de limiter le besoin de transport et enfin, à la durabilité des infrastructures depuis leur construction jusqu'à leur recyclage, en limitant les impacts environnementaux..

Réciproquement les villes sont sensibles au changement global. Ainsi, les phénomènes de canicule les affectent en matière de mortalité induite, en raison du comportement thermique du système urbain (température et qualité de l'air). Cet impact devrait s'accroître avec le vieillissement des populations et l'augmentation de populations âgées en zone urbaine. Ceci renvoie à des enjeux scientifiques relatifs au suivi des populations à risques, à la capacité de prévision des événements extrêmes et de leurs conséquences, en étroite collaboration avec les services responsables.

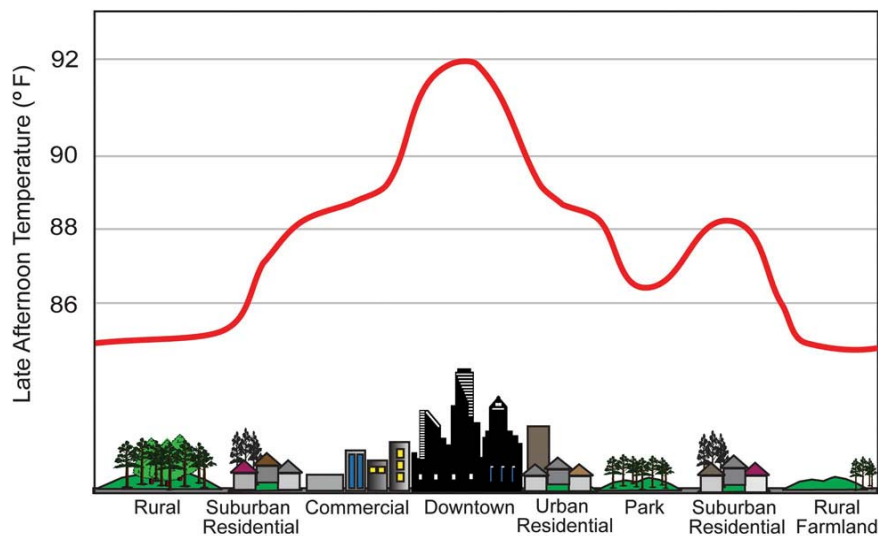


Figure 1 - Courbe de chaleur en fonction de la zone, source EPA

De plus, les systèmes urbains du fait de la pression démographique subissent des modifications tant dans l'urbanisme que dans leurs organisations. La mosaïque urbaine entre espaces construits et espaces végétalisés se diversifie. L'urbanisation implique des réhabilitations d'anciens sites et sols pollués, la mobilisation de matériaux de construction. Les questions d'impact environnementaux et les questions économiques nécessitent de pouvoir disposer de nouvelles approches d'analyse de cycle de vie tant du point de vue économique qu'environnementale, autour des sujets de la durabilité des remédiations et réhabilitations, de l'économie circulaire des matériaux de constructions (recyclage matériaux du BTP en particulier).

Enfin, les villes étant préférentiellement situées en zone littorale ou en bord de fleuve, elles sont particulièrement soumises aux inondations, côtières ou fluviales. Les villes côtières sont par ailleurs confrontées aux phénomènes d'érosion de la frange littorale. Les villes situées en zone montagneuse sont, quant à elles, le plus souvent confrontées à de multiples risques (instabilités gravitaires, inondations, coulées boueuses, éboulements rocheux) amplifiés par le changement climatique (fonte/recul des glaciers, etc.) et plus généralement le changement global (urbanisation accrue, infrastructures touristiques, ...). Les zones urbaines, sont également, à la fois par fonctionnement endogène (pollution urbaine, stress urbain etc.) et en raison de leur exposition et vulnérabilité aux agents pathogènes (ouverture sur le monde, concentration humaine etc.) des lieux particuliers du point de vue de la santé et de la prévention. Or à la fois la modélisation et la prévision de ces événements extrêmes ou des propagations urbaines, le fonctionnement des systèmes urbains (dans toute leur dimension sociale) aussi bien en amont de l'aléa (anticipations ou absences d'anticipations, organisation face au risque etc.) qu'en phase de gestion de crise, restent des sujets de recherche.

Ceci impose donc de renforcer à la fois la prévention et la capacité de réaction, ainsi que de développer des stratégies d'adaptation à long terme. Les enjeux scientifiques associés sont donc là encore le développement de modèles de prévision des événements extrêmes (précipitations, marées en relation avec les vents, mais aussi les modèles de prévision d'inondation en fonction des paramètres atmosphériques, marins et topographiques, vagues de chaleur, ...), l'évaluation des incertitudes associées, l'analyse de vulnérabilité des territoires concernés et la mise en place de mesures de prévention et d'adaptation.

L'étude des risques et de la vulnérabilité urbains doit prendre en compte les interactions et rétroactions à différentes échelles spatiales et temporelles. Elle doit considérer non seulement les risques de type extrêmes, mais aussi les évolutions progressives susceptibles d'affecter l'organisation ou le fonctionnement urbain. Un enjeu important, tant en termes de connaissances qu'en termes opérationnels, concerne l'adaptabilité ou la résilience des systèmes urbains vis-à-vis des évolutions, y compris dans un futur plus ou moins éloigné, de leurs conditions d'existence. Parce que les villes sont des systèmes très intégrés et très dépendants des réseaux (eau, électricité, transport, communication), les effets d'un aléa tendent à se répercuter d'un secteur à l'autre ; la ville doit donc être considérée d'une manière systémique en considérant à la fois sa vulnérabilité physique, fonctionnelle et socio-économique. Enfin, il est important de prendre en considération le fait que malgré les progrès de la connaissance sur les risques qu'elles encourent (en particulier liés au changement climatique), les sociétés urbaines ont l'air peu en mesure de se préparer pour bâtir des stratégies préventives d'une part, pour faire face à des situation d'urgence, et des stratégies d'adaptation sur le long terme d'autre part qui soient partagées par les différentes composantes de ces sociétés. Il serait en particulier nécessaire dans ce contexte d'étudier le développement d'une ingénierie de l'adaptabilité et notamment du patrimoine bâti existant (bâtiments, réseaux, infrastructures de transport ...).

La ville est un système complexe et les enjeux scientifiques sont à considérer dans ce cadre, c'est-à-dire qu'il faut les aborder de manière systémique en tenant compte notamment des dimensions économiques et sociales (aménagement de la conception, réhabilitation à la remédiation des surfaces habitables ou récréatives dans la ville, gestion des patrimoines bâtis et urbains sous l'angle de la durabilité de l'environnement) ; c'est à cette condition que des solutions peuvent être élaborées aux différentes échelles d'analyse à considérer.

***AllEnvi propose d'étendre le cadre actuel de la programmation nationale sur Villes Durables qui pourrait utilement bénéficier d'une prolongation et préparer ensuite une programmation suivant la stratégie définie pour le défi « Mobilité et systèmes urbains***

***durables » de la SNR afin d'alimenter la programmation européenne dans le cadre de la JPI Urban Europe.***

## **4.2 « Systèmes urbains et changement climatiques »**

Plusieurs axes de recherche sont à considérer :

### **Volet 1. Comprendre le fonctionnement et les interactions à différentes échelles spatiales et temporelles des systèmes climatiques et urbains.**

Le comportement local d'un milieu urbain a des particularités qui induisent des spécificités de réponse, par exemple en cas de vague de chaleur. La capacité thermique des surfaces urbaines et leur faible rétention d'eau conduisent à un stockage de chaleur pendant la journée dans les matériaux de construction, qui est restitué pendant la nuit d'où l'anomalie de température forte pendant les nuits d'été par rapport aux milieux végétaux environnants. Ce phénomène est aggravé par les vagues de chaleur, par le recours à l'utilisation de la climatisation, et demande une réflexion sur les matériaux, sur les concepts de construction mais aussi sur l'imbrication environnement végétal et bâti (par exemple impact sur le cycle de l'eau et sur le climat des couverts végétaux sur les bâtiments, des zones humides artificielles, des mosaïques urbaines composées de zones imperméabilisées et de zones végétales ...) en raisonnant aux différentes échelles spatiales et temporelles.

### **Volet 2. Développer les méthodes de prévision et de simulation des risques induits par les événements climatiques et géophysiques (dont les différentes formes d'inondation) en milieu urbain**

Les prévisions météorologiques sont encore limitées en matière de prise en compte du milieu et leurs informations doivent être croisées avec un très grand nombre de données et de modèles : occupation des sols, comportement hydraulique des fleuves ou des fonds marins littoraux, modélisation des écoulements en milieu urbain (eaux pluviales, eaux d'assainissement, eaux souterraines des aquifères de surface), représentation tridimensionnelle fine de la ville, etc., pour fournir les informations nécessaires à la gestion et à la prévention des risques. Le développement d'approches de smart city intégrant des données de capteurs, d'observations de citoyens (réalité affirmée, via les techniques de smart phone) et de l'information du public passe par de nouveaux services. Ces recherches doivent rassembler des équipes pluridisciplinaires et traiter de grandes masses de données pour pouvoir identifier les situations à risque et ultérieurement des méthodes d'anticipation qui apportent effectivement la dimension systémique nécessaire.

### **Volet 3 - Développer les capacités de résilience des milieux urbains vis-à-vis de l'efficacité énergétique et de la durabilité environnementale en tenant compte de la dimension sociale (adhésion des populations notamment)**

Le développement des méthodes systémiques pluridisciplinaires (SHS, Sciences de l'environnement et du vivant) est crucial pour comprendre les processus de résilience des systèmes urbains ainsi que de durabilité environnementale. D'autre part, il est indispensable de poursuivre le développement d'écotechnologies dédiées à l'économie circulaire au sens général (matériaux et espaces urbains à construire ou espaces récréatifs). Egalement, l'efficacité énergétique des bâtiments ne peut être abordée sous le seul angle des nouvelles technologies de construction, il est nécessaire de prendre en compte la rénovation énergétique de l'ancien, l'usage par les habitants, la distribution des fonctions dans les quartiers et les flux qui s'ensuivent, les approches sociologiques et économiques relatives à l'adhésion aux mesures préconisées etc. La question des matériaux de construction pour

l'efficacité énergétique des bâtiments doit être traitée, dans un contexte où les matériaux pour la construction deviennent rares, la réglementation sur l'impact environnemental plus contraignante, en développant de nouvelles méthodes d'évaluation économique et d'empreinte environnementale (ACV environnementale et économique, analyse multicritères) d'une part et d'autre part en développant des écotecnologies autour du recyclage des matériaux issus du BTP en particulier et en mettant au point des approches performantes pour la rénovation écologique de l'habitat ancien. La capacité de résilience et d'adaptation des systèmes urbains du XXIème siècle passent par la réhabilitation et la remédiation d'anciennes zones industrielles, de sites contaminés, de manière économique et écologique, avec un impact environnemental réduit. Des approches technologiques et de gouvernance, d'urbanisation sous l'angle de la durabilité environnementale sont ainsi nécessaires.

#### **Volet 4 Pratiques urbaines, infrastructures de transport et mobilité durables**

Les pratiques des citoyens se transforment progressivement sous l'effet, notamment, d'une « environnementalisation » des représentations et des perceptions qui ne se limite pas à des enjeux de qualité de l'environnement immédiat, mais qui font également intervenir des considérations pour la nature plus ou moins lointaines et pour la biosphère dans son ensemble. Des écarts, des tensions, voire des contradictions subsistent entre des représentations qui deviennent progressivement davantage éco-centrées et des pratiques qui demeurent souvent intensives en ressources. C'est le cas notamment des pratiques de mobilité qui sont fortement liées aux choix résidentiels et par conséquent au fonctionnement du marché du logement, aux stratégies de localisation des activités économiques et à la configuration des réseaux de transport. La connaissance, la compréhension et la régulation des tensions inhérentes à l'avènement de « pratiques durables », aux différentes échelles spatiales et temporelles, définissent ainsi un champ de recherche à part entière.

Le transport des personnes et des marchandises répond à une demande sociétale forte et est grand consommateur d'énergie fossile, avec un fort impact environnemental et sanitaire. Il se trouve confronté aux changements globaux et au vieillissement de ses infrastructures. D'importantes marges de progrès sont encore à réaliser quant à la diminution de l'émission des polluants et des gaz à effet de serre, à l'augmentation de l'efficacité énergétique, de la sécurité, de la qualité des services et de l'accessibilité. Promouvoir une mobilité durable suppose une approche systémique et pluridisciplinaire, intégrant des innovations technologiques, de nouveaux services et de nouvelles pratiques. Cette approche peut être menée en collaboration avec l'alliance ANCRE.

La transition énergétique et écologique passera par le développement de nouvelles sources d'énergie et des réseaux d'approvisionnement énergétique associés. Elle invite à repenser et rendre plus efficient les systèmes de transport en s'appuyant sur la multi-modalité, l'amélioration de leur exploitation et les échanges d'information nécessaires (systèmes numériques « intelligents »). Elle repose également sur la compréhension de la dynamique des mobilités et des usages, à toutes les échelles. Il en va de même au niveau de l'aménagement du territoire et du mode d'occupation des sols, des modes de vies et d'organisation (télétravail, locaux virtuels...).

#### **Périmètre des recherches**

Le périmètre des recherches englobe :

- la recherche sur l'impact du changement global dans les zones urbaines, aussi bien du point de vue impact moyen (peut-on prévoir et qu'induit une élévation de 2°C dans les villes ? peut-on prévoir ce qu'induit une élévation de un mètre du niveau des mers ?), que du point de vue des événements extrêmes (quelle évolution en ce qui concerne les zones urbaines actuelles, en particulier en zones littorales et montagneuses ?)
- la recherche sur le comportement du milieu urbain face au changement global en privilégiant une approche systémique :

- comportement face aux évolutions lentes, comment le modéliser aux différentes échelles de temps et d'espace, comment le caractériser en fonction des différents espaces géographiques (par exemple Lagos et Rotterdam)
- modélisation des événements extrêmes et évaluation des incertitudes associées, comment développer des méthodes de simulation et de prévision, quels systèmes d'information, d'observation et de modélisation du comportement du système urbain dans ces situations, quelle modélisation du système en matière de gestion de crise
- recherche sur l'adaptation du milieu urbain au changement climatique et sur l'amélioration de son efficacité énergétique et de sa résilience, là encore en prenant en compte les différents espaces géographiques, les différentes temporalités, les différentes dimensions « techniques » (transports, bâtiments, approvisionnement de la ville, régulation thermique par l'aménagement urbain et la végétalisation, etc.) mais aussi les dimensions économique et sociale
- le développement des écotecnologies qui répondent à l'enjeu de durabilité des ressources dont celles dédiées au recyclage des « raw materials » ou celles pour la restauration et le suivi des milieux anthropisés
- la recherche sur les transports durables, sur l'aménagement du territoire et du mode d'occupation des sols et des modes de vies, sur l'amélioration les échanges d'informations nécessaires et sur la compréhension de la dynamique des mobilités et des usages, à toutes les échelles.

### Recommandation de programmation

A partir des thèmes évoqués ci-dessus, il est nécessaire de développer des approches intégrées multisectorielles et transdisciplinaires, permettant de mieux appréhender la dynamique des systèmes urbains à différentes échelles de temps et d'espace, ainsi que leurs interactions avec l'environnement naturel (aléas, ressources, etc.) en contexte de changement global, et ainsi d'améliorer les capacités de gestion des risques et d'adaptation aux changements.

Pour la première fois avec l'Initiative de Programmation Conjointe « Urban Europe » (JPI UE) une approche interdisciplinaire et systémique des problématiques urbaines est proposée.

Il s'agira d'une part de quantifier au mieux la fragilité des systèmes urbains considérés et d'autre part, de développer des approches permettant d'évaluer la vulnérabilité des systèmes urbains, qui intègrent les interactions et les synergies entre les différents éléments constitutifs de ces systèmes, leurs évolutions spatiales et temporelles, ainsi que les interfaces avec leur environnement.

## ANNEXE I

### Proposition de priorités AllEnvi

Programm	IPC - JPI	ERANET	International
<b>Gestion durable sous contrainte de changements globaux des écosystèmes, des ressources biologiques, des territoires et des filières de la bio-économie</b>			
	<b>FACCE</b> Agriculture, Food Security and <b>Climate</b> Change	<b>SUSFOOD</b> . Environmental sustainability of food systems	
	FACCE	<b>ARIMNET 2</b> Mediterranean agriculture	
	FACCE	<b>Biodiversa 2</b> Biodiversity and Ecosystem Services	
	<b>Oceans</b> : Healthy and Productive Seas and Oceans	<b>COFASP</b> Strengthening cooperation in European research on sustainable exploitation of marine resources in the seafood chains	
	FACCE	<b>Core-Organic+</b> , Organic Agriculture	
	FACCE	<b>ERACAPs</b> Advanced plant sciences	
	FACCE	Climate Smart Agriculture	
		<b>FORESTERA</b> – Mediterranean forests ERA-Net	
<b>Risques sanitaires liés à l’environnement, à l’alimentation et aux changements globaux</b>			
	FACCE	<b>ANIHWA</b> ERAnet, Animal health and welfare.	
	<b>Water Water Challenges for a Changing World</b> – en complément du soutien apporté par l’ONEMA, pour la thématique Polluants émergents.		
	<b>Oceans</b> : Healthy and Productive Seas and Oceans		
	FACCE	<b>C-IPM</b> , Integrated Pest Management (pour mémoire pas d’AAP en 2014)	
<b>Dynamique et adaptation du Système Terre et de la gestion des ressources face au changement climatique</b>			
	JPI Climate Connecting Climate Knowledge for Europe KIC Climate	Projet ERA-Net : Science in support to climate services	
	Water	SPLASH EUWI European Water Initiative	
	<b>Ocean</b> Healthy and Productive Seas and Oceans		
			IGFA-Belmont Forum Future Earth
<b>Systèmes urbains durables</b>			
	<b>Urban Europe</b>		