PROGRAMME THESES ADEME

Appel à candidatures

Edition 2018

Date limite de dépôt des candidatures :

3 avril 2018 (inclus)

Saisie en ligne des candidatures :

http://www.thesenet.ademe.fr/

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

SOMMAIRE

1 PRESENTATION GENERALE DU PROGRAMME THESES 3

2 CRITERES DE RECEVABILITE 3

3 CRITERES D'ELIGIBILITE 3

3.1 LE CANDIDAT 3
3.2 LE(S) LABORATOIRE(S) 3
3.3 LE COFINANCEUR 3

4 DOSSIER DE CANDIDATURE 4

5 CRITERES DE SELECTION 4

6 CALENDRIER 5

7 CONTACTS 5

8 ANNEXES 6

ANNEXE 1 - Données à saisir sur TheseNetADEME et documents à transmettre à la Cellule Thèses 6
ANNEXE 2 - Partenariat KIC InnoEnergy 7
ANNEXE 3 - Contractualisation et coût du cofinancement 8
ANNEXE 4 - Thématiques prioritaires édition 2018 9

1 Présentation générale du programme Thèses

Établissement public à caractère industriel et commercial, placé sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition écologique et solidaire et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, l'ADEME participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable.

Les actions de recherche soutenues par l'Agence visent notamment à :

- **Construire des réponses aux attentes sociétales et apporter un appui aux pouvoirs publics pour bâtir des politiques contribuant au développement durable adaptées à ces attentes,**
- **Accompagner l'émergence et la mise en œuvre d'une offre nationale de technologies et services répondants aux enjeux de l'environnement et de l'énergie dans un contexte de changement climatique.**

Le programme Thèses est un des outils d'intervention pour mettre en œuvre la stratégie Recherche de l'ADEME, qui vise à encourager les recherches accompagnant la transition énergétique et écologique dans un contexte de changement climatique en vue de préparer et de soutenir les actions opérationnelles de l'Agence. Ce programme n'a pas vocation à financer des travaux de thèse en recherche fondamentale.

Ainsi, depuis 1992, plus de 1 500 étudiants ont bénéficié de ce programme de formation pour ensuite s'insérer professionnellement dans les établissements publics, dans les entreprises, dans les métiers de service, voire pour créer leur propre entreprise.

Chaque année, l'ADEME sélectionne **50 nouveaux doctorants, sur une base moyenne de 200 candidats**.

2 Critères de recevabilité

Le dossier de candidature doit OBLIGATOIREMENT comporter les informations suivantes sur TheseNetADEME. L'absence d'une de ces informations au 3 avril supprimera le dossier de candidature :

- Titre de la thèse (sur l'écran « Sujet de thèse),
- Informations sur le candidat (sur l'écran « Etat civil »),
- Informations sur le directeur de thèse (sur l'écran « Laboratoire »),
- Résumé du projet de thèse suffisamment explicite pour identifier, à sa lecture, la problématique adressée (**25 lignes maximum**),
- Descriptif du projet de thèse (à déposer sur l'écran « Sujet de thèse ») : *cf. document « Modèle – Descriptif Thèse ADEME ».*

3 Critères d'éligibilité

3.1 Le candidat

- Doit être titulaire ou en cours d'obtention d'un Master ou diplôme permettant l'inscription dans une Ecole Doctorale au 1er Octobre 2018.
- Doit avoir un cursus de bon niveau et adapté au sujet
- Ne doit pas effectuer d'autres activités professionnelles
- Doit maîtriser la langue française
- A la possibilité d'avoir déjà commencé sa thèse au plus tôt le 1er octobre 2017

3.2 Le(s) laboratoire(s)

- Doit être rattaché à un établissement de recherche public français (organismes de recherche, universités…)
- Met à disposition les moyens d'encadrement suffisants pour le doctorant.

3.3 Le cofinanceur

- Le cofinancement peut être apporté par un ou plusieurs organismes

- Toute structure (française ou étrangère) dotée d'une personnalité morale peut se porter cofinanceur
- Pour un cofinancement par un Conseil Régional : vous devez vérifier la recevabilité du projet, le calendrier et les modalités de dépôt auprès du Conseil Régional pour que l'ADEME soit l'employeur et le bénéficiaire des fonds.
- Coût du cofinancement : cf. « *Contractualisation et coût du cofinancement* » en Annexe 3

4 Dossier de candidature

La complétude du dossier s'effectuera par :

- la saisie dans TheseNetADEME des informations demandées dans les écrans suivants : Sujet de la thèse, Etat civil, CV, Laboratoire, Cofinancement (cf. annexe 1)
- le dépôt sur TheseNetADEME (dans l'écran « Sujet de la thèse) du descriptif du projet de thèse au format pdf *(cf. document « Modèle – Descriptif Thèse ADEME »)*

5 Critères de sélection

Le dossier sera évalué selon les 3 critères suivants :

- la **cohérence** du projet avec les axes thématiques identifiés dans l'appel à candidatures thèses (cf. « *Thématiques prioritaires* » en Annexe 4),
- **la qualité scientifique** du projet de thèse *(méthodologie, plan proposé, pertinence de la démarche scientifique, positionnement par rapport à l'état de l'art…),*
- **la qualité académique de la proposition** au regard de la réalisation d'une thèse *(cursus du candidat, capacité d'encadrement du laboratoire…) :*
  - le candidat : cursus, motivation pour le projet de thèse et compétences,
  - le laboratoire : références sur le sujet proposé, moyens matériels et encadrement du doctorant.

Si le candidat est retenu, il sera OBLIGATOIREMENT SALARIE DE l'ADEME à temps complet, et préparera sa thèse dans les locaux du(des) laboratoire(s) d'accueil.

6 Calendrier

03/04/2018	Date limite de dépôt de dossier de candidature
31/05/2018	Date limite de réception des documents originaux signés par le candidat, le laboratoire et le cofinanceur *(hors Conseils Régionaux)*
Fin Juin 2018	Communication des résultats
Septembre 2018	Envoi du CDD par l'ADEME et contractualisation avec les partenaires
01/10/2018	Début du CDD ADEME

7 Contacts

Administratifs

Valérie PINEAU (02 41 20 41 17)
Maguy FAVRELIERE (02 41 20 41 47)

ADEME- Cellule Thèses
20, avenue du Grésillé - BP 90406
49004 ANGERS Cedex 01



theses@ademe.fr

Scientifiques (cf. annexe)

prenom.nom@ademe.fr

8 Annexes

ANNEXE 1 - Données à saisir sur TheseNetADEME et documents à transmettre à la Cellule Thèses

Par qui ?	Informations à saisir jusqu'au 03 avril 2018 sur TheseNetADEME	Documents à transmettre par courrier à la Cellule Thèses avant le 31 mai 2018
Candidat *ou* Laboratoire d'accueil	• Etat-Civil du candidat • CV du candidat et lettre de motivation • Partenaires associés au projet (laboratoire(s), cofinanceur(s)) • Titre et résumé (en français) • Dépôt du descriptif du projet de thèse sur l'écran « Sujet de la thèse » *(cf. document « Modèle – Descriptif thèse ADEME »)*	▪ Diplômes universitaires ▪ Carte d'identité ▪ Carte d'étudiant[1]
Laboratoire d'accueil	• Coordonnées et CV du directeur de thèse (HDR ou co-encadrant à préciser) • Descriptif de l'activité recherche du laboratoire • Objectifs et intérêt pour le sujet déposé • Moyens consacrés • Avis sur le candidat	▪ Formulaire complété[2] (impression de l'écran laboratoire) puis signé par le directeur de thèse et le directeur de laboratoire
Cofinanceur	• Coordonnées du correspondant scientifique • Coordonnées du signataire de la convention • Adresse de facturation • Attentes et enjeux pour le cofinanceur	▪ Formulaire complété[3] (impression de l'écran cofinancement) puis signé par le responsable administratif et financier

[1] Si vous êtes étudiant lors du dépôt de la candidature, transmettre la carte d'étudiant ou le certificat de scolarité
[2] Vérifier que l'organisme représentant le laboratoire est bien renseigné
[3] Mentionner par écrit le montant de la participation du cofinanceur et le nom du candidat

ANNEXE 2 - Partenariat KIC InnoEnergy

L'ADEME a établi un partenariat avec la KIC (Knowledge and Innovation Community) InnoEnergy pour permettre à ses doctorants de candidater à la PhD School, et ainsi de bénéficier de formations et d'aides à la mobilité.

La KIC IE souhaite assurer la compétitivité globale de l'Europe dans le domaine des technologies de l'énergie via une combinaison unique entre éducation, recherche, innovation, développement et commercialisation de produits sur ses six thématiques de travail (sustainable energy systems for renewables, sustainable nuclear and converging technologies, smart cities, energy from chemical fuels, clean coal technologies, smart electric grids and storage).

Chaque année, la KIC IE publie un (ou plusieurs) appel(s) pour sélectionner des doctorants dans le cadre de sa PhD School. Ce programme doctoral (que le doctorant suit en parallèle de son travail de thèse) lui permet de développer une culture de l'innovation et de l'entreprenariat via notamment des activités de formation dans le domaine de l'innovation et de la création d'entreprise, ainsi qu'un support à la mobilité au sein d'un réseau européen (universités, institutions de recherche et entreprises).
Grâce à ce partenariat, les doctorants ADEME sont éligibles aux appels de la PhD School et sont invités à y répondre. Le dépôt d'un dossier de candidature à cette PhD School doit se faire le plus tôt possible dans le déroulement de la thèse afin d'étaler les formations et mobilités sur toute la durée de la thèse. L'ensemble des frais (formation, mobilité) sont pris en charge par la PhD School.

L'ensemble des informations sur ce programme sont disponibles sur :
http://www.kic-innoenergy.com/education/phd-school/

ANNEXE 3 - Contractualisation et coût du cofinancement

1. Rémunération du doctorant

L'ADEME rémunère le doctorant à hauteur de 1 888,94 € (tarif 2018) pour les 2 premières années, portée à 1,5 fois le Smic la 3e année. Un contrat CDD de 2 ans renouvelable 1 an, si avis favorable lors du bilan à mi-parcours, est proposé au doctorant. Ces montants sont des minimas : le cofinanceur peut proposer une rémunération supérieure (la participation de l'ADEME est cependant plafonnée à 50 % du montant minimal).

L'ADEME s'engage uniquement sur la rémunération du doctorant. Tout autre frais (missions, colloques, tickets restaurant, impression de la thèse, soutenance…) reste à la charge du laboratoire d'accueil.

2. Contractualisation avec les partenaires

La cellule Thèses propose une convention de collaboration pour les 3 années de doctorat aux partenaires signataires :

- le(s) cofinanceur(s),
- le(s) organisme(s) représentant le(s) laboratoire(s) d'accueil.

Le modèle de convention-type est consultable sur TheseNetADEME.

3. Coût estimatif du cofinancement

PROMO 2018 (01/10/2018 au 30/09/2021)

Estimation du coût salaire d'une thèse ADEME sur 3 ans *

ANNEES UNIVERSITAIRES	01/10/2017 au 30/09/2018 (3 mois + 9 mois)	01/10/2018 au 30/09/2019 (3 mois + 9 mois)	01/10/2019 au 30/09/2020 *12 mois (1,5 Smic)*	MONTANT TOTAL des 3 années	Part Cofinanceur 50% pour 3 ans
Salaires	22 837,28 €	23 065,66 €	27 368,46 €	73 271,40 €	36 635,70 €
Charges patronales *	11 998,71 €	12 118,70 €	15 723,18 €	39 840,59 €	19 920,29 €
Total 1	**34 835,99 €**	**35 184,35 €**	**43 091,64 €**	**113 111,99 €**	**56 555,99 €**
Frais Gestion 15%	5 225,40 €	5 277,65 €	6 463,75 €	16 966,80 €	**8 483,40 €**
TOTAL	**40 061,39 €**	**40 462,01 €**	**49 555,39 €**	**130 078,79 €**	**65 039,39 €**
COF 50%	**20 030,70 €**	**20 231,00 €**	**24 777,69 €**	**65 039,39 €**	

* Charges patronales à actualiser en janvier 2018

**** TARIF entreprise :**	**Arrondi à**	**65 000,00 €**
**** TARIF Collectivité (hors frais de gestion)**	**Arrondi à**	**56 500,00 €**

*** Montant à inscrire sur le formulaire d'engagement de cofinancement.*

Pour mémoire :

TARIF 2018 - Montant mensuel brut			1 888,94 €
Réévaluation 1% au 01/01/2019	*18,89 €*	*(estimation)*	1 907,83 €
Réévaluation 1% au 01/01/2020	*19,08 €*	*(estimation)*	1 926,91 €
* 1,5 SMIC -**Valeur estimée au 01/01/2021** +1,5%			2 280,71 €

ANNEXE 4 - Thématiques prioritaires édition 2018

Les travaux de thèse proposés devront porter sur l'une des thématiques suivantes :

① Villes et territoires durables

Thématiques : *Bâtiments performants, Formes urbaines, Sols, Gouvernance et financement, Véhicules propres et économes, Systèmes de mobilité, Organisation territoriale, Blockchain*

② Economie circulaire

Thématiques : *Ecoconception, Ecologie industrielle et territoriale, Economie de la fonctionnalité, Consommation responsable, Prévention des déchets, Gaspillage alimentaire, Allongement de la durée d'usage et durée de vie des produits, Recyclage et valorisation énergétique, Matières premières primaires et de recyclage pour la transition écologique et énergétique*

③ Energie durable

Thématiques : *Energies marines renouvelables, Eolien terrestre, Eolien en mer, Solaire thermodynamique à concentration, Géothermie, Pile à combustible, Electrolyseur, H_2, Power to X*

④ Bioéconomie

Thématiques : *Agriculture, Elevage, Forêt, Biomasses, Systèmes alimentaires, Déchets organiques, Compostage, Méthanisation, Biomasse énergie, Biocarburants, Produits biosourcés pour la chimie et les matériaux, Bioraffinerie, Services écosystémiques, Évaluation environnementale, Usages et qualité des sols, Changement climatique, Organisations territoriales, Économie et accompagnement des changements*

⑤ Pollutions (air intérieur et extérieur, sites pollués) et impacts

Thématiques : *Pollutions, Contaminations, Air intérieur, Air extérieur, Friches et sites pollués, Impacts sanitaires et environnementaux, Déchets (filières de gestion), Impacts de la pollution des sols, Santé et précarité énergétique, Stockage géologique du CO_2*

⑥ Energie, environnement et société

Thématiques : *Transition énergétique, environnementale et sociale, Pratiques et modes de vie, Signaux faibles et tendances émergentes, Démarches prospectives et politiques publiques de la TEE, Stratégie bas carbone des entreprises et financement de la transition*

Le travail de thèse doit avoir un aspect novateur, c'est-à-dire nouveau et entraînant une révision ou une transformation de l'existant, il est fondé sur une hypothèse théorique, qui permet de repenser une question ou de problématiser une question émergente. Les exigences suivantes sont attendues pour les projets de thèses :

- **Eclairer des phénomènes peu étudiés ou mal compris,**
- **Démontrer qu'une nouvelle perspective appliquée à l'objet de la thèse permet de mieux comprendre que d'autres perspectives déjà utilisées,**
- **Contribuer à obtenir et analyser de nouvelles données empiriques.**

1 Villes et territoires durables

Cet axe vise à accompagner les **solutions et technologies pour minimiser les impacts énergétiques, environnementaux et climatiques des villes et des territoires**.
Ces solutions et technologies prennent place dans un contexte :

- d'atteinte de l'engagement de la division par 4 des émissions de gaz à effet de serre (GES) à l'horizon 2050,
- d'adaptation au changement climatique et de transition énergétique et écologique.

Il s'agit donc de participer à l'émergence des villes et territoires de demain en s'intéressant aussi bien à l'émergence de bâtiments et systèmes urbains performants qu'au développement puis à la mise en œuvre de solutions de mobilité innovantes par une prise en compte des pratiques dans une optique de changement vers des comportements vertueux. Dans cet objectif, la limitation de l'étalement urbain est un enjeu majeur qui passe forcément par la requalification de terrains déjà urbanisés.

Par soucis de clarté dans les approches, les aspects centrés sur la conversion des friches urbaines polluées sont renvoyés dans la partie 5.1.3 « Friches et sites pollués ».

1.1 Des territoires durables aux bâtiments performants

A l'échelle du bâtiment

Les projets de thèses contribueront à un ou plusieurs des objectifs suivants :

- Favoriser l'intégration d'intelligence dans les composants de construction en premier lieu dans un objectif d'optimisation énergétique ; assurer la communication entre les différents composants, ainsi qu'avec les usagers et gestionnaires ; améliorer l'ergonomie et les interfaces homme-machine ; améliorer la maintenance et la robustesse des systèmes intelligents,
- Développer des outils de conception (*ex : outils de conception multicritères, analyse de cycles de vie*) ; développer, caractériser et optimiser des matériaux, composants et systèmes d'enveloppe et leur intégration dans le bâtiment (*ex : nouveaux matériaux, composants et systèmes d'isolation, enveloppe multifonctionnelle…*) ; concevoir des équipements (*ex : systèmes de ventilation innovants, systèmes innovants de production d'énergie, piles à combustible*) favorisant la réduction des consommations énergétiques des bâtiments et l'amélioration du confort de l'ambiance intérieure (notamment le confort d'été), notamment dans un contexte de changement climatique.

  NB : Les attentes sur la thématique des matériaux biosourcés concernent la connaissance et la caractérisation des performances techniques : sont notamment attendus des travaux sur le comportement hygrothermique de ces matériaux et son impact sur le confort, sur la santé (développement fongiques) et sur la performance énergétique ; l'évaluation environnementale, ainsi que l'intégration et le comportement dans les ouvrages pourront également être traités.

  NB2 : Sur la thématique confort, il est attendu des travaux sur le développement de méthodologies de caractérisation de celui-ci par des approches multicritères et la détermination d'indicateurs de confort à partir d'études numériques et expérimentales.

  NB3 : Spécifiquement sur le confort d'été, le développement de méthodologies liées à la prise en compte de ce dernier dans les méthodes d'évaluation et d'optimisation de la performance thermique et énergétique des bâtiments est attendu, notamment dans un contexte de changement climatique. La prise en compte de l'inertie d'un bâtiment pourrait nécessiter des développements méthodologiques.

  NB4 : Les attentes sur les thématiques pile à combustible / hydrogène concernent l'intégration dans le bâtiment favorisant l'autoconsommation et l'offre de nouveaux services
- Développer des produits et des procédés réduisant les consommations énergétiques et compatibles avec la poursuite d'objectifs en matière de :
  - qualité environnementale (réduction des impacts environnementaux, notamment les émissions de GES) et sanitaire des bâtiments, des quartiers et des territoires (ex : qualité de l'air intérieur, consommation d'espace, ambiance sonore et lumineuse, qualité de vie),
  - réduction de leurs impacts environnementaux (ACV),
  - durée de vie, de robustesse, de recyclage,

- changement climatique et d'adaptation à ses effets.

  NB : Les produits / technologies traitant de la qualité de l'air intérieur sans lien avec les produits et procédés liés aux bâtiments performants sont traités dans la partie « Pollutions et impacts »

- Développer / améliorer les méthodologies et/ou outils de quantification de l'impact environnemental des phases de construction et de déconstruction des bâtiments,
- Améliorer les connaissances sur l'impact ressources des bâtiments et sur son évolution ; mieux connaître la quantité et la qualité de ce gisement de matériaux (base de données adaptée à différents territoires, cartographie, potentiels de recyclabilité, de réutilisation et de valorisation…),
- Développer les connaissances liées au comportement dans les bâtiments, permettant notamment, de tenir compte plus finement du comportement des occupants dans la prévision de la consommation d'énergie réelle des bâtiments.

Les formes urbaines

Les projets de thèses contribueront à un ou plusieurs des objectifs suivants :

- Analyser les rapports entre les évolutions démographiques (décohabitation des ménages, vieillissement, précarisation…,), les "nouvelles" formes d'habiter (cohabitation, habitat partagé, participatif……), les consommations de ressource (sol, énergie...) et les nouvelles formes architecturales et urbaines que ces évolutions produisent (habitat modulable, mutualisation des services au sein de l'ilot, quartiers autogérés...). Ces approches pourront aller jusqu'aux dimensions socio-économiques des jeux d'acteurs et modalités de financement et de rentabilisation induite,
- Réfléchir à de nouvelles modalités de conception urbanistique et architecturale, favorisant efficacité énergétique et adaptation au changement climatique, renouvellement urbain, qualité de l'air, sobriété, qualité de vie, et confort thermique et acoustique,
- Dans un objectif d'adaptation au changement climatique, analyser et objectiver le(s) rôle(s) d'espaces de « nature en ville » dans les espaces publics : végétalisation, limitation de l'artificialisation, points d'eau, espèces, localisation, aux regards de leurs effets attendus…

Sols

Concernant plus particulièrement les sols, ils sont le support vital pour la production de biomasse et le développement économique des territoires, il est nécessaire d'innover en proposant de nouvelles approches visant à mieux considérer l'ensemble des services rendus, que ce soit en milieu urbain, agricole ou forestier. En effet, au-delà de la biomasse les sols fournissent simultanément d'autres services écosystémiques indispensables à la vie en permettant la régulation des grands cycles naturels (du carbone, de l'azote, de l'oxygène, de l'eau…), du climat, de la qualité de l'air et de l'eau ou encore en contrôlant les inondations et les populations d'organismes pathogènes. Il s'agit donc d'être en mesure d'arbitrer entre les différents usages des sols en fonction de leur nature, de leur situation au sein des territoires mais également en considérant l'ensemble des services rendus. Le développement d'approches est attendu dans le domaine de :

- L'évaluation (biophysique et économique) des services écosystémiques rendus par les sols (ex : stockage de carbone vs production de biomasse),
- L'intégration des sols et des changements d'usage dans les démarches multicritère d'analyse des produits, des territoires ou des filières,
- La définition d'indicateurs de caractérisation et de suivi des sols et des services rendus.

Organisation territoriale, gouvernance et financement

Dans l'optique de la mise en œuvre d'une démarche de territoire à énergie positive qui intègre les enjeux liés au changement climatique, les travaux de thèse pourront porter sur un des axes de questionnement suivants :

- Comment favoriser l'articulation des stratégies énergétiques et climatiques avec les politiques et instruments de planification urbaine et d'aménagement ?
- En quoi de nouvelles modalités d'implication et d'engagement de la diversité des acteurs (de l'aménagement, de la construction, de la production de richesse, de la société civile…) et des ressources (cognitives, méthodologiques, outils d'aide à la décision, de modélisation, données…) peuvent-elles participer à l'émergence d'innovations dans la fabrique et la gestion urbaine ?

- Comment analyser et optimiser le rôle et les impacts socio-économiques et spatiaux des différents leviers et outils de régulation (règlements locaux, fiscalité, jeux d'acteurs, modalités de financement, d'évaluation…) de la gestion urbaine ?
- Dans quelle mesure les processus décisionnels pèsent-ils sur l'émergence de ces innovations ?
- Dans quelle mesure les nouveaux outils et services à disposition influencent-il les choix et modalités de décision des différentes parties prenantes de la fabrique et de la gestion urbaine ?

Enveloppe du bâtiment (thermique…) : ***Samira KHERROUF***
Ventilation, gestion de l'air intérieur : ***Pierre DEROUBAIX***
Evaluation environnementale des produits de construction et des bâtiments : ***Philippe LEONARDON, Marc SCHOEFFTER***
Produits de construction biosourcés et bois : ***Philippe LEONARDON, Virginie LE RAVALEC***
Outils de conception : ***Hubert DESPRETZ***
Intelligence / bâtiment : ***Alain ANGLADE, Frédéric ROSENSTEIN***
Equipements électrique (éclairage) : ***Bruno LAFITTE***
Equipements électriques (autres usages) : ***Thérèse KREITZ, Alain ANGLADE***
Pile à combustible / Hydrogène : ***Loïc ANTOINE***
Ambiances sonores urbaines : ***Emmanuel THIBIER***
Adaptation au changement climatique : ***Bruno LAFITTE et Céline PHILLIPS***
Urbanisme et formes urbaines : ***Solène MARRY***
Planification énergétique : ***Sophie DEBERGUE***
Renouvellement urbain : ***Amandine CRAMBES***
Nature en ville: ***Sarah MARQUET***
Sols urbains : ***Isabelle FEIX***
Gestion des sols et urbanisme : ***Sophie DEBERGUE***

1.2 Transports et mobilité : des véhicules propres et économes en énergie aux systèmes complexes de mobilité

Objet véhicule
Les travaux pourront porter sur l'émergence de solutions performantes sur les plans énergétiques et environnementaux en s'intéressant à :

- L'architecture innovante et l'allègement à des fins de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de polluants atmosphériques et des consommations d'énergie : structure du véhicule sans ouvrants latéraux, alliages métalliques et matériaux composites compatibles avec des cadences industrielles et adaptés aux pièces structurelles, prise en compte des aspects durabilité, réparabilité et recyclabilité,
- La recherche et l'évaluation de matériaux, systèmes et/ou procédés de fabrication innovants amenant à maturité industrielle les systèmes de récupération et de valorisation des énergies thermique (circuits eau, huile, réfrigérant, boucle d'air, ligne d'échappement) et thermodynamique (gaz d'échappement).

Systèmes de mobilité et organisation
Les travaux de thèse attendus devront s'intéresser à :

- L'acquisition de connaissances sur les mobilités et de façon prospective sur leurs perspectives d'évolution (dépendance aux modes routiers, rôle des collectivités et des consommateurs pour l'accès et l'exploitation des données réelles),
- L'interface véhicule / réseaux pour les véhicules à traction électrique (dont hydrogène) : optimisation de leur utilisation / diffusion, et des infrastructures associées, en tant que levier d'intégration des énergies renouvelables de flux, en métropole et particulièrement en zones non interconnectées (ZNI),
- La conception d'outils d'aide à la prévision et à l'organisation des mobilités ou des systèmes de transports et de logistiques (outils experts : sur les modes de déplacements, sur la localisation des ménages et des activités, sur l'organisation des entreprises…),
- Systèmes de transports voyageurs : les modèles économiques autour de l'utilisation des véhicules électriques pour proposer des services aux réseaux énergétiques,

- Multi-modalité : les systèmes d'information dynamique, l'optimisation des circuits et horaires permettant d'assurer la compatibilité multimodale,
- Systèmes de transports marchandises :
  - la maîtrise de la demande : information fournie aux consommateurs et impact sur la chaîne logistique,
  - l'évaluation de la performance environnementale dans les transports de marchandises,
  - l'interopérabilité, le couplage voyageurs-marchandises (freins, levée des verrous).
- Les liens entre organisation urbaine, territoriale et mobilité (type de mobilité, vecteur mobilisé, organisation et planification des infrastructures).

Multi-modalité, interopérabilité, report modal :
Séverine BOULARD, Pierre TAILLANT, Gérald LALEVEE
Mobilité et organisation urbaine :
Christelle BORTOLINI, Sarah MARQUET
Allègement, composition matériaux : ***Bertrand-Olivier DUCREUX, Laurent GAGNEPAIN***
Maîtrise de la demande, performance environnementale des transports de marchandises : ***Marc COTTIGNIES***
Véhicule électrique : ***Matthieu MEFFLET-PIPEREL***
Véhicule H_2 / Pile à combustible : ***Loïc ANTOINE, Matthieu MEFFLET-PIPEREL, Denis BENITA***

1.3 Blockchain

La blockchain (mécanisme qui a permis de déployer la monnaie virtuelle bitcoin, sans besoin de tiers de confiance) connaît de plus en plus de succès et commence à être utilisée dans différents secteurs, dont le bâtiment. La blockchain pourrait être à la base, par exemple, de l'échange d'énergie sans intermédiaire entre producteurs décentralisés d'énergie renouvelable et consommateurs. Les secteurs de la maquette numérique, des transports, des assurances et de l'industrie (notamment dans le cadre de démarche d'écologie industrielle et territoriale) peuvent aussi trouver des déclinaisons applicatives grâce à ce protocole. La blockchain serait aussi utilisable pour les contrats de performance énergétique (smart contracts) et pour la vérification des performances (dans le cadre de la Garantie de Performance Energétique) sans tiers de confiance/AMO. Des travaux de recherche pourront porter sur cette thématique en s'intéressant particulièrement au service rendu (bâtiment, transport, industrie) et à l'évaluation des bénéfices énergétiques et environnementaux potentiels.

Blockchain : ***Stéphane GOUFFIER***

2 Economie circulaire

Dans le domaine de l'économie circulaire sont attendus des travaux de thèses :

- sur les différents piliers de l'économie circulaire (cf. parties 2.1 à 2.6),
- sur l'amélioration des connaissances concernant les matières premières non renouvelables et non énergétiques (partie 2.7).

Les impacts environnementaux et sanitaires des déchets et de leurs filières de gestion sont traités dans la partie 5.2 « Impacts sanitaires et environnementaux ».



2.1 Ecoconception

Les projets de thèses devront contribuer à diminuer la prise de risque des acteurs économiques dans la conception ou l'évolution de produits / services plus performants (empreinte environnementale) y compris lorsque l'évolution s'accompagne d'un changement de modèle d'affaire.

Il s'agira notamment de :

- Travailler sur une innovation technologique de rupture ou incrémentale qui permette de diminuer l'impact environnemental du produit / service sur son cycle de vie : étape d'extraction des ressources avec une priorité pour les projets qui contribuent à diminuer la pression sur les ressources critiques, étape de production, étape d'usage avec une priorité pour les projets qui permettent de guider le consommateur dans un comportement vertueux, étape de fin de vie avec une priorité pour les projets qui augmentent la durée de vie.
- Améliorer les méthodes d'évaluation environnementales multicritères et cycle de vie avec en priorité des travaux sur :
  - les méthodes de caractérisation des impacts et dommages potentiels (ressources, biodiversité, écotoxicité…),
  - le couplage des méthodes d'évaluation des impacts sociaux, économiques et environnementaux, et tout autre type de couplages (SIG-ACV, EEIO-ACV….),
  - le développement de nouvelles approches fondées sur les limites induites par la quantité des ressources disponibles sur la planète (limites planétaires) et cohérentes avec des trajectoires technologiques et organisationnelles ; ces travaux devront aider les filières professionnelles à définir des trajectoires possibles de transition « à haute performance environnementale » (à l'instar des travaux stratégie bas carbone, cf. plus loin) en considérant une approche multicritère,

- Développer des leviers incitatifs monétaires permettant de valoriser les industriels porteurs de solutions à moindre impact.

Ecoconception : ***Erwan AUTRET***
Méthodes d'évaluation des productions agricoles et des filières : ***Vincent COLOMB***

2.2 Ecologie industrielle et territoriale (EIT)

La particularité de l'EIT est de combiner des approches technologiques, méthodologiques et de nouveaux modes de gouvernance et modèles d'affaires. Des travaux de recherche permettraient de lever certains freins au déploiement de ces démarches. Il s'agit notamment de concevoir et expérimenter des outils, méthodes et instruments au service de l'EIT : instruments juridiques et réglementaires, modèles économiques, outils d'évaluation, approches systémiques, aides multicritères à la décision, modélisation et quantification des flux, et apport du « Big Data », modes de gouvernance, d'animation, de coordination, nouvelles formes de relations sociales, démarches participatives.

Ecologie industrielle et territoriale : ***Cyrielle BORDE***

2.3 Economie de la fonctionnalité

L'économie de la fonctionnalité consiste à fournir aux entreprises, individus ou territoires des solutions intégrées de biens et de services visant la performance d'usage et non la simple vente de biens. Ces solutions doivent permettre une moindre consommation des ressources, un accroissement du bien-être des personnes et un développement économique dans une perspective d'économie circulaire.
Les projets de thèses apporteront des connaissances dans la perspective de faciliter le déploiement de l'économie de la fonctionnalité, en particulier sur l'évaluation de l'immatériel, les conditions d'émergence et de déploiement des nouveaux modèles, le design des solutions innovantes, l'évolution des formes de gestion, contractualisation, financement et de gouvernance des nouveaux modèles, et sur les articulations entres les innovations entrepreneuriales et le développement territorial. La recherche s'appuiera sur des cas d'entreprises ou de territoires.
Les projets de thèse pourront aussi porter sur des innovations d'entreprises ou d'écosystèmes d'acteurs territoriaux, portant sur tout ou partie du processus d'innovation, de l'idée jusqu'à la phase expérimentale.
Les solutions devront présenter des potentialités en termes d'utilité environnementale, sociale et économique.

Economie de la fonctionnalité : ***Claire PINET***

2.4 Consommation responsable, prévention des déchets et gaspillage alimentaire

Les attendus sur cette thématique sont précisés ci-dessous dans l'axe 6.1 « Transitions énergétique, environnementale et sociale », et plus précisément la sous-partie « Pratiques et modes de vie ».

2.5 Allongement de la durée d'usage

Pour allonger la durée de vie des objets, de façon générale, des actions d'écoconception visant à augmenter la robustesse des produits, leur réparabilité et leurs capacités à évoluer sont mises en œuvre.
Des actions plus spécifiques permettant d'augmenter la durée d'usage des produits sont attendues. Ainsi, les travaux attendus devront porter sur :

- Les leviers d'optimisation des usages (consommation collaborative, économie de la fonctionnalité, mutualisation des usages, réemploi, réparation…),

- Les leviers de changement de comportement sur le respect des préconisations d'utilisation et d'entretien ainsi qu'à la réparation plutôt qu'au remplacement / rachat,
- La perception de l'obsolescence programmée et le rôle des médias,
- Les mécanismes incitatifs fiscaux, réglementaires, économiques, sociaux… allant dans le sens de l'allongement de la durée d'usage.

Allongement de la durée de vie : ***Erwann FANGEAT***
Réparation : ***Marie HERVIER***

2.6 Recyclage et valorisation énergétique

Des innovations technologiques, organisationnelles, logistiques et de service sont attendues dans les domaines de la prévention, de la collecte, du tri, de la préparation, de la transformation et de la mise en œuvre des matières et des produits usagés ; l'objectif est d'améliorer le bouclage des flux de matière (faire durer les matières, limiter les pertes) et d'optimiser la valorisation énergétique en réduisant les impacts. Des travaux de thèse sont notamment attendus dans les domaines suivants :

- Métaux rares et critiques,
- Plastiques,
- Matériaux composites,
- Déchets du BTP,
- Collecte et gestion des biodéchets issus des gros producteurs,
- Caractérisation des matières issues des déchets (développement de méthodes d'échantillonnage et d'analyse),
- Préparation et prétraitement des déchets de bois et autres déchets contenant de la biomasse (ex : refus de pulpeur, boues, etc.) pour en optimiser la valorisation énergétique,
- Nouvelles voies de valorisation énergétique par voie thermochimique (incluant les étapes de préparation, de transformation et de valorisation (matière ou énergie) proprement dite des déchets),
- Nouvelles voies de méthanisation de déchets organiques,
- Modes de valorisation des types de déchets à venir (issus de produits récemment conçus et mis sur le marché).

NB : Le tri et le recyclage des matériaux biosourcés sont traités dans la partie « Bioéconomie ».

BTP : ***Sylvain BORDEBEURE***
Collecte des déchets : ***Olga KERGARAVAT***
Caractérisation des déchets : ***Raphaëlle DESPLAT***
Opérations de tri : ***Philippe THAUVIN***
Préparation des déchets de bois : ***Marie APRIL, Alice FAUTRAD***
Traitement thermique : ***Elisabeth PONCELET, André KUNEGEL, Sandra LE BASTARD***
Méthanisation : ***Julien THUAL, Guillaume BASTIDE***
Valorisation organique : ***Fabienne MULLER***
Valorisation du biogaz : ***Olivier THEOBALD***
Autres champs : ***Nicolas PETIT, Isabelle HEBE***

2.7 Disponibilité des matières premières (MP) primaires et de recyclage pour la transition écologique et énergétique

Les travaux de thèse devront permettre de mieux appréhender la disponibilité des matières premières, notamment minérales, qu'elles soient primaires ou qu'elles aient déjà fait l'objet d'une utilisation (recyclage). Le champ de recherche peut être transversal ou viser des applications d'outils de modélisation à des secteurs de la transition énergétique : énergies renouvelables notamment électriques, stockage de l'électricité, véhicules électrique, smart grid, ville intelligente.

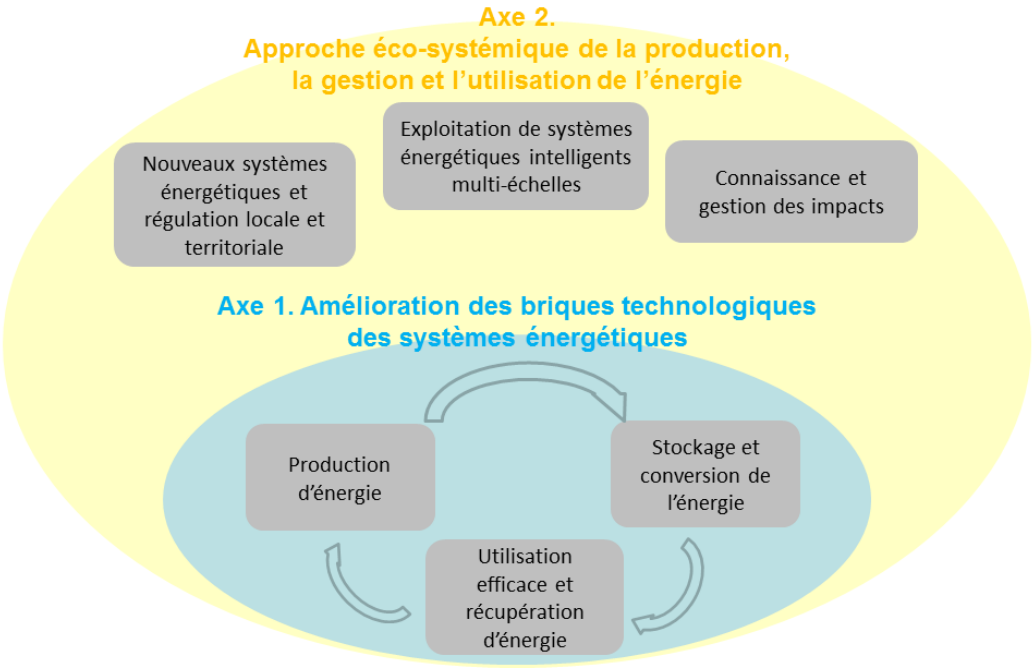
Il s'agit de :

- Mieux comprendre les stocks et flux de matières premières dans l'anthroposphère,
- Evaluer l'évolution de la demande et de l'offre en particulier pour les matières premières stratégiques / critiques au développement des technologies innovantes ou en fort développement en particulier pour déterminer des situations de criticité des approvisionnements,
- Evaluer les potentiels de recyclage et la participation de celui-ci à l'approvisionnement du marché en tenant compte des paramètres d'équilibre économique et des contraintes techniques,
- Modéliser des paramètres qui guident le passage d'un gisement de recyclage potentiel à un gisement mobilisable et à un gisement recyclé.

Approche transversale : ***Alain GELDRON***
Recyclage : ***Rachel BAUDRY***

3 Energie durable

Le présent appel à candidature se situe en amont de l'appel à projets de recherche Energie Durable. Il en reprend les grands axes en ciblant certaines filières énergétiques sur lesquelles des travaux de thèse sont attendus.



3.1 Amélioration des briques technologiques des systèmes énergétiques

Production et conversion de l'énergie

Sont UNIQUEMENT attendus des projets de thèse sur les thématiques :

- Energies marines renouvelables (ETM, hydrolien,houlomoteur),
- Eolien en mer (fondation posée ou flottante),
- Solaire thermodynamique à concentration (Concentrating Solar Power Plant),
- Géothermie,
- Pile à combustible, électrolyseur, H_2, power to X,

Il s'agit ici de contribuer à la conception et l'amélioration de briques technologiques pour les étapes de production et de conversion de divers vecteurs énergétiques.
Les projets de thèse devront donc contribuer à un des objectifs suivants :

- Améliorer les performances intrinsèques des systèmes : fiabilité, rendement, consommation de matière, durée de vie, sécurité et coût,
- Optimiser les quantités de matières utilisées, substituer les matières premières critiques, étudier la recyclabilité,
- Etudier, caractériser et modéliser les phénomènes de vieillissement et de fatigue.

Plus particulièrement,

- Pour l'éolien en mer, contribuer à la conception intégrée turbine-fondation en prenant en compte l'ensemble des contraintes géotechniques et météocéaniques,
- Pour l'héliothermodynamique à concentration (CSP), contribuer à la définition de matériaux innovants pour cellules réceptrices, échangeurs thermiques voire unité de stockage, en prenant en compte une approche pluridisciplinaire,
- Pour la géothermie, étudier de nouvelles méthodes exploratoires permettant de réduire significativement le coût d'une évaluation de potentiel,
- Développer des systèmes de conversion d'énergie renouvelable en vecteur énergétique ou produits à valeurs ajoutées (Power to X),

Le développement de matériaux pour des procédés de production d'hydrogène par photolyse directe ou bio inspirés n'entre pas dans le périmètre de cet appel.

Energies marines renouvelables : ***Julien DELANOE***
Eolien en mer : ***Vincent GUENARD***
Solaire thermodynamique : ***Rodolphe MORLOT***
Géothermie : ***Philippe LAPLAIGE***
Technologies pile à combustible, électrolyseur, H_2, power to X : ***Loïc ANTOINE***

Utilisation efficace et récupération de flux (énergie, CO_2) dans l'industrie

Les travaux de thèse devront participer à :

- La récupération et la valorisation d'énergie thermique (chaleur ou froid) dans les procédés et utilités :
  - valorisation de la chaleur perdue permettant la réutilisation de cette chaleur sur d'autres applications industrielles,
  - utilisation de la chaleur fatale pour la production de froid, d'énergie mécanique ou électrique,
  - innovations technologiques appliquées aux échangeurs de chaleur : des performances de plus en plus élevées sont attendues des échangeurs en termes d'échange, de coût, de fiabilité et de maintenance,
  - innovations technologiques appliquées aux pompes à chaleur « haute température » permettant la valorisation d'un gisement fatal basse température.
  - développement de méthodologies d'intégration énergétique en vue de l'optimisation de l'efficacité énergétique des procédés,
  - stockage d'énergie thermique appliqué à l'industrie.
- L'amélioration majeure de l'efficacité énergétique des procédés et utilités industriels :
  Le procédé (ou utilité) en question doit être amélioré et/ou substitué par un procédé (ou utilité) plus sobre en énergie primaire. Il est attendu que les travaux proposés participent à améliorer de manière significative l'efficacité énergétique des procédés (ou utilités).
- L'amélioration de l'acquisition ou de l'analyse des données nécessaires pour mener une politique de maitrise de l'énergie sur site industriel.
- L'amélioration majeure de l'efficacité matière des procédés :
  Le procédé en question doit être amélioré et/ou substitué par un procédé plus sobre en matières premières et/ou produisant moins de déchets. La recherche peut également concerner des procédés permettant de valoriser in-situ des déchets produits par le site (ré-incorporation matière en amont du procédé par exemple). Il est attendu dans les travaux proposés des améliorations significatives en matière d'utilisation efficace des ressources matières premières pour les procédés.
- Récupération du CO_2 pour son utilisation (captage et valorisation du CO_2) :
  L'optimisation des technologies de captage et valorisation du CO_2 sous-tend un besoin d'amélioration de la compréhension des phénomènes qui occurrent à différentes échelles : de l'atome à la molécule à l'échelle méso où la structure du matériau joue un rôle sur la réaction et les transferts de masse et de chaleur. Une meilleure identification de l'interaction structure-propriété-réactivité pourrait permettre un développement de technologies de rupture comme des systèmes intégrés de captage-valorisation du CO_2 ou la miniaturisation des procédés pour un gain énergétique. Cette problématique pourrait être mieux appréhendée via le développement d'outils de modélisation multi-échelle (structure-réactivité) pour permettre un screening des systèmes étudiés, le développement de système moléculaire/matériau ou procédé avec une performance élevée et une meilleure intégration. Un autre axe de développement pourrait être le développement de nouveau système moléculaire/procédé de rupture pour une meilleure intégration de la chaine de récupération du CO_2 pour son utilisation. Ces travaux sont attendus dans le cadre de la récupération et l'utilisation du CO_2 issu des sources fixes d'émissions ou issu de la purification de biogaz :
  - *Pour les technologies de captage de CO_2 :* développer des technologies de captage de rupture permettant un réel gain énergétique et adaptées aux contraintes des procédés de valorisation du CO_2, voir le développement de procédé intégré {captage-valorisation du CO_2},
  - *Pour la valorisation chimique du CO_2 :* développer des procédés de transformation du CO_2 permettant la production de produits énergétiques, chimiques ou matériaux,

- *Pour la valorisation biologique du CO_2 :* développer des procédés innovants de conversion biologique du CO_2 en produits pour la chimie, en matériaux ou en produits énergétiques.

Procédés thermiques : ***Tristan HUBE (froid), Guillaume DAILL (fours et chaufferies), Aude-Claire HOUDON (procédés de séchage, séparation)***
Procédés électriques : ***Frédéric STREIFF***
Valorisation de chaleur fatale, échangeurs : ***Marina BOUCHER***
Efficacité matière des procédés : ***Marlène DRESCH***
Méthodologie d'optimisation multicritère, matière, énergie, coûts : ***Éric DARLOT***
Captage, valorisation du CO_2 : ***Aïcha EL KHAMLICHI***

3.2 Approche écosystémique de la production, la gestion et l'utilisation de l'énergie

Dans cet axe, sont UNIQUEMENT attendus des projets de thèse sur l'éolien terrestre ou en mer.

Les projets attendus devront ainsi traiter un ou plusieurs des objectifs suivants :

- *Acceptabilité sociale :* amélioration des connaissances sur les déterminants et les leviers possibles afin de faciliter le développement de parcs éoliens
- *Bruit :* amélioration des connaissances, des outils de simulation et de mesure des impacts sonores ; conception et/ou développement de solutions de diminution des impacts sonores
- *Paysages :* développement de méthodologies de quantification des impacts ; conception d'approches innovants afin d'améliorer l'intégration des éoliennes aux paysages,
- *Biodiversité / Sols :* amélioration des connaissances sur l'impact des unités de production sur la biodiversité et/ou les sols ; développement/test de bonnes pratiques et solutions innovantes, pour les étapes de développement, d'exploitation et de démantèlement des parcs éoliens, afin d'anticiper, réduire, compenser ou éliminer les impacts,

Eolien terrestre : ***Sébastien BILLEAU***
Eolien en mer : ***Vincent GUENARD***

4 Bioéconomie

Cette partie a pour objectif de contribuer à la bioéconomie, en promouvant la gestion durable des écosystèmes, des sols et des productions agricoles et sylvicoles tout en favorisant la mobilisation et l'utilisation de la biomasse (alimentaire et non alimentaire).
Il s'articule autour des 3 axes de recherche suivants :

- *Ecoefficience des systèmes de production, transformation et valorisation des biomasses*
- *Evaluation environnementale et articulation des productions et usages de la biomasse*
- *Accompagnement au changement et instruments de politique publique pour une bioéconomie durable*

4.1 Eco-efficience des systèmes de production, transformation et valorisation des biomasses

À travers les travaux de thèse, il s'agit de favoriser le développement et l'amélioration des différentes étapes de production, collecte, transformation et valorisation de toutes les biomasses (alimentaires et non alimentaires, y compris de nouvelles formes de biomasse comme l'entomofaune ou les algues, etc) en intégrant notamment les enjeux liés à la valorisation en fin de vie, la réduction des impacts environnementaux et en maximisant les services rendus. Hors alimentation humaine et animale, la biomasse produite peut être valorisée pour la production de biocarburants liquides ou gazeux, la production de chaleur ou d'électricité, la production de matière pour la chimie, les matériaux… Compte tenu des usages concurrents et des surfaces limitées, le développement des bioénergies et produits biosourcés impose de maximiser l'utilisation de la biomasse (efficacité par hectare) et de diversifier les bio ressources exploitables.

L'évolution du climat doit être prise en considération et notamment les impacts prévisibles sur la disponibilité en biomasse et la recherche des pratiques pour améliorer la résilience des écosystèmes et de systèmes de production.

Gestion et production durable des biomasses
Des projets sont attendus sur :

- Des solutions techniques et/ou organisationnelles innovantes permettant d'améliorer les bilans environnementaux, l'efficacité énergétique, l'intégration des énergies renouvelables, et la productivité primaire dans les filières agricoles végétales et animales,
- Des itinéraires sylvicoles permettant une mobilisation accrue du bois en forêt tout en limitant les impacts environnementaux et en permettant une adaptation augmentée de la forêt au changement climatique,
- La valorisation des espaces et des sols péri-urbains et urbains à travers le développement de l'agriculture et de la sylviculture. La ville peut en effet contribuer à produire des biomasses végétales et animales, ainsi qu'à recycler des produits organiques,
- L'expérimentation de nouvelles filières de production sur des sols dégradés (ex : pollués, salinisés), ceci y compris via le développement de technologies de transformation (devenir des sous-produits et des effluents). Sur des sols pollués, seules les cultures à finalités non alimentaires sont à envisager. Il s'agit alors d'identifier les modalités spécifiques à mettre en œuvre, tant pour les cultures que pour les filières en aval, pour tenir compte de la présence de ces polluants (ex : itinéraires techniques, conditions de culture et de récolte, amendements pour limiter les transferts, analyse des accumulations dans la biomasse, suivi des milieux). La faisabilité pour les cas de pollution mixte organique / inorganique serait à considérer,
- En cas de pollution métallique, de nouvelles opportunités sont à explorer telles que l'écocatalyse ou l'agro-mine, c'est-à-dire l'utilisation de plantes pour extraire les métaux des sols et fournir une matière première utilisable par l'industrie.

Collecte, caractérisation et préparation de la biomasse
Les propositions de thèse viseront au développement et/ou à l'analyse de procédés pour densifier, stocker, trier et préparer les ressources biomasses afin d'améliorer et d'homogénéiser leur qualité avant leur utilisation. Concernant les valorisations en combustion et pyrogazéification, sont notamment attendus des travaux sur des méthodologies et outils innovants de caractérisation de la biomasse pour améliorer la qualité du combustible (humidité, homogénéité…), et pour l'optimisation de la préparation des différents combustibles (sous-produits agricoles et forestiers, refus de compostage et de criblage, produits bois en fin de vie adjuvantés ou non…) en adéquation avec les

besoins des différents types de chaudières (granulométrie, taux de fines, humidité, gestion des mélanges…) et en limitant les impacts énergétiques et environnementaux.

Valorisation non alimentaire des biomasses

Les propositions de thèses contribueront au développement :

- ***De la biomasse énergie pour la production de chaleur et d'électricité***
  Il s'agit d'améliorer et fiabiliser les performances énergétiques et environnementales des installations de combustion ou pyrogazéification de biomasses. Les propositions de thèse devront donc contribuer aux objectifs suivants :
  - *Secteur domestique* : méthodologies d'évaluation des appareils existants au niveau énergie et qualité de l'air (vieillissement, pratiques des utilisateurs, ramonage),
  - *Secteur collectif-industrie* : amélioration et fiabilisation des performances des équipements notamment pour une variation de charges et de combustibles ; adaptation des technologies de combustion ou pyrogazéification aux déchets de bois adjuvantés, aux ressources agricoles et résidus ligneux,

  La valorisation matière des cendres (dont cendres de chaufferie biomasse) pour une utilisation non agricole ou forestière.
- ***De procédés innovants de conversion de la biomasse***
  La mise en œuvre de procédés innovants de conversion de la biomasse en produits, matériaux et biocarburants se développe au travers de la mise en place de bioraffineries. Les bioressources entrant dans le périmètre sont les suivantes : biomasse lignocellulosique (résidus agricoles et forestiers, cultures dédiées…), ressources algales, coproduits organiques industriels (IAA…), déchets organiques, avec une priorité sur les bioressources produites sur le territoire national.
  Les propositions de thèse viseront à :
  - développer et mettre en œuvre des procédés de culture d'algues et de microorganismes robustes performants techniquement et économiquement destinés à la production de biocarburants et / ou de produits biosourcés : ingénierie des réacteurs, procédés de culture, récolte et extraction, levée de verrous biologiques et métaboliques, bioremédiation et recyclage du CO_2…,
  - améliorer la performance des procédés de prétraitement et de déconstruction de la biomasse lignocellulosique tout en veillant à en limiter les impacts énergétiques et environnementaux : torréfaction, pyrolyse, gazéification, conversion hydrothermale, biotechnologies blanches…,
  - développer des procédés de valorisation de la biomasse écoefficients,
  - acquérir des connaissances sur les impacts environnementaux, sociaux et économiques des unités de bioraffineries.

Gestion des produits biosourcés en fin de vie

Eco-concevoir un produit implique d'anticiper les voies de valorisation potentielles lorsqu'il arrive en fin de vie (après sa phase d'utilisation) afin d'inscrire pleinement son développement dans une démarche d'économie circulaire. Les travaux attendus viseront à :

- Améliorer la valorisation des produits biosourcés en fin de vie, et notamment des plastiques et composites : identifier les voies de recyclage (matière ou organique) adaptées aux caractéristiques de ces produits, améliorer les performances techniques des matériaux biosourcés recyclés, …
- Evaluer et si possible améliorer la biodégradabilité des matériaux biosourcés pour lesquels cette fin de vie est justifiée, notamment ceux destinés au compostage domestique ou industriel.

4.2 Evaluation environnementale et articulation des productions et usages de la biomasse

Les travaux de thèse viseront à optimiser la production, les usages et les flux des biomasses au sein des territoires et des filières dans le cadre d'approches systémiques en maximisant les complémentarités entre sources de biomasses et en gérant les concurrences entre les usages des sols et de la biomasse ainsi qu'entre filières.

Les arbitrages doivent aussi se faire en prenant en compte l'économie des filières ou des territoires mais également les synergies (ex : utilisation de sous-produits industriels pour l'élevage ou la fertilisation des sols) et les oppositions entre enjeux (ex : stockage de carbone vs prélèvement de

biomasse pour l'énergie, défi alimentaire vs valorisations non alimentaires des biomasses) et les services écosystémiques rendus par les milieux (ex : régulation du climat, des flux et de la qualité de l'eau, de la qualité de l'air). De nouvelles approches intégrées et des indicateurs environnementaux, économiques et sociaux doivent être proposés pour évaluer les impacts potentiels des évolutions attendues (modification de pratiques, implantation sur les territoires de nouvelles filières d'utilisation de diverses sources de biomasses…), à différentes échelles spatiales.

Evaluation des services écosystémiques et des impacts environnementaux

Les travaux attendus contribueront à l'évaluation des services écosystémiques des milieux, y compris des sols, et au développement de méthodologies d'analyse des impacts environnementaux. Il pourra s'agir de travaux sur :

- L'évaluation biophysique et économique des services et leur spatialisation à différentes échelles (ex : parcelle, unité de production, territoire, pays), en fonction des milieux et de pratiques de production et de gestion, afin notamment d'aider les planifications territoriales.
- L'analyse des impacts du développement des filières utilisant les biomasses, notamment via l'amélioration et/ou le développement des méthodes d'évaluation multicritère des impacts environnementaux (ex : ACV attributionnelle, conséquentielle, spatialisée, couplages de modèles économiques et biophysiques, approches multi-objectifs) des systèmes et filières agricoles ou forestiers, non seulement en termes de bilans GES (notamment en améliorant l'intégration du carbone biogénique) mais également en analysant l'intégration des services écosystémiques, les impacts sur les sols et d'autres impacts environnementaux (ex : air, eau, biodiversité, risque et incertitude) et sociaux (ex : ACV sociale).
- L'analyse des impacts des changements d'affectation des sols indirects liés au développement des filières énergétiques (y compris biomasse solide) ou des systèmes de production plus extensifs, nécessitant plus de surfaces.
- L'amélioration de la prise en compte des filières de la bio-économie dans les inventaires territoriaux, notamment nationaux, d'émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques.

Evaluation de la ressource, articulation des productions et des usages des biomasses

Les travaux attendus contribueront au développement d'outils pour l'évaluation des gisements des biomasses et d'aide à la décision pour articuler les usages au sein des territoires, en fonction de critères environnementaux (bilan carbone, ACV, préservation des services écosystémiques, préservation des sols, etc.), économiques (ex : capacités des territoires à investir, valeur ajoutée des produits, etc.) et sociaux (ex : création/destruction d'emplois, liens sociaux). Il pourra notamment s'agir de travaux sur :

- L'évaluation, notamment dynamique, des ressources de biomasse et leurs modélisations aux échelles territoriales, en prenant notamment en compte les impacts des perturbations naturelles extrêmes afin d'en déduire les ressources disponibles à moyen terme et d'anticiper les pratiques agricoles ou sylvicoles à mettre en œuvre pour améliorer la résilience des écosystèmes et des systèmes de production,
- L'optimisation et la planification de la gestion des ressources biomasses et de l'usage des sols, à l'aide modèles de gestion intégrée prenant en compte les contraintes sur les disponibilités locales et les débouchés, de scénarios prospectifs et d'indicateurs de performance environnementale aux différentes échelles territoriales dans le cadre notamment d'exercices de planification territoriale, comme les PAT Plan Alimentaire Territorial), les SRB (Schéma régional Biomasse), les SRCAE (Schéma régional Climat Air Energie), le Plan Régional Déchets, les PCAET (Plan Climat Air Energie Territorial), les démarches Concerto…

4.3 Accompagnement au changement et instruments de politique publique pour une alimentation et une bioéconomie durables

La transition d'une économie, dont l'ampleur du développement est liée depuis plus de 150 ans à l'exploitation toujours croissante des ressources fossiles vers une économie reposant sur une utilisation accrue et durable de biomasses, pour participer à la transition écologique et énergétique des territoires, ne va pas de soi. De nombreux acteurs sont impliqués : politiques, industriels, forestiers, agriculteurs, industries agro-alimentaires, instituts techniques, conseillers, chercheurs, distributeurs, collectivités, consommateurs, citoyens, contribuables…

Pour qu'il y ait transition, il faut identifier les leviers, accompagnements et apprentissages nécessaires pour favoriser le changement. Les pouvoirs publics disposent de moyens pour influencer les trajectoires de développement de nos sociétés dans un sens de plus grande durabilité tout en veillant à respecter des critères d'efficacité et d'équité (mécanismes économiques, réglementation, information, formation…).
Sur ces aspects, des travaux sont notamment attendus sur :

- L'analyse de la diversité des représentations et des réalités sociales des acteurs concernés afin d'améliorer l'efficacité des politiques publiques en faveur du développement d'une alimentation durable et de la bioéconomie,
- L'analyse des instruments de politiques publiques, utilisés seuls ou combinés (ex : taxes, labels, subventions, réglementations, normes, interdictions ou restrictions, systèmes publics de réassurance et de compensation, marchés de droit à polluer, paiements pour services environnementaux et rémunération pour la conservation des services écosystémiques, clauses pour les marchés publics, arrangements contractuels entre acteurs, etc.) qui sont en faveur ou en défaveur de la transition vers la bioéconomie, notamment au titre des aspects atténuation du changement climatique et adaptation à ce dernier, et ce en vue d'en proposer des évolutions,
- Le développement des démarches d'éco-conception impliquant les acteurs des filières tout au long de la chaîne (des agriculteurs/forestiers aux industriels) pour favoriser le développement de procédés, de produits agricoles et agro-alimentaires à faible impact,
- L'analyse du rôle de la demande en biomasse sur l'évolution de l'offre, notamment au sein des territoires. Par exemple, l'analyse des interactions entre les choix alimentaires des populations sur les territoires, les filières et la relocalisation des productions ou l'évolution des systèmes (ex : régimes alimentaires, circuits de distribution), ou l'analyse des interactions entre la ressource forestière disponible et les produits bois demandés par les filières bois et l'évolution des systèmes (ex : feuillus vs résineux, gros bois vs bois de faible diamètre…),
- L'analyse socio-économique de la chaîne alimentaire et/ou d'un maillon de la chaîne alimentaire, en lien avec les enjeux de durabilité de l'alimentation. Cette approche socio-économique inclut la consommation à domicile et hors domicile. Elle pourra porter sur les coûts ; la répartition de la chaine de valeur ; le consentement à payer des différents acteurs ; la rémunération ; les externalités économiques,
- L'analyse de politiques de gestion durable des sols (cadre intégrateur, approche « dégradations » versus approche « services écosystémiques »…).

Production et mobilisation de biomasse agricole : ***Marc BARDINAL***
Forêt et mobilisation de biomasse forestière : ***Alba DEPARTE, Miriam BUITRAGO, Alice FAUTRAD***
Production sur sols pollués : ***Frédérique CADIERE***
Valorisation énergétique : ***Simon THOUIN, Florence PROHARAM***
Valorisation matière des cendres de chaufferie biomasse : ***Marie APRIL***
Biocarburants : ***Bruno GAGNEPAIN***
Chimie et matériaux biosourcés : ***Céline SCHEUER, Virginie Le RAVALEC, Alice GUEUDET***
Alimentation durable, systèmes alimentaires territoriaux et agriculture urbaine : ***Sarah MARTIN, Magali VILATTE***
Services écosystémiques, sols et usage des sols : ***Thomas EGLIN, Isabelle FEIX***
Approches socio-économiques : ***Audrey TREVISIOL***
Méthodes d'évaluation multicritères, éco-conception : ***Vincent COLOMB***

5 Pollutions (air intérieur et extérieur, sites pollués) et impacts

5.1 Pollutions / Contaminations

Sont attendues des propositions visant d'une part à développer les connaissances et outils utiles à la prise de décision pour limiter les impacts des pollutions, et d'autre part à proposer, accompagner la mise en œuvre ou évaluer des solutions de préservation des milieux et de réduction des impacts des pollutions. Entrent dans le champ de l'AAC Thèses 2018 les sujets énoncés ci-après.

5.1.1 Air intérieur

Caractérisation des pollutions de l'air intérieur

- Améliorer la connaissance sur les émissions dans les lieux clos à usage particulier (par exemple les salles de sport), et dans les transports (habitacles de véhicules, transports en commun, gares…),
- Améliorer les connaissances sur le COSV
- Améliorer les connaissances des impacts sur la qualité de l'air intérieur des produits biosourcés et comparaison avec les produits pétrosourcés,
- Concevoir des actions de prévention et de remédiation des moisissures. Améliorer les connaissances sur les bioaérosols et proposer des actions de prévention.
- Etudier la contribution de la pollution issue de l'extérieur sur la pollution de l'air intérieur selon le type de bâtiment et la stratégie de ventilation/aération. Identifier des solutions afin de limiter les PM et les NO_X dans les logements/bureaux.
- Développer des méthodologies pour mieux estimer les budgets espace-temps (en intérieur) de populations type en fonction par exemple de leur mobilités (ex : cyclistes, artisans…) et/ou de leurs activités (écoles, bureaux, logement…) pour mieux estimer l'impact de la pollution de l'air sur leur état de santé.

Développement de solutions techniques de traitement des effluents

- Développer et évaluer des systèmes automatisés de ventilation et de renouvellement d'air adaptés et économes (pour les bâtiments, gares, stations souterraines…),
- Développer et évaluer des matériaux et/ou des systèmes innovants permettant d'améliorer la qualité de l'air à l'intérieur de l'habitacle des différents types de véhicules (voitures, camions, bus, métro, train…),

Pollution de l'air intérieur : ***Souad BOUALLALA***
Ventilation et gestion de l'air intérieur : ***Pierre DEROUBAIX***
Emissions liées au transport ***: Laurent GAGNEPAIN***
Produits de construction biosourcés et bois : ***Philippe LEONARDON, Virginie LE RAVALEC***

5.1.2 Air extérieur

Caractérisation des pollutions de l'air extérieur

- Améliorer la caractérisation des émissions de polluants en usage réel, et déterminer selon les pratiques et usages leur contribution réelle aux niveaux d'exposition des populations et de l'environnement, pour les polluants réglementés et émergents (ex : nanoparticules, black carbon, perturbateurs endocriniens…).
  Entrent dans le champ de l'AAC Thèses 2018 les sujets suivants :
  a) Pour les secteurs agricole et forestier :
  - travaux méthodologiques visant à mieux quantifier et réduire les incertitudes sur les émissions agricoles et forestières, généralement diffuses,
  - développement de technologies innovantes de mesure en continu,
  - travaux méthodologiques visant à harmoniser et normaliser les protocoles de mesures des émissions,

  b) Pour la valorisation de la biomasse (industrielle, domestique et agricole) :
  - travaux méthodologiques pour améliorer l'évaluation des appareils (de chauffage domestique) existants au niveau énergie et qualité de l'air (vieillissement, pratiques des utilisateurs, ramonage),
  - pour les installations de méthanisation, mieux connaître les émissions de polluants atmosphériques pour mieux les réduire, et acquérir des données correspondant à des

sites en opération en France (par ex. mesures des impacts NH_3 de la valorisation des substrats non digérés et des digestats ; constitution d'une base sur les facteurs d'émissions liés à la méthanisation).

c) Pour les déchets et les filières de gestion (prévention, collecte, tri, recyclage, valorisation énergétique et agronomique des déchets). Les propositions de thèse participeront à :
   - la caractérisation des sources, transferts / devenir des polluants, issus des filières de gestion des déchets, dans l'environnement (et chaîne alimentaire) pour l'évaluation des expositions des populations,
   - l'inventaire des émissions des filières de traitement des déchets les moins renseignés, d'un procédé récent ou d'une nouvelle filière (textiles, mobilier notamment) que ce soit par la métrologie ou les méta-analyses,

- Développer les connaissances sur la transformation rapide des polluants en champ proche de leur source d'émission (en particulier pour former des Aérosols Organiques Secondaires, AOS), à l'échappement des véhicules, des procédés industriels et des installations de combustion, des appareils de chauffage domestique au bois, ou encore à proximité des activités agricoles / forestières,
- Etudier les relations entre végétation / agriculture en ville et qualité de l'air.
- Améliorer les connaissances sur le Black Carbon comme traceur de sources spécifiques de pollution et les impacts sanitaires associés.

Développement de solutions techniques de prévention et de traitement des émissions

- *Secteurs industriel et agricole :* les propositions de développement de solutions de réduction porteront sur les pratiques et technologies innovantes de substitution (intrants, matières premières, combustibles…) ainsi que de prévention et de traitement des émissions de polluants en tenant compte des effets croisés : limitation des consommations énergétiques, réutilisation des résidus, compacité, réduction des coûts de fabrication et d'exploitation, limitation des transferts de pollution…
- *Valorisation de la biomasse (industrielle, collective et domestique) :*
  - développement de procédés pour une amélioration conjointe des performances énergétiques et environnementales (qualité de l'air),
  - adaptation des technologies à la combustion des déchets de bois et autres biomasses en mélange (ex : refus de pulpeur, sous-produits agricoles…).
- *Transports : émissions de particules hors échappement (frein et pneumatiques) :*
  - recherche et évaluation de matériaux et/ou de systèmes de freinage innovant permettant de limiter les émissions de particules,
  - recherche et évaluation de matériaux permettant de limiter les émissions de particules dues au contact pneu – chaussée.

Aide à la décision, développement de solutions organisationnelles, comportementales, prévention et intégration

- Développer des méthodologies pour mieux estimer les budgets espace-temps (en extérieur) de populations type en fonction par exemple de leur mobilités (ex : cyclistes, artisans, etc…) et/ou de leurs activités (écoles, bureaux, logement, etc. …) pour mieux estimer l'impact de la pollution de l'air sur leur état de santé,
- Améliorer la connaissance des pratiques de mobilités des professionnels, en particulier des artisans et des professionnels du bâtiment, pour comprendre leurs freins au changement et identifier les solutions pour limiter leur impact sur l'environnement,
- Estimer les impacts positifs et négatifs des différents modèles d'organisation de la ville (compacte, étalée, polycentrique) et de son fonctionnement sur la qualité de l'air,
- Etudier l'impact des mesures ayant pour objectif l'atténuation ou l'adaptation au changement climatique sur la qualité de l'air et réciproquement afin d'identifier les solutions gagnantes-gagnantes,
- Mieux connaître les enjeux sociaux pour accompagner efficacement la mise en œuvre de solutions ou de communications d'évolution des comportements des différents acteurs, notamment dans les secteurs principaux d'émissions de polluants (transport, chauffage au bois, agriculture),
- Evaluer les coûts et bénéfices des actions d'amélioration de la qualité de l'air / synergies et antagonismes de politiques,
- Favoriser les approches croisées / intégrées et prospectives.

Pollution de l'air extérieur et liens avec le changement climatique : ***Nathalie POISSON***

Réduction des impacts de la pollution de l'air : ***Laurence GALSOMIES***
Emissions liées au transport ***: Laurent GAGNEPAIN***
Emissions industrielles (NO_x*,* SO_x*, POP, PM, BC, métaux lourds) :* ***Aude-Claire HOUDON***
Emissions industrielles (gaz fluorés) : ***Tristan HUBE***
Emissions industrielles (COV) : ***Aude-Claire HOUDON***
Emissions d'origine agricole : ***Thomas EGLIN***
Combustion de biomasse énergie : ***Florence PROHARAM (secteur domestique)***
Isabelle AUGEVEN-BOUR (secteur domestique)
Marie APRIL (industrie et collectif)
Ville et qualité de l'air : ***Mohamedou BA***
Accompagnement des collectivités : ***Marie POUPONNEAU***
Déchets et filières de gestion : ***Elisabeth PONCELET, Isabelle DEPORTES***

5.1.3 Friches et sites pollués

La reconquête des friches et la mise en sécurité des sites pollués, voire leur remise en état font parties des missions de l'agence. Au travers de la requalification de ces sites, et au-delà de la gestion des risques environnementaux qu'ils peuvent présenter, c'est la lutte contre l'étalement urbain qui est visée, permettant de réduire la surconsommation d'espaces et d'énergie (notamment lié aux transports des biens et des personnes sur de plus grandes distances) et de préserver les autres usages fonciers (agricoles, forestiers, espaces naturels).
Les besoins de recherche sont multiples (définition de valeurs de bruit de fond, caractérisation de la pollution, de ses effets, solutions de remédiation, intégration de ces sites aux stratégies urbaines…) et nécessitent de mobiliser de nombreuses disciplines en vue d'une gestion durable de ces sites (sciences du sol, sciences économiques, humaines et sociales).

Les thèses présentées dans des disciplines des sciences du sol devront contribuer à réduire les incertitudes afin de gérer au mieux les sites pollués. Les pollutions d'origine agricoles sont hors du champ du volet 5.1.3.

La démarche en vigueur pour la gestion des sites pollués implique les phases de (1) caractérisation des milieux et des contaminations ; (2) d'évaluation des expositions humaines et environnementales, (3) de limitation des transferts et des expositions et (4) de remédiation des milieux impactés. A noter que la caractérisation des effets et des risques qui fait partie intégrante de cette démarche et qui conditionne souvent les phases 3 et 4 est abordée dans la partie 5.2 « Impacts sanitaires et environnementaux ».
Ces étapes génèrent des incertitudes à tous les niveaux, notamment liées à l'hétérogénéité des matrices environnementales, aux facteurs humains, à la représentativité des échantillons et des modèles de transfert et d'exposition.
Les priorités de recherche concernent les objectifs suivants de :

- **Caractérisation des milieux et des contaminations :** améliorer et consolider les méthodes de diagnostics de sites et de suivi des opérations de dépollution, et notamment pour les polluants organiques, les mélanges, les polluants émergents et les molécules de dégradation,
- **Amélioration des techniques d'interprétation statistiques et de cartographie des valeurs de fonds dans les sols**, notamment en milieu urbain, afin d'apporter des solutions de gestion concrètes aux gestionnaires de territoire pour les mouvements de terres excavées.
- **Caractérisation des transferts et des expositions vis-à-vis :**
  - de l'Homme, au travers des projets relatifs à l'ingestion et l'inhalation de particules de sols et de poussières pouvant intégrer la biodisponibilité, à l'inhalation de substances volatiles ou encore à la consommation de denrées autoproduites ;
  - des écosystèmes au travers des projets liés la biodisponibilité des contaminants dans le sol (transfert sol-plante ; sol-faune du sol) et liés au transfert des contaminants vers les organismes supérieurs (acquisition connaissances pour le paramétrage des modèles, notamment influence complexité des chaînes trophiques et surface explorée et sensibilité des items alimentaires etc.).
- **Limitation des transferts et des expositions associées à :**
  - des remontées de vapeurs de substances / composés volatils vers les bâtiments sus-jacents,
  - des accumulations de substances/composés persistants dans les denrées autoproduites, notamment les plantes potagères

- **Remédiation des milieux impactés :** contribuer à une meilleure connaissance des mécanismes / cinétiques de dépollution à diverses échelles (pore, métrique et pluri métrique) et pour différentes techniques (procédés thermiques, chimiques, biologique, physiques etc.) et à la mise au point de techniques de dépollution adaptées :
  - aux cas des pollutions en milieu urbain en tenant compte des contraintes des chantiers de reconversion de friches (accessibilité, délais, rendements épuratoires, …),
  - aux cas des polluants qui sont actuellement peu traités mais qui seront très probablement mieux pris en compte dans le futur (mercure, CAP oxygénés, MTBE…),
  - aux contextes complexes par la nature hétérogène des pollutions (composés de différentes natures en mélange) et/ou par l'hétérogénéité des milieux pollués.

  Tout développement de traitement devrait s'accompagner d'une réflexion sur son bilan environnemental (limitation de la consommation énergétique et des émissions liées au procédé, maîtrise des transferts de pollution, choix des réactifs plus performants et plus respectueux de l'environnement…).

Par ailleurs, les résultats attendus devront permettre la lutte contre l'étalement urbain et l'accélération de la requalification des friches, aussi les thèses attendues devront porter sur l'un des axes décrits ci-dessous et viser l'une et/ou l'autre des étapes de conduite des opérations (démarches de planification ou de portage opérationnel) :

- Le **développement des connaissances sur les bénéfices et les risques sociaux de la requalification des friches urbaines polluées**, en prenant en compte en particulier :
  - les attentes des différents acteurs (élus, aménageurs, promoteurs, experts, riverains, usagers, habitants potentiels) relatives aux projets de requalification des friches industrielles polluées aux différentes échelles spatio-temporelles (parcelle, quartier, commune voire agglomération),
  - les effets de la reconversion des friches industrielles sur l'évolution des villes et des sociétés.
- Le **développement d'outils ou de méthodes permettant de mesurer les bénéfices et les risques économiques, environnementaux et sociaux liés à la requalification des friches en milieu urbain qui tiennent compte de l'ensemble des effets de la reconversion de la friche à court et moyen/long terme** : production d'énergie, ressources, équipements, infrastructure, fonciers, immobilier, tourisme, culture, qualité et fonctionnalité des sols, paysage et cadre de vie, fiscalité…,
- Le **développement des connaissances sur les bénéfices et les risques économiques, environnementaux et sociaux liés aux différentes modalités de gestion des pollutions résiduelles en milieu rural ou péri-urbain** (aménagement paysager, de loisir, trame écologique…) afin d'alimenter la prise de décision à l'échelle d'un territoire,
- **L'évaluation de la rentabilité économique de l'utilisation des techniques de remédiation de sites pollués.**

  Les thèses porteront sur l'évaluation économique comparée de solutions de traitement afin de déterminer la répartition des coûts entre acteurs de la filière sur toute la chaine de valeur (coûts supplémentaires et coûts évités ou réduits) et d'évaluer le retour sur investissements pour les différents acteurs.

Caractérisation, investigation, transfert et valeurs de fond dans le compartiment sol : ***Hélène ROUSSEL***
Caractérisation et investigation par méthodes géophysiques : ***Philippe BEGASSAT***
Caractérisation, investigation et transfert des polluants dans les eaux souterraines : ***Yves DUCLOS***
Caractérisation des expositions et limitation des transferts des polluants dans l'air et les denrées : ***Franck MAROT***
Caractérisation des expositions et des transferts dans les chaines trophiques - Ecosystèmes : ***Cécile GRAND***
Remédiation / Techniques de traitement et de gestion des sols et des eaux souterraines : ***Frédérique CADIERE***, ***Guillaume MASSELOT***
Démarche de planification de la requalification des friches urbaines : ***Didier MARGOT***
Aspects opérationnels de la requalification des friches urbaines : ***Laurent CHATEAU***

5.2 Impacts sanitaires et environnementaux

5.2.1 Déchets, filières de gestion et pollution des sols

Un effort important de recherche est nécessaire pour améliorer nos connaissances sur l'impact de l'environnement sur la santé humaine et les écosystèmes.
Une partie des travaux dans ce domaine seront conduits en cohérence avec les attentes exprimées dans l'APR Impacts de l'ADEME engagé en décembre 2017. En effet, nous sommes exposés à une multitude de substances parfois mal connues et les effets combinés sont scientifiquement difficiles à appréhender. Les difficultés objectives de mesures des effets des mélanges sont sources d'incertitudes et de difficultés dans la gestion des risques induits. L'ADEME souhaite donc soutenir des travaux pour mieux connaitre l'impact de ces mélanges de polluants que ce soit des effets toxiques aigus et chronique, cancerigènes, génotoxiques ou autres, sur toutes les cibles, homme, écosystèmes et organismes des écosystèmes terrestres et aquatiques … Ces recherches porteront sur les domaines d'intervention de l'ADEME : la qualité de l'air (extérieur et intérieur), les émissions des transports, des activités agricoles, la pollution des sols et les filières de traitement des déchets.

Les questions d'évaluation des impacts socio-économiques de la pollution, des actions d'amélioration et plus largement des politiques publiques sont traitées dans la partie 6.2 « Démarches prospectives et Politiques publiques de la TEE ».

Les questionnements sur l'évaluation environnementale et l'articulation des productions et usages de la biomasse sont traités dans la partie 4.2.

Déchets et filières de gestion (prévention, collecte, tri, recyclage, valorisation énergétique et agronomique des déchets)

Les propositions de thèse participeront à :

- L'acquisition de données toxicologiques / écotoxicologiques / épidémiologiques sur différents types de polluants ou familles de polluants, notamment en mélange, issu des filières de gestion des déchets et identifiés comme prioritaires afin de construire des modèles « doses-réponses »,
- Mieux connaitre le devenir des antibiotiques, de l'antibiorésistance ou des micro-organismes pathogènes lors de la méthanisation des déchets agricoles,
- Le développement de méthodes et d'outils d'aide à la décision : méthodes d'analyses des risques sanitaires (de type « ERS », épidémiologie, …), outils de hiérarchisation, outils intégrés / combinés de comparaison de filières, surveillance des populations et milieux,
- L'évaluation des impacts environnementaux et sanitaires des activités du recyclage et d'actions visant la prévention des déchets, notamment vente en vrac, filières de réemploi/réutilisation et de consigne,
- L'amélioration des outils existants pour évaluer les impacts locaux liés aux filières déchets, la compatibilité de ces outils avec l'ACV ainsi que le développement d'ACV conséquentielles sur les filières de gestion.

Impacts environnementaux : ***Elisabeth PONCELET***
Santé / déchets : ***Isabelle DEPORTES***

Effets de la pollution des sols sur la santé humaine et les écosystèmes

Les projets de thèse attendus sur ce champ devront permettre d'améliorer les connaissances, outils et méthodes permettant **d'évaluer les effets sur le vivant des contaminants présents dans le sol et dans toutes les autres matrices environnementales connexes.**
Les travaux viseront à améliorer les connaissances sur les effets toxiques et écotoxiques des mélanges de substances polluantes d'origine industrielle sur les organismes vivants (substances mères et métabolites).
Ils porteront plus particulièrement sur les polluants classiquement rencontrés sur les sites industriels (métaux (As, Pb, Cd, Zn, Sb, Sn, Hg, Ti, Cu, Ni), hydrocarbures et composés halogénés), le choix des substances constituants les mélanges étudiés est laissé à l'appréciation des équipes de recherche. Ces choix seront largement discutés dans la proposition.

Santé des écosystèmes : ***Cécile GRAND***

*Santé humaine : **Franck MAROT***

5.2.2 Santé et précarité énergétique

L'amélioration de l'efficacité énergétique d'un logement peut se traduire par une moins grande consommation d'énergie pour un niveau de confort donné ou par l'accès à un confort thermique jusque-là inaccessible, moyennant une consommation qui, elle, peut demeurer identique voire augmenter légèrement. Du point de vue des politiques de maîtrise de l'énergie, ce second cas de figure entre dans la catégorie des effets « rebond » : l'effort consenti ne se traduit pas par une moindre consommation et ne contribue donc pas à l'objectif collectif que s'est fixé la France de réduire la consommation énergétique dans l'existant. L'amélioration du confort thermique pour des ménages qui en étaient dépourvu constitue néanmoins un résultat notable pour la collectivité. On ne sait toutefois pas bien apprécier l'ampleur de son impact en termes de santé publique.

On sait en effet que les logements insalubres occasionnent des pathologies et que les difficultés de chauffage participent, elles aussi, directement ou indirectement, à ces pathologies. Qu'il s'agisse des températures intérieures dont l'indice de morbidité, sur les personnes âgées notamment mais pas exclusivement, est renseigné de longue date, du moins dans le monde anglo-saxon ou qu'il s'agisse des affections respiratoires dues aux moisissures consécutives à la condensation des logements que l'on a cherché à calfeutrer, en passant par les accidents liés aux chauffages d'appoint, les incidences d'une mauvaise isolation et d'un chauffage inadapté sont multiples. Il en va de même en ce qui concerne le confort d'été.

Ce que l'on connaît moins bien, en revanche, ce sont les effets observables du confort thermique retrouvé sur la santé des individus et des ménages concernés.

Les recherches pourront se fonder sur des éléments d'objectivation simples mais peu aisés à manier (évolution de la consommation médicale, par exemple) ou sur une prise en compte des représentations ou autres éléments subjectifs (« le fait de se sentir en meilleure santé »), ces éléments devant s'inscrire dans une appréciation plus globale des individus incluant des éléments d'ordre psycho-affectif (estime de soi...), le tout rapporté à des trajectoires personnelles. Des éléments d'ordre économique (coût induit ou évité) mériteraient d'être également étudiés.

*Santé et précarité énergétique : **Isolde DEVALIERE***

5.2.3 Stockage géologique du CO_2

La gestion d'un site de stockage de CO_2 nécessite pour sa mise en place une identification préalable des sources possibles de fuites (puits abandonnés, failles…), des voies et mécanismes de transferts, des enjeux et cibles potentiellement exposés. La compréhension des mécanismes de transfert ainsi que l'évaluation de la sensibilité des milieux et des impacts sont fondamentales afin d'assurer la sécurité de ces sites.

Les thèses attendues devront porter sur l'un des axes décrits ci-dessous :

- Améliorer les outils et méthodologies de compréhension des phénomènes observés liés au stockage géologique de CO_2 et concevoir des outils innovants de monitoring et de surveillance,
- Améliorer les connaissances en matière de transport et de transfert du flux de CO_2 (incluant des composés minoritaires, injectés avec le CO_2 ou remobilisés suite à une fuite) au sein des matrices environnementales (proche surface/aquifère/sol/bâtiment/atmosphère),
- Acquérir des connaissances sur les impacts environnementaux et sanitaires du stockage géologique du CO_2 (incluant les substances annexes associées ou remobilisées) et leur maîtrise en cas de migration du flux de CO_2.

  NB : Les composés minoritaires correspondent aux composés injectés avec le CO_2 (H_2S, CH_4…) et pour les composés remobilisés, cela correspond aux éléments libérés en cas de réaction du CO_2 avec la roche (métaux lourds, métalloïdes…)

*Stockage géologique du CO_2 : **Aïcha EL KHAMLICHI***

6 Energie, environnement et société

Comment organiser une transition écologique vers un modèle économique et social sobre en énergie et en ressources, moins polluant et moins émetteur de gaz à effet de serre ?
Comment organiser une transition énergétique et écologique (TEE) qui soit également juste et solidaire, prenant en compte les impacts sociaux (sur les ménages, sur les emplois) ?
Améliorer la prévention et la gestion des déchets, aller vers une consommation durable, diffuser les énergies renouvelables, augmenter l'efficacité énergétique, diminuer les différentes pollutions de l'air… sont autant de moyens pour y parvenir et d'objectifs pour l'ADEME qui ne pourront pas être atteints à partir des seuls progrès techniques.
Les Sciences Humaines et Sociales (SHS) contribuent de façon importante à observer et expliquer la manière dont les sociétés s'organisent pour produire, consommer, aménager… et plus généralement se développer. Elles peuvent ainsi jouer un rôle important pour éclairer, dimensionner et soutenir les politiques publiques et les innovations sociales.

6.1 Transitions énergétique, environnementale et sociale

Pratiques et modes de vie
Les thèses viseront à observer et analyser les pratiques des différents types d'acteurs (publics, économiques, sociaux, citoyens et consommateurs) dans le champ de la transition écologique et solidaire. Il s'agit de comprendre les contraintes et les dynamiques économiques et sociales à l'œuvre afin de favoriser le développement de nouveaux modes de production et de modes de de vie plus durables. Les recherches peuvent porter spécifiquement sur les conditions réelles d'usage, l'information et les valeurs, les jeux d'acteurs dont les rapports entre producteurs et consommateurs, les processus décisionnels, les freins et les leviers d'évolution, les mesures d'accompagnement à mettre en place. Le numérique, son impact sur les pratiques réelles et sa contribution possible à la transition écologique et solidaire fait l'objet d'une interrogation spécifique. De même, l'usage et le rôle des méthodes et outils spécifiques à visée environnementale (labels, certifications, affichage, évaluation multicritères, approches ACV…) sont particulièrement visés.

Champs d'application : transports et mobilité, systèmes énergétiques, cadre bâti et projet urbain, production agricole, forestière et industrielle, consommation durable, alimentation, gaspillage alimentaire, gestion des sols, qualité de l'air (secteurs principaux d'émissions de polluants : transport, chauffage au bois, agriculture)

Comportements, conduite du changement : ***Solange MARTIN***
Innovations sociales : ***Valérie WEBER-HADDAD***
Nouvelles pratiques de mobilité et essor numérique : ***Pierre TAILLANT, Séverine BOULARD***
Systèmes agricoles, vulnérabilité des territoires agricoles et forestiers : ***Audrey TREVISIOL***
Secteur industriel : ***Cyrielle BORDE***
Méthodes d'évaluation des productions agricoles et des filières : ***Vincent COLOMB***
Consommation durable : ***Dominique TRAINEAU, Marianne BLOQUEL***
Gaspillage alimentaire : ***Laurence GOUTHIERE***
Alimentation : ***Sarah MARTIN***
Sol : ***Isabelle FEIX***
Pollution de l'air intérieur : ***Souad BOUALLALA***
Pollution de l'air extérieur : ***Nathalie POISSON***
Santé environnement : ***Hélène DESQUEYROUX***
Cadre bâti / Habitat : ***Albane GASPARD, Ariane ROZO***

Signaux faibles et tendances émergentes : innovations techniques, innovations sociales, nouvelles organisations, nouvelles économies
La question du changement des pratiques et des modes de vie contribuant à la TEE rejoint celle du changement technologique, économique et social et de ses dynamiques. Dans ce cadre, la réflexion peut porter sur les émergences de nouvelles pratiques ou modes de vie et leur diffusion, effective et potentielle ainsi que sur les oppositions au développement de nouvelles solutions technologiques en faveur de la transition écologique et solidaire.

Les thèses pourront s'attacher à identifier les acteurs pionniers, individuels et/ou collectifs dont les pratiques, initiatives ou innovations, se présentent comme écologiquement vertueuses ainsi que sur les facteurs de diffusion, effective ou potentielle, de ces pratiques.
L'analyse critique des niches d'innovation techniques, organisationnelles et sociales, généralement testées par de petits groupes aux échelles individuelle, collective, de filières ou de territoires pourrait s'avérer très pertinente. Les thèses viseront également à examiner de nouveaux modèles économiques ou de nouveaux modes d'organisations rendant compatibles le développement des territoires et/ou des entreprises et une offre de biens ou de services contribuant à la transition écologique et solidaire. Dans ce cadre, les recherches peuvent porter sur le nouveau rôle des consommateurs et des citoyens dans l'investissement, la production et la distribution des biens et services mais aussi dans l'élaboration et le développement des projets et des politiques.
Plus spécifiquement, la notion d'innovation sociale connaît un essor important depuis quelques années. Elle peut être définie en première approche comme l'élaboration de *« réponses nouvelles à des besoins sociaux nouveaux ou mal satisfaits dans les conditions actuelles du marché et des politiques sociales, en impliquant la participation et la coopération des acteurs concernés, notamment des utilisateurs et usagers » (définition du Conseil Supérieur de l'Economie Sociale et Solidaire)*. Les recherches attendues dans cet axe visent à analyser les innovations sociales, leurs déterminants et potentiels de réplicabilité dans le champ de la transition écologique et de l'adaptation au changement climatique. L'analyse et la proposition de politiques de soutien à ces innovations entre également dans cet axe.
Les travaux proposés pourront également étudier l'apport des innovations techniques et organisationnelles dans le sens d'une meilleure intégration environnementale. Par exemple, en tant qu'infrastructures réparties sur le territoire pouvant embarquer de nombreux capteurs, les éoliennes sont capables de rassembler un ensemble de données environnementales, l'exploitation de ces dernières fournissant des services environnementaux ; les travaux pourront étudier la diversité de ces services, leur contrepartie économique et les gains pour la collectivité.
Enfin, la déclinaison locale des politiques positionne aujourd'hui les collectivités comme des animateurs du territoire et les confrontent à de nouveaux acteurs comme les entreprises par exemple qui n'étaient pas dans les cibles familières des services liés à la prévention et à la gestion des déchets par exemple. La mutation de ce rôle et les jeux d'acteurs, les compétences qu'elle mobilise pourraient être l'objet de travaux de recherche.

Champs d'application : transports et mobilité, cadre bâti et projet urbain, systèmes énergétiques, énergies renouvelables, éco-efficience des systèmes de production, économie circulaire (économie de la fonctionnalité, gestion des déchets, consommation), bioéconomie

Nouveaux modèles économiques : ***Marie-Laure GUILLERMINET***
Nouveaux modes d'organisation : ***Solange MARTIN***
Innovations sociales : ***Valérie WEBER-HADDAD***
Nouvelles pratiques de mobilité et essor numérique : ***Pierre TAILLANT, Gabriel PLASSAT***
Cadre bâti / Habitat : ***Albane GASPARD, Ariane ROZO***
Projet urbain : ***Solène MARRY, Yves MOCH***
Ecologie industrielle et territoriale : ***Cyrielle BORDE***
Prévention production de déchets, consommation durable : ***Marianne BLOQUEL***
Nouveaux modèles économiques, économie de la fonctionnalité : ***Claire PINET***
Identification gisements et potentiels de mobilisation de biomasse : ***Marc BARDINAL, Miriam BUITRAGO, Alice GUEUDET***
Applications chimie du végétal : ***Virginie Le RAVALEC, Alba DEPARTE, Alice GUEUDET***

6.2 Démarches prospectives et politiques publiques de la TEE

La dynamique engagée en amont de la COP21 avec le processus des NDC[4], la révision de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), la construction d'un scénario national bas carbone sont autant d'exemples qui font appel à des exercices de prospective pour répondre aux objectifs climatiques moyen et long termes.

[4] NDC : contributions déterminées au niveau national ; les NDC présentent les politiques et mesures climatiques des pays pour réduire les émissions et s'adapter aux changements climatiques dans de nombreux secteurs,

Parallèlement à cela, les politiques publiques évoluent et se développent pour répondre aux nouveaux enjeux de la transition énergétique et écologique dans un contexte de crise économique et de changement climatique.
Les différents types de travaux attendus ici doivent permettre de répondre à l'objectif global d'opérationnalisation du suivi et du pilotage de la TEE, d'une part en améliorant les méthodes et l'utilité des travaux de prospectives pour éclairer les choix et décisions concrètes des acteurs publics et privés, d'autre part en mesurant l'écart entre réalisations et anticipations, en confrontant les scénarios prospectifs avec les observations des dynamiques passées et actuelles, et enfin en clarifiant les sources de désaccords sur les actions possibles et souhaitables (pour nourrir les concertations et parvenir à une stratégie partagée).

Les propositions de thèse attendues doivent contribuer à un ou plusieurs des objectifs suivants :

- Dans le cadre de travaux de modélisation macro-économique sous contrainte de changement climatique, intégration des principaux flux de matières significatifs pour l'activité économique et estimation des effets redistributifs des chocs modélisés,
- Développement de méthodes d'estimation et de quantification des impacts sur la qualité de l'air et l'environnement d'actions dans le domaine de l'énergie, du climat, de la mobilité, de l'aménagement du territoire (y compris aux horizons moyen et long terme, 2030/2050, dans le cadre de projections réalisées),
- Evaluation des impacts économiques et sociaux de l'autonomie énergétique des territoires insulaires et leur répercussion en métropole,
- Evaluation des besoins de financement futurs de la TEE, à des niveaux sectoriels fins, prenant en compte les évolutions technologiques à venir.
- Développement des connaissances sur les impacts socio-économiques de la TEE (emploi, utilité sociale et indicateur de bien-être, équité…), et proposition de méthodologies d'évaluation ex-ante (multicritères, intégration des risques carbone-climat, benchmark de solutions et techniques potentielles…) pour guider le dimensionnement et l'évolution de ces politiques publiques,
- Analyse et proposition d'évolution des méthodes d'évaluation ex-post des politiques publiques en explorant notamment des démarches intermédiaires liant les approches quantitatives (économétriques notamment) et qualitatives,
- Exploration d'un éventail de nouvelles actions publiques envisageables, que ce soit la mise en place de nouveaux instruments ou la combinaison d'instruments existants permettant d'améliorer l'efficacité des politiques publiques (réorientation de financements sur la TEE…),
- Analyse de la réalité des synergies et conflits entre politiques publiques mises en œuvre par les acteurs institutionnels aux différentes échelles géographiques (par exemple : politiques contre le gaspillage alimentaire, politiques santé, politiques de prévention des déchets/ politiques de gestion des déchets, sobriété matière/développement économique, réemploi-réparation/normes sanitaires…),
- Evaluation des retombées socio-économiques des projets EnR participatifs et citoyens, à l'échelle territoriale, en différentiel par rapport à des modèles de développement de projet traditionnels,
- Analyse sociologique, politique, historique de l'usage et utilité des travaux prospectifs dans les processus de décision à différentes échelles (internationale, nationale, locale, entreprises…).

Champs d'application : secteur des services, marché de l'emploi, secteur de l'énergie, de l'agriculture et de la sylviculture, qualité de l'air, stratégies nationales, territoriales
Politiques publiques cibles : technologies sobres en carbone, bâtiment, urbanisme, mobilité, économie circulaire (dont Ecologie Industrielle et Territoriale, économie de la fonctionnalité et prévention des déchets), efficacité énergétique (en particulier les Certificats d'Economies d'Energie), politique agricole et forestière, gestion des sols, amélioration de la qualité de l'air, requalification des friches, impacts sanitaires et environnementaux, lutte contre le changement climatique (atténuation et adaptation), performance carbone, gaspillage alimentaire, prévention des déchets

Modélisation / démarche prospective : ***Gaël CALLONNEC, Emmanuel COMBET***
Financement de la TEE / Politiques publiques : ***Marie-Laure GUILLERMINET, Guilain CALS***
Evaluation de politiques publiques : ***Isabelle SANNIE***
Emploi (approches filières) : ***Thomas GAUDIN***
Emploi (approches territoriales) : ***Valérie WEBER-HADDAD***
Jeux d'acteurs et fabrique urbaine : ***Amandine CRAMBES***

Planification urbaine et adaptation : ***Solène MARRY, Yves MOCH***
Nouvelles pratiques de mobilité, électromobilité : ***Séverine BOULARD, Pierre TAILLANT, Maxime PASQUIER***
Ecologie industrielle et territoriale : ***Cyrielle BORDE***
Gaspillage alimentaire : ***Laurence GOUTHIERE***
Politiques locales de prévention des déchets : ***Dominique TRAINEAU, Marianne BLOQUEL***
Systèmes agricoles, élevage, vulnérabilité des territoires agricoles et forestiers : ***Audrey TREVISIOL***
Forêt, mobilisation de la biomasse : ***Alba DEPARTE***
Méthodes d'évaluation des productions agricoles et des filières : ***Vincent COLOMB***
Sol : ***Isabelle FEIX, Thomas EGLIN***
Pollution de l'air : ***Souad BOUALLALA (air intérieur), Nathalie POISSON (air extérieur)***
Réduction des impacts de la pollution de l'air : ***Laurence GALSOMIES***
Requalification des friches urbaines : ***Didier MARGOT***
Impacts sanitaires et environnementaux : ***Hélène DESQUEYROUX***
Outils et méthodologies de diagnostic des conséquences du changement climatique sur un territoire, de développement de stratégies et d'actions d'adaptation : ***Céline PHILLIPS, Aude BODIGUEL***
Réorientation de financements et comptabilité GES : ***Guilain CALS, Marie-Laure GUILLERMINET, Edouard FOURDRIN***

6.3 Stratégie bas carbone des entreprises et financement de la transition

La mise en œuvre de l'Accord de Paris modifie nos modes de production et de consommation. Il est désormais essentiel que les entreprises anticipent le monde bas carbone de demain en définissant des stratégies climat compatibles avec l'objectif d'un monde décarboné, en se fixant des objectifs de réduction des émissions de GES cohérents avec les trajectoires technologiques et organisationnelles de transition bas carbone et en mettant en œuvre les moyens nécessaires pour atteindre ces objectifs. Par ailleurs, les acteurs de la finance s'engagent sur ce sujet et doivent orienter les flux financiers vers des entreprises vertueuses et / ou des projets idoines.

Les recherches attendues devront se focaliser sur les méthodologies et les outils permettant de définir ou de consolider des trajectoires de transition bas carbone. La question de l'échelon territorial (mondial, continental, national, local…) pour ces trajectoires est également à étudier en fonction des besoins que peuvent avoir les différents utilisateurs de ces trajectoires (entreprises et types d'entreprises, pouvoirs publics, acteurs de la finance…)

Les travaux de recherche attendus devront également s'intéresser à une approche pertinente pour suivre les engagements de réduction de GES des entreprises dans le cadre du Global Climate Action Agenda et identifier les besoins, les données nécessaires et les niveaux d'agrégation. Les travaux de recherche étudiant les impacts dans les pratiques des entreprises sont également attendus, de même que ceux s'intéressant à l'intégration du risque climat dans les stratégies des entreprises.

Du côté des acteurs de la finance, les travaux de recherche devront se concentrer sur l'évolution de la prise en compte du changement climatique dans leurs décisions de financement et sur l'amélioration des pratiques pour ce secteur, notamment au regard du contexte réglementaire français (article 173-VI de la Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte) et du contexte international (TCFD - Task Force on Climate-related Financial Disclosures).

Des travaux pourront aussi porter sur l'analyse des mécanismes et des pratiques de neutralité carbone, et étudier notamment les avantages de ce dispositif mais aussi les limites et faiblesses pour les entreprises, les pouvoirs publics et les territoires. Concernant l'évaluation des émissions évitées, des travaux sont attendus pour étudier les forces mais aussi les faiblesses de cette approche et pour améliorer les cadres méthodologiques existants pour les entreprises et les projets.

Enfin, un dernier axe de recherche portera sur l'analyse de la prise en compte des garanties d'origine dans les stratégies des entreprises et sur l'évaluation de l'efficacité de ce dispositif. Ces travaux devront être menés de manière complémentaires à ceux déjà réalisés sur le sujet.

Stratégie bas carbone des entreprises et financement de la transition : ***Edouard FOURDRIN, Guilain CALS***

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition écologique et solidaire et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

www.ademe.fr

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE