

PROGRAMME THÈSES ADEME

Appel à candidatures

Edition 2021

Date limite de dépôt des candidatures :
31 mars 2021 (17H00)

SOMMAIRE

I - Modalités et calendrier de candidature

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)	4
3.3	LE COFINANCIER	4
4	CRITERES DE SELECTION.....	4
5	CALENDRIER.....	5
6	CONTACTS	5
7	DOCUMENTS A DEPOSER SUR LA PLATEFORME APPELS A PROJETS....	6
8	CONTRACTUALISATION ET COUT DU COFINANCEMENT	7

II - Priorités thématiques de l'édition 2021

1	VILLES ET TERRITOIRES DURABLES	10
2	ECONOMIE CIRCULAIRE.....	18
3	ENERGIE DURABLE.....	24
4	FORET, AGRICULTURE ET BIOECONOMIE.....	32
5	POLLUTIONS (AIR INTERIEUR ET EXTERIEUR, SITES POLLUES) ET IMPACTS	
6	ENERGIE, RESSOURCES, ENVIRONNEMENT ET SOCIETE	45

IMPORTANT : Se reporter au II - Priorités thématiques de l'édition 2021 pour prendre connaissance des axes thématiques et questionnements prioritaires de recherche pour lesquels sont attendus des projets de thèse pour cette édition 2021.

I - Modalités et calendrier de candidature

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 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 1 800 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 environ **50 nouveaux doctorants, sur une base moyenne de 200 candidats.**

En lien avec le plan national science ouverte et en l'absence de l'institution d'un régime de confidentialité, il est souhaité que les publications scientifiques issues des recherches menées dans le cadre de la thèse soient déposées dans une archive ouverte et dans la mesure du possible publiées dans des revues ou ouvrages nativement en accès ouvert.

Pensez à consulter régulièrement la liste des appels à projets ADEME en cours : <https://www.ademe.fr/actualites/appels-a-projets>

2 Critères de recevabilité

Le dossier de candidature doit OBLIGATOIREMENT comporter les informations suivantes.

- Titre de la thèse,
- Nom du candidat,
- Nom(s) du directeur(s) de thèse (impérativement Habilité à Diriger des Recherches HDR)
- Résumé du projet de thèse suffisamment explicite pour identifier, à sa lecture, la problématique adressée (**25 lignes maximum**),
- Descriptif du projet 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 1^{er} Octobre 2021
- 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 1^{er} octobre 2020
- Accepte d'être salarié à plein temps à l'ADEME pendant la durée de sa thèse

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
- Le cofinancement apporté sera de 50% du montant estimatif (cf. point 8- Contractualisation et coût du cofinancement ci-dessous)
- Cofinancement par un Conseil Régional : vous devez vérifier la recevabilité du projet, le calendrier et les modalités de dépôt auprès du Conseil Régional

4 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. partie II- « *Priorités édition 2021* »),
- 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.

RAPPEL :

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

L'ADEME ne finance que le salaire du doctorant.

AUCUN frais annexe ne sera pris en charge par l'ADEME

(frais de déplacement, d'installation, etc.)

5 Calendrier

31/03/2021 17h00	Date limite de dépôt de dossier de candidature
31/05/2021	Date limite de dépôt des documents signés par, le laboratoire et le cofinanceur (<i>hors Conseils Régionaux</i>)
Fin Juin 2021	Communication des résultats
Septembre 2021	Envoi du contrat CDD par l'ADEME et contractualisation avec les partenaires
01/10/2021	Début du CDD ADEME

6 Contacts

Administratifs

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

theses@ademe.fr



Scientifiques (ingénieur référent ADEME cf. partie II)

prenom.nom@ademe.fr



nom composé : prenom.nom@ademe.fr ; prénom composé : prenom-prenom.nom@ademe.fr

Il est fortement recommandé au candidat de contacter les ingénieurs référents listés dans cet appel à candidatures pour s'assurer que le sujet projeté s'inscrit bien dans les priorités et les attentes de l'ADEME.

7 Documents à déposer sur la plateforme Appels à Projets

Par qui ?	Documents à déposer sur la plateforme ADEME <u>avant le 31 mars 2021</u>
Candidat ou Laboratoire d'accueil	<ul style="list-style-type: none">• Diplômes universitaires• CV du candidat• Lettre de motivation• Descriptif de thèse
Par qui ?	Documents à télécharger et à déposer signés sur la plateforme ADEME <u>avant le 31 mai 2021</u>
Laboratoire d'accueil	<ul style="list-style-type: none">▪ Formulaire (Attestation d'engagement disponible sur la plateforme) à télécharger et à déposer une fois signé par le directeur de thèse et le directeur de laboratoire
Cofinanceur	<ul style="list-style-type: none">▪ Formulaire (Attestation d'engagement disponible sur la plateforme) à télécharger et à déposer une fois complété et signé par le directeur financier et le directeur de thèse

8 Contractualisation et coût du cofinancement

1. Rémunération du doctorant

L'ADEME rémunère le doctorant à hauteur de 1 918,44 € (tarif 2020) pour les 2 premières années, portée à 1,5 fois le Smic la 3^e 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 (modèle consultable sur [Appels à projets ADEME](#)) pour les 3 années de doctorat aux partenaires signataires :

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

3. Coût estimatif du cofinancement

PROMO 2020 (01/10/2020 au 30/09/2023)

Estimation du coût salaire d'une thèse ADEME sur 3 ans					
ANNEES UNIVERSITAIRES	01/10/2020 au 30/09/2021 (3 mois + 9 mois)	01/10/2021 au 30/09/2022 (3 mois + 9 mois)	01/10/2022 au 30/09/2023 12 mois (1,5 Smic)	MONTANT TOTAL des 3 années	Part Cofinanceur
Salaires	23 193,94 €	23 425,88 €	27 600,00 €	74 219,82 €	pour 3 ans
Charges patronales	10 437,27 €	10 775,90 €	14 352,00 €	35 565,18 €	37 109,91 € 17 782,59 €
Total 1	33 631,21 €	34 201,78 €	41 952,00 €	109 785,00 €	54 892,50 €
Frais Gestion 15%	5 044,68 €	5 130,27 €	6 292,80 €	16 467,75 €	8 233,87 €
TOTAL	38 675,89 €	39 332,05 €	48 244,80 €	126 252,75 €	63 126,37 €
COF 50%	19 337,95 €	19 666,03 €	24 122,40 €	63 126,37 €	

TARIF entreprise :	Arrondi à	63 000,00 €
TARIF Collectivité (hors frais de gestion)	Arrondi à	55 000,00 €

Pour mémoire :

TARIF 2020- Montant mensuel brut (chargé)	1 918,44 €
Réévaluation 1% au 01/01/2021	19,18 € (estimation)
Réévaluation 1% au 01/01/2022	19,38 € (estimation)
1,5 SMIC -Estimation au 01/01/2020	2 300,00 €

□

II - Priorités thématiques édition 2021

D'une manière générale, 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 ainsi attendues pour les projets de thèses :

- **Eclairer des phénomènes et sujets peu étudiés ou émergents,**
- **Démontrer la pertinence d'une nouvelle perspective appliquée à l'objet de la thèse (en comparaison notamment à des perspectives déjà utilisées),**
- **Obtenir et analyser de nouvelles données empiriques.**

Les enjeux cruciaux que représentent l'évolution du climat, le gaspillage des ressources non renouvelables, la dégradation des milieux et de la biosphère appellent des transformations radicales et une évolution profonde des systèmes socio-économiques existants et des modes de vie. De ce fait, l'ADEME est attachée à détecter les signaux faibles et démarches novatrices qui annoncent ou rendront possibles ces transformations et à mieux qualifier leurs impacts. Cette exigence parcourt l'ensemble des thématiques détaillées ci-après.

Pour cet appel à candidatures 2021, une attention particulière sera portée aux **projets de thèse explorant le champ des technologies numériques et de leur usage au service de la transition écologique.**

Les projets de thèses correspondants devront s'inscrire dans les priorités thématiques listés ci-dessous en lien avec les personnes désignées dans ces rubriques.

Un axe plus transversal dédié à la sobriété numérique - mode de conception, fabrication, usage de dispositifs et systèmes numériques économe en ressources (matières premières, énergie, empreinte géographique...) - est par ailleurs prévu pour l'appel à candidatures 2022.

Les axes thématiques et questionnements prioritaires de recherche pour lesquels sont attendus des projets de thèse pour cette édition 2021 sont précisés dans les chapitres thématiques :

- Villes et territoires durables
- Economie circulaire
- Energie durable
- Forêt, agriculture et bioéconomie
- Pollutions (air intérieur et extérieur, sites pollués) et impacts
- Energie, ressources, environnement et société

Ce dernier chapitre est dédié aux questionnements plus transversaux et aux travaux attendus relevant des sciences humaines et sociales sur les différents champs thématiques.

Outre les éléments de questionnements sur l'évaluation des impacts environnementaux présents au sein des chapitres thématiques, les développements méthodologiques concernant l'**évaluation des impacts environnementaux appliquée aux filières, secteurs et thématiques à partir d'approches systémiques (ACV notamment et ses déclinaisons : Empreinte Carbone par exemple)** seront traitées dans le chapitre 2, paragraphe 2.1, sauf dans les rares cas où le travail de recherche présente une spécificité sectorielle majeure.

Il est fortement recommandé au candidat de contacter les ingénieurs référents listés dans cet appel à candidatures pour s'assurer que le sujet projeté s'inscrit bien dans les priorités et les attentes de l'ADEME.

Le mail de ces ingénieurs référents est de la forme : prenom.nom@ademe.fr

(nom composé : prenom.nomnom@ademe.fr ; prénom composé : prenom-prenom.nom@ademe.fr)

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

① Villes et territoires durables

Thématiques : Bâtiments performants : conception des bâtiments ; enjeux assuranciels, financement, connaissance des acteurs, emplois et compétences ; photovoltaïque dans la construction. Transports et mobilité ; Objet véhicule ; Systèmes de mobilité et organisation. Vers des territoires durables : Intégration territoriale photovoltaïque ; Territorialisation des systèmes énergétiques ; Planification territoriale de la mobilité ; Usages des sols et aménagement du territoire ; Reconversion du foncier pollué (sites et friches pollués) : approche territoriale et projet opérationnel ; Territoires résilients et adaptation aux changements climatiques

② Economie circulaire

Thématiques : Evaluation environnementale globale ; Ecoconception ; Economie circulaire et aménagement du territoire ; Ecologie industrielle et territoriale ; Economie de la fonctionnalité ; Consommation responsable, sobriété ; Allongement de la durée d'usage ; Recyclage et valorisation matière/énergétique ; Disponibilité des matières premières primaires et de recyclage pour la transition écologique et énergétique

③ Energie durable

Thématiques : Solaire Photovoltaïque, Thermique et Thermodynamique ; Energies Marines Renouvelables ; Eolien en mer ; Géothermie de surface, Géothermie profonde ; Hydrogène ; Réseaux électriques ; Réseaux de chaleur ; Stockage électrochimique, ; Power to X ; Conception de procédés éco-efficients pour une industrie décarbonée ; Captage, valorisation du CO₂

④ Forêt, agriculture et bioéconomie

Thématiques : Innovation et Eco efficiency dans les systèmes de production, transformation et de valorisation des biomasses ; Evaluation de la durabilité et articulation des productions et usages de la biomasse ; Accompagnement au changement et instruments de politique publique pour une bioéconomie durable

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

Thématiques : Pollution et, Contaminations (Air intérieur, Air extérieur) ; Fiches et sites pollués ; Impacts sanitaires et environnementaux ; Déchets (filières de gestion) ; Effets de la pollution des sols sur la santé humaine et les écosystèmes ; Stockage géologique du CO₂

⑥ Energie, ressources, environnement et société

Thématiques : Transition énergétique, environnementale et sociale : Comportements, pratiques et modes de vie ; Démarches prospectives et politiques publiques de la TEE ; Finance climat, outils de financement de la TEE et stratégie bas carbone des organisations

1 Villes et territoires durables

La réduction des impacts énergétiques, environnementaux (dont les ressources naturelles) et climatiques des villes et des territoires nécessitent la conception et mise en œuvre de solutions (organisationnelles, technologiques ou fondées sur les services écosystémiques) dans un contexte :

- De neutralité carbone à horizon 2050,
- D'adaptation au changement climatique,
- De transition énergétique et écologique,
- D'objectif de limitation de l'artificialisation (« zéro artificialisation nette »).

L'enjeu est alors de contribuer à l'émergence d'un usage, d'une gestion et du développement raisonnés des villes et territoires de demain en s'intéressant aussi bien à la conception de bâtiments et systèmes urbains performants qu'au développement puis à la mise en œuvre d'outils de régulation et de planification notamment dans les domaines de la mobilité et de l'énergie. Une juste prise en compte des pratiques doit porter un changement vers des solutions et comportements vertueux. A cet effet, la maîtrise du développement des systèmes urbains, intégrant des contraintes (pollution des sols) ou préoccupations (énergie, mobilité, habités, produire...) est un enjeu majeur qui passe forcément par des changements de paradigmes d'action, la diversification et la confrontation des savoirs au-delà de la requalification de terrains déjà urbanisés.

1.1 Bâtiments performants

Conception des bâtiments

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 et de ressources; 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, établir un bilan environnemental des architectures numériques déployées basé sur une ACV et du coût de ses systèmes.
- 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 et de ressources des bâtiments et l'amélioration du confort de l'ambiance intérieure (notamment le confort d'été) permettant de s'adapter aux évolutions du climat tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre et les autres impacts sur l'environnement).
- 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.
 - 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 (augmentation des températures moyennes,

augmentation de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur) qui engendrera une augmentation des besoins de rafraîchissement. La prise en compte de l'inertie d'un bâtiment pourrait nécessiter des développements méthodologiques.

- Sur la thématique des comportements des occupants et leurs évolutions, en lien avec les outils de conception énergétique des bâtiments, il est attendu des travaux sur le développement de méthodologies de caractérisation de ceux-ci par des approches multicritères et la détermination d'indicateurs à partir d'études numériques et expérimentales.

- Développer des produits et des procédés réduisant les consommations énergétiques et de ressources 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),
 - 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 5 « 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, et les gains environnementaux permis par la réversibilité, modularité et démontabilité des bâtiments.
- Améliorer les connaissances sur la consommation des ressources des bâtiments et sur son évolution
- Développer / améliorer les méthodes et outils de conception d'espaces mutualisés afin d'optimiser les usages et limiter la consommation de ressources pour la construction, analyser le potentiel environnemental, à l'échelle du parc, d'une augmentation de l'intensité d'usage des bâtiments
- Améliorer la connaissance du stock de matériaux que constitue les bâtiments existants sur les territoires et leur potentiel de réemploi : mieux connaître la quantité et la qualité de ce gisement de matériaux par une traçabilité des informations (quelles données informatives sont à conserver, comment les rendre disponibles et à quelle temporalité les conserver et dans quel but) mine urbaine, base de données adaptée à différents territoires, cartographie, potentiels de recyclabilité, de réutilisation et de valorisation...),

Enveloppe du bâtiment (thermique...) :

Evaluation environnementale des produits de construction et des bâtiments : Philippe LEONARDON, Marc SCHOEFFTER

Produits de construction biosourcés et bois : Philippe LEONARDON, Grégoire DAVID

Outils de conception :

Intelligence / bâtiment : Frédéric ROSENSTEIN

Equipements électrique (éclairage) : Bruno LAFITTE

Equipements électriques (autres usages) : Thérèse KREITZ

Adaptation au changement climatique : Pierre DEROUBAIX

Economie circulaire appliquée au bâtiment : Solène MARRY

Enjeux assuranciels, financement, connaissance des acteurs, emplois et compétences

- Développer une assurance pour garantir le confort et la performance énergétique des rénovations de maisons individuelles,
- Identifier les conditions d'une mise en adéquation de l'offre professionnelle disponible sur le marché des travaux de rénovation (embarquant la dimension énergétique) avec la demande, dans un contexte où l'on observe que les professionnels qualifiés sont sur-sollicités alors que la demande stimulée par les politiques publiques d'aides ne cesse d'augmenter (problématiques autour de la formation professionnelle, de l'image des professions du secteur bâtiment et construction, des niveaux de qualification nécessaires pour améliorer la quantité mais aussi la qualité de l'offre...)

- Développer les connaissances sur les acteurs ayant une influence sur l'impact environnemental du bâtiment (y compris les occupants) afin de mieux comprendre leurs intérêts, leurs organisations, leurs contraintes, et leurs évolutions au regard des enjeux de la transition écologique.
- Sur l'évolution de l'emploi et des compétences du secteur bâtiment:
Proposer des méthodes prospectives, développer des modèles de transition se basant sur les besoins d'évolution des filières et des compétences du secteur du bâtiment, définir les conditions de la mutation du secteur du bâtiment (pour aller de la construction neuve vers la rénovation performante et pour réduire les flux de matière dans une logique d'économie circulaire), l'organisation des filières et l'évolution de la profession et des compétences qui en découlent, et les moyens à y consacrer, notamment pour la valorisation des métiers.
- Sur le financement de la performance du bâtiment :
Améliorer la connaissance des fondements du fonctionnement des copropriétés (défini par la loi fixant le statut de la copropriété des immeubles bâties), proposer des pistes de solutions (modèle économique, définition juridique) pour faciliter le financement de la rénovation (en particulier, considérer les dépenses pour les travaux comme un investissement), et leurs impacts potentiels
Améliorer les connaissances des freins et conditions de réussite de solutions de financement de la rénovation existantes (exemple: prêt avance mutation) pour considérer de nouvelles pistes d'outils économiques et financiers, dans le cadre d'une politique d'incitation (exemples: dispense d'avance des frais en attendant l'aide, avantage fiscal pour des travaux au moment d'une succession, valeur verte du bien après travaux... cf. partie sur les « Nouveaux modes de financement » du Cahier d'idées Booster de la rénovation) ou d'obligation (cf. Convention citoyenne pour le Climat)
Mener une analyse historique de l'action publique et son évolution en matière de gestion de l'impact énergie environnement du parc bâti et en particulier par le financement de sa rénovation (rôle, positionnement, pouvoir mobilisé par les acteurs publics, orientations, programmes, moyens alloués, acteurs impliqués, effets obtenus).

Connaissance des acteurs : Cécile GRACY

Enjeux assurantiels confort et performance énergétique rénovations individuelles : Jonathan LOUIS

Emplois, compétences, financement : Sarah MARQUET

Intégrer le photovoltaïque dans des produits de construction

- Développement d'innovations de rupture ou incrémentales permettant d'obtenir des produits de construction photovoltaïques, esthétiques et multifonctionnels à haute valeur ajoutée :
 - pour des implantations en façades ou en verrières avec une production flexible (pour notamment produire différents formats) ;
 - pour la rénovation de toitures de monuments ou demeures historiques et qui répondent aux attentes et cahier des charges des architectes des monuments historiques.
- Identification des leviers, accompagnements et apprentissages nécessaires pour favoriser l'utilisation du photovoltaïque en tant que produits de construction standardisés au regard des exigences essentielles du bâtiment ou en tant que produits spécifiques dédiés à la restauration de toiture de Monuments Historiques en accord avec l'ordre des Architectes des Monuments Historiques (analyse de la diversité des jeux d'acteurs et de leurs pratiques, de leurs connaissances, des contraintes techniques, des aspects juridiques, des processus décisionnels...). Il s'agit ainsi de comprendre les contraintes et les dynamiques techniques, économiques et sociales à l'œuvre afin de favoriser l'utilisation de systèmes photovoltaïques intégrés au bâtiment.
- La conception d'architecture de distribution électrique en courant continu (DC) dans un bâtiment à haute performance énergétique et bas carbone : le système doit pouvoir gérer les interfaces entre moyens de production (dispositif photovoltaïque + stockage mobile ou statique) et de consommation énergétiques locaux (appareils de consommation adaptés au sein du bâtiment : éclairage, appareils électroniques,...), en vue de sécuriser une partie de l'approvisionnement électrique ; quantifier les améliorations de performance du système énergétique global et l'impact environnemental (à l'échelle du bâtiment), comparativement à une alimentation en courant alternatif (AC).

Photovoltaïque : Céline MEHL, Rodolphe MORLOT

Développer des solutions d'ergonomie de services en aval compteur à l'échelle d'un bâtiment pour des bâtiments 'smart grid ready'.

Un bâtiment « smart grid ready » comprend des services techniques nouveaux mais gérés par plusieurs entités (utilisateurs, gestionnaire du bâtiment...) ; de ce fait, le caractère « smart grid » du bâtiment est peu exploité, d'où la nécessité d'étudier des solutions d' « ergonomie de service » (étude des contraintes particulières, pour l'opérateur, des interactions avec les usagers, volonté de former les usagers en tant que coopérateurs, prise en compte du contexte organisationnel global, coût de mise en œuvre, ...) qui vont de paire avec les solutions techniques.

Systèmes électriques intelligents : Nadine BERTHOMIEU

1.2 Transports et mobilité : des véhicules propres et économies en énergie et en ressources naturelles aux systèmes complexes de mobilité

Objet véhicule : architecture, matériaux, allégement

Les travaux pourront nourrir l'émergence de solutions performantes sur les plans énergétiques et environnementaux en s'intéressant à l'architecture innovante et l'allégement à des fins de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de polluants atmosphériques, des consommations d'énergie et de ressources naturelles : 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.

Bertrand-Olivier DUCREUX

Systèmes de mobilité et organisation

Les travaux de thèse attendus devront s'intéresser à une des thématiques suivantes :

Parcs véhicules, usages et nouveaux comportements de mobilité :

- Alimenter une réflexion de type prospectives sur les perspectives d'évolution (comportements de mobilité, rôle des collectivités et des usagers pour l'accès et l'exploitation des données réelles, pratiques émergentes, impacts du numérique...) pouvant se fonder sur l'acquisition de connaissances sur les nouvelles pratiques de mobilités.

Hélène DIJOS, Aurélien BIGO

Interface réseaux/véhicules VE, VH2 :

- Concernant l'interface véhicule / réseaux pour les véhicules à traction électrique (dont hydrogène) : Etudier les levier d'intégration des énergies renouvelables de flux, en métropole et particulièrement en zones non interconnectées (ZNI) et l'optimisation de leur utilisation et diffusion, et des infrastructures associées, en tant que levier. Analyser l'impact des politiques publiques et de tarification de l'électricité sur le déploiement des véhicules électriques et des EnR

Ariane ROZO, Maxime PASQUIER, Denis BENITA, Marie-Laure GUILLEMINET

Organisation des mobilités, modes de déplacements et multi-modalité :

- Réflexion sur les outils de régulation, de maîtrise et de d'aide à la prévision et à l'organisation des mobilités (outils experts : sur les modes de déplacements, sur la localisation des ménages et des activités, sur l'organisation des entreprises...)
- Pourront être questionnés les systèmes d'information dynamiques, l'optimisation des circuits et horaires, tout ce qui relève des dimensions informationnelles et communicationnelles permettant d'assurer la compatibilité et l'optimisation multimodale

Elodie TRAUCHESSEC, Hélène DIJOS, Marie POUPOUNNEAU

Systèmes de transports de marchandises

La maîtrise de la demande de transport de marchandises questionne fortement :

- la prise de conscience des effets de celle-ci, notamment au niveau de la chaîne logistique, et par conséquent les informations fournies aux différents acteurs dont les consommateurs.
- L'évaluation par des démarches et méthodes innovantes de la performance environnementale dans les transports de marchandises.
- Les potentiels d'interopérabilité, de couplage voyageurs-marchandises (freins, levée des verrous).

Marc COTTIGNIES, Marie POUONNEAU

Mobilité et adaptation au changement climatique

- Intégrer les impacts du changement climatique aux réflexions sur les systèmes de mobilité et les solutions d'adaptation et de transformation.

Maxime PASQUIER

Mobilité et organisation urbaine : Se reporter au point *Planification de la mobilité à l'échelle d'un territoire* du 1.3 Vers des territoires durables

1.3 Vers des territoires durables

Appropriation et intégration territoriale des projets photovoltaïques

Amélioration des connaissances et développement de méthodologies innovantes de conception des projets photovoltaïques permettant d'améliorer l'acceptabilité sociale et l'intégration territoriale, tout en tenant compte des réalités socio-économiques, notamment pour :

- les centrales au sol et les installations agrivoltaïques, en considérant en particulier, la planification territoriale, l'impact paysager et le respect de la biodiversité (cf. également le chap. 3 Energie durable) ;
- les installations en autoconsommation sur les bâtiments, en étudiant le seuil d'acceptabilité des « internalités » liées à l'exploitation du système de production (entretien/maintenance), en comparaison du service rendu par le réseau de distribution électrique (« externalités »).

Photovoltaïque : Céline MEHL, Rodolphe MORLOT, Pierre RALE

Territorialisation des systèmes énergétiques : régulation et planification fonctionnelle et spatiale

Pour faciliter le déploiement et l'évolution de systèmes énergétiques réellement territorialisés, deux axes majeurs de progrès prioritaires lors du travail de co-construction d'une feuille de route stratégique « Systèmes énergétiques territoriaux peuvent être proposés ici :

- comment tirer parti des multiples démonstrateurs ou autres retours d'expériences aujourd'hui encore difficilement ou insuffisamment exploités pour mettre les résultats de recherches en cours ou à venir, à disposition des acteurs et des chercheurs (publics et privés) des champs de l'énergie et de la planification spatiale.
- identifier les conditions pour faciliter les échanges et la collaboration entre acteurs locaux, régionaux et nationaux, tant publics que privés, et de cultures diverses (énergie, urbanisme, politique, économie...) et d'origine de savoirs variés. Le besoin de croisement des disciplines énergies et urbanisme est particulièrement prégnant. Des méthodes et démarches innovantes de recherche pourraient être explorées.

Territorialisation des systèmes énergétiques, modalités innovantes de recherche : Anne GRENIER

Planification de la mobilité à l'échelle d'un territoire

Il s'agit d'approfondir les liens entre organisation territoriale, notamment urbaine, et mobilité (types de mobilité, vecteurs mobilisés, organisation et planification des infrastructures).

- La mobilité durable en termes de changement de paradigme : comment intégrer les problématiques liées à la mobilité durable dans la planification traditionnelle du transport urbain ?
Va-t-on assister à un renouvellement des pratiques de l'urbanisme pour accompagner ce changement de paradigme ?
- Mobilité quotidienne et réflexions sur les fonctions urbaines.

Planification de la mobilité : Christelle BORTOLINI, Hélène DIJOS

La prise en compte des sols et les services qu'ils rendent dans l'aménagement du territoire

Le sol est au cœur d'enjeux planétaires essentiels pour l'humanité et les êtres vivants (sécurité alimentaire, régulation de l'eau, lutte contre le changement climatique, préservation de la biodiversité, production d'énergie, développement des villes...); La question de l'artificialisation des sols est également de plus en plus prégnant au niveau des politiques publiques et exige des solutions opérationnelles à l'échelle de l'aménagement du territoire dans l'objectif d'une trajectoire ZAN (Zéro Artificialisation Nette). De nouvelles approches sont nécessaires afin de mieux considérer et quantifier l'ensemble des services rendus par les sols, que ce soit en milieu urbain, agricole ou forestier. 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 dans une optique de sobriété foncière et de préservation des milieux écologiques et agricoles. Le développement d'approches est attendu dans le domaine de :

- L'évaluation économique des services écosystémiques rendus par les sols, et l'évaluation des coûts de la dégradation des sols.
- La définition d'indicateurs opérationnels de caractérisation et de suivi de l'artificialisation des sols et des services écosystémiques rendus (y compris monétaires).
- L'intégration des fonctions des sols et des services qu'ils rendent dans les politiques publiques territoriales, notamment dans les outils de planification.
- L'évaluation de l'efficacité des solutions opérationnelles de restauration des fonctions écologiques des sols et de renaturation des sols dans des sites dégradés urbain et péri-urbain
- Le développement des Outils de prospective pour visualiser les trajectoires du ZAN à l'horizon 2035-2050 (à l'échelle nationale et territoriales) et orienter les politiques publiques;

*Evaluation économique des services écosystémiques et coûts de la dégradation des sols:
Isabelle FEIX*

*Sol et aménagement du territoire :
Anne LEFRANC (Territoires urbains)
Cécile GRAND (Fiches urbaines et sites pollués)
Thomas EGLIN (Territoires ruraux)*

Flux matières premières et territoires

Développement de méthodologies de connaissance des flux de matières premières sur un territoire dans l'objectif de re-territorialiser une partie de ces flux afin de diminuer les impacts environnementaux, revitaliser l'économie locale et éclairer la décision politique.

Flux matières 1^{ère} et territoires : Jean-Louis BERGEY

Reconversion du foncier pollué – approche territoriale et projet opérationnel

La reconversion des friches et sites pollués constitue un enjeu important, en ce qu'il permet la réduction de l'étalement urbain et l'artificialisation des sols qui en découle. Conformément au bilan recherche publié en novembre 2019¹, 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) :

- Réduire les incertitudes sur le gisement de foncier potentiellement pollué
- Etablir un lien entre qualité des sols et outils de planification territoriale d'une part et projet d'aménagement d'autre part, afin d'imaginer des usages compatibles avec l'état d'une friche et éviter par exemple les usages sensibles sur d'anciens terrains pollués
- Améliorer la connaissance des valeurs de fonds pédo-géochimiques des sols urbains (notamment pour la gestion des terres excavées, la désimperméabilisation, l'aménagement)
- Développer des mécanismes de mémoire du processus de reconversion des friches : gouvernance et contrôle, suivi de la mise en œuvre des mesures de gestion, mouvement de terres, etc.
- Etablir des modèles économiques de la reconversion lorsqu'il n'existe pas de marché foncier porteur, prenant en compte les bénéfices socio-économiques et environnementaux de cette reconversion pour différents usages (production d'énergie renouvelable, de biomasse non alimentaire, renaturation...), avec comme points d'attention :
 - o 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 spatiales (parcelle, quartier, commune voire agglomération),
 - o Les effets de la reconversion des friches industrielles (directs, indirects, retombées) sur l'évolution des villes et des sociétés (par ex : bénéfices liés à la désartificialisation des sols, à la nature en ville, à la continuité écologique des trames vertes, à la dynamique urbaine etc.),
 - o Les avantages et limites de l'intégration des friches dans les opérations de compensations environnementales permettant de compenser les atteintes à la biodiversité et/ou espèce protégées lors de la réalisation d'un projet d'aménagement,
 - o Les aspects temporels,
 - o La valorisation des effets environnementaux et sanitaires²,
 - o La diversité des leviers envisageables : financiers, fiscaux, monétarisation des externalités,
- Dans une approche « ressources », étudier les bénéfices socio-économiques et environnementaux de la planification et de l'optimisation des mouvements de terres excavées au sein des métropoles et intercommunalités, en lien avec la cartographie des valeurs de fonds pédo-géochimiques.

Enfin, un volet de recherche est ouvert sur des approches prospectives visant à la prévention de situations de sites pollués et/ou à dépasser les verrous actuels pour placer la gestion des sites pollués dans une démarche compatible avec la transition écologique. Au-delà des cadres actuels (lois ALUR, terres sorties de sites relevant de la réglementation des déchets...), il s'agit d'explorer de nouvelles pistes (ou d'identifier des pistes en rupture) de politiques publiques, réglementaires, juridiques, organisationnelles, financières et/ou économiques propres :

- à prévenir l'émergence de nouveaux sites pollués (dont ceux à responsable défaillant),
- à placer la gestion des terres excavées dans une pleine logique d'économie circulaire (prévention de la production de terres excavées, solution de restauration via des opérations de génie écologique de sols en place ou via des opérations de reconstruction de sols).

¹ <https://www.ademe.fr/sites-sols-pollues-bilan-7-annees-recherche-dinnovation>

² <https://www.ademe.fr/evaluer-benefices-socio-economiques-reconversion-friches-lutter-contre-lartificialisation-outil-benefriches>

Explorer des pistes nouvelles ou en ruptures pour évaluer les projets de reconversion de friches industrielles et projets de remédiations en s'inspirant des démarches d'analyses de cycles de vie et d'écoconception en appliquant celles-ci aux chantiers de réalisation. Dans ce cadre, pourront être considérés la gestion de la ressource « sol » les fonctions qu'elle remplit, la gestion des terres excavées dans une démarche d'économie circulaire, la lutte contre l'étalement urbain ...

Démarche de planification de la requalification des friches polluées, gisement foncier : Didier MARGOT
Aspects opérationnels de la requalification des friches polluées, modèles économiques, bénéfices socio-économiques : Laurent CHATEAU

Valeurs de fonds pédo-géochimiques : Hélène ROUSSEL
Ressource « sol », terres excavées et économie circulaire : Guillaume MASSELLOT

Territoires résilients et adaptation aux changements climatiques

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

- Proposer des méthodes prospectives se basant sur les projections climatiques à différentes échéances (et notamment celle de la fin du siècle). Le concept de trajectoires d'adaptation au changement climatique (« adaptation pathways ») pourra être une base de réflexion afin d'envisager dès aujourd'hui des solutions d'adaptation évolutifs et flexibles répondant ou ne mettant pas en péril celles nécessaires aux évolutions climatiques futures. Les co-bénéfices adaptation-atténuation seront nécessairement liés à la prise en compte des enjeux énergétiques, alimentaires, de la ressource en eau et de la biodiversité.

Territoires résilients et adaptation au changement climatique : Aude BODIGUEL

NB : des questionnements spécifiques sur le lien entre Economie circulaire et aménagement du territoire sont présentés dans le point « 2.3 Economie circulaire et aménagement du territoire » du chapitre 2- Economie circulaire

2 Economie circulaire

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

- Les différents piliers de l'économie circulaire (cf. parties 2.1 à 2.8),
- L'amélioration des connaissances concernant les matières premières non renouvelables et non énergétiques (partie 2.9).

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 Evaluation environnementale globale

Les travaux de thèse pourront porter aussi bien sur la modélisation de la technosphère que celle de l'écosphère.

Tout type d'approche systémique pourra être abordé : bottom-up (ACV et déclinaisons), top-down (EEIO) ou approches meso de type MFA, et leurs hybridations.

Il s'agira notamment de contribuer à l'amélioration de la modélisation de l'**écosphère** et des chaînes de cause à effet (sanitaires, environnementales, ressources), en lien avec les meilleures méthodes internationales (Recipe, Impact World +, LIME, etc.) et avec les travaux internationaux de consolidation (GIEC, UN Environment Life Cycle Initiative, JRC).

Les projets de thèses devront aborder au moins un des enjeux suivants :

- Les méthodes de caractérisation des impacts potentiels :
 - Occupation et artificialisation des sols
 - Stress hydrique
 - Epuisement des ressources biotiques et abiotiques
 - Eutrophisation eau douce et marine
 - Acidification
 - Oxydation photochimique
 - Particules
 - Toxicité humaine
 - Ecotoxicité (eau, air, sols)
 - Etc.
- L'amélioration des modèles et l'apport d'une vision critique (par exemple sur les modèles E, I et H de Recipe, et/ou de les compléter par du développement de nouveaux facteurs de caractérisation (eg pesticides pour USEtox).

- La problématique de l'inconsistance entre les méthodes de caractérisation utilisées dans les approches systémiques (basées sur l'ACV) et celles utilisées dans les approches locales (cf chapitre 5) pourra également faire l'objet de proposition de thèses, par exemple sur les questions de pollution de l'air ou de pollution des sols, entre autres.
- Les méthodes de caractérisation des dommages potentiels (y compris amélioration des modèles et facteurs de caractérisation) :
 - o Santé des Ecosystèmes et de la Biodiversité
 - o Santé Humaine
 - o Ressources

Concernant la modélisation de la **technosphère**, les travaux pourront porter sur tout type d'approche systémique potentiellement connectable aux méthodes de caractérisation listées ci-dessus :

- Approches micro bottom-up, en attributionnel ou en conséquentiel : ACV-A, ACV-C, approches sites (B-GES ou multi-critères), et toute méthode d'empreinte en déclinant
- Approches meso : MFA
- Approches macro top-down : EEIO
- Le tout en prospective ou non
- L'hybridation de méthodes : EEIO+ACV (hybridation possible dans les deux sens), MFA-ACV, ACV + approches locales (eq Qualité de l'air en local par exemple via le couplage ACV-SIG, Pollution des sols en local, etc.), etc

Les problématiques associées aux BDD d'ICV, y compris celles utilisées en EEIO, pourront être traitées par exemple relativement aux questions essentielles de **consistance** et **d'interopérabilité**, ou encore aux problématiques d'interfaçage entre inventaire du cycle de vie (technosphère) et méthodes de caractérisation (écosphère). Des questions spécifiques relatives à la modélisation de la technosphère par l'ICV seront également traitées :

- Méthodes d'analyse de l'incertitude et de la variabilité
- Gestion de la multifonctionnalité : expansion de systèmes, allocations, y compris appliquée à la fin de vie (recyclage, incinération)
- Méthodes d'allocation pour le passage d'une analyse par unité fonctionnelle (ACV) à une communication par unité de vente (affichage d'empreinte environnementale)
- Stockage de carbone biogénique
- Modélisation de systèmes multifonctionnels (produits ou services)
- Etc.

les méthodes systémiques multi-approches et les problématiques qui les caractérisent sont également des enjeux à étudier :

- Le couplage des méthodes d'évaluation des impacts sociaux, économiques et environnementaux :
 - o LCSA = LCA + LCC + SLCA
 - o autres

Consolidation des connaissances dans les BDD d'ICV et les LCIA (Life Cycle Impact Assessment) :

La consolidation des travaux d'amélioration de la connaissance relative à la qualité de l'air intérieur ou extérieur, à la pollution des sols au sein de bases de jeux de données génériques d'ICV (comme EcoInvent) et de méthodes de caractérisation des impacts (midpoint) et dommage (impacts de la pollution des sols sur la santé humaine et les écosystèmes) entre également dans le champ du présent appel

Le développement de BDD d'ICV appliquée aux services numériques, au-delà du travail réalisé dans le cadre du projet NégaOctet, est attendu.

NB : Le traitement des problématiques méthodologiques listées ici (et non exhaustives) pourra être illustré par des cas d'études sectoriels portant sur le bâtiment, la mobilité, l'agriculture, etc. ou tout autre périmètre couvert par exemple par un éco-organisme. Dès lors que la problématique n'est pas spécifique au secteur, elle sera traitée ici plutôt que dans les autres chapitres sectoriels ou thématiques.

Evaluation environnementale : **Olivier RETHORE**

- **Améliorer les méthodes d'évaluation de l'empreinte « sol »** (surface et qualité) de la consommation (de matières, d'énergie, d'eau, d'aliments, de surfaces, ...) à différentes échelles (France, région, territoire, individu). Des travaux sur l'empreinte sol des régimes alimentaires et leurs évolutions sont particulièrement attendus

Empreinte « sol » de la consommation : Antoine PIERART

2.2 Ecoconception

Des travaux sur les sujets suivants sont attendus :

- Solutions numériques à très haute performance environnementale, à l'échelle du service numérique ou d'une des briques qui le compose (logiciel, terminal, réseau, datacenter), basée sur une approche multicritère et cycle de vie
- Développement d'outils et méthodes pour intégrer une démarche d'ecoconception dans le processus de R&D à des TRL très faibles, là où l'ACV n'est pas encore possible
- Dans le secteur du bâtiment : développer des méthodes et outils d'ecoconception permettant dès l'amont la réduction des impacts environnementaux dans le choix des solutions techniques : changements d'usages, réversibilité, modularité, déconstructibilité en vue du réemploi) (voir également sur ce point le chap.1, section 1.1 bâtiments performants)

Ecoconception : Erwan AUTRET

Réversibilité, modularité des bâtiments : Solène MARRY

2.3 Economie circulaire et aménagement des territoires

L'intégration de l'économie circulaire dans les projets d'aménagement des territoires et particulièrement des villes constitue une approche incontournable à une politique de transition écologique et solidaire.

Les projets de thèses apporteront des outils et méthodes permettant de faciliter l'application de l'approche économie circulaire pour les projets d'aménagement des territoires et des villes : outils d'analyse multicritères et multi scalaire, outils de concertation multi acteur, outils d'analyse des flux et outils d'évaluation des impacts environnementaux (les travaux de recherche relatifs à l'évaluation environnementale avec un cas d'étude portant sur la présente thématique seront traités en 2.1). L'objectif sera de favoriser la transversalité et la mutualisation des pratiques/usages habituellement traités de manière sectorielle.

Economie circulaire et Aménagement des territoires/Villes : David CANAL

2.4 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 ».

Sont particulièrement attendus des travaux portant sur les zones industriello-portuaires et/ou sur des synergies impliquant l'industrie lourde (voir thème 3.1 sous-paragraphe i spécifique à l'industrie), pour analyser en quoi l'EIT peut être un facteur d'accélération de la transition industrielle.

Sujets non éligibles dans le cadre de cet appel à thèses 2020 (car ayant déjà fait l'objet de travaux de recherche ultérieurs) : modes de gouvernance, d'animation, de coordination, nouvelles formes de relations sociales, démarches participatives.

Ecologie industrielle et territoriale : Cyrielle BORDE

2.5 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 à produire des effets utiles pour les usagers et non à vendre simplement des biens. Les modes de production, de consommation et l'écosystème partenarial se trouvent profondément changés. Ces solutions doivent permettre de s'orienter vers la sobriété énergétique et matérielle, un accroissement du bien-être des personnes et un développement économique dans une perspective d'utilité sociétale.

L'ADEME soutient des projets coopératifs de développement durable des territoires en prenant appui sur le référentiel de l'économie de la fonctionnalité et de la coopération³. Ces projets s'inscrivent dans une double logique entrepreneuriale et territoriale. Ils visent à développer des activités servicielles permettant de transformer les pratiques et les modes de vie en lien avec les grandes fonctionnalités de la vie (alimentation, mobilité, habitat, tourisme, loisirs, culture, formation, travail...) et avec les enjeux des territoires (écologie, adaptation au changement climatique, amélioration des conditions de vie des populations précaires...). Le programme « Territoires de Services et de Coopération » (Coop'Ter), nouvellement lancé par l'ADEME, soutiendra dès 2021 une dizaine de porteurs de projets s'inscrivant dans cette perspective.

Des travaux sont attendus sur ces démarches territoriales d'économie de la fonctionnalité et de la coopération, en prenant appui notamment sur les expériences soutenues dans le cadre du programme Coop'Ter. Les projets de thèses apporteront en l'occurrence des connaissances sur l'évaluation de l'immatériel et des effets sur l'environnement, les conditions d'émergence et de déploiement des nouveaux modèles, le design des solutions innovantes, l'évolution des formes de gestion, de contractualisation, de financement et de gouvernance et sur les articulations entre les innovations entrepreneuriales et le développement territorial soutenant le développement d'écosystèmes coopératifs territorialisés.

Economie de la fonctionnalité : Claire PINET

2.6 Consommation responsable, sobriété

Les attendus sur cette thématique sont précisés ci-dessous dans l'axe 6.1 « Transitions énergétique, environnementale et sociale », 6.1.1 « Comportements, pratiques et modes de vie ».

2.7 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 envisagées. Ainsi, les travaux attendus devront porter sur :

- Les leviers d'optimisation des usages (économie de la fonctionnalité, mutualisation des usages, réemploi, réparation...).
- Les leviers de changement de comportement du possesseur sur le respect des préconisations d'utilisation et d'entretien ainsi que ceux d'incitation à la réparation plutôt qu'au remplacement ou rachat.
- La perception de l'obsolescence (programmée ou marketing) 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, obsolescence : Erwann FANGEAT
Réparation : Marie HERVIER
Economie de la fonctionnalité : Claire PINET*

³ <https://www.ademe.fr/developpement-durable-territoires-voie-leconomie-fonctionnalite-cooperation>

2.8 Recyclage, valorisation matière et 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 et de la transformation 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 environnementaux tout en considérant les incidences sur les conditions d'hygiène et de sécurité du travail (notamment pour les opérations de collecte, de tri et de démontage/démantèlement) cf 5.2 « Impacts sanitaires et environnementaux ».

Des travaux de thèse sont ainsi attendus sur les :

- Métaux rares et critiques (se reporter aux points 3.1 et 3.2 pour le stockage électrochimique ainsi que pour le photovoltaïque et les attentes spécifiques sur les procédés, modules et installations)
- Intégration de matières premières secondaires pour faire baisser les consommations énergétiques dans l'industrie (se référer à la partie 3.1 « Conception de procédés éco-efficients pour une industrie décarbonée »)
- Recyclabilité des composants de la filière hydrogène (se référer à la partie 3.1 « Production et conversion de l'énergie »)
- Plastiques (y compris micro plastiques).
- Matériaux composites.
- Caractérisation des matières issues des déchets (développement de méthodes d'échantillonnage et d'analyse). A ce titre, des travaux sur les polluants traces dans les flux de recyclage (RFB, huiles minérales, ...) sont attendus : caractérisation des flux, détection des micropolluants, identification de voies de valorisation (recyclage vs enjeux sanitaires...).

NB : Les questions spécifiques au bâtiment sont traitées dans la partie 1.1 « bâtiments performants ».

- 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) et évaluation économique d'éventuelles chaînes de valeurs de recyclage (flux émergents, produits ayant une fin de vie lointaine)

NB : Le tri et le recyclage des matériaux biosourcés sont traités dans la partie 4 « Forêt, agriculture et bioéconomie ».

Par ailleurs, l'apport des nouvelles technologies dans le domaine du recyclage (IA, robotique...) pourra faire l'objet de travaux de thèse.

Méthanisation : **Julien THUAL**

Gestion et valorisation organique, organisation territoriale des acteurs de ces filières : **Fabienne MULLER**

Valorisation du biogaz et biodéchets de gros producteurs : **Olivier THEOBALD**

Plastiques : **Adeline PILLET**

Métaux : **Rachel BAUDRY**

Autres champs : **Nicolas PETIT**

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

Les travaux de thèse devront permettre de mieux appréhender le cycle de la matière, notamment la disponibilité des matières premières, en particulier les matières minérales, qu'elles soient primaires ou qu'elles aient déjà fait l'objet d'une utilisation (recyclage). Le champ de recherche peut être transversal, viser une ou plusieurs matières premières ou des applications d'outils de modélisation à des secteurs de compétences de l'ADEME en particulier énergies renouvelables notamment électriques, stockage de l'électricité, véhicules électriques (problématique des aimants permanents des machines électriques), smart grid, ville intelligente, bâtiments, services numériques (objets, réseaux, stockage), produits de consommation courante (aménagement de la maison, équipements électriques et électroniques, habillement...). Les questions relatives à la biomasse sont traitées dans le chapitre 4 « Forêt, agriculture et bioéconomie ». Les questions d'évaluation des impacts socio-économiques du recyclage, et plus

largement des politiques publiques encourageant une transition vers une économie circulaire sont traitées dans la partie 6.2 « Démarches prospectives et Politiques publiques de la TEE ».

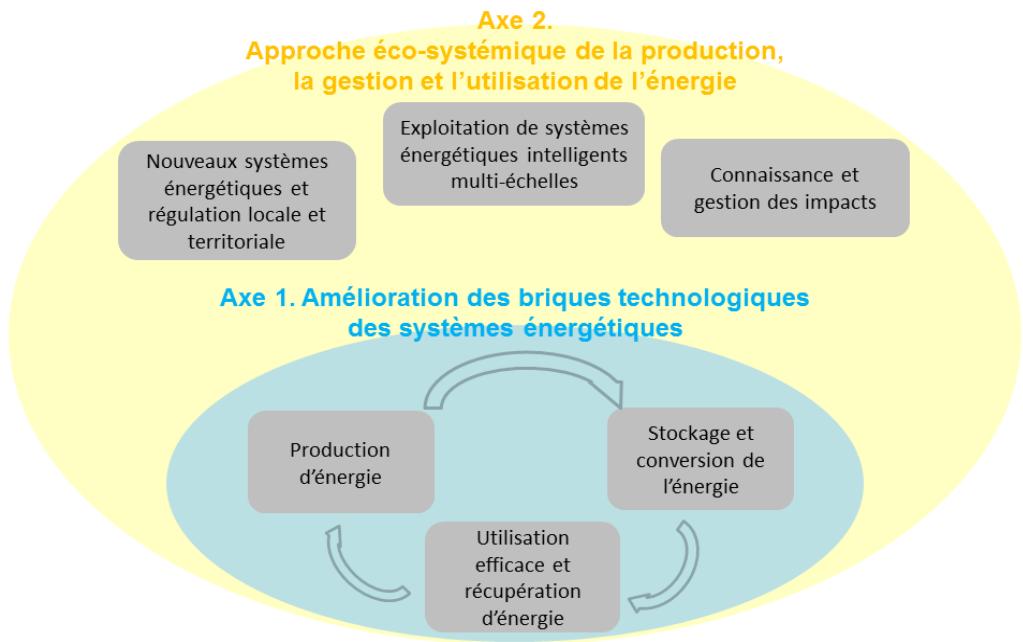
Il s'agit de :

- 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 critiques selon le développement des technologies innovantes, en particulier afin de 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.
- Mieux connaître les freins et les leviers permettant la substitution matières vierges/matières recyclées sur les plans techniques (fonctionnalités, normes, DTU...), économiques (fiscalité, comptabilité, changement d'outil industriel...), sociologiques (représentations, comportements, peurs...) sociaux (impacts emplois) ou politiques (décisions/incitations nationales, locales).

*Approche transversale : Jean-Louis BERGEY
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

3.1.1 Production et conversion de l'énergie

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. Une attention particulière sera portée à la résilience climatique de ces vecteurs énergétiques dans les conditions climatiques actuelles et futures.

a) Solaire thermique / Solaire thermodynamique :

Pour rendre la filière économiquement viable, il faut développer, entre autres, des systèmes de conversion de l'énergie solaire (concentrée ou non), robustes et fiables (conditions climatiques actuelles et futures), ce qui passe par le choix de matériaux capables de supporter des cycles de chauffe intensifs avec de forts gradients thermiques :

- surchauffe estivale en application haute température (solaire thermique pour les bâtiments, les réseaux de chaleur, besoin en chaud/froid) ;
- ou niveaux de températures en application très haute température (centrale solaire thermodynamique, besoin en vapeur).

Sont attendus des projets de thèses portant sur la thématique des matériaux permettant l'optimisation de la sélectivité spectrale des capteurs/récepteurs (amélioration de leur performance et de leurs systèmes associés) avec un moindre impact environnemental pour les applications visées (industrielles ou domestiques).

Solaire thermique et solaire thermodynamique : Rodolphe MORLOT, Michaël MACAIRE

b) Solaire Photovoltaïque

Sont uniquement attendus des projets de thèse portant sur les thématiques suivantes :

- Amélioration des impacts environnementaux liés aux modules photovoltaïques

Amélioration des procédés de fabrication (du module ou de ses composants), développement de l'écoconception, substitution des substances toxiques et/ou critiques, amélioration du recyclage et du démantèlement des modules, amélioration et optimisation permettant la réutilisation de matières et/ou de composants au sein de nouveaux modules...

- Intégration du photovoltaïque dans des produits de construction :
Se reporter au point 1.1 « Bâtiments performants » dans lequel sont présentés les questionnements liés à l'intégration du photovoltaïque dans des produits de construction
- Agrivoltaïsme (synergie entre production photovoltaïque et production agricole)
Développement de nouveaux modules ou systèmes photovoltaïques adaptés aux cultures agricoles envisagées, permettant une synergie de fonctionnement entre production agricole et production photovoltaïque tout en garantissant des impacts environnementaux limités. Une priorité sera donnée aux développements permettant l'adaptabilité du système photovoltaïque à la variabilité possible des cultures. (Ce point est également abordé dans le chapitre 1).
Plus généralement, le développement des énergies renouvelables dans les systèmes de production agricole est traité dans le chapitre 4.3.

Photovoltaïque : Céline MEHL, Rodolphe MORLOT, Pierre RALE

c) Energies marines renouvelables / Eolien en mer :

Les projets de thèse devront contribuer à l'un des objectifs suivants :

- Pour les EMR, participer au développement de la filière en contribuant à une meilleure connaissance de l'environnement, en répondant aux enjeux de l'installation, de l'exploitation et de la maintenance de systèmes soumis à des environnements sévères voire extrêmes (conditions climatiques actuelles et futures). Les questions de matériaux, de modélisation du productible et de raccordement sont également pertinentes.

Energies marines renouvelables : Amandine VOLARD

- Pour l'éolien en mer, contribuer à la conception intégrée turbine-fondation en prenant en compte l'ensemble des contraintes géotechniques et météocéaniques (conditions climatiques actuelles et futures).

Eolien en mer : Vincent GUENARD

d) Géothermie de surface :

Les projets de thèse devront contribuer à répondre à l'un des objectifs suivants :

- Faciliter l'intégration et la maintenance du stockage thermique souterrain (sondes, aquifères, parois, ...) dans les installations de chauffage/rafraîchissement de bâtiments, d'îlots de bâtiments, de serres, ...
- Faciliter la conception, la mise en œuvre, l'exploitation et la maintenance de boucles d'eau tempérée.

Géothermie de surface: Astrid CARDONA-MAESTRO

e) Géothermie profonde :

Sont attendus des projets de thèse qui privilieront le transfert vers la géothermie de techniques et de savoir-faire développés dans le secteur pétrolier et gazier ou l'apport de nouveaux outils et/ou de nouvelles méthodes, concernant :

- l'exploration des ressources géothermiques profondes dans le but de réduire le risque géologique ;
- la réalisation des opérations avec l'objectif de réduire les coûts du volet sous-sol ;
- une meilleure gestion de la ressource géothermale.

Géothermie profonde : Norbert BOMMENSATT

f) Biomasse énergie

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 : outils de modélisation de la combustion de biomasse, conception d'appareils ayant de faibles émissions de polluants dans des conditions réelles d'utilisation, développement de chaudières à bas NOx
- Secteur collectif-industrie : amélioration et fiabilisation des performances des équipements notamment pour une variation de charges et de combustibles ; préfiguration de technologies innovantes de combustion ou pyrogazéification

Production de chaleur : Anne-Laure DUBILLY, Florence PROHARAM

g) Hydrogène :

Les sujets attendus portent sur :

Le stockage de l'hydrogène :

Les recherches prioritaires attendues porteront sur :

- o les compressions de rupture jusqu'à 900 bars,
- o le stockage ou le conditionnement d'hydrogène sous forme liquide, notamment sur l'amélioration ou la rupture sur la chaîne de l'hydrogène liquide et les nouveaux vecteurs de transport liquide (ex : molécules organique LOHC, ammoniac...)

Les projets seront sélectionnés sur le rendement énergétique et les densités volumique et massique de la solution ainsi que sur le modèle économique proposé à terme.

Le recyclage des composants :

Les projets de thèse attendus porteront sur la stratégie d'amélioration de la recyclabilité des composants de l'ensemble de la chaîne hydrogène, de la production aux applications (électrolyseurs, piles à combustibles, réservoirs...) ou sur les stratégies de recyclage dans le but d'anticiper la mise en place de futures filières de recyclage (REP). Les projets seront sélectionnés sur les gains en matériaux, notamment en matériaux critiques, et sur le potentiel de mise en place et de déploiement du recyclage.

L'analyse des systèmes économiques liés à l'émergence de l'hydrogène énergie.

Hydrogène : Loïc ANTOINE

h) Réseaux électriques :

- Développer des solutions techniques innovantes sur plaque interconnectée et produire des connaissances autour de la gestion de la fréquence et de l'inertie dans de ces systèmes électriques.
- Développer des algorithmes ou des méthodes de répartition des appels de flexibilité en fonction des prévisions de contraintes, selon les critères économiques, énergétiques et d'équité entre les producteurs.
- Développer des modèles d'analyse économique comparatives entre différentes solutions de gestion des congestions à la maille BT, tant sur le réseau que sur les productions (yc moyens de stockage) pour valider des modèles de développement des gestionnaires de réseau.
- Mieux connaître les interactions des différents systèmes de régulation et de protection dans un système électrique en transition d'une production électromécanique centralisée vers une production répartie et interfacée par électronique de puissance. Proposer de nouvelles stratégies.
- Produire des connaissances permettant d'arbitrer entre Grid forming et Grid following en ZNI.
- Mieux connaître les problématiques de courant de court-circuit dans un système à fort taux de production interfacée par électronique de puissance.

Réseaux électriques : Nadine BERTHOMIEU

i) Réseaux de Chaleur

- Conception avancée/pilotage optimisé des réseaux (efficacité énergétique, outils de dimensionnement, de conception, de modélisation et de pilotage),
- Conception de solutions et d'outils facilitant l'insertion des énergies renouvelables, la flexibilité de la production et de la demande.
- Innovations de modèles d'affaires.

Réseaux thermiques : Marie SAUZE

j) Stockage électrochimique:

Les sujets auront pour objectifs généraux d'améliorer les performances intrinsèques des systèmes (fiabilité, rendement, consommation de matière, substitution de matières critiques, durée de vie, sécurité, coût, recyclabilité).

Plus particulièrement :

- Etudier ou améliorer les nouveaux matériaux d'électrode : sodium, silicium, matériaux à conversion.
- Batterie tout solide : problématiques aux interfaces, nano/micro structuration.
- Batterie verte (électrolytes, quinones, 100% organique...).
- Adaptation et optimisation des procédés de recyclage et notamment, les procédés de recyclage permettant de récupérer des matériaux dont la qualité est suffisante pour pouvoir être intégrés à la fabrication de nouvelles batteries.

Pour 2021, une attention plus particulière sera portée aux propositions traitant :

- Du procédé de recyclage des batteries Li-ion permettant d'aller jusqu'au grade batteries (technologie « hydrométallurgie poussée » et/ou prétraitement optimal, valorisation directe, etc...)
- Du développement de diagnostic du vieillissement des batteries Li-ion, en lien avec le potentiel de seconde vie des batteries.

Synergies entre différentes solutions de stockage :

Les synergies étudiées entre les différents moyens de stockage auront pour orientation :

- l'amélioration du rendement global de la solution de stockage, l'augmentation de la durée de vie de ses composants, la réduction de son impact environnemental et de son coût pour le besoin adressé.
- L'optimisation de la participation de la solution de stockage globale à plusieurs marchés (capacité, réserve primaire).

*Stockage : Emma VIZIOZ
Procédés de recyclage de batteries : Olga KERGARAVAT*

k) Power to X :

Développer des systèmes de conversion d'énergie renouvelable en vecteur énergétique ou produits à valeurs ajoutées.

Sont prioritairement attendus les sujets de recherche sur le développement de réactions électrochimiques directes du CO₂ pour la production de méthane ou méthanol ou autres molécules synthétisables en une étape.

Power to X: Aude-Claire HOUDON

3.1.2 Conception de procédés éco-efficients pour une industrie décarbonée

L'industrie a mis en place des mesures d'efficacité énergétique depuis plusieurs années. Entre 1990 et 2014, ce secteur a diminué ses consommations énergétiques de 11 % et ses émissions de gaz à effet de serre de 40 %. Le potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique, atteignable d'ici 2035, est évalué à 20 %, par la seule application de bonnes pratiques humaines (comportements, méthode d'exploitation des outils industriels, organisation) et des meilleures techniques disponibles. Toutefois pour accéder à des gisements de gains en gaz à effet de serre supplémentaires, nécessaires à l'atteinte de ses objectifs définis dans la stratégie nationale bas-carbone, elle doit, à la fois, substituer les énergies fossiles qu'elle utilise par des énergies décarbonées et faire émerger des innovations de rupture au sein des procédés.

Les sujets de thèse attendus accompagneront prioritairement la transition énergétique des industries grandes consommatrices d'énergie (papier-cartons, acier, aluminium, grands intermédiaires chimiques (NH₃, Chlore, éthylène), sucre, ciment, verre). Ils viseront à participer à l'atteinte des objectifs de décarbonation au moyen :

- du développement de nouveaux procédés de rupture permettant :
 - ✓ la réduction significative des consommations énergétiques, par l'optimisation des procédés ou la récupération de chaleur notamment basse température. Sont attendus notamment :
 - pour le secteur agroalimentaire des projets sur le développement de solutions de froid innovantes (machines à sorption, à éjection, substitution des fluides de travail) de solutions de stockage de froid à faible énergie, à encombrement et/ou à coût réduit, permettant l'arrêt des groupes froid sans pénaliser la performance énergétique globale du système ;
 - ✓ des projets de recherche sur des procédés énergétiques innovants comme par exemple sur:
 - en cimenterie, la technologie d'oxy-combustion,
 - dans l'industrie chimique, le développement de procédés en continu (flow chemistry).
- du renforcement de l'efficacité matière réduisant les consommations d'énergie et/ou les émissions de CO₂, y compris par une augmentation de l'utilisation de matières premières au contenu bas-carbone alternatives, secondaires, biosourcées ou issues de la valorisation du CO₂.

Sont attendus, par exemple, dans ce sous-thème des sujets sur :

- le développement de nouveaux réacteurs optimisés, la catalyse, les nouveaux milieux réactionnels pour la chimie ;
- la diminution de la teneur en clinker dans le ciment par l'incorporation de nouveaux matériaux bas-carbone et la création de nouveau ciments et clinker alternatifs décarbonés ;
- la problématique de la consommation d'électrodes/anodes générant des émissions de CO₂ en sidérurgie et dans le secteur de l'aluminium ;
- l'augmentation du taux de recyclage de la ferraille dans les hauts fourneaux et diminution des quantités de coke pour l'acier ;
- les procédés de recyclage chimique pour le traitement des déchets plastiques (purification, dépolymérisation, etc). Les procédés de pyrolyse et de gazéification dont l'objectif est le traitement thermique des déchets ne sont pas éligibles ;
- l'augmentation de l'utilisation de matières premières biosourcées, par exemple la fabrication de l'éthylène par déshydratation de bioéthanol ou encore l'augmentation de l'intégration de charbon biogénique comme combustible et agent réducteur en sidérurgie.

- de l'augmentation de la flexibilité énergétique des procédés pour favoriser l'intégration des EnR&R ou d'hydrogène décarboné ou le développement de l'effacement. Dans le cas de l'hydrogène, seul l'hydrogène produit sur site par électrolyse est éligible. Exemples de projets attendus :
 - introduction de gaz alternatifs pour la combustion ;
 - réduction en sidérurgie
- de l'électrification directe ou indirecte des procédés.

Sont particulièrement attendus les exemples de projets suivants :

- des projets de développement d'énergies radiantes pour de nouveaux usages ;
- des projets d'électrification indirecte via un vecteur énergétique comme par exemple la réduction directe du minerai de fer par l'hydrogène ;
- des projets contribuant à l'électrification de procédés à haute température comme par exemple le vapocraquage, les fours verriers ou les fours cimentiers.

- De la récupération du CO₂ pour son utilisation (captage et valorisation du CO₂) :

L'optimisation des technologies de captage et valorisation du CO₂ 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 CO₂ 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 chaîne de récupération du CO₂ pour son utilisation.

Ces travaux sont attendus dans le cadre de la récupération et l'utilisation du CO₂ issu des sources fixes d'émissions industrielles de procédés fortement émetteurs ou issu de la purification de biogaz :

- Pour les technologies de captage de CO₂ : développer des technologies de captage de rupture permettant un réel gain énergétique et adaptées aux contraintes des procédés industriels. Les sujets traitants d'optimisation des technologies de captages considérées comme « mature » ne seront pas prioritaires.
- Pour la valorisation chimique du CO₂ : développer des procédés de transformation du CO₂ permettant la production de produits énergétiques, chimiques ou matériaux. Sont considérés comme prioritaires les sujets de développement de procédé intégré {captage-valorisation du CO₂}, Pour la valorisation biologique du CO₂ : développer des procédés de conversion biologique du CO₂ en produits ou intermédiaires pour la chimie, en matériaux ou en produits énergétiques

La thématique Stockage géologique du CO₂ porte uniquement sur les aspects impacts- se reporter à la partie 5 au point sur « Stockage géologique du CO₂ »

- De gestion de l'énergie à l'échelle des sites industriels ou d'éco-systèmes industriels plus larges
Les projets de recherche attendus peuvent aussi s'inscrire dans une logique globale de gestion de l'énergie. Cette intégration énergétique vise la décarbonation avec toutes ses composantes décrites ci-dessus. Elle peut aussi se concevoir dans une approche systémique sur des périmètres plus larges qu'un ensemble de procédé : à l'échelle d'un site industriel (intégrant procédés, utilités...), à l'échelle d'un éco-système industriel (optimisation des ressources grâce aux synergies entre les industriels) voire d'un territoire (écologie industrielle et territoriale).
 - Comme évoqué au sein du paragraphe 2.4 dédié à l'écologie industrielle et territoriale, sont particulièrement attendus des travaux portant sur les zones industrialo-portuaires et/ou sur des synergies impliquant l'industrie lourde, pour analyser en quoi l'EIT peut être un facteur d'accélération de la transition industrielle

- Les sujets portant sur l'identification des opportunités d'électrification et d'intégration des EnR sont particulièrement attendus.

Les sujets qui relèvent des nouveaux modèles économiques de l'industrie sont traités en 6.2. Les sujets ne concernant que l'intégration de ressources biosourcées s'inscriront dans le thème 4.1 «Innovation et Eco-efficience des systèmes de production, de transformation et de valorisation des biomasses ».

Conception de procédés éco-efficients pour une industrie décarbonée : Aude-Claire HOUDON

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

Solaire Photovoltaïque :

Sont uniquement attendus des projets de thèse portants sur les thématiques suivantes:

- Diminution des impacts environnementaux liés aux modules photovoltaïques
Amélioration des connaissances scientifiques sur l'analyse de cycle de vie et les impacts environnementaux des modules et installations photovoltaïques ; développement de méthodologies permettant d'assurer la traçabilité des composants et des étapes de fabrication d'un module photovoltaïque, quelle que soit sa technologie et les lieux d'assemblage de chaque composant.
- Durabilité et fiabilité des centrales photovoltaïques
Acquisition de connaissances ou structuration d'outils méthodologiques sur les interactions entre vieillissement des composants, défaillances et défauts rencontrés sur la durée de vie des systèmes photovoltaïques ; préfiguration d'essais ou de certifications, logiciels de supervisions permettant d'identifier rapidement la possibilité d'occurrence de ces défauts et leurs impacts sur la production électrique et sur la durée de vie des centrales photovoltaïques.
- Intégration du photovoltaïque dans des produits de construction
Se reporter au 1.1 « Des bâtiments performants aux territoires durables » de la partie 1 « Villes et Territoires durable » pour une description des attentes sur ce point
- Agrivoltaïsme (synergie entre production photovoltaïque et production agricole)
Acquisition de connaissances sur les interactions entre systèmes photovoltaïques et cultures agricoles afin d'identifier et de caractériser des indicateurs, permettant de quantifier un taux de synergie agricole, dans l'objectif de définir les cas de figure les plus favorables : systèmes PV, types de culture, types d'exploitations...
- Appropriation et intégration territoriale des projets photovoltaïques
Se reporter au 1.1 « Des bâtiments performants aux territoires durables » de la partie 1 « Villes et Territoires durable » pour une description des attentes sur ce point.

Photovoltaïque : Céline MEHL, Rodolphe MORLOT

Systèmes électriques intelligents :

Les projets de thèse devront produire des connaissances au regard des objectifs suivants :

- Etudier la valeur pour le système électrique apportée par les convertisseurs de puissances associés à la production renouvelable et au stockage (en fonction de leurs caractéristiques spécifiques : temps de réponse, vitesse de libération de l'énergie...). Proposer de nouveaux mécanismes de marché et réglementations associés.
- Spécifier des méthodes d'évaluation environnementale pour l'analyse des systèmes électriques dit « intelligents » ou « communicants » utilisant un grand nombre de technologies de l'information et de la communication ou ayant numérisé une grande partie de leurs équipements dans une logique d'amélioration de l'efficacité du réseau.
- Travailier l'ergonomie des services aval compteur liés à l'échelle d'un bâtiment, à usage professionnel ou d'habitation.
Se reporter au 1.1 « Des bâtiments performants aux territoires durables » de la partie 1 « Villes et Territoires durable » pour une description des attentes sur ce point.

Systèmes électriques intelligents : Marion BERTHOLON, Florent LEMENAGER

Filière éolienne :

Les projets attendus devront 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 innovantes afin d'améliorer l'intégration des éoliennes aux paysages ; développement d'outils innovants de facilitation à la concertation sur les sujets paysage et énergie en amont de l'arrivée de projets sur les territoires, de sorte à consolider un projet de territoire donnant une place à l'éolien et aux énergies renouvelables.
- 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*

Filière biomasse énergie :

Des projets de thèses sont attendus sur des problématiques liés aux Sciences humaines et sociales. Ces questionnements sont présentés dans le point 6.1.1 « Comportements, pratiques et modes de vie » (chapitre 6- Energie, ressources, environnement et société)

4 Forêt, agriculture et bioéconomie

NB : dans le cadre de cette édition de l'appel à candidature, nous excluons les travaux portant directement sur l'alimentation ainsi que ceux sur les valorisations énergétiques de la biomasse via les biocarburants.

La bioéconomie⁴ englobe l'ensemble des activités liées à la **production, à l'utilisation et à la transformation de bioressources**. Ces activités sont destinées à **répondre de façon durable aux besoins alimentaires** et à une partie des besoins en **matériaux** et en **énergies** des sociétés, tout en **préservant les ressources naturelles** et en garantissant la **production de services environnementaux de bonne qualité**.

Il s'agit d'accompagner des travaux de recherche qui répondent aux objectifs de **mobilisation et d'utilisation de la biomasse** (alimentaire et non alimentaire), en lien avec les objectifs de substitution des ressources fossiles, de lutte contre le changement climatique et d'adaptations à ses conséquences, tout en promouvant la **gestion durable** des sols et des écosystèmes, et la prise en compte des problématiques environnementales, économiques et sociales des **filières** et des **territoires**. Dans ce cadre, il s'agit également d'analyser les leviers activables par les pouvoirs publics (mécanismes économiques, réglementation, information, formation...) pour **accompagner la transition** vers une économie reposant sur une utilisation accrue et durable de biomasses.

3 axes de recherche sont ainsi mis en avant :

- Innovation et Eco-efficience dans les systèmes de production, transformation et valorisation des biomasses
- Evaluation de la durabilité et articulation des productions et usages de la biomasse
- Accompagnement au changement et instruments de politique publique pour une bio-économie durable

Cet appel à candidature se situe en amont de l'appel à projet GRAINE « *Gérer, Produire et Valoriser les Biomasses : une bio-économie au service de la transition écologique et énergétique* », dont la liste des lauréats des éditions 2016, 2017 et 2019 est consultable [sur](#) le site de l'ADEME.

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

Cet axe vise 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 biomasses comme l'entomofaune, les algues...) en intégrant notamment les enjeux liés à l'économie circulaire (ex : éco-conception, réduction des impacts environnementaux, prévention et réduction des déchets, valorisation en fin de vie...) et à la maximisation des services rendus par les écosystèmes. Hors alimentation humaine et animale, la biomasse produite peut être valorisée pour la production de différentes formes d'énergie, pour la chimie, et pour les matériaux... Compte-tenu des concurrences d'usage et des surfaces limitées, le développement des usages des biomasses impose d'optimiser toute la chaîne de valeur, de valoriser au mieux la ressource disponible, de préserver la qualité des écosystèmes (ex : sol, biodiversité), de limiter les concurrences avec l'alimentation (notamment en développant le production de biomasse à usage non-alimentaire sur des sols dégradés) et de diversifier les bioressources exploitables.

L'évolution du climat doit être prise en considération, notamment les impacts prévisibles sur les écosystèmes productifs, sur la disponibilité en biomasse et les pratiques pour améliorer leur résilience.

⁴ Stratégie « Une bioéconomie pour la France » parue en 2017 : <http://agriculture.gouv.fr/la-strategie-nationale-bioeconomie-remettre-la-photosynthese-au-coeur-de-notre-economie>

Gestion et production durable des biomasses

Pour cette édition, sont attendus des travaux sur des solutions techniques et/ou organisationnelles innovantes et durables :

- Dans les **systèmes de productions agricoles**, afin d'améliorer l'intégration de productions non-alimentaires et la production d'énergie renouvelable (ex : méthanisation, photovoltaïque, bois-énergie), la préservation des sols et de la biodiversité, la réduction des émissions de gaz à effet de serre et la résilience face au changement climatique. Sont particulièrement attendus des travaux sur la conception de trajectoires technico-économiques pour les systèmes de productions, en particulier à l'échelle des territoires, afin de guider la transition vers de tels systèmes plus durables,
- Dans la **gestion des espaces et sols urbains** qui peuvent contribuer à produire des biomasses végétales et animales, tout en contribuant à d'autres services au sein de la ville comme la régulation des eaux ou le recyclage des déchets organiques. Sur la thématique de l'agriculture urbaine, seuls sont attendus des travaux sur l'évaluation environnementale des différentes formes qu'elle peut ou pourrait prendre. La question plus générale de l'arbitrage entre différents usages du sol est abordée au chapitre 1 (point 1.1) et celle des risques liés aux polluants au chapitre 5.
- Dans la **gestion des sols dégradés** (ex : pollués, salinisés), l'expérimentation de nouvelles filières de production, ceci y compris via le développement de technologies de transformation (devenir des sous-produits et des effluents). Sur sols pollués, seules les cultures à finalités non alimentaires sont à envisager, selon différentes stratégies :
 - la phytostabilisation : la biomasse produite n'accumule pas de polluant et peut s'intégrer dans des filières de valorisation existantes ou à développer.
 - la phytoextraction : la biomasse produite contient volontairement des polluants dans une perspective de valorisation ultérieure. Par exemple, pour les pollutions métalliques, dans de nouvelles filières telles l'agromine ou l'écocatalyse.

Il s'agit alors d'identifier les modalités spécifiques à mettre en œuvre, tant pour les cultures que pour les filières de conversion de la biomasse en aval, en vue de tenir compte de la présence de ces polluants (choix des espèces végétales, itinéraires techniques, conditions de culture et de récolte, amendements pour limiter ou favoriser les transferts, analyse des accumulations dans la biomasse, évaluation des impacts, évaluation des transferts et des effets des polluants sur les organismes terrestres (TRIADE), statut réglementaire de la biomasse produite sur sols pollués, etc.). Ces travaux de thèse pourront conduire le cas échéant à des recommandations pour les politiques publiques

La faisabilité pour les cas de pollution mixte organique / inorganique serait à considérer de même que l'adaptation des dispositifs aux changements climatiques.

Agriculture en transition: Thomas EGLIN et Nicolas TONNET

Production sur sols pollués : Frédérique CADIERE

Agriculture urbaine : Antoine PIERART

Valorisation non alimentaire des biomasses

• Conversion de la biomasse en matériaux

Le développement de procédés innovants écoéfficients de conversion de la biomasse en matériaux se développe. 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 le développement, pouvant aller jusqu'à leur mise en œuvre, de matériaux éco-conçus présentant des performances techniques au moins équivalentes, voire supérieures, à leurs homologues d'origine fossile ou minérale. Les produits et secteurs prioritairement ciblés sont ceux du **transport**, de la **construction** et de **l'emballage**. Le cofinancement d'une thèse par un partenaire industriel sera particulièrement apprécié.

Les thèses qui visent la production ou l'utilisation de produits biosourcés devront impliquer un partenaire industriel.

Produits biosourcés : Grégoire DAVID, Isabelle HEBE

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

Les travaux de thèse devront contribuer au développement des connaissances et des cadres d'analyses permettant de promouvoir la gestion durable des sols et des écosystèmes dans le cadre d'une mobilisation accrue de la biomasse, de gérer les concurrences d'usages de la biomasse au sein des territoires et entre les filières, et de favoriser les complémentarités et synergies.

Ils contribueront au développement de méthodes d'évaluation environnementale, des méthodes 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 (émissions de GES et séquestration de carbone, préservation des services écosystémiques, préservation des sols, résilience face au changement climatique, ...), économiques (capacités des territoires à investir, valeur ajoutée des produits, ...) et sociaux (création/destruction d'emplois, liens sociaux).

Pour cette édition, sont attendus des travaux sur :

- **L'évaluation, en particulier dynamique, des ressources de biomasse et des services écosystémiques dans les systèmes agricoles et forestiers, et leurs modélisations aux échelles territoriales**, en tenant compte des impacts du changement climatique en particulier les événements naturels extrêmes afin d'en déduire les ressources disponibles à moyen terme et d'anticiper les pratiques à mettre en œuvre pour améliorer la résilience des écosystèmes et des systèmes de production,

Mobilisation de biomasse agricole et articulation des usages : Nicolas TONNET

- **L'évaluation des impacts des évolutions des pratiques de gestion sylvicole** (coupe rase, monoculture, récolte arbres entiers, remise en gestion des forêts peu exploitées) **et des niveaux de prélèvements en forêt** sur la qualité de sols et biodiversité, et recommandations de bonnes pratiques

Impacts des évolutions des pratiques de gestion sylvicole : Alba DEPARTE

- **La caractérisation de l'état des forêts et l'amélioration des inventaires forestiers** à des résolutions spatiales fines (lidar, télédétection).

Gestion durable des forêts et Mobilisation de biomasse forestière : Miriam BUITRAGO

- **L'identification et l'évaluation du potentiel de stratégies sylvicoles** favorables de manière conjointe à l'atténuation du changement climatique, à la résilience des forêts face aux impacts du changement climatique et à la biodiversité.

Gestion durable des forêts et Mobilisation de biomasse forestière : Miriam BUITRAGO

- **La caractérisation de la capacité des forêts de mangroves à s'adapter aux processus océano-climatiques pour mieux évaluer leur rôle dans le cycle du carbone côtier** (description des habitats forestiers à fine échelle spatiale, cartographies dynamiques de biomasses en fonction de régimes hydro-sédimentaires changeants et évalués sur plusieurs décennies), **avec une finalité d'aide à la prévision du risque d'érosion des littoraux**.

Mangroves et changement climatique : Pierre COURTIADE

- **Le développement, l'optimisation et l'évaluation d'outils de diagnostics intégrés des fonctions et services rendus par les sols pour les agriculteurs et les gestionnaires forestiers.** Ces travaux peuvent inclure la comparaison d'approches et le développement de référentiels, notamment sur les paramètres biologiques et les enjeux de l'adaptation aux effets du changement climatique,

Diagnostics de la qualité des sols : Antoine PIERART et Thomas EGLIN

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

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 : élus, 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 (mécanismes économiques, réglementation, information, formation...). L'analyse de ces leviers doit tenir compte des incertitudes, notamment sur le climat futur, et des anticipations par les acteurs sur les performances et la rentabilité attendue de ces filières en fonction du contexte socio-économique, afin de les guider dans leur stratégie d'investissement (technologique, R&D).

Il est attendu que ces travaux visent à la formulation de recommandations aux acteurs publics et privés concernés.

Les questionnements de cet axe rejoignent ceux développés dans la section *6.2 du chapitre « Transitions énergétique, environnementale et sociale »* de l'appel à candidature, en les appliquant aux secteurs de la bio-économie.

Cet axe couvre :

- **L'analyse et la proposition de solutions organisationnelles pour mieux coordonner les acteurs des filières et des territoires dans l'optimisation de l'usage des biomasses et de la gestion des milieux (sols, écosystèmes).** Les travaux pourront intégrer la question de la gestion des incertitudes et des risques associés aux évolutions. Ils pourront, par exemple, s'appuyer sur de la modélisation et l'analyse d'expériences innovantes portées par des acteurs publics et/ou privés,
- **L'analyse des instruments de politiques publiques, utilisés seuls ou combinés** (fiscalité, subventions, réglementations, normes, systèmes publics de réassurance et de compensation, paiements pour services environnementaux, clauses pour les marchés publics, régulation des modalités d'accès au foncier, mobilisation de financements, ...) et de dispositifs d'acteurs (labels privés, arrangements contractuels entre acteurs, mobilisation de financements), qui sont en faveur ou en défaveur de la transition vers une bioéconomie durable,
- **L'analyse sociologique de la diversité des représentations et des réalités sociales** des acteurs concernés afin de repérer ce qui fait sens pour les parties-prenantes, pour proposer les actions les plus efficientes et limiter les écueils liés aux freins à l'adoption.

Pour cette édition, **seront considérés uniquement les travaux** portant sur :

- Le développement des **énergies renouvelables et des valorisations non alimentaires de la biomasse** dans les systèmes de productions agricoles, en lien avec les transitions agroécologiques et numériques.

Mobilisation de biomasse agricole et articulation des usages : Nicolas TONNET

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

(NB : les questions relatives aux méthodes de caractérisation des pollutions, impacts et dommages utilisées dans les approches systémiques de type approche sites, ACV ou EEIO, sont abordées au chapitre 2.1).

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 cet appel à candidatures les objectifs énoncés ci-après.

5.1.1 Air intérieur

Caractérisation des pollutions de l'air intérieur

- Secteur du bâtiment (logements, bureaux, ERP) :
 - Améliorer la connaissance sur les émissions dans les lieux clos à usage particulier (par exemple les salles de sport, les piscines...)
 - Améliorer les connaissances sur les émissions et les mesures sur les composés organiques semi-volatiles (COSV)
 - Développer des méthodes pour évaluer de façon globale la qualité des environnements intérieurs (air, bruit, lumière) notamment en exploitant les données issues de campagnes de mesure d'air déjà existantes

Souad BOUALLALA

- Traiter la problématique de la QAI sous l'angle de la sociologie : analyse des freins à la mise en œuvre par les gestionnaires de bâtiment de solutions opérationnelles pour améliorer la qualité de l'air intérieur

Isabelle AUGEVEN-BOUR, Souad BOUALLALA

Aide à la décision et développement de solutions

- Secteur du bâtiment :
 - Concevoir des actions de prévention et de remédiation des moisissures. Améliorer les connaissances sur les bioaérosols et proposer des actions de prévention

Souad BOUALLALA, Pierre DEROUBAIX

- 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 NOX dans les logements/bureaux

Souad BOUALLALA

- Développer et évaluer des systèmes de ventilation et de renouvellement d'air efficaces et économies pour le résidentiel et autres lieux de vie (écoles, gares, tertiaire...), notamment pour le confort d'été dans un contexte d'adaptation au changement climatique

Pierre DEROUBAIX

- Développer et évaluer (efficacité et innocuité) des matériaux et/ou des systèmes innovants de traitement de l'air (photocatalyse, plasma froid, ionisation, ozonation...) permettant d'améliorer la qualité de l'air à l'intérieur de milieux de vie et récréatifs (résidentiels, transports, piscines et autres sites aquatiques)

Laurence GALSOMIES

- Secteur du transport :
 - Concevoir et pré-évaluer en matière d'efficacité et d'innocuité des solutions innovantes permettant d'améliorer la qualité de l'air habitacle

Laurent GAGNEPAIN

5.1.2 Air extérieur

Caractérisation des pollutions de l'air extérieur

- Améliorer les mesures des émissions de black carbon, les connaissances sur son utilisation en tant que le Black Carbon comme traceur de sources spécifiques de pollution, mais aussi sur les mesures des émissions de black carbon et ses impacts (notamment sanitaires et climatiques...) associés
- 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)

Isabelle AUGEVEN-BOUR

- Secteurs agricole et forestier :

- Travaux méthodologiques visant à mieux quantifier et réduire les incertitudes sur les émissions agricoles et forestières, généralement diffuses
- Développer des technologies innovantes de mesures en continu, sur les émissions (NH3, COV, pesticides, HONO notamment) et les concentrations de polluants de l'air en champs proche (PM notamment)
- Travaux méthodologiques visant à harmoniser et normaliser les protocoles standardisés de mesures des émissions
- Développer des outils de modélisation adaptés aux secteurs agricole et forestier
- Caractériser en champs proche la transformation rapide des polluants issus des émissions d'activités agricoles / forestières
- Déterminer des facteurs d'émissions de feux pastoraux, de l'écobuage

Agriculture et Forêt : Laurence GALSOMIES

Ecobuage : Isabelle AUGEVEN-BOUR

- Valorisation de la biomasse (industrielle, domestique et agricole) :

- Travaux méthodologiques pour mieux connaître l'évolution des polluants en sortie de conduit (vieillissement des particules, dioxines ...), pour quantifier l'impact des pratiques des utilisateurs en terme de baisse des émissions polluantes, comme l'allumage par le haut, l'entretien de l'appareil, la gestion des entrées d'air, et l'influence des différents régimes de fonctionnement (démarrage, montée en charge, régime intermédiaire...) sur les émissions de polluants
- Evaluation de l'impact du vieillissement des installations sur les émissions de polluants, mais aussi sur le rendement, l'étanchéité de l'appareil
- Evaluation de l'impact de l'entretien de l'appareil (ramonage, entretien courant du système de chauffage) sur les émissions et la consommation de bois

Isabelle AUGEVEN-BOUR

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

- Caractériser les 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
- Contribuer à 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

Isabelle DEPORTES

- Secteur du transport :

- Évaluer l'impact de l'incorporation, à différentes teneurs (E10, E20 pour l'essence et B7, B10, B30 pour le gazole), de biocarburants (1G et 2G) dans les carburants fossiles sur la formation dans les moteurs à combustion interne de composés organiques de volatilité intermédiaire (COVI) ou semi-volatils (COSV), ayant un nombre d'atomes de carbone supérieur ou égal à 11, fortement soupçonnés d'être précurseurs d'aérosols secondaires. Les mesures devront être réalisées sur banc dynamique moteur ou banc à rouleaux véhicule avec une attention particulière sur la phase de montée en température du moteur et des systèmes de post-traitement (essais départ à froid).
- Établir des facteurs d'émissions en g/km des particules hors échappement (frein, pneu, chaussée) pour les différents types de véhicules routiers (VP, VUL, PL, bus, car, 2RM) en fonction des vitesses de circulation, des types de roulage (ville, route, autoroute) ou autres à définir.

Laurent GAGNEPAIN

- Évaluer l'impact des différents carburants alternatifs (par ex bio-carburants et carburants de synthèse) aux carburants fossiles utilisés par les transports maritimes et fluviaux sur la formation de polluants primaires et secondaires (aérosols secondaires, ozone)

Philippe CAUNEAU

- Sites pollués :

- Déterminer, comparer, tester et améliorer les performances des outils (de terrain / portable) de quantification en temps réel des concentrations de composés volatils couramment rencontrés en sites pollués afin de gérer de façon plus réactive le suivi et la gestion opérationnelle des impacts des chantiers de dépollution en cas de dépassement des seuils de gestion ; les seuils de quantification visés seront significativement plus bas que les seuils de gestion, ces derniers pouvant être estimés à partir des valeurs guides liées à des expositions sub-chroniques (a minima), voire chroniques.

Franck MAROT

Développement de solutions techniques de prévention et de traitement des émissions

- Secteur du transport :

- Concevoir et pré-évaluer des matériaux et/ou systèmes de freinage innovants permettant de limiter les émissions de particules de frein
- Concevoir et pré-évaluer des matériaux permettant de limiter les émissions de particules dues au contact pneu – chaussée

Laurent GAGNEPAIN

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

- Quantification des impacts économiques de la pollution de l'air sur l'agriculture et travaux méthodologiques pour réduire les incertitudes des modèles développés

Laurence GALSOMIES

- Etudier les freins/leviers aux changements de comportement pour l'adoption de pratiques vertueuses pour l'environnement en alternative au brûlage à l'air libre des déchets verts par les particuliers (pratiques liées au retour au sol de cette ressource comme le broyage, compostage, paillage), ainsi que pour pratiquer un jardinage raisonnable produisant une quantité plus faible de déchets végétaux

Isabelle AUGEVEN-BOUR

- 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, bâtiments)

Anaïs ROCCI, Nathalie POISSON

- Développer des approches croisées / intégrées et prospectives de la qualité de l'air (intérieure et extérieure), du changement climatique et de la transition énergétique :
 - Compréhension des interactions (et rétroactions), en lien avec les émissions naturelles et /ou anthropiques de polluants atmosphériques et de GES, la formation de polluants secondaires tels que l'ozone, ...
 - Identification de l'évolution à venir des problématiques de pollution de l'air, et conséquences en terme d'impacts sanitaires, environnementaux, économiques et/ou sociaux.
 - Identification des synergies et antagonismes des différentes politiques et rechercher des solutions optimisées pour répondre aux différents enjeux

Nathalie POISSON

5.1.3 Fiches 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'ADEME. 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 fond dans les sols, 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 pollutions d'origines agricoles sont hors du champ du volet 5.1.3.

Les étapes de gestion des sites pollués génèrent des incertitudes à tous les niveaux, notamment liées à l'hétérogénéité des matrices environnementales (air, eaux, sols), aux facteurs humains, à la représentativité des échantillons et des modèles de transfert et d'exposition, aux incertitudes analytiques, aux variations de qualité du milieu (cycles hautes eaux/basses eaux, jour/nuit, saisonnière, météorologiques...). **Les thèses présentées devront aider à mieux prendre en compte les incertitudes dans les processus de décision et contribuer à réduire ces incertitudes afin de gérer au mieux les sites pollués.**

Conformément au bilan recherche publié en novembre 2019⁵, les besoins de recherche prioritaires concernent les objectifs suivants (*NB : se référer à cette publication pour connaître l'état de l'art sur chacun de ces objectifs*) :

Caractérisation des milieux

Sont attendues des propositions qui visent à améliorer et consolider les méthodes et outils de caractérisation des milieux environnementaux notamment pour les polluants organiques, les mélanges, les polluants émergents et les molécules de dégradation.

Sur les instruments de mesure in situ :

- améliorer la reproductibilité des mesures et la précision des instruments ainsi qu'augmenter leurs plages d'utilisation ;
- privilégier l'adéquation entre technique, matrice et polluants, de même que le couplage d'outils de mesure pour proposer simultanément la mesure des polluants et des paramètres physico-chimiques du site ;
- permettre la portabilité et l'intelligence des outils pour faciliter l'acquisition, le traitement statistique spatialisé et la visualisation de données en temps réel. L'évolution du numérique ouvre les possibilités de chaînes d'acquisition de mesures sur site qui soient connectées, transmettant des informations en temps réel, intégrées, interprétées et communicantes. Aujourd'hui pour du monitoring en temps réel, demain pour de l'asservissement de procédés.

Sur les stratégies d'échantillonnage :

- développer des méthodologies (protocoles, outils) de prélèvement plus intégratives :
Matrice sol : de l'hétérogénéité des milieux et des distributions des polluants (D-L-NAPL)
Matrice eau souterraine : dans l'espace (gradient vertical) et de mesure des flux de polluants
Matrice air – gaz du sol : de la variabilité temporelle (durée d'exposition plus représentative)
- prendre en compte les chaînes d'incertitudes dans les interprétations et les outils d'aide à la décision

Sur l'identification des sources de pollution :

- fiabiliser l'estimation des zones sources, notamment pour les D-L NAPL et les contextes particuliers via des progrès combinés sur la compréhension des phénoménologies, le développement d'outils dédiés et des méthodologies d'interprétation des données ;
- perfectionner les méthodes d'investigation non invasives (géophysique, phytoscreening, dendrochimie...) et en particulier définir des plages d'utilisation de ces techniques non invasives (types de polluants, limites de quantification).

Caractérisation dans le compartiment sol : Hélène ROUSSEL

Caractérisation dans le compartiment eaux souterraines : Yves DUCLOS

Caractérisation dans le compartiment air : Franck MAROT

Caractérisation et investigation par méthodes non invasives (géophysique) : Philippe BEGASSAT

Compréhension des mécanismes et transferts de polluants

- inclure les spécificités du milieu urbain dans les outils de modélisation du transport de polluants;
- améliorer la compréhension des phénoménologies (les mécanismes, leurs variabilités temporelles multi-échelles...) et leurs déterminants (facteurs d'influence, quantification...) ;
- réduire les incertitudes sur l'évaluation des cinétiques des polluants dans les milieux ;
- évaluer la portée opérationnelle pour surveiller les évolutions temporelles des polluants dans les matrices des outils de biologie moléculaire (OBM), des outils géophysiques et des outils isotopiques.

Transferts dans le compartiment sol : Hélène ROUSSEL

Transferts dans le compartiment eaux souterraines : Yves DUCLOS

Transferts dans le compartiment air : Franck MAROT

⁵ <https://www.ademe.fr/sites-sols-pollues-bilan-7-annees-recherche-dinnovation>

Evaluation des expositions sur le vivant

A noter que la caractérisation des effets et des risques qui fait partie intégrante de la démarche de gestion des sites pollués est abordée dans la partie 5.2 « Impacts sanitaires et environnementaux ».

Développer une meilleure complémentarité dans l'acquisition des données d'exposition à des fins sanitaires et environnementales (à l'image de ce qui a été fait sur les PCB et dioxines).

Pour les écosystèmes :

- étudier la biodisponibilité des contaminants dans le sol (transfert sol-plante ; sol-faune du sol) et le 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...)
- confronter les mesures de bioaccessibilité aux mesures de biodisponibilité dans un objectif de meilleure prise en compte des risques environnementaux lors des changements d'usage vers des usages non résidentiels (ferme photovoltaïque, production de biomasse, corridor écologique, trame verte, parc urbain etc.) notamment dans le cas d'une multi-contamination;
- associer la mesure des fonctions biologiques des sols et des services rendus à l'évaluation de la restauration écologique des friches (cf. 1.1 point sur « Reconversion du foncier pollué » sur les aspects « bénéfices socio-économiques et environnementaux »).

Evaluation des expositions pour les écosystèmes : Cécile GRAND

Pour l'être humain :

- améliorer la caractérisation des expositions chroniques par la métrologie, l'expérimentation ou la modélisation. Les travaux pourront porter sur :

- l'acquisition de connaissance sur la bioaccessibilité de métaux toxiques (Cr, Hg, Ni...) ou des polluants organiques non caractérisés à ce jour. Un approfondissement de la pertinence du choix de recourir systématiquement à la part bioaccessible mesurée dans la phase gastrique (généralement plus élevée et annihilant l'intérêt de la démarche notamment pour le plomb) sera mené au regard des données disponibles (mesures de la biodisponibilité in-vivo, retours d'expériences, matrices de référence, pratiques étrangères...)
- une analyse critique des moyens existants pour caractériser certaines matrices telles que les sols et/ou les poussières contaminés et les hypothèses retenues pour déterminer la contribution de ces matrices à l'exposition ; la conduite d'expérimentations pour formuler et étayer des propositions visant à consolider ou modifier ces hypothèses seront bienvenues (quantité ingérée...),
- une expertise (et le cas échéant des propositions) sur la méthodologie d'évaluation des risques sanitaires qui ne reflète le réalisme de l'exposition qu'au travers de la modélisation sur la base d'hypothèses qui en sont parfois éloignées. Par exemple, pour les substances sans seuil d'effet, la détermination de la dose journalière d'exposition est moyennée sur la vie entière. Si cela est cohérent pour des populations très sédentaires exposées sur de nombreuses années, cette approche apparaît nettement plus discutable (d'autant plus qu'elle est minorante) lorsque les expositions sont de quelques années seulement. Cela concerne plus particulièrement les enfants, mais pour certains types de scénario d'usage, les adultes sont également concernés. Comme par ailleurs, les enfants ne sont pas des « adultes miniature » mais des êtres en développement, d'autres éléments méthodologiques pourraient être discutés pour mieux considérer cette population dans la méthodologie, à minima pour certains types d'effets.

Evaluation des expositions pour l'être humain : Franck MAROT

Techniques de traitement et maîtrise des impacts des sites pollués

Etudier les modalités de limitation des transferts des polluants 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.

Limitation des transferts des polluants dans l'air et les denrées autoproduites : Franck MAROT

Traitements des milieux impactés : contribuer à une meilleure connaissance des mécanismes / cinétiques de dépollution à diverses échelles (pore, métrique et pluri métrique) en considérant l'ensemble des paramètres limitants en vue d'une meilleure prise en compte des incertitudes de traitement et en vue d'améliorer l'efficacité de ceux-ci (équilibres de phases et « transferts de masse » ; influence de l'hétérogénéité des sols, des mélanges de polluants, de l'âge des pollutions...). L'acquisition de ces connaissances peut être envisagée pour différents procédés seuls ou en couplage (physiques, thermiques, chimiques, biologiques) et pourront être associés à une démarche d'innovation / de développement 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 matière. Tout développement de traitement devrait s'accompagner d'une réflexion sur son intérêt socio-économique et environnemental (réduction des coûts au regard de la tonne de polluant traité, optimisation de la consommation énergétique, maîtrise des transferts de pollution, choix des réactifs plus performants et plus respectueux de l'environnement (absence (eco) toxicité), mise en œuvre de procédés de type génie écologique, impact sur l'emploi...).

*Techniques de traitement et de gestion des sols : Frédérique CADIERE
Techniques de traitement et de gestion des eaux souterraines : Guillaume MASSELOT*

- L'exploration de pistes nouvelles ou en rupture pour apporter des éléments permettant des modes d'actions aux bénéfices de la communauté sur la gestion des incertitudes associées au cycle de vie de la donnée en sites et sols pollués : communiquer sur des résultats non-précis, décider en présence d'incertitude, de seuils non précis, le respect d'un seuil sous contraintes. Les proposants pourront consulter l'état de l'art « Prise en compte des notions d'incertitude dans la gestion des sites et sols pollués, 2019 »⁶.

Incertitudes : Yves DUCLOS

Reconversion du foncier pollué- approche territoriale et projet opérationnel

Ce point est traité dans le point 1.1 « des bâtiments performants aux territoires durables » de la partie 1 « Villes et territoires durables »

5.2 Impacts sanitaires et environnementaux

Un effort important de recherche est nécessaire pour améliorer nos connaissances sur l'impact des domaines d'intervention de l'ADEME sur la santé humaine y compris dans l'entreprise 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. 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 connaître l'impact de ces mélanges de polluants que ce soit des effets toxiques aigus et chroniques, 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) cf 5.2.1., les émissions des transports, des activités agricoles, la pollution des sols et les filières de traitement des déchets.

⁶ <https://www.ademe.fr/prise-compte-notions-dincertitude-gestion-sites-sols-pollues>

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.

5.2.1 Pollution de l'air

Les propositions de thèse participeront à :

- Améliorer les connaissances sur les mécanismes d'effets de polluants sur la santé humaine, les agrosystèmes et les forêts

Hélène DESQUEYROUX, Laurence GALSOMIES

- Développer des marqueurs d'impacts de la pollution de l'air sur les espèces cultivées en agriculture

Laurence GALSOMIES

- Etudier le "potentiel oxydant" comme marqueur de l'impact sur la santé des particules atmosphériques

Rechercher des indicateurs globaux santé et environnement pour par exemple mieux appréhender les couplages modes actifs (vélo, marche ...) et pollution de l'air

Hélène DESQUEYROUX

5.2.2 Déchets, filières de gestion

Déchets et filières de gestion (prévention, collecte, tri, recyclage, valorisation 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 (y compris les microplastiques), notamment en mélange, issu des filières de gestion des déchets et identifiés comme prioritaires afin de construire des modèles « doses-réponses »,
- 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, incorporation de matières recyclées, substitution de matériaux dans les produits,
- L'évaluation des impacts environnementaux et sanitaires 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 : Olivier RETHORE
Santé / déchets : Isabelle DEPORTES*

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

Les projets de thèse attendus sur ce champ couvriront plus particulièrement les domaines suivants :

- L'amélioration des 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.

- Développer la complémentarité entre l'étude des effets sanitaires et des effets sur l'environnement de façon à caractériser de façon plus globale les conséquence d'une pollution, d'une remédiation ou d'une inaction.

Santé des écosystèmes : **Cécile GRAND**
Santé humaine : **Franck MAROT**

5.2.4 Stockage géologique du CO₂

La gestion d'un site de stockage de CO₂ 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 CO₂ et concevoir des outils innovants de monitoring et de surveillance,
- Améliorer les connaissances en matière de transport et de transfert du flux de CO₂ (incluant des composés minoritaires, injectés avec le CO₂ ou remobilisés suite à une fuite) au sein des matrices environnementales (proche surface/aquifère/sol/bâtiement/atmosphère),
- Acquérir des connaissances sur les impacts environnementaux et sanitaires du stockage géologique du CO₂ (incluant les substances annexes associées ou remobilisées) et leur maîtrise en cas de migration du flux de CO₂.

NB : Les composés minoritaires correspondent aux composés injectés avec le CO₂ (H₂S, CH₄...) et pour les composés remobilisés, cela correspond aux éléments libérés en cas de réaction du CO₂ avec la roche (métaux lourds, métalloïdes...)

*Stockage géologique du CO₂ : **Aude-Claire HOUDON***

6 Energie, ressources, 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, et adapté au changement climatique ?

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 et un approvisionnement durables, 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

6.1.1 Comportements, 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 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. Il s'agira de questionner les leviers de mobilisation (et la transformation effective des pratiques) des citoyens mais également des décideurs économiques et des élus.

• Leviers de mobilisation et transformation effective des comportements et des pratiques

Des travaux sont plus particulièrement attendus sur les conditions et les ressorts de la **massification** et de la **pérennité** des changements de comportements :

Comment mobiliser massivement dans la transition ? Comment passer de cette « obligation morale » de changement de nos modes de vie à une stratégie fondée sur l'envie, le désir pour susciter l'adhésion ? Quel est la place des imaginaires pour faire évoluer les comportements ? Quel rôle des « récits » ou « vision » pour donner envie de ce changement de société ?

Quelle pérennité des changements de comportement induits par les différents dispositifs d'incitation au changement (nudge, incitation économique, leviers informationnels, expérientiels), ou des événements conjoncturels (grèves, crise sanitaire, etc.) et/ou biographiques (déménagement, arrivée d'un enfant, décohabitation parentale, etc.) ?

Anaïs ROCCI

Des questionnements spécifiques se posent sur le **rôle du numérique et sa contribution potentielle à la transition écologique et solidaire**, notamment :

- la place du numérique dans les dispositifs d'incitation au changement : quel rôle des outils numériques d'accompagnement au changement par rapport à un accompagnement plus « humain » (analyse de l'efficacité des différents outils persuasifs mobilisés et du type d'accompagnement au regard de l'enjeu de personnalisation mais aussi de massification des effets), quels bénéfices et quels coûts de déploiement de ces outils ?

- la problématique des impacts environnementaux et sociaux, notamment des enjeux sociaux d'inclusion du numérique en mettant en évidence la balance de ces impacts négatifs et positifs socio économiques et environnementaux

Anaïs ROCCI

Des travaux relevant de sciences humaines et sociales sont par ailleurs attendus sur les thématiques suivantes : (NB : Sur l'alimentation durable, il n'est pas attendu de projet cette année).

Sur la **consommation et les modes de vie sobres**, Le rapport individuel et notre rapport collectif à la définition des besoins essentiels ou fondamentaux permettant d'assurer une bonne qualité de vie et de respecter des limites environnementales.

- La réception et l'acceptabilité par les consommateurs des discours sur la sobriété et des discours pointant les pratiques de surconsommation portés par des acteurs engagés ou qui émergent dans les politiques publiques.
- L'identification, la caractérisation et la qualification des impacts environnementaux et sociétaux de ces initiatives et modes de vie sobres: quels sont les indicateurs qui permettraient d'identifier les gains environnementaux, économiques et sociaux ?
- Les possibilités de ces initiatives d'influencer leur écosystème proche et la société en général pour soutenir le virage vers une transition écologique (diffusion, normes sociales, économie,...).
- Les approches systémiques qui peuvent aider à répondre aux besoins fondamentaux des êtres humains (par exemple principes de la permaculture)

(Les travaux de recherche relatifs à l'évaluation environnementale, ACV ou autre, avec un cas d'étude portant sur la présente thématique seront traités en 2.1).

Modes de vie sobres-sobriété : Marianne BLOQUEL Dominique TRINEAU

Sur les **nouvelles pratiques de mobilité** en lien avec l'essor du numérique et l'émergence des véhicules autonomes, les travaux devront s'inscrire dans la problématique suivante :

- l'émergence des technologies d'automatisation des véhicules (navettes ou véhicules autonome) qui s'initie aux travers d'expérimentations dans les territoires, ouvre un champ de recherche sur les interactions de ces nouvelles solutions avec les consommateurs, les citoyens, les décideurs publics et les offreurs de mobilité (notamment les questionnements sur l'acceptabilité, les attentes, les inquiétudes et les risques d'exclusion, le coût ainsi que sur les opportunités de transformation des pratiques de mobilité).

Nouvelles pratiques de mobilité, essor numérique et véhicules autonomes : Bertrand-Olivier DUCREUX

- **Nouvelles pratiques d'achats et transports de marchandises** : e-commerce, achats de proximité, alimentaire en circuits courts. Caractérisation du potentiel de contribution à la transition énergétique et environnementale : bénéfice, effets rebonds, lien avec les évolutions de mode de vie (régimes alimentaires) et les évolutions de la logistique

Evolution des pratiques d'achats et transports de marchandises : Marie POUONNEAU

Sur la **maîtrise de la demande du transport aérien et les impacts environnementaux**, la thématique suivante est proposée :

Emergence de réflexions sur des mesures de maîtrise des déplacements par mode aérien (flightskam/ flight shame, acceptabilité de mesures de restriction et inégalités socioéconomiques, impacts environnementaux).

Maîtrise de la demande du transport aérien : Marc COTTIGNIES

Sur **la rénovation énergétique**, la thématique suivante est proposée :

La mobilisation des apports des sciences humaines et sociales en matière d'évolution des comportements pour accélérer le passage à l'action des cibles (ménages, entreprises, collectivités...) sur la rénovation énergétique des bâtiments concernés (secteurs résidentiel et / ou tertiaire, en fonction de la cible étudiée).

Evolution des comportements pour accélérer la rénovation : Cécile GRACY

Sur **la filière biomasse énergie** :

Les projets de thèse (*sociologiques notamment*) devront produire des connaissances au regard des objectifs suivants :

- Etudier le comportement des usagers de chauffage au bois domestique, leurs pratiques (méthode d'allumage, gestion du feu, stockage du bois...) et établir des profils d'usagers
- Analyser les résistances des particuliers au changement de pratiques, connaitre leurs motivations et besoins relatifs à l'usage du bois
- Evaluer la marge d'incertitude de la consommation de bois annoncée par les particuliers lors des enquêtes ménages
- Définir comment se caractérise la précarité énergétique pour un ménage chauffé au bois (en auto consommation de bois); Mettre en regard ces caractéristiques avec les indicateurs classiques de précarité énergétique

Biomasse énergie : Florence PROHARAM

Sur **les friches et sites pollués**, des travaux sont attendus afin d'améliorer la compréhension des enjeux et comportements liés à la gestion des sites pollués et leur prise de conscience par les acteurs associés.

La gestion des sites pollués conformément à la méthodologie nationale dédiée d'avril 2017 repose sur 3 grands axes :

- Maitriser les sources de pollutions et les pollutions concentrées, quand celles-ci sont identifiées, à l'aide de traitement quand cela est possible,
- L'examen du risque plutôt que celui du niveau de pollution intrinsèque,
- La gestion du site en fonction de l'usage auquel il est destiné.

Cette approche pragmatique au regard des capacités techniques et économiques des traitements, peut conduire sur la base d'un bilan coût/avantage (BCA) à accepter que des pollutions résiduelles restent en place, pour autant que soient démontrées leurs innocuités sanitaire et environnementale. Ces pollutions résiduelles peuvent, dans certains cas, conduire à imposer des mesures constructives, des restrictions d'usage, parfois par le biais de servitudes afin de garantir de façon pérenne un niveau de risque sanitaire et environnemental acceptable pour (et pas suffisamment par) les populations riveraines.

Les travaux attendus porteront sur

- i) la compréhension des enjeux associés à la gestion des sites pollués selon les 3 axes précédemment décrits ; ii) l'analyse des leviers permettant de faire évoluer les comportements face à la gestion du « risque résiduel » associé au maintien d'une pollution résiduelle (diffuse, industrielle ou urbaine) et en considérant les différents territoires (urbain, péri-urbain, rural) et iii) des propositions d'actions adaptées aux différents acteurs (population, gestionnaire, autorités administratives) pour favoriser le changement des comportements face à un risque résiduel, qui intègrent l'acceptation sociale du risque et des incertitudes associées, l'acceptation de vivre sur un terrain dégradé par la pollution et de devoir respecter des contraintes formulées par les pouvoirs publics que cela peut impliquer.

Les proposants pourront s'inspirer des travaux réalisés dans le cadre du projet Comrisk (2008)⁷ qui ont porté notamment sur le développement d'outils de communication visant à favoriser l'implication des parties prenantes dans les processus de décision.

- l'analyse des recommandations destinées à des usagers de terrains dégradés et de la capacité ou volonté de ces usagers à en prendre connaissance, à les comprendre, à les accepter, à les respecter, à les faire respecter et même à les transmettre. Identifier pourquoi ces recommandations sont parfois non suivies ou difficiles à accepter (défaut de sensibilisation, de conviction, de déni, de moyen). Une meilleure connaissance de ces éléments aiderait à mieux identifier les moyens de les faire accepter (convaincre par la pédagogie, par la compensation...).

Friches et sols pollués : Cécile GRAND, Franck MAROT,

- **TEE et transformation des organisations**

Des travaux sont attendus permettant de caractériser les capacités d'adaptation au changement climatique et les stratégies déployées par les organisations pour inscrire leurs activités dans la transition écologique.

Analyse des mécanismes et des pratiques d'adaptation au changement climatique :

Comment les organisations (entreprises, acteurs du financement...), se saisissent des concepts de résilience, d'adaptation au changement climatique, et de transformation ?
Quels outils et dispositifs sont à la disposition des acteurs, avec quels bénéfices et quelles limitations ?

*Stratégie d'adaptation des organisations. Métriques et standards pour l'alignement des portefeuilles aux objectifs de résilience et d'adaptation au changement climatique :
Céline PHILLIPS*

Transformations des organisations du travail en lien avec la transition écologique :

Quelles évolutions la transition écologique entraîne-t-elle, en particulier au sein des collectifs de travail, ou de l'encadrement ? Quelles compétences et bonnes pratiques favorables à une gestion durable de la production émergent dans les organisations ?
Quels sont les mécanismes permettant de soutenir la transformation des modes productifs (outils, modes de valorisation économique ou non, promotion de nouvelles pratiques et valeurs associées...). Quels sont les acteurs économiques et organisations professionnelles qui favorisent les transformations des secteurs productifs ?

Transformations des organisations et du travail : Sarah THIRIOT

Une attention particulière sera portée sur les Outremer afin de mieux prendre en compte les dimensions multiculturelles et la présence de communautés locales ayant encore des modes de vie très traditionnels où l'impact et l'appropriation de ces nouveaux modes de production doivent être étudiés très finement sous l'angle des comportements et des usages.

Outre mer : Suzanne PONS

⁷ <https://comrisk.fr/>

6.2 Démarches prospectives, d'évaluation et politiques publiques de la TEE

La dynamique engagée en amont de la COP21 avec le processus des NDC⁸, la révision de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), la construction d'un scénario national bas carbone et la préparation d'un deuxième plan national d'adaptation au changement climatique sont autant d'exemples qui font appel à des travaux de prospective pour répondre aux objectifs climatiques de réduction des émissions des gaz à effet de serre et d'adaptation aux conséquences du changement climatique, à moyen et long termes.

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 d'évaluation et 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). L'évaluation de politique publique, en permettant d'appréhender la pertinence et l'efficacité des programmes et politiques mis en place, est également un outil pour calibrer et cibler l'intervention de l'Etat vers un futur souhaité.

Economie circulaire

Les différents types de travaux attendus ici doivent permettre de contribuer au besoin général de connaissances sur l'évaluation (ex ante et ex-post) des impacts d'une transition vers une économie circulaire sur l'activité économique, l'emploi, la consommation de ressources naturelles et le changement climatique, afin d'éclairer les choix et les décisions des acteurs économiques et de guider le dimensionnement et l'évolution des politiques publiques. Les travaux de thèse pourront par exemple porter sur :

- La modélisation dynamique du recyclage. Les travaux viseront à éclairer comment s'opèrent les arbitrages entre différents modes de traitement des déchets, mais aussi entre matières premières vierges et matières premières recyclées. Par exemple : quelles sont les substitutions possibles (entre modes de traitement des déchets, entre matières, entre matières vierges et secondaires, etc.) et à quels coûts ? Quelle est la sensibilité des comportements/arbitrages aux variations de prix ? Quelles sont les politiques publiques (fiscales, comptables, économiques, réglementaires, etc.) les plus efficaces (y compris en termes d'impacts sur l'emploi) pour capter le gisement de déchets techniquement disponible et maximiser le recyclage (en quantité et en qualité), pour encourager l'incorporation de matières premières recyclées dans les processus de production ? Les travaux sur les dimensions territoriales (décisions/incitations nationales, locales) et sociales (représentations, comportements, acceptabilité, peurs...) sont également encouragés.
- La modélisation dynamique des stocks de matières dans l'économie : développement de méthodologies pour l'évaluation du stock de biens durables et semi-durables dans l'économie et du stock de déchets/matières secondaires associés quand ils arrivent en fin de vie, pour la scénarisation des évolutions possibles de ces stocks sous l'effet notamment de l'évolution des pratiques de consommation des ménages, des leviers de l'économie circulaire (allongement de la durée de vie des produits, éco-conception, économie de la fonctionnalité, etc.) sur la nature des produits et leur durée de vie.
- La modélisation du contenu matières des importations françaises : analyse de l'évolution du commerce mondial de matières premières et des échanges extérieurs de la France, éléments de scénarisation de l'évolution du contenu matières des importations françaises selon l'évolution de ses échanges internationaux et impacts sur l'empreinte matières et carbone de la France.

Evaluation des politiques d'économie circulaire : Fanny VICARD

⁸ 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,

NB : Les questionnements liés à l'Ecologie Industrielle et Territoriale (EIT) et à l'Economie de la fonctionnalité sont traités dans le point 2.4 Ecologie Industrielle et Territoriale et 2.5 Economie de la fonctionnalité du chapitre 2- Economie circulaire

Apports de la prospective à la planification et au pilotage de la transition écologique

- Analyse sociologique, politique, technique, historique de l'usage et de l'utilité des travaux prospectifs dans les processus de décision, les exemples de planification à l'échelle de la société et leur application à la transition écologique, à différentes échelles (internationale, nationale, locale, entreprises, citoyens...),
- Adaptation des méthodes et des usages de prospective face aux nouveaux enjeux de transformation de la société. Dans un contexte où la question écologique est identifiée à une transformation plus large et profonde de la société (robustesse et résilience des systèmes techniques, sociaux et politiques aux incertitudes radicales, santé, réduction des inégalités, transition numérique, emploi, etc.). Comment adapter les méthodes de prospective classique à ces enjeux ?
- Le retour d'une forme de planification ? Analyse et propositions d'évolution des processus de gouvernance, de planification et de pilotage global de la transition écologique : stratégie nationale bas-carbone en France, lien avec les processus de politique publiques plus généraux (loi de finance, etc.), comparaison internationale des modes de gouvernance, etc.
- Le développement des usages opérationnels et stratégiques de la prospective. Analyse et évaluation des utilisations possibles des données de scénarios de transition écologique pour orienter les décisions concrètes d'acteurs : les divers choix structurants pour l'atteinte des objectifs de transition des particuliers, entreprises, collectivités, administrations, etc. Par exemple : dispositifs d'analyse de la contribution des stratégies individuelles aux objectifs collective, évaluation des lois, conditionnement des aides, nouveaux indicateurs de performances et outils de gestion des organisations, informations numériques à transmettre et outils d'aide à la décision, etc.

Prospective : Emmanuel COMBET, Sarah THIRIOT

Une attention particulière sera portée sur les Outremer afin de mieux prendre en compte les dimensions multiculturelles, telles que la circulation des populations aux frontières

Outre mer : Suzanne PONS

Evaluation macroéconomique des scénarios de transition énergétique et de politiques budgétaires et fiscales en faveur de la TEE

- Estimation des effets macroéconomiques des politiques monétaires en faveur de la transition énergétique d'inspiration néokeynésienne.
- Estimation et introduction du coût des dommages climatiques dans les Modèles en Equilibre Général Calculable (MEGC).
- Conception et évaluation macroéconomique de mesures pour inciter les collectivités territoriales à mettre en œuvre la TEE.
- Analyse des politiques économiques et industrielles mises en œuvre en périodes de conflit et/ou de crise pour mobiliser, réquisitionner, réorienter et planifier l'utilisation des facteurs de production, qui pourraient servir d'exemple à la mise en œuvre d'une transition tardive mais accélérée.

Modélisation macroéconomique, politiques budgétaires et fiscales : : Gaël CALLONNEC, Hervé GOUEDARD

Transition écologique et justice sociale

- Eclairages théoriques, études de cas, analyse de discours et points de vue d'acteurs, sur l'articulation entre transition écologique et justice sociale.
- Analyse sociologique, politique, économique, historique, juridique, psychologique, des problèmes d'équité et d'inclusion sociale soulevés face aux politiques publiques en faveur de la transition écologique et les solutions proposées.

- Evolution des valeurs et des libertés dans la transition écologique : éclairages de la philosophie morale (notions de responsabilité, de justice, de liberté, etc.), des sciences politiques, du droit (droit constitutionnel, analyses de recours, etc.).
- Analyse des conditions, intellectuelles comme institutionnelles, nécessaires pour conduire une « transition juste ».
- Les enjeux de la justice procédurales pour la conduite de la transition écologique : quelle organisation des processus de décisions ? quelles relations entre expertise, société et décision ? quelle démocratie délibérative, liant participation citoyenne et démocratie représentative ?

Transition et justice sociale: Gaël CALONNEC, Hervé GOUEDARD, Emmanuel COMBET, Sarah THIRIOT

Evaluation et financement de la transition industrielle

Les travaux attendus porteront sur :

- Le développement des connaissances sur les impacts socio-économiques de la TEE (évolution des emplois en fonction des reconversions sectorielles et/ou territoriales, relocalisation des emplois industriels (cf. point ci-dessous « emplois et transition écologique »), utilité sociale et indicateur de bien-être, équité, impacts des évolutions de comportement des consommateurs sur la production industrielle française ...), 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 des politiques publiques,
- L'évaluation des besoins de financement futurs de la TEE, à des niveaux sectoriels (exemple : approche par filière industrielle) et territoriaux fins, en estimant les coûts d'abattement et en prenant en compte les évolutions technologiques à venir (technologies matures, technologies de rupture/innovantes).
- Estimation des élasticités de substitution capital énergie dans les principales filières industrielles énergivores, dans le but de concevoir et d'évaluer des mesures en faveur de l'efficacité énergétique dans l'industrie
- L'identification des défaillances de marché (par exemple : quotas ETS...) et proposition de nouvelles actions publiques, ou de modification d'instruments existants permettant d'améliorer l'efficacité des politiques publiques industrielles (réorientation de financements sur la TEE, nouveaux outils fiscaux ou réglementaires tels que la taxe aux frontières, ...).

Financement de la transition industrielle : Cyrielle BORDE

- Les aides publiques à l'innovation industrielle portées par l'ADEME cherchent à soutenir les entreprises dans leur production de nouvelles solutions technologiques plus vertueuses pour l'environnement et de développement de nouveaux marchés dans un contexte contraint par la réglementation européenne des aides d'Etat. L'évaluation ex-post des politiques d'innovation industrielles doit permettre d'approfondir la connaissance des effets des aides sur les entreprises qui en bénéficient afin de progressivement les maximiser. Dans quelle mesure l'évaluation d'impact permet-elle de mieux orienter l'argent public vers les formes d'aide les plus efficaces à la fois d'un point de vue économique et environnemental ?
Par ailleurs, les démarches d'évaluation d'impacts, particulièrement dans le domaine de l'innovation, se heurtent encore à des défis méthodologiques : des travaux théoriques et/ou méthodologiques de développement d'outils d'analyse ex post des impacts socio-économiques sont également attendus. Les approches peuvent être quantitatives, qualitatives ou mixtes (mélant méthodes expérimentales ou quasi expérimentales (économétrie, expérimentations sociales) et enquêtes quantitatives et qualitatives sociologiques, ethnographie, etc.).

Evaluation ex post des politiques d'innovation : Isabelle SANNIE - Laurence OULD FERHAT

Emplois et transition écologique

- Développement de connaissances et méthodologies sur les emplois et compétences liés à la TEE.

Les travaux attendus porteront notamment sur l'identification des acteurs et des réseaux porteurs des enjeux emplois-compétences en matière de transition écologique et de leur dynamique : Quels obstacles et opportunités existent pour le développement de ces réflexions et d'outils d'actions

publiques en matière de transition écologique ? les travaux pourront porter sur différents échelons (régionaux, nationaux.) et sur les liens entre une politique emplois-compétences générale et une politiques dédiée aux questions écologiques.

Emplois et transition écologique : Sarah THIRIOT, Thomas GAUDIN

Des travaux sont également attendus sur l'impact plus spécifique de la transition industrielle en terme d'évolution des emplois en fonction des reconversions sectorielles et/ou territoriales, relocalisation des emplois industriels,

Impact emploi de la transition industrielle : Cyrielle BORDE

Se reporter au point 1.1 Bâtiments performants pour les questionnements spécifiques sur l'évolution de l'emploi et des compétences du secteur bâtiment.

Offres d'électricité verte et soutien au développement des EnR électriques

Historiquement, le développement des Energies Renouvelables (EnR) électriques repose sur des politiques nationales de soutien (tarif d'achat, complément de rémunération, quotas...).

Depuis quelques années, émergent au sein de l'Union Européenne des offres d'électricité verte dont l'importance en volume ne cesse de grandir selon les données de l'Association of Issuing Bodies. Dans leurs stratégies de commercialisation, les fournisseurs mettent en avant qu'en souscrivant à une offre d'électricité verte le consommateur contribue à la transition énergétique.

Les travaux attendus devront notamment apporter un éclairage sur les évolutions passées et futures du développement de ces offres, sur les liens entre ces offres et les politiques nationales de soutien au développement des EnR électriques. Pourquoi les offres d'électricité verte se développent-elles plus rapidement dans certains pays que dans d'autres ? Les offres d'électricité verte pourraient-elles se substituer aux politiques nationales de soutien ?

Electricité Verte et développement des EnR : Brice ARNAUD

Prospective et adaptation au changement climatique dans le secteur agricole et les filières agroalimentaires

Les travaux attendus porteront sur l'analyse et l'évaluation d'outils de politiques publiques et/ou mécanismes portés par des acteurs privés pour :

- engager les acteurs du secteur agricole et des filières agroalimentaires dans les trajectoires long terme d'adaptation au changement climatique.
- mieux intégrer la résilience et l'adaptation au changement climatique dans les transitions bas carbone du secteur agricole et des filières agroalimentaires.

Adaptation au changement climatique et secteur agro-alimentaire : Audrey TREVISIOL

Gouvernance des projets du captage et stockage du CO2

Sur le captage et stockage du CO2, la réflexion portera sur les modèles de développement du captage et stockage géologique du CO₂(CSC) à travers une gouvernance multipartites (états-privés) pour soutenir des projets CSC multilatéraux impliquant différents états (ex : projet de stockage des émissions de la face nord de l'Europe en Mer du Nord). Les sujets attendus s'attacheront à éclairer sur les risques associés pour le développement de technologies comme le CSC en se basant sur ces nouveaux schémas.

Captage et stockage géologique du CO2 : Aude-Claire HOUDON

6.3 Finance climat, outils de financement de la TEE et stratégie bas carbone des organisations

Le financement de la transition écologique nécessite à la fois une massification et une réorientation des flux financiers. De nombreux travaux ont insisté ces dernières années sur le besoin d'alignement des investissements sur les objectifs climatiques adoptés dans l'accord de Paris, aux niveaux national (article 173 de la Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte - LTECV, avant même la COP 21) et international (Plan d'action en faveur de la finance durable de la Commission européenne, rapport de la Task Force on Climate-related Financial Disclosures - TCFD). Le rapport Canfin-Zaouati (2018) fait également le constat de l'intérêt qu'aurait la France à se doter comme l'Union Européenne d'une définition formelle des instruments financiers (règlement financier n° 966/2012 relatif aux règles financières applicables au budget général de l'Union Européenne) pour accompagner l'investissement du secteur privé.

Ces objectifs appellent des développements tant méthodologiques (metrics et standards pour évaluer l'alignement des portefeuilles) qu'instrumentaux (outils de financement à mettre en place pour favoriser la massification et la réorientation des flux).

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 LTECV), du contexte international (TCFD) et des travaux de normalisation (ISO).

En complément, il est désormais essentiel que les organisations (entreprises, collectivités et puissance publique) anticipent le monde bas carbone de demain en définissant des stratégies climat compatibles avec l'objectif d'un monde décarboné et résilient, en se fixant des objectifs de réduction des émissions de GES cohérents avec les trajectoires technologiques et organisationnelles de transition bas carbone et les trajectoires d'adaptation au changement climatique, et en mettant en œuvre les moyens nécessaires pour atteindre ces objectifs.

Les recherches attendues devront s'intéresser :

- Aux outils de politiques publiques permettant d'aligner les secteurs d'activité aux trajectoires de transition bas carbone et d'adaptation au changement climatique. Les questions de généralisation des instruments en fonction des organisations et des secteurs d'activité seront également étudiées.
- Aux méthodes de mesure d'alignement de portefeuille et de calcul des émissions GES induites par les activités de financement ainsi qu'à la problématique d'agrégation de ces émissions de scope 3.
- A l'intégration des risques climat (risque de transition et risque physique) au sein des stratégies d'investissement des organisations et ses impacts sur leurs pratiques,
- Aux instruments de partage de risque entre acteurs public et privé et à leur efficacité. Ces questions pourront être traitées de façon sectorielle. La question de savoir si de la généralisation et de l'articulation de ces instruments entre eux et aux politiques publiques pourra également être traitée : elle peut concerner les aspects sectoriels ou territoriaux. La prise en compte des aspects redistributifs de ces instruments, leurs coûts de transaction en lien avec les contraintes budgétaires, réglementaires, ou juridiques sera appréciée.
- A la mise en place d'objectifs ou de stratégies respectant des critères environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG) et la concomitance de performances financières et extra-financières. Au-delà de la seule allocation des portefeuilles, le sujet spécifique des stratégies d'impact investisseur (engagement actionnarial, ...), des actions mises en œuvre pour contribuer à l'atténuation du changement climatique et les conditions de leur succès.
- Aux attentes des épargnants sur les questions environnementales et le rôle de leur épargne. Pourra être étudié le rapport des épargnants aux allégations environnementales, la recherche de financement d'activité vertes ou de transition, et/ou la recherche d'impact tout en tenant compte du rôle des labels dans l'offre.

Finance Climat, outils de financement de la Transition Ecologique : Marie-Laure GUILLEMINET

Se reporter au point 1.1 « Bâtiments performants » pour les questionnements spécifiques portant sur le financement de la performance du bâtiment et au point 6.2 « Evaluation et financement de la transition industrielle » pour les questionnements liés au financement de la transition industrielle

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources. Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse. Dans tous les domaines - énergie, air, économie circulaire, gaspillage alimentaire, déchets, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions. À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques. L'ADEME est un établissement public sous la tutelle 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

