



Rédigé le 06 mai 2025



2 minutes de lecture



Actualités

Recherche fondamentale

Économie

Modélisation économique

Prospective et scénarisation

Suite à sa thèse de doctorat à l'Imperial College de Londres [1], Solène Chiquier a reçu un financement de la chaire CARMA¹, hébergée par l'IFP School, pour mener un postdoctorat au Massachusetts Institute of Technology (MIT), travaillant plus spécifiquement au sein du

programme conjoint du MIT sur la science et la politique du changement global. Ce programme se concentre sur la recherche interdisciplinaire combinant science et politique pour répondre aux changements environnementaux mondiaux.



Solène Chiquier

Suite à cette recherche, un article a été publié [2] : dans [cette étude](#), Solène évalue différentes stratégies d'élimination du dioxyde de carbone (EDC) selon différents scénarios afin d'atteindre les objectifs climatiques de l'Accord de Paris. L'article examine cinq approches d'EDC : la bioénergie avec capture et stockage du carbone (BECCS), le boisement/reboisement, la capture et le stockage directs du carbone dans l'air (DACCS), le biochar et l'altération climatique améliorée. À l'aide du modèle EPPA (Economic Projection and Policy Analysis) du MIT, Solène et ses co-auteurs évaluent les implications mondiales et régionales de ces stratégies d'EDC sur l'utilisation des terres, la consommation d'énergie et les coûts des politiques.

Les principaux résultats de l'étude sont les suivants :

- **Portefeuille diversifié de stratégies de réduction des émissions carbone** : la mise en œuvre d'une combinaison d'approches de réduction des émissions carbone constitue la stratégie la plus rentable pour atteindre la neutralité carbone. Cette diversification réduit le recours à une méthode unique, minimisant ainsi les impacts négatifs sur les terres et les ressources énergétiques.
- **Personnalisation régionale** : l'efficacité des stratégies de réduction des émissions carbone varie selon les régions en raison des différences de conditions technologiques, économiques et géophysiques. Par exemple, les solutions fondées sur la nature, comme le boisement et le reboisement, sont particulièrement bénéfiques dans des régions comme le Brésil, l'Amérique latine et l'Afrique, où elles permettent non seulement de séquestrer le carbone, mais aussi de préserver la biodiversité et de promouvoir la santé humaine.

- **Déploiement rapide** : retarder la mise en œuvre à grande échelle des stratégies de réduction des émissions carbone pourrait entraîner une hausse des prix du carbone et des coûts des politiques. Un déploiement précoce et substantiel, soutenu par des politiques et des incitations financières appropriées, est crucial pour atténuer efficacement le changement climatique.

En résumé, l'étude souligne l'importance d'une approche diversifiée et régionale pour le déploiement des CDR, soulignant que de telles stratégies peuvent atteindre les objectifs climatiques de manière plus durable et plus rentable. Elle souligne également la nécessité d'agir rapidement pour mettre en œuvre ces mesures afin d'éviter une escalade des coûts et des risques climatiques.

¹ L'objectif de la chaire CarMa est de faire progresser les connaissances et de fournir des éclairages en collaboration avec un groupe diversifié de partenaires issus du monde universitaire et de l'industrie. Pour plus d'informations, veuillez consulter [le site web de la chaire](#).

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la Chaire IFP School intitulée « Gestion du Carbone et technologies à émissions négatives de CO₂ vers un avenir bas carbone » (CARMA) soutenue par TotalEnergies OneTech en association avec la fondation Tuck.

Références :

[1] Solène Chiquier, PhD Thesis, *The Implications of the Paris Agreement on Carbon Dioxide Removal (CDR) - Techno-Economics, Potential, Efficiency and Permanence of CDR pathways*, Centre for Environmental Policy, Imperial College London, 2022.

[2] Solene Chiquier, Angelo Gurgel, Jennifer Morris, Yen-Heng Henry Chen and Sergey Paltsev, *Integrated assessment of carbon dioxide removal portfolios: land, energy, and economic trade-offs for climate policy*, Environmental Research Letters, Volume 20, Number 2,
>> DOI : [10.1088/1748-9326/ada4c0](https://doi.org/10.1088/1748-9326/ada4c0)

Contacts scientifiques : Maxime Schenkery, Carlos Eduardo Andrade Sandoval

LES BRÈVES

UN PROGRAMME DE RECHERCHE POUR DÉCARBONER L'INDUSTRIE



IFPEN est co-pilote avec le CNRS du PEPR* SPLEEN, volet de recherche

amont au service de la stratégie nationale d'accélération pour la décarbonation de l'industrie.

> [Lire le communiqué de presse](#)

> [Appel à manifestation d'intérêt \(AMI\)](#)

* *Programmes et équipements prioritaires de recherche*

Poser les jalons d'un avenir bas carbone pour l'industrie

La recherche et développement a un rôle majeur à jouer pour soutenir la décarbonation de l'industrie française et le développement de filières industrielles nationales de solutions de décarbonation. C'est un enjeu fondamental lorsque l'on sait que l'industrie est responsable d'environ 20 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) sur le territoire national. La Stratégie Nationale Bas Carbone vise un objectif de réduction des émissions de GES de 35 % d'ici 2030 et de 81 % d'ici 2050 par rapport à 2015 pour l'industrie.

Le programme de recherche SPLEEN en quelques mots

Le PEPR "Soutenir l'innovation pour développer de nouveaux procédés industriels largement décarbonés" (SPLEEN) s'inscrit dans la stratégie nationale d'accélération France 2030 « Décarbonation de l'industrie » et vise à préparer une offre technologique et des solutions en rupture qui contribueront à **la tenue des engagements climatiques de la France à l'horizon 2050 et à renforcer la souveraineté nationale sur les technologies dédiées à la décarbonation.**

>> [En savoir plus sur le PEPR SPLEEN](#)

Quelques chiffres

- 10 projets ciblés
- 40 partenaires (EPIC, EPST, Universités, Grandes Ecoles)
- 300 chercheurs, enseignants-chercheurs, ingénieurs
- 70 laboratoires impliqués
- 70 millions d'euros de budget
- Un programme sur 6 ans et demi

IFPEN co-pilote 2 autres PEPR et participe par ailleurs à 4 autres PEPR adossés à une Stratégie Nationale d'Accélération dits « PEPR-SNA » (26 au total au niveau national) et à 6 PEPR Exploratoires (17 au total au niveau national).



IFPEN participe à 9 **des 10 projets ciblés**, dont 2 projets en tant que coordinateur.

Les 4 axes du programme de recherche SPLEEN

Axe 1 : nouveaux outils de prédiction et monitoring.

Axe 2 : intégration d'énergies bas-carbone et efficacité énergétique

Axe 3 : décarbonation et intensification des procédés

Axe 4 : stockage et valorisation du CO₂

IFPEN porteur de connaissances et d'un savoir-faire essentiels à la décarbonation

IFPEN s'appuie sur plusieurs de ses domaines de recherche nécessaires pour la décarbonation de l'industrie parmi lesquels :

- **La catalyse et les séparations**, domaines essentiels à la conception d'innovations favorables à la transition dans les domaines de la chimie et de l'énergie
- **La valorisation du CO₂**, en particulier, les conversions chimiques et photocatalytiques
- **Le développement et l'application de méthodologies d'analyses de cycle de vie (ACV)**
- **Le traitement des données et le pilotage temps réel des procédés**

"Si comme l'ensemble des PEPR, celui-ci concerne une recherche bas TRL, de l'échelle laboratoire jusqu'à la preuve de concept, notre volonté est non seulement d'innover, mais aussi d'intégrer en amont la finalité industrielle de la R&D et son impact sociétal. Cet impact est ainsi pris en compte dès le démarrage des projets et l'industrie est partie prenante des organes consultatifs du PEPR", souligne António Pires da Cruz, co-directeur du PEPR pour IFPEN.

L'implication importante d'IFPEN s'inscrit dans le cadre de [sa démarche scientifique verrous](#) et s'appuie notamment sur les verrous n°1 (Caractériser les matériaux et fluides pour l'énergie aux différentes échelles), n°2 (Comprendre, à l'échelle moléculaire et adaptée, les mécanismes réactionnels chimiques, catalytiques et enzymatiques) et n°3 (Traiter de manière optimale les flux massifs de données d'expérimentation ou de simulation).

VOUS SEREZ AUSSI INTÉRESSÉ PAR



IFPEN et le PEPR MOBIDEC

IFPEN pilote le PEPR MOBIDEC, volet de recherche amont au service de la stratégie d'accélération pour la digitalisation et la décarbonation des mobilités, aux côtés de l'Université Gustave Eiffel, co-pilote du programme de recherche. Intégré dans l'objectif de France 2030, il vise à développer une mobilité sobre, souveraine et résiliente.

Mobilité durable

Mobilité connectée



IFPEN et le PEPR B-BEST

IFPEN est co-pilote avec INRAE du PEPR B-BEST, volet de recherche amont au service de la stratégie nationale d'accélération « Produits biosourcés et biotechnologies industrielles – carburants durables ».

Énergies renouvelables

Chimie biosourcée

CONTACT



Antonio Pires Da Cruz

Responsable du programme « Carburants bas carbone »

antonio.pires-da-cruz@ifpen.fr

IFPEN et le PEPR SPLEEN

La lutte contre le réchauffement climatique s'appuie sur la réduction des émissions anthropogéniques de gaz à effet de serre, principalement le dioxyde de carbone et le méthane. La problématique est mondiale et les actions à entreprendre s'inscrivent dans une approche systémique, avec des effets d'échelle difficiles à appréhender. Cependant, **l'accord de Paris traduit la détermination des nations à corriger la trajectoire actuelle tout en respectant les aspirations légitimes des pays émergents à augmenter leur niveau de vie.**

Au-delà de la réduction des émissions à la source, **un levier pour limiter l'impact climatique consiste à extraire le CO₂ dans l'atmosphère** (i.e. émissions négatives), à l'aide de solutions qui soient respectueuses de l'environnement et de la biodiversité, déployables et acceptées par nos sociétés. **Les principales difficultés relèvent de la complexité et de l'interdépendance des phénomènes à considérer**, impliquant des compétences et des outils dans de nombreux domaines, tels que l'énergie, l'affectation des sols ou l'exploitation des forêts, ainsi que les sciences humaines. Si ces compétences existent bel et bien, leur déficit d'interaction pourrait conduire à de mauvaises solutions.

L'ambition de CarMa¹, chaire d'enseignement et de recherche bénéficiant du mécénat de Total, **est d'explorer et d'analyser le champ des émissions négatives de CO₂**, de manière très large, **afin d'identifier quelles voies seraient déployables à l'horizon 2050.** Incluse dans **une démarche de développement durable**, l'approche retenue se focalise sur **trois solutions qui pourraient venir accroître les capacités de piégeage du CO₂** : le captage direct du CO₂ dans l'atmosphère (DACCS), mais aussi le piégeage dans les sols et l'exploitation énergétique de la biomasse couplée au captage et au stockage, voire à l'utilisation, du CO₂ (BECCS).

Ces sujets y sont d'ores et déjà abordés sous les aspects réglementaires, économiques et « Analyse du cycle de vie (ACV) du carbone », **au travers de deux post-doctorats et d'un travail de thèse.** Trois autres jeunes chercheurs seront recrutés en 2021 sur les aspects sociétaux du déploiement des BECCS et des antagonismes et co-bénéfices de l'allocation des sols dans le contexte de l'utilisation de la biomasse à des fins énergétiques. Traités pour certains en partenariat, les sujets de recherche des deux premières années s'inscrivent dans des périmètres illustrés sur la figure.

Les tout premiers résultats, en cours de publication^{[1] 3}, **présentent l'analyse économique d'un cas concret** suédois de collecte, transport et utilisation de la biomasse, assortis du captage, du transport et du stockage du CO₂ produit par la combustion de cette dernière. Dans cette analyse, les concepts de la théorie des jeux coopératifs sont mobilisés afin d'identifier les conditions de coopération entre différents émetteurs connectés à une infrastructure commune, prérequis jugé indispensable pour le déploiement à grande échelle de cette combinaison de technologies.

Dans une optique de sensibilisation du plus grand nombre à cet enjeu crucial du XXI^e siècle, **un site web** a été mis en place afin de favoriser la dissémination des résultats de la chaire. Le sujet « BECCS » a aussi été intégré à l'édition 2020 du **mooc « Energy Transition »** proposée par IFP School.

Cliquer sur l'image pour l'agrandir



SOA & Markets / Postdoc 1



Chaire CarMa : périmètres de recherche (années 1 et 2)
concernant des approches d'émissions négatives de CO₂.

- 1- CarMa : « Carbon Management and negative emissions technologies towards a low carbon future », créée en juillet 2019 en association avec la Fondation Tuck.
- 2- Par exemple avec le CNRS, l'université de Pau et des Pays de l'Adour ou l'INRAE
- 3- L'article en cours de soumission est accessible sur City Research [Online](#) et dans [Les Cahiers de l'économie](#), édités par IFPEN - IFP School (n° 135 – Août 2020).

[1] E. Jagu et O. Massol. **Building infrastructures for Fossil- and Bio-energy with Carbon Capture and Storage: insights from a cooperative game-theoretic perspective**, 2020, submitted to *Environmental and Resource Economics* .

>> <https://openaccess.city.ac.uk/id/eprint/25034/>

Contact scientifique : [Jean-Pierre Deflandre](#)

>> [NUMÉRO 44 DE SCIENCE@IFPEN](#)

VOUS SEREZ AUSSI INTÉRESSÉ PAR

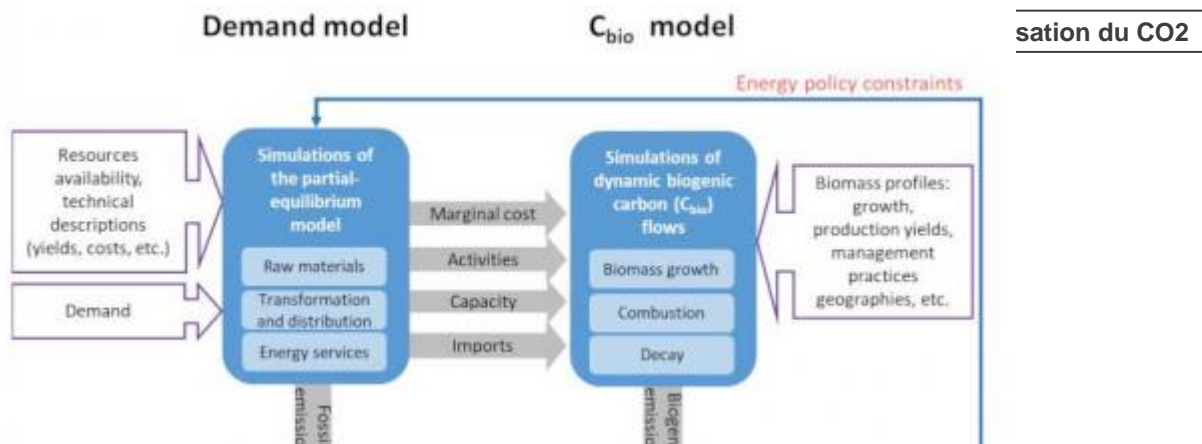


Formation et carrières

Actualités

juin 2020

Lancement du site Web de la chaire CarMa



Recherche fondamentale

Actualités

avril 2020

Des modélisations dynamiques pour aider à (vraiment) atteindre la neutralité carbone

Climat, environnement et économie circulaire

Surveillance environnementale

Analyse de cycle de vie (ACV)

Économie

Évaluation de l'impact environnemental & ACV

Captage & stockage du CO₂



Enjeux et prospective

Regards économiques

décembre 2019

Captage-Stockage-Valorisation du CO₂ : un levier pour décarboner l'industrie - La synthèse

Chaire CarMa : des émissions de CO2 négatives à l'horizon 2050

Stratégies d'élimination du dioxyde de carbone : une approche diversifiée et régionale
06 mai 2025

Lien vers la page web :