



DU PÉTROLE DANS L'ASSIETTE

Comment sortir les combustibles fossiles de nos systèmes alimentaires ?

Remerciements

Ce rapport est le fruit des efforts collectifs de nombreuses personnes et organisations. Nous souhaitons exprimer notre plus profonde gratitude envers les membres de notre groupe de travail pour leurs indications et recommandations précieuses, à savoir : Molly Anderson, Errol Schweizer, Raj Patel, Mamadou Goïta, Emile Frison, Jennifer Clapp, Georgina Catacora-Vargas et Pat Mooney. La gestion, le développement et la rédaction du projet ont été assurés par Nicole Pita, Nick Jacobs, Anna Paskal et Chantal Wei-Ying Clément, avec le soutien primordial de Pablo Thorne et de Saskia Colombant pour les travaux de recherche. Nous remercions tout particulièrement nos évaluateur.rice.s externes, Lili Fuhr, Taylor Hodge, Barnaby Pace, Matthew Kessler et Anna Lappé, dont les commentaires judicieux ont été d'une valeur inestimable. La conception a été assurée par Robbie Blake et la conception graphique a été habilement exécutée par The Ethical Agency. Enfin, nous remercions l'ensemble des expert.e.s qui ont généreusement donné de leur temps et partagé leur point de vue dans le cadre des entretiens et du podcast « Fuel to Fork », ainsi que nos partenaires de podcast, TABLE et l'Alliance mondiale pour l'avenir de l'alimentation, pour leur coopération et leur soutien.

Approuvé par le panel IPES-FOOD, juin 2025.

Citation

IPES-Food. 2025. Du pétrole dans l'assiette : Comment sortir les combustibles fossiles de nos systèmes alimentaires ?

Mise en page et conception graphique

ethicalagency.co.za

Traduction

Traduction par Henalex Conference Services
(www.henalex.com)



TABLE DES MATIÈRES

Messages clés	4
Introduction : les limites des solutions proposées	6
1. Remédier aux combustibles fossiles dans les exploitations agricoles : solutions incrémentales ou fallacieuses ?	12
Les engrais azotés « verts » et « bleus »	18
Le génie génétique et la biologie de synthèse	21
Les plateformes d'agriculture numérique et l'agriculture de précision	24
2. Remédier aux combustibles fossiles au milieu de la chaîne : solutions incrémentales ou fallacieuses ?	29
Le passage à une transformation alimentaire « propre »	34
Les bioplastiques comme substitut aux plastiques à base de combustibles fossiles	36
La décarbonation du transport dans les chaînes d'approvisionnement alimentaire mondiales	38
3. Remédier aux combustibles fossiles dans les cuisines et les chaînes du froid : solutions incrémentales ou fallacieuses ?	42
La transition vers des chaînes du froid efficaces, des combustibles de cuisson plus propres et des cuisines électrifiées	44
4. Conclusion : comment sortir les combustibles fossiles de nos systèmes alimentaires ?	47
Les dangers du « solutionnisme technologique » et l'impératif d'une transformation	48
Un système alimentaire sans combustibles fossiles dépend d'une transition énergétique juste	51
Des approches holistiques pour sortir les combustibles fossiles de nos systèmes alimentaires	55
5. Recommandations	69
Notes de fin d'ouvrage	77



MESSAGES CLÉS

Les combustibles fossiles sont au cœur de l'industrie alimentaire et interviennent dans chaque étape de la chaîne alimentaire. Ils représentent au moins 15 % de la consommation mondiale totale de combustibles fossiles et leur utilisation dans les systèmes alimentaires ne cesse d'augmenter. Alors que l'extraction des combustibles fossiles s'intensifie et que les stratégies de décarbonation se concentrent sur l'énergie et les transports, l'industrie pétrolière et gazière mise de plus en plus sur les produits pétrochimiques, en particulier les produits agrochimiques et les emballages alimentaires en plastique, comme nouvelles opportunités de croissance. Lors de la COP28, les gouvernements du monde entier ont convenu de « s'éloigner des combustibles fossiles », mais aucune mesure n'a été prise concernant les systèmes alimentaires.

Les engrais et emballages alimentaires issus des combustibles fossiles sont devenus une source de revenus essentielle pour les compagnies pétrolières et gazières, qui y voient de nouveaux débouchés alors que d'autres secteurs entament leur décarbonation. Les aliments ultra-transformés sont l'incarnation ultime de ces systèmes alimentaires dépendants des combustibles fossiles : ils sont produits à partir de cultures de base dopées aux produits agrochimiques fossiles et récoltées à l'aide de machines fonctionnant aux énergies fossiles, transformés par des procédés industriels très énergivores, emballés dans des couches multiples de plastiques et expédiés dans le monde entier.

Parallèlement, **les grandes entreprises agroalimentaires défendent farouchement des solutions qui ne font qu'accentuer la dépendance aux combustibles fossiles et produits agrochimiques,** et font ainsi peser de nouveaux risques sur l'environnement et la santé publique. Elles s'efforcent également de bloquer ou d'affaiblir les politiques environnementales et de santé publique visant à réduire la consommation de plastique et d'aliments ultra-transformés.

La lutte contre le changement climatique est vaine tant que les énergies fossiles continueront d'alimenter nos systèmes alimentaires. Pourtant, cette dimension reste largement négligée dans les politiques environnementales et alimentaires.

Les principales conclusions du rapport sont les suivantes :

- **Les systèmes alimentaires représentent près de la moitié de la consommation mondiale de produits pétrochimiques,** principalement sous forme d'engrais de synthèse et d'emballages plastiques pour les aliments et les boissons.
- Un tiers de tous les produits pétrochimiques sert à fabriquer des engrais azotés de synthèse, principaux consommateurs de combustibles fossiles dans le secteur agricole.
- Pas moins de 99 % des engrais azotés de synthèse et des pesticides sont dérivés de combustibles fossiles.
- À l'échelle mondiale, au moins 3,5 % des plastiques servent à la production alimentaire et 10 % à l'emballage des aliments et des boissons.
- Le transport des denrées alimentaires ne représente qu'une part relativement faible de la consommation de combustibles fossiles dans les systèmes alimentaires, d'autant qu'il s'électrifie rapidement.
- Promus par l'industrie, les engrais « bleus » à base d'ammoniac, les approches fondées sur la « biologie de synthèse » et les outils agricoles numériques sophistiqués sont coûteux, énergivores et renforcent la dépendance des systèmes alimentaires aux combustibles fossiles ainsi que des agriculteur.rice.s aux intrants chimiques.
- Ces technologies, contrôlées par une poignée de multinationales, enferment les agriculteur.rice.s dans des systèmes de monoculture industrielle et accentuent les déséquilibres de pouvoir dans les systèmes alimentaires.
- Cette dépendance aux combustibles fossiles rend les systèmes alimentaires extrêmement vulnérables aux brusques fluctuations de prix : quand le prix du pétrole et du gaz s'envole, ceux des engrais suivent, exposant potentiellement des millions de personnes à la faim.



Il apparaît clairement que les systèmes alimentaires sont un enjeu majeur dans la lutte contre les combustibles fossiles. Pour mettre fin à cette dépendance, nous devons abandonner progressivement les intrants chimiques, développer l'agriculture agroécologique, relocaliser les chaînes d'approvisionnement alimentaire et promouvoir les environnements alimentaires sains. Accélérer cette transition déjà entamée contribuerait à bâtir des systèmes alimentaires plus sains, plus justes et plus résilients face au changement climatique.

Comment sortir les combustibles fossiles de nos systèmes alimentaires ?

- Promouvoir une transition énergétique juste, fondée sur le développement et la répartition équitable des énergies renouvelables ;
- Abandonner progressivement les intrants chimiques et promouvoir l'agriculture agroécologique ;
- Relocaliser les chaînes d'approvisionnement alimentaire ;
- Réduire la consommation de plastique en développant les systèmes de recyclage et en responsabilisant les grandes entreprises ;
- Diminuer la consommation d'aliments ultra-transformés et améliorer l'accès à une alimentation saine ;
- Mettre fin au gaspillage alimentaire et développer des modes de cuisson propres et électriques ;
- Limiter le pouvoir des grandes entreprises et démocratiser la gouvernance des systèmes alimentaires.





INTRODUCTION : LES LIMITES DES SOLUTIONS PROPOSÉES

Depuis des années, l'impact de nos systèmes alimentaires sur le climat est largement reconnu, et il est aujourd'hui impossible de l'ignorer. Leur contribution à hauteur d'environ un tiers des émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES) est désormais bien établie. L'agriculture et les changements d'affectation des sols qui y sont liés constituent la plus grande part de ces émissions. Ils représentent à eux seuls un quart du total des émissions mondiales de GES, notamment à cause de la conversion de terres en cultures de base gourmandes en intrants chimiques et en ressources, ainsi que de la destruction des forêts au profit de pâturages pour l'élevage.^{1,i} Par ailleurs, la production et l'utilisation d'engrais azotés de synthèse comptent à elles seules pour environ 2 % des émissions mondiales de GES.²

Si l'on reconnaît aujourd'hui que les systèmes alimentaires contribuent fortement aux émissions, on néglige encore trop souvent la quantité de combustibles fossiles qu'ils consomment. Selon le rapport *Power Shift* publié en 2023 par l'Alliance mondiale pour l'avenir de l'alimentation, les systèmes alimentaires représentent au moins 15 % de la consommation mondiale totale de combustibles fossiles.^{3,ii}

Ce chiffre, pourtant déjà supérieur à celui de nombreux secteurs industriels, est voué à croître. À titre de comparaison, l'industrie sidérurgique consomme 8 % de l'énergie mondiale (principalement sous forme de charbon),⁴ tandis que les industries papetière et minière consomment respectivement 6 %⁵ et 1,7 %⁶ de l'énergie mondiale.

En réalité, les combustibles fossiles sont présents à toutes les étapes de la chaîne alimentaire, des intrants agrochimiques et emballages en plastique aux cuisinières, en passant par les procédés de transformation des aliments particulièrement énergivores. Les politiques nationales et internationales actuelles, ainsi que les structures de financement en place, contribuent à maintenir cette forte dépendance aux énergies fossiles et à une agriculture intensive en intrants chimiques. À l'échelle mondiale, les subventions annuelles aux combustibles fossiles et à l'électricité produite à partir de ces combustibles ont récemment dépassé 1 000 milliards de dollars.⁷ De plus, chaque année, le soutien public à l'agriculture reste supérieur à 800 milliards de dollars, principalement en faveur de la production de cultures de base fortement consommatrices de produits chimiques (voir Encadré 1).^{8,9}

i Les émissions provenant de l'agriculture comprennent les émissions liées à l'aquaculture, à l'agriculture et aux intrants tels que les engrais. Les émissions liées au changement d'affectation des sols comprennent la déforestation ainsi que la dégradation des sols et des tourbières.

ii Ces chiffres reposent sur des données d'une série de pays, mais les estimations ne couvrent pas tous les vecteurs de consommation de combustibles fossiles dans les systèmes alimentaires. Elles omettent notamment les vecteurs considérables que sont la fabrication d'intrants (engrais, pesticides) et la production des équipements.





ENCADRÉ 1

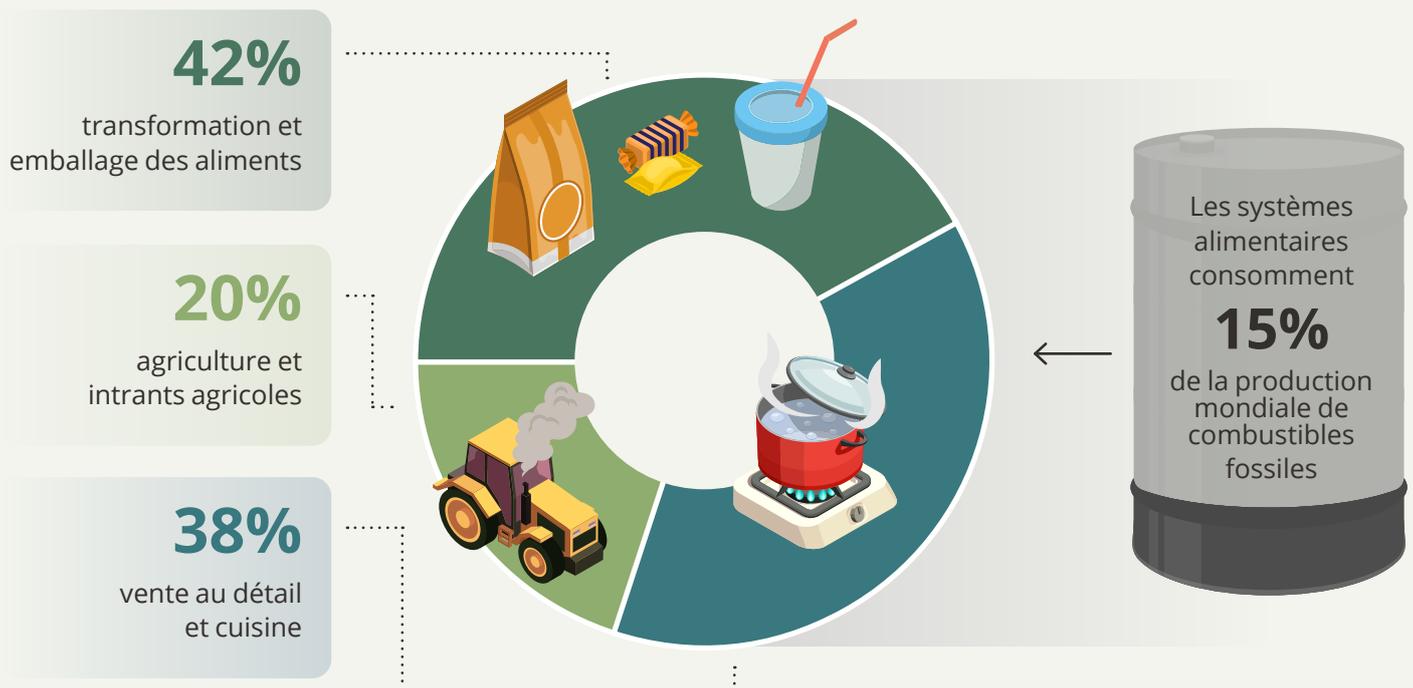
LE COÛT DES SUBVENTIONS AUX COMBUSTIBLES FOSSILES ET À L'AGRICULTURE

Les prix des combustibles fossiles ne reflètent pas leur coût colossal pour l'environnement et la société. Au lieu d'être taxés pour compenser leurs effets nocifs, ces produits bénéficient très largement de subventions et de mesures de soutien gouvernementales. À l'échelle mondiale, les subventions annuelles aux combustibles fossiles et à l'électricité produite à partir de ces combustibles ont récemment dépassé 1 000 milliards de dollars,¹⁰ et ce malgré l'engagement de 197 pays à éliminer progressivement les subventions « inefficaces » aux combustibles fossiles lors de la COP Climat de 2021 à Glasgow.¹¹ Par ailleurs, le FMI a estimé, de manière prudente, que les coûts externalisés pour la société liés à la combustion des combustibles fossiles – à savoir la pollution de l'air et les dommages climatiques – se sont élevés à 4 500 milliards de dollars en 2022.¹² Ce chiffre doublerait presque si les dommages liés au changement climatique étaient évalués aux niveaux suggérés par les recherches scientifiques les plus récentes.¹³

En parallèle, près de 90 % des 540 milliards de dollars distribués chaque année sous forme de subventions agricoles nuisent à la fois aux populations et à la planète en soutenant la production de cultures de base très consommatrices d'intrants chimiques.¹⁴ Ce soutien financier prend principalement la forme de mesures de protection des prix et de paiements ciblés sur certains produits de base et intrants agricoles, ce qui renforce les pratiques non durables. Par exemple, en encourageant leur utilisation excessive, les subventions aux engrais ont contribué à 17 % de la pollution de l'eau par l'azote au cours des 30 dernières années.¹⁵

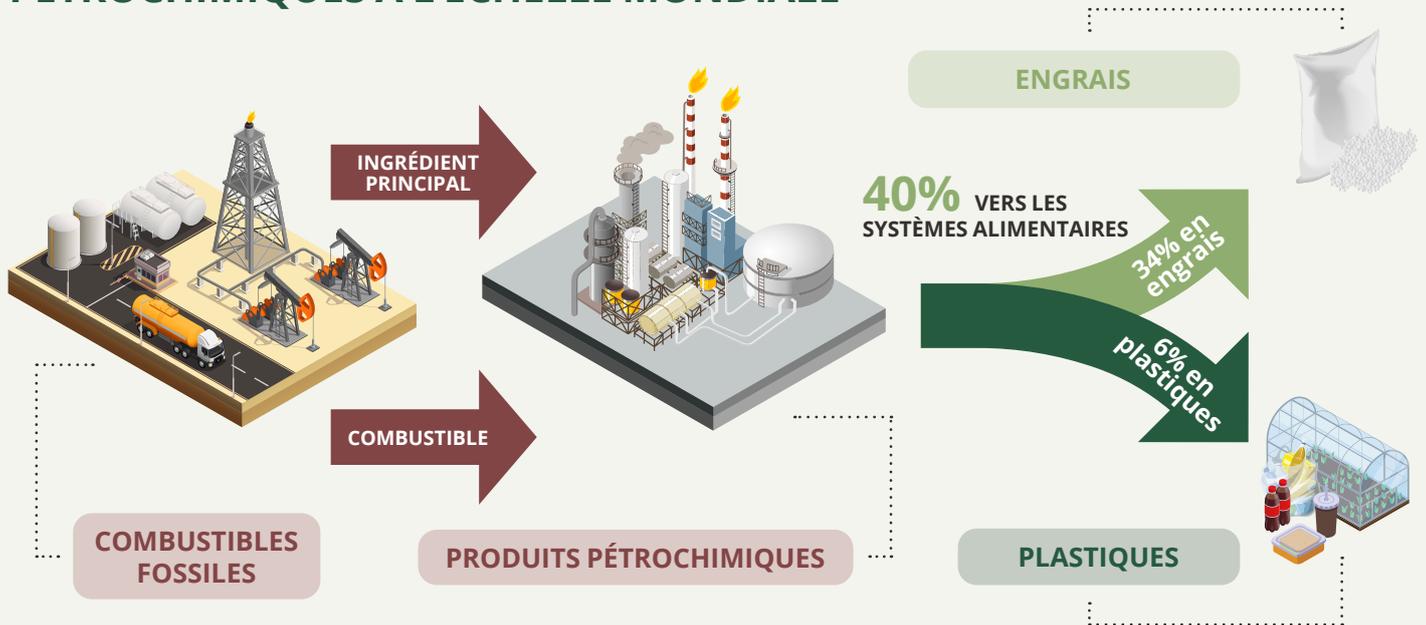
INFOGRAPHIE 1

LES SYSTÈMES ALIMENTAIRES CONSOMMENT 15% DE LA PRODUCTION MONDIALE DE COMBUSTIBLES FOSSILES





INFOGRAPHIE 2

LES SYSTÈMES ALIMENTAIRES CONSOMMENT 40 % DES PRODUITS PÉTROCHIMIQUES À L'ÉCHELLE MONDIALE

Selon les estimations, 40%* des produits pétrochimiques dans le monde sont utilisés par les systèmes alimentaires, principalement sous forme d'engrais de synthèse dans les exploitations agricoles et de plastique pour l'emballage des aliments et des boissons.

Sources: FAO. (2021) [Assessment of agricultural plastics and their sustainability – A call for action](#).

Levi, P. G., & Cullen, J. M. (2018). [Mapping global flows of chemicals: from fossil fuel feedstocks to chemical products](#). *Environmental Science & Technology*, 52(4), 1725–1734.

* Les estimations relatives à l'utilisation du plastique sont tirées de calculs réalisés par la FAO sur la base de données limitées au niveau mondial et d'hypothèses au niveau régional. Ces chiffres ne tiennent pas compte du plastique employé dans le stockage, la transformation, le transport et la distribution, tandis que l'utilisation du plastique pour les emballages d'aliments et de boissons est certainement sous-estimée. Ces chiffres sont donc à considérer comme une estimation prudente de la consommation de plastique du secteur.



La quasi-totalité des intrants utilisés dans l'alimentation et l'agriculture industrielles aujourd'hui provient de combustibles fossiles.

Jennifer Clapp
Podcast [Fuel to Fork](#)

Plus inquiétant encore, nos systèmes alimentaires s'enferment toujours davantage dans cette dépendance vis-à-vis des combustibles fossiles. En effet, alors que la transition vers les énergies propres ralentit la demande mondiale en combustibles dits « sales », la production de pétrole et de gaz, elle, continue d'augmenter, générant ainsi une offre excédentaire.^{16,17} Devant cette surproduction, les entreprises du secteur se tournent vers les produits pétrochimiques, en particulier les engrais et les plastiques, qui offrent un débouché important pour écouler leur production.^{18,19}

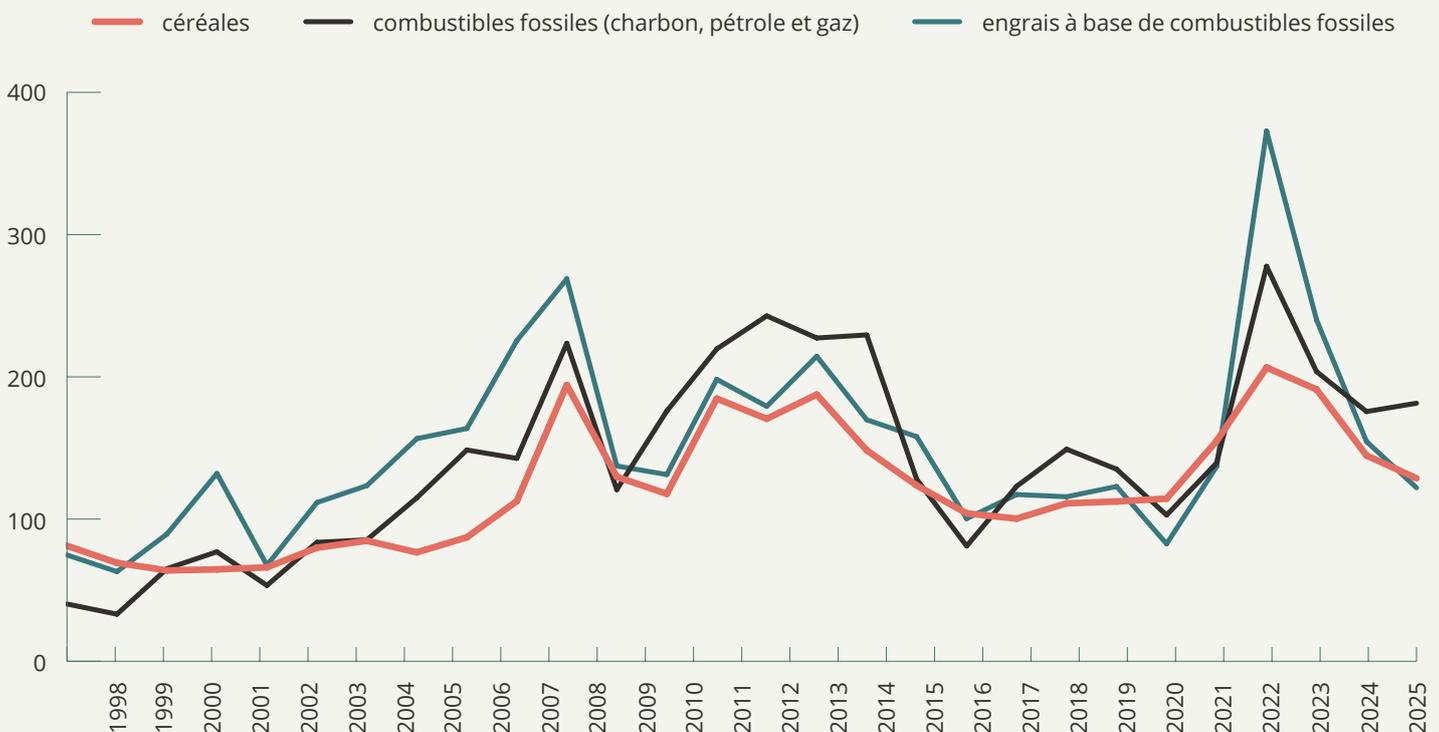


C'est pourquoi **les entreprises de combustibles fossiles placent les engrais et les plastiques, qui représentent à eux seuls 74 % des produits pétrochimiques, au cœur de leur stratégie de croissance.**^{20,21} Le pétrole est de plus en plus orienté vers la production de plastique et le gaz fossile « naturel » vers la fabrication d'ammoniac pour les engrais de synthèse. Les systèmes alimentaires jouent un rôle central dans cette dynamique : selon la FAO, la production alimentaire et les emballages alimentaires représentent respectivement près de 3,5 % et 10,4 % de la consommation mondiale de plastiques.²² De plus, un tiers des produits pétrochimiques (34 %) sert à fabriquer des engrais azotés de synthèse.²³ Au total, **les systèmes alimentaires consomment donc environ 40 % des produits pétrochimiques à l'échelle mondiale** (voir Infographie 2).

Pourtant, malgré leur rôle central pour l'industrie pétrolière et gazière, les produits pétrochimiques restent l'un des principaux « angles morts » des débats sur le climat et l'énergie, passant presque inaperçus en raison de leur complexité et de leur diversité.²⁴ Faute d'y prêter suffisamment attention, la réalité nous échappe : les produits pétrochimiques sont en passe de devenir le principal moteur de croissance pour la demande mondiale en pétrole. Ils contribueront à plus d'un tiers de cette croissance d'ici 2030, et à près de la moitié à l'horizon 2050, dépassant même le secteur des transports.²⁵ Faute d'action, l'expansion de l'industrie pétrochimique, alimentée par la production croissante de plastiques et d'engrais, entraînera des décennies de dépendance aux combustibles fossiles et compromettra les efforts de décarbonation des systèmes alimentaires ainsi que de l'ensemble de l'économie.

INFOGRAPHIE 3

LES PRIX DES DENRÉES ALIMENTAIRES, DES ENGRAIS ET DE L'ÉNERGIE SONT ÉTROITEMENT LIÉS



Source: [IMF Primary Commodity Price Index](#).



Trois quarts des produits pétrochimiques sont des plastiques et des engrais, qui constituent des moteurs de croissance majeurs pour les combustibles fossiles. Nous ne pouvons pas perdre de vue cet énorme levier de croissance sur lequel les majors pétrolières ont jeté leur dévolu.

Anna Lappé
Podcast [Fuel to Fork](#)

Les systèmes alimentaires dépendants des combustibles fossiles sont, par ailleurs, fortement exposés aux turbulences économiques. La flambée des prix des combustibles fossiles peut entraîner une augmentation en cascade des coûts, de l'énergie (dans les exploitations agricoles et tout au long de la chaîne alimentaire) aux engrais jusqu'aux denrées alimentaires (voir Infographie 3). C'est ce qui s'est produit à la suite de la pandémie de COVID-19 et de l'invasion de l'Ukraine par la Russie : les prix de l'énergie, des engrais et des denrées alimentaires se sont envolés. De plus, dans un contexte où la concentration des entreprises au sein des chaînes agro-alimentaires atteint des niveaux record, la volatilité de ces prix a clairement été exacerbée par la spéculation financière et les bénéfices excessifs de l'agro-industrie.^{26,27,28}

L'empreinte écologique de notre alimentation est donc non négligeable, d'autant qu'elle est associée à tout une série de dommages environnementaux et sociaux liés à l'extraction et à l'utilisation des combustibles fossiles. Certes, lors du Sommet de l'action pour le climat de 2023 à Dubaï (COP28), les gouvernements ont convenu à l'unanimité d'« abandonner les énergies fossiles dans les systèmes énergétiques, d'une manière juste, ordonnée et équitable, en accélérant l'action pendant cette décennie critique. »²⁹ Cependant, cet accord omet les systèmes alimentaires, alors qu'ils constituent un volet crucial de l'action climatique.

En outre, **la dépendance aux combustibles fossiles n'est qu'une composante parmi d'autres de la défaillance plus large des systèmes alimentaires industriels actuels. Leur grave manque d'équité et de durabilité est de plus en plus reconnu.** C'est pourquoi une multitude de scientifiques, de groupes de la société civile et d'organismes internationaux appellent à un changement de paradigme et à une « transformation du système alimentaire ».^{30,31} Pour ce faire, il convient de se doter de stratégies détaillées pour surmonter ensemble les difficultés croissantes que représentent le changement climatique, la perte de biodiversité, la faim et la pauvreté.

Partout dans le monde, agriculteur.rice.s, communautés, entreprises alimentaires et autorités publiques (y compris locales et régionales) œuvrent à la refonte complète des systèmes alimentaires. Il s'agit notamment d'opérer une transition progressive des produits agrochimiques vers des pratiques agroécologiques, de relocaliser les chaînes d'approvisionnement alimentaire et de mettre en œuvre des politiques intégrées pour favoriser des régimes alimentaires sains et durables. Ces efforts sont d'ailleurs galvanisés par les récents chocs dans la chaîne d'approvisionnement et l'inflation effrénée des prix des denrées alimentaires ainsi que des combustibles fossiles. L'omniprésence des combustibles fossiles dans toute la chaîne alimentaire démontre d'ailleurs la nature systémique des changements nécessaires. Il apparaît donc clairement que **les systèmes alimentaires industriels actuels, gourmands en ressources fossiles, ne peuvent être simplement ajustés ou « corrigés ». Les difficultés et les déséquilibres de pouvoir sont d'une ampleur telle que seuls suffiront des changements plus fondamentaux qui transforment les systèmes alimentaires et répartissent le pouvoir.**

À l'instar de ces approches transformatrices, les approches incrémentales gagnent du terrain. Elles visent à remplacer les combustibles fossiles à certaines étapes de la chaîne alimentaire (p. ex., en électrifiant les cuisines et le transport). Elles représentent des opportunités majeures, mais sont également confrontées à des difficultés qui imposent des compromis. Parallèlement à ces efforts, le secteur agroalimentaire élabore et met en œuvre maintes solutions *high-tech* plus « disruptives », présentées comme un moyen de rendre les systèmes alimentaires plus durables. Il s'agit notamment de nouvelles formes d'engrais azotés de synthèse (les engrais ammoniacaux « bleus » et « verts ») ainsi que de produits « biologiques » et « microbiens » issus du génie génétique.



Nombre de ces approches technologiques sont déjà mises en œuvre en dépit d'une série de risques et de questions en suspens : permettent-elles réellement d'amoindrir la dépendance aux combustibles fossiles ou l'accroissent-elles ? Peuvent-elles véritablement contribuer à des systèmes alimentaires plus durables et équitables ?

En 2024, IPES-Food, l'Alliance mondiale pour l'avenir de l'alimentation et TABLE ont uni leurs forces pour révéler l'omniprésence des combustibles fossiles dans notre alimentation. C'est ainsi qu'est né le podcast [Fuel to Fork](#). Le présent rapport reprend les principaux éléments du podcast et en approfondit l'analyse. Nous identifions, pour chaque étape de la chaîne alimentaire, les causes de la dépendance des systèmes alimentaires aux combustibles fossiles et les solutions pour réduire et éliminer les combustibles fossiles des systèmes alimentaires.

Les trois premières sections sont dédiées à l'ensemble des impacts et des risques liés à bon nombre des solutions les plus plébiscitées aujourd'hui, c'est-à-dire les approches incrémentales et les technologies de pointe « disruptives ». L'objectif est de déterminer si elles peuvent réellement atténuer les dépendances aux combustibles fossiles tout au long de la chaîne d'approvisionnement alimentaire.

Cet exercice n'est pas exhaustif ; il vise plutôt à identifier les quelques solutions les plus en vogue aux différentes étapes de la chaîne alimentaire et qui bénéficient déjà d'un soutien politique et/ou d'investissements financiers substantiels, afin d'en dégager les principales tendances et trajectoires.

Enfin, la quatrième section s'intéresse aux approches systémiques qui permettraient de réduire les dépendances aux combustibles fossiles dans le cadre d'une transition plus fondamentale des systèmes alimentaires et agricoles. Plus précisément, elle porte sur ce qu'implique cette transformation urgente des systèmes alimentaires sur le plan des combustibles fossiles et de la transition énergétique juste, sur ce qui est déjà entamé, ainsi que sur les obstacles et défis subsistants.

Ensemble, le podcast [Fuel to Fork](#) et le présent rapport visent à favoriser un changement de cap vers la fin de la dépendance aux combustibles fossiles, en offrant un aperçu des opportunités et des défis à différents points de la chaîne d'approvisionnement, et en identifiant les mesures systémiques qui peuvent et doivent être prises pour parvenir à des systèmes alimentaires sans combustibles fossiles.



REMÉDIER AUX COMBUSTIBLES FOSSILES DANS LES EXPLOITATIONS AGRICOLES

solutions incrémentales ou fallacieuses ?





Quel est le problème ?

Les combustibles fossiles ont transformé l'agriculture au cours du siècle dernier. Que ce soit sous forme de carburant pour les machines agricoles ou d'ingrédient essentiel à la production des engrais et des pesticides de synthèse, ils ont largement contribué à l'essor des monocultures industrielles à grande échelle qui caractérisent aujourd'hui tant de paysages agricoles.

Aujourd'hui, l'agriculture représente environ 20 % de la consommation totale d'énergie au sein des systèmes alimentaires. Cette consommation varie selon la région, le type de culture et le système agricole, mais elle est la plus élevée lorsque les denrées alimentaires produites requièrent d'importantes quantités d'engrais, un travail du sol, des procédés de transformation post-récolte intensifs et un stockage à froid.³² En Europe, les combustibles fossiles prennent principalement la forme d'intrants agrochimiques et de carburant diesel, qui représentent respectivement 50 % et 31 % de la consommation énergétique totale du secteur agricole.³³ Il convient de noter que leur utilisation varie selon le type de culture. Par exemple, le maïs nécessite 180 % d'engrais et 7 % de pesticides en plus que le soja, tandis que le soja requiert 30 % de diesel en plus que le maïs.³⁴

D'ailleurs, 99% de ces engrais et pesticides de synthèse sont dérivés de combustibles fossiles.^{35,36} En effet, les pesticides, en ce compris les herbicides, les insecticides et les fongicides, sont synthétisés à partir du pétrole et de ses sous-produits, qui servent à la fois d'ingrédients actifs et inertes dans les formulations. Le problème, c'est qu'à l'inverse des ingrédients actifs, les composants inertes tels que les surfactants et les émulsifiants qui renforcent l'efficacité des pesticides sont protégés par des droits de propriété intellectuelle.^{37,38} Ils peuvent ainsi rester secrets et éviter toute évaluation de toxicité. Pourtant, ils peuvent représenter jusqu'à 50% de la composition des produits pesticides et s'avèrent plus toxiques que les ingrédients actifs déclarés dans la grande majorité des cas étudiés.³⁹ De nombreux pesticides sont, en outre, enrobés de microplastiques dérivés du pétrole pour garantir une libération contrôlée.⁴⁰

L'utilisation de pesticides se poursuit à un rythme croissant dans le monde entier. Elle a augmenté de 13 % au cours des dix dernières années et a doublé depuis 1990, avec une hausse particulièrement marquée en Chine, aux États-Unis, au Brésil, en Thaïlande et en Argentine.⁴¹ La Chine est également le plus grand producteur de pesticides au monde, et de loin : elle représente à elle seule un tiers de la production mondiale.⁴² Cette augmentation devrait d'ailleurs se poursuivre à cause du changement climatique. La hausse des températures et les changements dans les populations de ravageurs réduisent l'efficacité des pesticides, dès lors utilisés encore davantage pour compenser cette perte d'efficacité. Le secteur agricole est donc en proie à un cercle vicieux entre les effets du changement climatique et la dépendance aux intrants chimiques.⁴³

Or, le recours croissant aux pesticides à base de combustibles fossiles nuit gravement à l'environnement et à la santé. La production et l'emploi des pesticides ainsi que leurs interactions chimiques dans l'environnement contribuent considérablement aux émissions de GES.⁴⁴ Il convient toutefois de noter qu'aucune estimation précise ne peut être fournie, faute d'étude calculant ces émissions sur l'ensemble du cycle de vie de ces produits chimiques.

Sur le plan écologique, le bilan est lourd : les pesticides sont désormais reconnus comme l'un des principaux facteurs de perte de biodiversité à l'échelle mondiale.⁴⁵ Tout aussi désastreux sont leurs effets sur la santé humaine : on compte chaque année plus de 385 millions de cas d'intoxication accidentelle par des pesticides, dont 11 000 décès, et près de 44 % des agriculteurs sont affectés.^{46,iii} Une exposition chronique peut favoriser l'apparition de cancers, de troubles de la reproduction et de troubles neurologiques.⁴⁷ Ces préjudices touchent de manière disproportionnée les exploitants agricoles, les communautés rurales et les communautés à proximité des sites de production de pesticides, ce qui aggrave les vulnérabilités et les injustices dont ces populations sont déjà victimes.⁴⁸

iii L'estimation largement citée de Boedeker et al., qui fait état de 385 millions d'intoxications par les pesticides et de 11 000 décès chaque année, se fonde sur un examen systématique des données mondiales. L'article a ensuite été retiré en raison de [pressions exercées par l'industrie des pesticides](#) qui a remis en cause les résultats, ce malgré le recours à des méthodes bien établies et des sources vérifiées par des pairs.



Mais la plus grande source de consommation de combustibles fossiles dans l'agriculture, ce sont les engrais azotés, eux aussi dérivés de ressources fossiles. La production de la quasi-totalité de l'ammoniac, ingrédient principal des engrais azotés de synthèse, repose sur les combustibles fossiles, principalement le gaz mais aussi le charbon.⁴⁹ Ces engrais ont vu leur utilisation augmenter de 800 % depuis 1961.⁵⁰ Cette année marque le début de la « révolution verte » de l'après-guerre, lors de laquelle les États et l'industrie ont encouragé l'utilisation

intensive d'intrants chimiques dans l'agriculture afin d'accroître les rendements. La croissance du recours aux engrais est particulièrement marquée dans les pays à revenu élevé, notamment les États-Unis et les pays de l'Union européenne, qui consomment actuellement jusqu'à 10 fois plus d'engrais par habitant que les pays à faible revenu (voir Encadré 2).⁵¹ Si la FAO prévoit une augmentation de 50 % de l'utilisation mondiale d'engrais azotés d'ici à 2050,⁵² c'est notamment parce que l'industrie entend se concentrer sur l'augmentation des ventes dans les pays du Sud.⁵³

ENCADRÉ 2

LES DISPARITÉS RÉGIONALES DANS L'UTILISATION DES ENGRAIS AZOTÉS

Il est important de noter que l'utilisation d'engrais azotés varie grandement selon la région du monde. Aux États-Unis et dans certaines régions de l'UE, la consommation est élevée mais stable, tandis que dans d'autres pays comme l'Inde et l'Égypte, la consommation est élevée et en hausse.⁵⁴ Bien entendu, cette augmentation accentue les effets délétères sur la santé humaine et environnementale. À l'inverse, dans certaines régions d'Afrique subsaharienne, notamment au Nigeria et au Bénin, le recours aux engrais reste faible et les rendements stagnent ou fluctuent.⁵⁵ Cette réalité est le fruit de multiples difficultés : les sécheresses persistantes et les infrastructures déficientes s'ajoutent à d'autres facteurs sociopolitiques plus profonds, tels que l'insécurité foncière, les conflits et le sous-investissement dans les zones rurales et les services de vulgarisation.^{56,57}

L'empreinte environnementale des engrais de synthèse est considérable. La chaîne d'approvisionnement des engrais azotés est responsable de plus de 2 % des émissions mondiales de GES.⁵⁸ Il convient de noter que les émissions liées aux engrais de synthèse surviennent tant lors de leur production (environ 40 %) que de leur épandage (environ 60%).⁵⁹ Ils émettent principalement du protoxyde d'azote, un gaz à effet de serre 300 fois plus puissant que le CO₂ (voir Infographie 4),⁶⁰ dont les émissions ont contribué à 10 % du réchauffement planétaire net depuis la révolution industrielle.⁶¹

Outre les émissions de GES, la pollution azotée prend bien d'autres formes nocives. D'ailleurs, les engrais azotés de synthèse constituent la principale cause du dépassement de la limite planétaire pour l'azote en 1970 et de la multiplication par deux de la consommation totale d'azote depuis.⁶² Leurs conséquences ne cessent donc de s'aggraver.

À l'échelle mondiale, plus de la moitié des engrais azotés utilisés dans les cultures se perdent dans l'environnement, polluant l'air, l'eau et les sols (voir Encadré 3).⁶³ Cette pollution azotée compromet l'accès de trois milliards de personnes à l'eau.⁶⁴ Pire encore, l'eau potable polluée aux nitrates (à cause des engrais et du fumier) peut provoquer des cancers et le syndrome du bébé bleu, une affection potentiellement mortelle chez les nourrissons car elle prive le corps d'oxygène.⁶⁵ La production et l'épandage d'engrais émettent aussi du dioxyde d'azote et de l'ammoniac, qui contribuent à la pollution de l'air et à un grand nombre de maladies respiratoires et de décès.^{66,67,68,69} La pollution par l'azote est également l'un des principaux facteurs de la perte de biodiversité.⁷⁰



ENCADRÉ 3

COMMENT LES ENGRAIS AZOTÉS DE SYNTHÈSE POLLUENT L'AIR ET L'EAU ET NUISENT À LA SANTÉ HUMAINE

Les engrais de synthèse constituent un apport d'azote facilement assimilable pour les plantes, principalement sous forme d'ammonium et parfois de nitrate. L'azote est effectivement absorbé par les cultures, mais uniquement en petite partie. Tout le reste réagit avec les microbes du sol et déclenche des processus chimiques en chaîne. La plupart de l'ammonium est ainsi transformé en nitrate, dont les plantes peuvent se nourrir. Cependant, en cas de surplus dans le sol, en particulier dans des conditions humides, l'azote excédentaire peut finir par s'échapper dans l'air sous forme de protoxyde d'azote, un puissant gaz à effet de serre, ou de diazote. Le nitrate et l'ammonium peuvent également se déverser dans les rivières, les lacs et les eaux souterraines à cause de la pluie. L'ammonium excédentaire peut aussi s'évaporer dans l'air sous forme de gaz nocifs tels que l'ammoniac et les oxydes d'azote.

Le cycle de l'azote est un phénomène naturel, qui se produit même avec des engrais organiques comme le fumier ou le compost. Toutefois, la surutilisation, l'abondance et la réactivité des engrais azotés de synthèse accentuent particulièrement les risques qu'ils contaminent l'eau et l'air. Cette contamination entraîne de graves dommages environnementaux, pollue les cours d'eau, aggrave le changement climatique et nuit à la santé humaine.



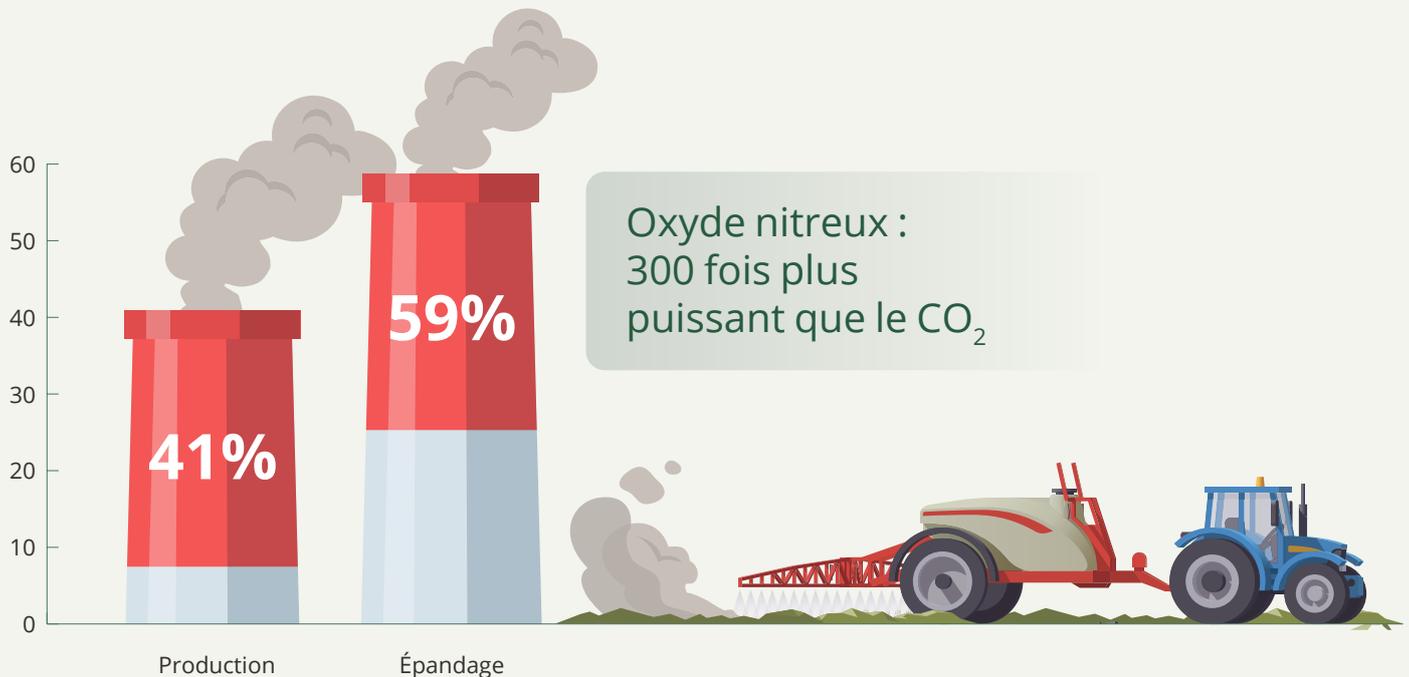
La toxicité des engrais frappe d'abord les communautés à proximité des usines de fabrication, puis les zones rurales en proie à des crises sanitaires liées à leur surutilisation. Enfin, elle contamine les cours d'eau, nuisant à la vie aquatique et aux moyens de subsistance des pêcheurs.

Navina Khanna
Podcast [Fuel to Fork](#)





INFOGRAPHIE 4

LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE LIÉES AUX ENGRAIS À BASE DE COMBUSTIBLES FOSSILES SONT PRINCIPALEMENT GÉNÉRÉES SUR LES EXPLOITATIONS AGRICOLES

La production des engrais de synthèse à base de combustibles fossiles représente 40 % des émissions qui leur sont associées. Toutefois, rendre ce processus plus propre ne permet pas de prévenir la majorité des émissions, qui surviennent après l'épandage de ces engrais. Dans les champs, ces émissions prennent principalement la forme d'oxyde nitreux, un gaz à effet de serre 300x plus puissant que le CO₂.

Source: Menegat, S., Ledo, A., & Tirado, R. (2022). [Greenhouse gas emissions from global production and use of nitrogen synthetic fertilisers in agriculture](#). Scientific Reports, 12(1), 14490.

Outre la production d'engrais et de pesticides, les combustibles fossiles sont également utilisés en abondance pour alimenter les tracteurs, les moissonneuses, et d'autres machines et équipements agricoles. Le travail du sol et le labour sont particulièrement énergivores puisqu'ils représentent près de la moitié (47 %) de l'énergie utilisée pour les travaux des champs dans l'UE.^{71,72} L'agriculture sans labour n'est pas une solution pour autant. Souvent présentée comme une forme d'agriculture régénératrice, elle est en réalité tributaire des pesticides, en particulier des herbicides, pour lutter contre les mauvaises herbes.⁷³ Elle contribue même à une consommation accrue d'herbicides dans les exploitations agricoles conventionnelles. Puisque les véhicules agricoles ont généralement une durée de vie d'environ 20 à 30 ans,⁷⁴ si d'autres sources d'énergie ne sont pas rapidement exploitées, la consommation de combustibles fossiles et les émissions de gaz à effet de serre resteront élevées.



La durée de vie des machines agricoles s'étend sur des dizaines d'années. Nous devons donc cesser de produire des équipements qui nécessitent des combustibles fossiles dès maintenant, puisque chaque nouvelle machine signifie jusqu'à 30 ans d'émissions supplémentaires.

Darrin Qualman
Podcast [Fuel to Fork](#)



Il existe d'autres facteurs importants de consommation de combustibles fossiles, notamment divers processus réalisés dans les exploitations agricoles directement après la récolte. Le présent rapport ne les aborde pas dans les détails, mais on peut citer le séchage des céréales. Ce procédé, essentiel pour prévenir la détérioration des céréales et garantir des conditions de stockage sûres, est particulièrement énergivore. Aux États-Unis et dans d'autres pays à revenu élevé, ce procédé repose généralement sur l'emploi de combustibles fossiles, principalement du propane. Selon les estimations, le séchage représente à lui seul 12 à 25 % de la consommation totale d'énergie dans le cadre de la production de céréales.⁷⁵

Les exploitations agricoles utilisent également des combustibles fossiles sous la forme de plastiques. Présents dans presque tous les types de production alimentaire, ces plastiques voient leur utilisation croître. L'agriculture, la pêche et l'aquaculture comptent ensemble pour 3,5 % de la consommation mondiale de plastiques.⁷⁶ La culture et l'élevage sont les filières les plus consommatrices : elles représentent un total de 10 millions de tonnes par an (soit 2,8 % de la production mondiale de plastique), suivies par la pêche et l'aquaculture qui consomment 2,1 millions de tonnes par an.⁷⁷ Les serres, les toiles de paillage et les films d'ensilage représentent actuellement la moitié du volume de plastiques agricoles, et leur production devrait augmenter de 50 % d'ici à 2030 par rapport à 2018, passant de 6,1 à 9,5 millions de tonnes.^{78,iv}

Outre la fabrication de systèmes d'irrigation goutte-à-goutte, de plateaux et de pots de semis, les plastiques servent aussi à produire les enrobages de semences et d'engrais. Ces enrobages se décomposent progressivement en microplastiques, directement rejetés dans l'environnement. En Europe, ces semences et intrants agrochimiques enrobés de plastique rejettent chaque année 22 500 tonnes de microplastiques polluants, soit 62 % des microplastiques rejetés intentionnellement.^{79,v} Fait inquiétant, ils ont été détectés dans de l'eau potable et une large gamme d'aliments, alors qu'un nombre croissant de preuves démontrent les graves risques qu'ils font peser sur la santé humaine et l'environnement.^{80,81}

Cette accumulation de micro- et de nano-plastiques dans les sols et la lixiviation chimique des additifs plastiques ont des répercussions considérables. Elles affectent la santé des sols, des microbes, des plantes et des animaux, nuisent à l'infiltration et la rétention de l'eau et aggravent l'érosion et l'infertilité des sols.⁸² En outre, ces additifs chimiques retrouvés dans les sols sont toxiques à bien des égards et peuvent notamment perturber le système endocrinien.⁸³ Selon de nouvelles études alarmantes, les microplastiques pourraient également perturber la photosynthèse et donc entraver la croissance et la productivité des plantes.⁸⁴ Enfin, les recherches suggèrent que les terres agricoles contiennent encore plus de microplastiques que les océans.^{85,86}

La pollution plastique ne se confine pas aux exploitations agricoles, elle représente un défi pour toute la chaîne alimentaire. La section 2 examine ces questions de manière plus approfondie, y compris les nouvelles stratégies visant à réduire ou à remplacer les plastiques d'origine fossile.



On retrouve des microplastiques dans les produits de la mer, dans le sol où nous cultivons nos aliments, dans le placenta où ils sont transmis aux bébés, dans notre corps, dans les animaux et même dans l'atmosphère.

Emma Priestland
Podcast [Fuel to Fork](#)

iv Les bâches en plastique utilisées pour couvrir les serres et les tunnels créent des environnements contrôlés qui protègent les plantes et prolongent les périodes de croissance. Pour le paillage, les films plastiques servent à retenir l'humidité du sol, tuer les mauvaises herbes et réguler la température. Les plastiques sont également utilisés dans les emballages et les sacs d'ensilage pour garantir un stockage hermétique du fourrage.

v Les microplastiques sont de minuscules fragments de plastique. Ils peuvent être délibérément ajoutés à des produits pour remplir une fonction spécifique (donc être rejetés intentionnellement), soit découler de la décomposition de morceaux de plastique plus gros.



LES ENGRAIS AZOTÉS « VERTS » ET « BLEUS »

De quoi s'agit-il ?

Les débats publics autour des systèmes alimentaires se concentrent rarement sur les engrais azotés de synthèse, pourtant la principale source de combustibles fossiles dans ces systèmes. Il est donc impératif d'examiner les différentes options pour y remédier et de passer au crible les soi-disant solutions proposées par les entreprises agroalimentaires.

Qualifiés d'« engrais à faible teneur en carbone » par leurs fabricants, les engrais ammoniacaux « verts » et « bleus » sont présentés par les entreprises agroalimentaires comme un moyen de rendre la production d'engrais azotés plus propre.^{vi} Certains gouvernements et agences internationales en font également la promotion.

Les engrais azotés conventionnels sont fabriqués à partir d'ammoniac issu de la combinaison d'azote

contenu dans l'air et d'hydrogène provenant de combustibles fossiles, généralement du gaz fossile et parfois du charbon. À cet égard, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) estime que 99 % de la production mondiale d'hydrogène en 2023 reposait sur les combustibles fossiles (voir Infographie 5).⁸⁷

Issus du même procédé de fabrication, les engrais azotés « bleus » se distinguent cependant des engrais azotés conventionnels par leur objectif : ils visent à capter et à stocker le dioxyde de carbone émis lors de leur production (« captage et stockage du carbone » ou « CSC »). Les engrais azotés « verts », quant à eux, sont fabriqués à partir d'hydrogène provenant de l'eau et non de ressources fossiles.^{vii} Cet hydrogène est produit au moyen d'un processus d'électrolyse énergivore qui peut en théorie être alimenté par des énergies renouvelables (p. ex., éolienne ou solaire).^{viii}

Ces solutions sont-elles viables et potentiellement transformatrices ?

Une incertitude croissante plane autour de la capacité des engrais ammoniacaux « verts » et « bleus » à réduire les émissions et la dépendance aux combustibles fossiles, et plus largement à résoudre les problèmes que posent la production et la surutilisation des engrais azotés. D'autant plus que ces approches provoquent de nouveaux dommages graves d'un point de vue environnemental et social.

Tout d'abord, les engrais azotés « bleus » risquent grandement de faire perdurer l'économie fossile actuelle et ses processus d'extraction étant donné qu'ils sont fabriqués à partir des mêmes ressources fossiles que les engrais de synthèse conventionnels. En outre, malgré des décennies de recherche et

de subventions, rien ne prouve que les projets commerciaux de CSC absorbent effectivement 90 à 95 % du carbone émis, comme l'annonce l'industrie.⁸⁸ Le projet de CSC de l'usine d'engrais Enid, par exemple, ne capte que 28 % du CO₂ émis alors qu'il s'agit du deuxième plus ancien au monde (lancé en 1982).⁸⁹

À ce propos, les taux de captage du carbone déclarés par les entreprises ne tiennent généralement pas compte des émissions liées à l'hydrogène « bleu » sur l'ensemble de son cycle de vie.⁹⁰ Elles négligent bien souvent les émissions issues du processus de captage, lui-même très énergivore, et les fuites pendant le transport et les tentatives de stockage.

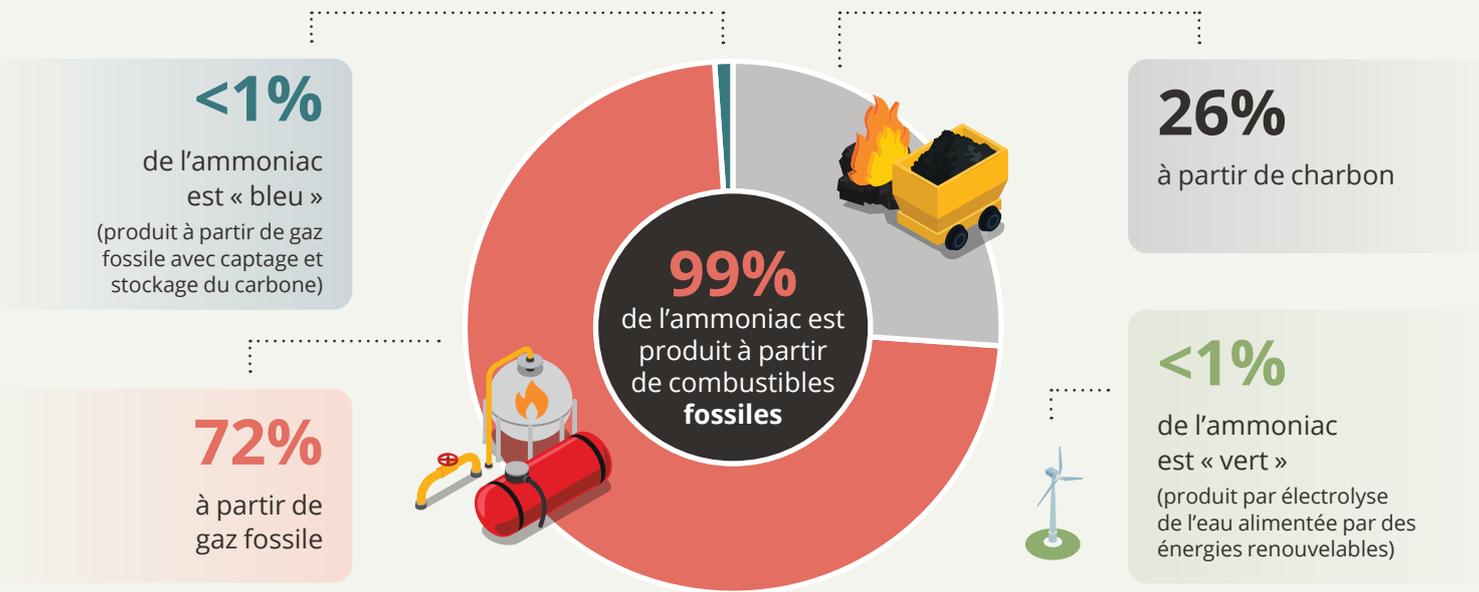
vi Les projets de production d'ammoniac à faible teneur en carbone bénéficient d'une réglementation favorable dans plusieurs pays, notamment les États-Unis, l'Australie, le Brésil, le Canada, le Chili et l'Union européenne. Pour les pays à faible revenu, l'Organisation des Nations unies pour le développement industriel a lancé le [Programme mondial pour l'hydrogène vert dans l'industrie](#) afin de les aider à décarboner leur secteur des engrais et plus largement l'industrie chimique grâce à l'ammoniac « vert ».

vii L'hydrogène géologique, ou hydrogène naturel, est une autre source potentielle d'hydrogène. Il s'agit d'hydrogène gazeux généré et stocké naturellement dans la croûte terrestre. Pour cette raison, il suscite un intérêt croissant, mais sa viabilité commerciale reste à démontrer. Jusqu'à présent, les données restent limitées et il n'existe qu'une seule réserve prouvée parmi les réserves possibles. Voir Patonia, A., Lambert, M., Lin, N., et Shuster, M. (2024). [Natural \(geologic\) hydrogen and its potential role in a net-zero carbon future: Is all that glitters gold?](#) Oxford Institute for Energy Studies.

viii Il est intéressant de noter que certaines des premières synthèses d'azote, à la fin du 19^e et au début du 20^e siècle, ont été réalisées à l'aide de l'électricité produite par des chutes d'eau. Pour en apprendre davantage sur l'histoire de la synthèse de l'azote, écouter [l'épisode 2](#) du podcast *Fuel to Fork*.



INFOGRAPHIE 5

LA PRODUCTION DES ENGRAIS DE SYNTHÈSE REPOSE EN TRÈS GRANDE MAJORITÉ SUR LES COMBUSTIBLES FOSSILES

L'ammoniac constitue le principal ingrédient des engrais azotés de synthèse. Or aujourd'hui, 99 % de l'ammoniac est produit à partir de combustibles fossiles, tandis que l'ammoniac dit « vert » (produit à partir d'eau et d'énergie renouvelable) représente moins de 1 %.

Sources: Ammonia Energy Association. (febrero de 2025). [Low-Emission Ammonia Data \(LEAD\): Plants Executive Summary](#).
Agora Industry. (2024). [Global Green Fertiliser Tracker](#).
Agencia Internacional de la Energía. (2021). [Ammonia Technology Roadmap](#).

De plus, seule une fraction du carbone capté par l'industrie est effectivement réutilisée comme matière première pour les engrais. En réalité, l'industrie des combustibles fossiles utilise 73 % de ce carbone pour la récupération assistée du pétrole.⁹¹ Ce processus consiste à injecter du CO² pour extraire encore plus de pétrole, augmentant ainsi la production d'énergie fossile et, en fin de compte, les émissions de GES.

Les engrais ammoniacaux verts, quant à eux, n'en sont encore qu'à leurs débuts et ne représentent qu'une infime partie des ventes d'engrais dans le monde. D'ailleurs, seuls quatre sites de production réalisent actuellement l'électrolyse de l'eau avec de l'énergie renouvelable, ce qui ne représente que 0,3 % de l'ammoniac utilisé pour les engrais azotés.⁹² Aujourd'hui, la production d'ammoniac reste donc tributaire des combustibles fossiles, et le restera demain. En effet, 95 % des futurs projets de production d'ammoniac aux États-Unis comptent avoir recours aux combustibles fossiles plutôt qu'à l'électrolyse.⁹³

Cette réticence s'explique notamment par les coûts prohibitifs liés à ce procédé, qui empêchent les engrais « verts » de concurrencer les engrais d'origine fossile. Il est donc difficile d'imaginer un processus de production d'hydrogène et d'ammoniac entièrement vert à court et à moyen terme, d'autant que ce procédé accaparerait une part importante de la production d'énergie renouvelable.

L'augmentation de la production d'engrais « bleus » et « verts » nécessite également de grandes quantités de terres, d'eau et d'énergie, et même davantage que la production d'engrais conventionnels. En effet, une étude montre que la transition vers les engrais « bleus » augmenterait la consommation d'énergie de 58 %, doublerait l'utilisation des terres et triplerait la consommation d'eau.⁹⁴ Encore selon cette étude, le passage aux engrais ammoniacaux « verts » nécessiterait 24 fois plus d'électricité (soit 5 % de l'électricité mondiale), 30 fois plus de terres et 50 fois plus d'eau.



Le développement de la production d'hydrogène « vert » crée également des inégalités. Certains projets de grande envergure sont mis sur pied dans des régions du Sud où l'eau est rare,^{ix} parfois au détriment des terres de parcours traditionnelles qualifiées à tort de « terres incultes ».⁹⁵ Une approche d'autant plus inégalitaire que ces projets sont principalement destinés à l'exportation, notamment vers l'UE qui entend doubler ses importations d'hydrogène « vert » d'ici à 2030 pour soutenir sa transition écologique.⁹⁶

Enfin, il convient de rappeler que 60 % des émissions liées aux engrais résultent de l'épandage des engrais azotés, qui émet principalement du protoxyde d'azote et contribue donc au changement climatique.⁹⁷ S'il est vrai que les procédés « verts » de production d'engrais peuvent réduire la consommation de combustibles fossiles, seule une réduction drastique de l'utilisation d'engrais azotés permettra d'en atténuer les graves répercussions sur la santé et l'environnement.



Tout système alimentaire fondé sur une approche extractive et non réciproque de la nature détruit l'environnement dont il dépend. La nature n'est pas une ressource, c'est une relation.

Molly Anderson
Podcast [Fuel to Fork](#)



ix Plus d'un tiers des plus grands projets d'hydrogène « vert » sont prévus dans des pays confrontés à un stress hydrique élevé voire extrêmement élevé. Voir Corporate Europe Observatory, (10 octobre 2023), [The dirty truth about the EU's hydrogen push](#).



LE GÉNIE GÉNÉTIQUE ET LA BIOLOGIE DE SYNTHÈSE

Quelles sont les techniques de nouvelle génération en matière de génie génétique et de biologie de synthèse dans l'agriculture ?

Tout comme pour les engrais azotés de synthèse, la recherche agricole investit massivement dans des techniques de nouvelle génération en génie génétique et en biologie de synthèse, souvent à l'abri des regards. Ces investissements s'accompagnent de grandes promesses sur la capacité de ces technologies à offrir une voie « intelligente face au climat » pour sortir de la dépendance aux intrants agrochimiques et aux combustibles fossiles au profit d'un système alimentaire biologique durable et de la « bioéconomie ».^{98,x}

Cette nouvelle génération de génie génétique se voudrait en rupture avec le passé. Or, le génie génétique de première génération, tel que les variétés végétales tolérantes aux herbicides et résistantes aux insectes, était déjà présenté comme la solution contre l'utilisation des pesticides. Pourtant, près de 30 ans plus tard, force est de constater que le besoin permanent de cumuler des gènes de résistance aux pesticides n'a fait qu'intensifier la production de pesticides, au profit de l'industrie agrochimique.⁹⁹ Ces nouvelles approches génétiques posent donc de nouveaux risques sociaux et environnementaux majeurs, manifestement sans être remises en question pour autant.

Ces techniques de nouvelle génération consistent à modifier artificiellement le matériel génétique des organismes (ADN, ARN, etc.). Les dernières avancées permettent l'édition et l'insertion ciblées de gènes, par opposition aux techniques plus anciennes qui reposaient souvent sur l'insertion aléatoire de gènes. C'est pourquoi ces techniques sont qualifiées de « génie biologique » ou de « biologie de synthèse ». Les principales approches, dont certains produits associés sont déjà commercialisés ou en passe de l'être, sont les suivantes :

- **Les pesticides génétiques à ARN interférent (sprays et cultures).** Cette technologie, appelée interférence par ARN (ARNi), consiste à remplacer les pesticides issus de la pétrochimie par des pesticides contenant de courts brins d'ARN synthétiques à double brin dont la fonction est d'interférer avec les gènes des insectes afin de les tuer.¹⁰⁰ Dans certains cas, les cultures sont génétiquement modifiées pour produire leurs propres brins d'ARNi.¹⁰¹

- **Les « produits biologiques » et « microbiens » issus du génie génétique.** Les entreprises agroalimentaires encouragent l'utilisation de molécules biologiques (« produits biologiques »), de protéines (fermentées dans des cuves) et de microbes génétiquement modifiés (« produits microbiens ») pour remplacer les intrants agrochimiques.¹⁰² Il s'agit notamment de modifier des plantes pour qu'elles produisent des phéromones d'insectes,¹⁰³ des bactéries insecticides pour accroître leur efficacité, ou encore des bactéries du sol pour améliorer l'absorption des nutriments par les cultures.¹⁰⁴
- **La modification génétique d'insectes,** voire de toute une population d'insectes, pour répandre la stérilité ou d'autres caractères par « forçage génétique ».¹⁰⁵
- **La fixation de l'azote renforcée par le génie génétique.** Cette approche permet, au moyen de la biologie de synthèse, d'augmenter artificiellement la quantité d'azote captée par les plantes et ainsi de réduire les besoins en engrais. Il peut s'agir de modifier les plantes pour qu'elles absorbent et fixent davantage d'azote,¹⁰⁶ d'introduire des microbes génétiquement modifiés qui s'attachent aux racines des plantes et fixent l'azote,¹⁰⁷ ou encore de modifier la structure des cultures pour leur permettre de produire leur propre azote.¹⁰⁸

Contrairement aux produits chimiques conventionnels, la biologie de synthèse transmet des informations biologiques qui influencent le développement des plantes ou des insectes et l'expression de leurs gènes. En outre, les plantes, microbes et insectes génétiquement modifiés peuvent s'autoreproduire et donc diffuser leurs « messages » biologiques de manière indépendante au fil du temps.

x Le terme « bioéconomie » désigne les activités économiques fondées sur des solutions biologiques et prétendument respectueuses de l'environnement.



Ces solutions sont-elles viables et potentiellement transformatrices ?

En théorie, les approches génétiques permettent d'utiliser moins d'intrants agrochimiques à forte consommation de combustibles fossiles. Présentée comme une solution « dérivée de la nature » ou « inspirée de la nature », la modification génétique de microbes, de biomolécules et d'organismes serait même en théorie plus sûre que les produits agrochimiques conventionnels et permettrait de réduire les risques pour la biodiversité et la santé. En pratique cependant, la biologie de synthèse comporte de graves risques pour la santé, les écosystèmes et l'équité sociale, qui remettent en question la viabilité de cette approche.

Il convient tout d'abord de comprendre que bon nombre des produits pétrochimiques qui entrent dans la composition des pesticides sont dissimulés sous diverses formes, ce qui complique leur abandon complet. Il s'agit de surfactants, d'émulsifiants et d'additifs cachés servant à accroître la puissance et l'absorption de ces intrants externes.¹⁰⁹ Les sprays ARNi ne dérogent pas à cette règle.¹¹⁰

En outre, les impacts potentiels de la technologie ARNi sur la santé sont inconnus, alors que de nombreuses personnes pourraient y être exposées. Les pesticides ARNi peuvent dériver et affecter des professionnels du secteur agricoles et des communautés avoisinantes tandis que les consommateurs pourraient ingérer des résidus d'ARNi synthétiques contenus dans les aliments. Or, des recherches préliminaires suggèrent que les ARN interférents naturellement présents dans l'alimentation des mammifères jouent un rôle dans la régulation de leur métabolisme. Aussi craint-on que l'ARNi synthétique, qu'il soit inhalé ou ingéré, ne perturbe involontairement des processus physiologiques essentiels chez les mammifères, y compris chez l'être humain.¹¹¹

Ce risque de perturbation est loin de se limiter aux mammifères. En effet, de larges pans de réseaux alimentaires et d'écosystèmes risquent d'être perturbés de manière irréversible par la dissémination dans la nature d'organismes vivants génétiquement modifiés. Les effets à long terme des techniques de génie génétique et de biologie de synthèse sont d'ailleurs incertains et un sujet controversé, étant donné qu'elles modifient les fondements du fonctionnement, de la reproduction et de la communication des systèmes vivants. À titre d'exemple, les pesticides génétiques, notamment à ARNi, peuvent affecter des insectes bénéfiques non ciblés comme les pollinisateurs (p. ex., les abeilles



Des sommes considérables sont investies pour modifier les pratiques agricoles actuelles qui nuisent à l'environnement, mais nous ne prenons jamais le temps de d'abord nous demander si ces pratiques sont réellement nécessaires.

Raj Patel
Podcast [Fuel to Fork](#)

mellifères). Ils risquent également d'apporter des modifications génétiques non souhaitées et non ciblées qui seront transmises à d'autres espèces et aux générations futures. Il est d'ailleurs probable que l'ARNi contribue à terme à une utilisation accrue d'intrants à mesure que les mauvaises herbes et les insectes développent une résistance, tant et si bien que les mauvaises herbes devraient être elles-mêmes modifiées génétiquement pour être « resensibilisées » aux herbicides.^{112,113}

Outre les risques sanitaires et environnementaux qu'elles présentent, ces technologies posent également des questions de pouvoir et d'équité étant donné qu'elles sont contrôlées par une poignée de grandes multinationales. À l'instar de maintes voies de « substitution », le remplacement des produits agrochimiques d'origine fossile par des pesticides génétiques et des « produits biologiques » perpétue la logique des systèmes actuels et les relations de pouvoir déséquilibrées qui les régissent. De fait, les approches fondées sur le génie génétique et la biologie de synthèse s'inscrivent parfaitement dans un paradigme de monoculture à grande échelle, gourmande en capital et en intrants. Elles simplifient à l'extrême les agroécosystèmes et poussent les exploitations à la surproduction, ce qui finit par épuiser les nutriments et réduire la diversité génétique agricole. Les grandes multinationales pourraient utiliser les approches décrites ci-dessus pour maintenir le système agricole actuel dont elles tirent profit.



À ce titre, la modification de variétés de mauvaises herbes pour les adapter aux pesticides (génétiques) brevetés en est un exemple frappant. Le pouvoir économique et décisionnel au sein des systèmes alimentaires se concentrerait donc encore davantage.

En effet, seule une petite poignée d'entreprises de biotechnologie (et de plus en plus d'entreprises de données) contrôlent les séquences d'ADN et possèdent les droits de propriété intellectuelle.¹¹⁴ Ce contrôle leur confère un pouvoir considérable sur l'avenir de l'alimentation et de l'agriculture. En acquérant 142 familles de brevets entre 2013 et 2023, Bayer est devenu le plus grand titulaire de brevets de produits phytosanitaires basés sur l'ARNi, suivi par Corteva qui en possède 19.¹¹⁵ Ces brevets ne font que conforter leur position déjà dominante dans le domaine des intrants agricoles, où elles détiennent ensemble 40 % du marché des semences et plus de 25 % du marché des produits agrochimiques.¹¹⁶

Ces entreprises conçoivent et déploient des organismes génétiquement modifiés à un rythme que la législation ne peut suivre, tout en s'attelant à démanteler la capacité des pouvoirs publics à légiférer. Bayer et Corteva, parmi d'autres, déposent pléthore de brevets sur des caractères génétiques (naturels ou modifiés) et mènent simultanément des activités de lobbying pour que ces organismes brevetés soient exemptés de tout contrôle en matière de sécurité et d'étiquetage.¹¹⁷ Ces actions suscitent de graves préoccupations quant à la transparence, la biosécurité et la mainmise des entreprises, d'autant que ces technologies sont susceptibles d'être détournées à des fins militaires, notamment pour créer des armes biologiques.¹¹⁸



« Aux États-Unis, les entreprises agroalimentaires dépensent plus en lobbying que l'industrie de la défense et l'industrie pétrolière et gazière, toujours prêtes à tordre le bras du gouvernement. »

Raj Patel
Podcast [Fuel to Fork](#)



LES PLATEFORMES D'AGRICULTURE NUMÉRIQUE ET L'AGRICULTURE DE PRÉCISION

De quoi s'agit-il ?

Il est aujourd'hui impossible de parler de systèmes alimentaires sans parler d'agriculture numérique. Elle est de plus en plus décrite comme une solution pour les rendre plus efficaces et durables, notamment en réduisant la quantité d'intrants agrochimiques utilisés. Ces affirmations sont cependant à prendre avec des pincettes.

Dans le cadre du développement de plateformes d'« agriculture numérique » telles que *Climate Fieldview*TM de Bayer et *Operations Center*TM de John Deere, les entreprises agroalimentaires s'associent à des entreprises technologiques pour intégrer des outils numériques d'aide à la prise de décision dans les machines et systèmes agricoles. C'est le cas des grandes entreprises agrochimiques, qui élargissent leur modèle économique pour y intégrer des offres d'agriculture numérique. Ces plateformes collectent des données (souvent gratuitement) à propos de l'exploitation agricole et analysent des ensembles de données, c'est-à-dire des informations compilées dans un format lisible par machine.^{xi} Il s'agit notamment d'informations sur les conditions météorologiques, la fertilité du sol, les mauvaises herbes, les insectes, les maladies, les nutriments, l'humidité et le rendement. Ensuite, ces masses de données sont traitées par des outils d'intelligence artificielle (IA), hébergés sur le « cloud » de centres de données éloignés, afin de créer une représentation numérique de l'exploitation. Ce « jumeau numérique » sert enfin à générer des recommandations adaptées à l'exploitation étudiée.

Les partisans de ces approches affirment qu'elles permettraient de rationaliser la consommation de combustibles fossiles et d'améliorer la productivité et la durabilité, ce de plusieurs façons :

- Les données précises récoltées sur l'exploitation permettraient d'éliminer la surutilisation d'intrants agrochimiques en favorisant des applications « de précision » ciblées (supposément en plus faible quantité).¹¹⁹ Cette technologie peut s'accompagner de l'emploi d'engrais et de pesticides enrobés de plastique qui libèrent progressivement les produits chimiques ou les nutriments dans les sols, réduisant ainsi les pertes dans l'air ou dans l'eau.
- Les produits agrochimiques pourraient être remplacés par des formes mécaniques et non chimiques de lutte contre les mauvaises herbes, telles que des lasers ou des flottes de petits robots pour éliminer les mauvaises herbes.¹²⁰
- La consommation de carburant des machines agricoles pour les travaux des champs pourrait être réduite en combinant des technologies d'« autoguidage » (p. ex., les tracteurs autoguidés) et une application plus ciblée des intrants.¹²¹

xii Pour une vue d'ensemble de l'agriculture numérique et de l'agriculture de précision, voir notamment : U.S. Government Accountability Office. (2024). [Precision Agriculture: benefits and challenges for technology adoption and use.](#)



Ces solutions sont-elles viables et potentiellement transformatrices ?

Il va de soi qu'il est essentiel d'utiliser moins d'intrants agricoles issus des combustibles fossiles. Si cet objectif sert de principale justification à l'utilisation de données pour rendre l'agriculture industrielle plus efficace, les résultats empiriques sont loin d'être aussi catégoriques que les scénarios de modélisation.

À titre d'exemple, une étude de terrain de l'USDA (l'équivalent américain du Ministère de l'agriculture) a montré que les tracteurs autoguidés, monnaie courante dans l'agriculture de précision, peuvent en réalité augmenter la consommation de carburant.¹²² Un constat qui mérite toutefois d'être nuancé, car l'agriculture de précision peut entraîner une consommation de combustibles fossiles supérieure à celle de l'agriculture conventionnelle, tout en réduisant d'autres impacts sur l'environnement.¹²³ Parfois, les données ne sont même pas accessibles. C'est notamment le cas des données sur lesquelles repose une étude réalisée en 2021 par l'Association of Equipment Manufacturers et Croplife, un groupe de lobbying en faveur des pesticides. Leur étude avance des arguments audacieux quant à l'efficacité de l'agriculture numérique et de précision et aux économies d'énergie qui en découlent, sans pour autant rendre ces données accessibles.^{xii}

En outre, les algorithmes qui calculent les applications de précision des engrais peuvent être davantage guidés par un objectif d'augmentation de la production par hectare que de réduction de la consommation totale d'engrais. Comme l'explique une source de l'industrie, « [nous] ne réduisons que très peu la quantité totale, mais nous avons constaté qu'en la redistribuant dans le champ, la valeur par unité d'intrant augmente et le retour sur investissement des engrais augmente ».¹²⁴

L'électrification des tracteurs, quant à elle, se heurte à de nombreux obstacles. Outre l'autonomie limitée, les coûts initiaux élevés et les infrastructures de recharge inadaptées, les agriculteur.rice.s s'inquiètent également des performances et de l'entretien des batteries.¹²⁵ Dans les pays à faible revenu, l'intérêt et le taux d'adoption sont faibles en raison des prix d'achat élevés et du manque de sensibilisation à la question des émissions.¹²⁶ Pour répondre à ces inquiétudes, certains fabricants mettent au point des tracteurs dotés de technologies de batterie améliorées.¹²⁷



L'IA ne se contente pas de conseiller les agriculteur.rice.s, elle les oblige à utiliser certains types de semences, d'engrais et d'herbicides.

Jennifer Clapp
Podcast Fuel to Fork

Cependant, ils n'en sont qu'au stade de prototype et sont conçus pour des exploitations agricoles industrielles à grande échelle. L'électrification fait néanmoins l'objet d'un intérêt croissant, surtout dans les pays à revenu élevé où les exploitations agricoles se disent prêtes à déboursier davantage pour des machines plus propres.¹²⁸ Toujours est-il que, pour l'heure, les tracteurs électriques sont encore loin de se généraliser.

Quant aux engrais et pesticides enrobés de plastique, ils renforcent la dépendance aux produits agrochimiques et représentent une source de pollution microplastique majeure, pourtant souvent négligée.¹²⁹ Les enrobages en plastique sont susceptibles d'exacerber les risques environnementaux et sanitaires déjà graves que pose l'emploi de produits agrochimiques. Un risque d'autant plus criant que leur consommation ne cesse de croître.

L'adoption des technologies d'agriculture de précision pose également des problèmes. Les agriculteur.rice.s aux ressources plus limitées manquent généralement de services numériques accessibles, de connaissances en la matière ou de moyens financiers.¹³⁰ Quant aux exploitations plus aisées des pays à revenu élevé, elles se heurtent aussi à des obstacles de taille : les outils peuvent être coûteux, difficiles à employer ou incompatibles avec les machines et pratiques existantes.¹³¹

xiii Selon l'étude, l'agriculture de précision a permis d'améliorer « l'efficacité de l'épandage d'engrais » d'environ 7 %, de réduire l'utilisation d'herbicides de 9 % et de diminuer la consommation des machines agricoles en combustibles fossiles de 6 % dans les exploitations. Voir Association of Equipment Manufacturers (AEM). (2021). [The environmental benefits of precision agriculture in the United States](#).



Dans bien des cas, les prétendus avantages de l'agriculture de précision sont donc restreints par des contraintes concrètes d'accessibilité et d'utilisation.

Outre toutes ces difficultés, un principal écueil des outils de traitement des données et d'IA sur les plateformes numériques est la quantité d'énergie qu'ils consomment. Les données sont des signaux électroniques, qui nécessitent de l'électricité pour être stockés, traités, et transmis. Cette électricité, le plus souvent générée à l'aide de charbon ou de gaz fossile, alimente les grands entrepôts de traitement des données, appelés « centres de données hyperscale » (à très grande échelle). Très énergivores, ces centres en plein essor consomment de l'énergie pour faire fonctionner les systèmes de traitement de données et de stockage, pour refroidir les serveurs (climatisation et réfrigération) et pour la production du matériel lui-même.¹³²



L'épandage à taux variable des engrais, c'est très intéressant sur le papier, mais voilà trois ans que nous nous arrachons les cheveux pour comprendre cette technologie et l'adapter à notre matériel agricole. Cela ne fonctionne pas bien.

Joanna Larson
Podcast [Fuel to Fork](#)





La consommation d'énergie liée au traitement des données a en effet récemment explosé, notamment en raison de l'IA, qui nécessite des calculs beaucoup plus lourds. À ce titre, les données relatives à l'alimentation et à l'agriculture sont particulièrement « volumineuses » car elles doivent servir à générer des recommandations à l'échelle de toute une exploitation. Cette croissance de la consommation mondiale d'électricité des centres de données remonte cependant bien avant l'essor de l'IA générative. Elle a augmenté de 12 % par an depuis 2017, c'est-à-dire à un rythme plus de quatre fois supérieur à la consommation globale d'électricité, pour atteindre 1,5 % de la demande mondiale d'électricité en 2024.¹³³ C'était sans compter sur la croissance inexorable de l'IA, qui devrait faire doubler la consommation d'électricité des centres de données d'ici à 2030.¹³⁴

Sans surprise, la production d'énergie renouvelable peine à satisfaire la demande croissante de ces centres de données. Aux États-Unis, le gaz fossile devrait fournir environ 60 % des nouvelles capacités de génération,¹³⁵ tandis que les centrales électriques au charbon sont maintenues en service en dépit des fermetures planifiées pour alimenter les centres de données.¹³⁶ Au début de l'année 2025, la nouvelle administration Trump avait d'ailleurs déclaré l'état d'urgence énergétique afin d'augmenter la production d'électricité pour satisfaire les besoins de l'IA.¹³⁷

En Irlande, un cinquième de l'électricité du pays est consommée par quelque 80 centres de données, un chiffre qui devrait même atteindre un tiers au cours des prochaines années.¹³⁸ La transmission des données nécessite elle aussi d'énormes quantités supplémentaires d'énergie fossile, en particulier vers les zones rurales et les exploitations agricoles reculées au moyen de réseaux Wi-Fi, 5G et périphériques, qui contribuent aux émissions de GES (voir Encadré 4).



Les centres de données, piliers de l'agriculture numérique, consomment énormément d'énergie. Ils ont constamment besoin d'électricité pour fonctionner et d'eau pour être refroidis.

Pat Mooney
Podcast [Fuel to Fork](#)

ENCADRÉ 4

LES CENTRES DE DONNÉES : L'EXPLOSION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE ET DE L'EMPREINTE CARBONE DES GAFAM

Amazon, Microsoft et Google sont les figures de proue de l'adoption de l'IA et de l'expansion des centres de données. Malgré leurs initiatives « zéro net », les trois entreprises ont vu leurs émissions grimper en flèche avec l'essor de l'IA générative.^{139,140,141} Les émissions de Microsoft, par exemple, ont augmenté de 29 % depuis 2020, principalement en raison de la construction de centres de données.¹⁴² D'ailleurs, le montant total des capitaux investis en 2023 par Amazon, Microsoft et Google dans l'adoption de l'IA et l'expansion des centres de données dépassait les investissements de l'industrie pétrolière et gazière américaine.¹⁴³ Ces centres de données américains devraient en outre voir leurs émissions quasiment doubler à l'horizon 2030, étant donné que la production d'électricité dépend et dépendra encore du gaz pour répondre à la demande croissante.¹⁴⁴ En effet, la consommation croît si rapidement que la production d'énergie propre peinera à suffire.



Les centres de données utilisent également d'énormes volumes d'eau pour refroidir les serveurs,¹⁴⁵ tandis que la production de semi-conducteurs nécessite de grandes quantités d'énergie, d'eau, de produits chimiques et de minéraux. Ces deux activités ont donc une incidence considérable sur l'environnement et les droits humains.^{146,xiii} Les composants destinés aux équipements agricoles numériques peuvent également générer davantage de déchets électroniques dans les zones rurales.

Outre les coûts de l'agriculture numérique en matériel et en énergie, les militant.e.s relèvent également les graves préoccupations sociales, économiques et d'équité que suscitent ces innovations. C'est ce qu'abordera en détail le prochain grand rapport d'IPES-Food. À titre d'exemple, les plateformes agricoles basées sur les données et l'automatisation fondée sur l'IA risquent de concentrer davantage le pouvoir économique aux mains d'une poignée d'entreprises technologiques et agro-industrielles.^{xiv} Cette concentration se ferait au détriment de l'autonomie des petit.e.s agriculteur.rice.s à qui les décisions ne reviendraient plus, à tel point que leurs moyens de subsistance pourraient s'en voir menacés.

Les entreprises font également usage des accords d'agriculture numérique conclus avec les agriculteur.rice.s pour restreindre leur « droit à la réparation » et leur capacité à gérer leur propre équipement.¹⁴⁷ Par ailleurs, ces accords permettent à ces entreprises d'acquiescer un avantage stratégique en collectant de grandes quantités de données agricoles (souvent gratuitement) qu'elles utilisent ensuite pour concevoir des produits, façonner les prix et enfermer les agriculteur.rice.s dans des relations de dépendance.¹⁴⁸ Elles renforcent ainsi leur position dominante sur le marché, mais aussi les inégalités dans le système alimentaire.



L'agriculture numérique cède le pouvoir des agriculteur.rice.s aux entreprises agroalimentaires et technologiques, qui contrôlent de plus en plus les outils, les intrants et la propriété des données agricoles.

Pat Mooney
Podcast [Fuel to Fork](#)

xiii Les composants numériques sont fabriqués à partir de différents types de métaux tels que l'aluminium, le cuivre, l'étain, le tantale, le lithium, le gallium, le germanium, le palladium, le cobalt et le tungstène. Ces intrants, aujourd'hui essentiels dans les systèmes agricoles, ne l'étaient pas auparavant. Or, il faut généralement extraire et traiter des centaines de tonnes de minerai pour obtenir une seule tonne de métaux relativement courants tels que le cuivre ou l'aluminium. Voir Mills, M.P. (2020). [Mines, Minerals, and "Green" Energy: A Reality Check](#). Manhattan Institute.

xiv Cette préoccupation concerne particulièrement les accords contractuels à long terme entre agriculteur.rice.s et entreprises d'agriculture numérique, qui conditionnent l'octroi des compensations carbone aux exploitations au respect des « prescriptions » formulées par l'IA. Les agriculteur.rice.s peuvent être bloqué.e.s jusqu'à 10 ans dans ces contrats avec l'agro-industrie et contraint.e.s de céder de nombreuses données sur leur exploitation à des entités commerciales. Voir ETC Group. (2024). [Trojan horses on the farm: Six critical questions – challenging the digitalization of the agrifood chain](#).

REMÉDIER AUX COMBUSTIBLES FOSSILES AU MILIEU DE LA CHAÎNE

solutions incrémentales ou fallacieuses ?





Quel est le problème ?

La plus grande part de la consommation de combustibles fossiles dans les systèmes alimentaires (42 % plus précisément) provient des processus énergivores au milieu de la chaîne alimentaire, c'est-à-dire la transformation, l'emballage et la distribution des denrées aux détaillants et aux consommateurs finaux.¹⁴⁹ À des fins d'efficacité et de sécurité, la transformation et le transport reposent sur des équipements, des systèmes de réfrigération et des véhicules qui consomment beaucoup d'énergie, principalement fossile. À l'échelle mondiale, la consommation d'énergie au milieu de la chaîne est en hausse. Cette augmentation s'explique par la part croissante des aliments ultra-transformés dans les régimes alimentaires ainsi que par l'allongement des chaînes d'approvisionnement, qui multiplient les étapes de transformation et d'emballage ainsi que les kilomètres parcourus par les denrées alimentaires.



Le système alimentaire actuel n'est pas une simple chaîne d'approvisionnement. C'est un système qui donne l'impression que l'agriculture fondée sur les combustibles fossiles, les emballages en plastique et l'ultra-transformation sont la norme. Les combustibles fossiles sont présents à chaque étape de la chaîne. Ainsi, les choses les plus absurdes de notre mode d'alimentation paraissent normales.

Raj Patel

Podcast [Fuel to Fork](#)

La chaleur nécessaire à la plupart des procédés de transformation des aliments (notamment pour la stérilisation, la pasteurisation, la cuisson et le séchage) requiert beaucoup d'énergie pour être produite et représente 60 à 70 % des besoins énergétiques totaux des producteurs d'aliments transformés.¹⁵⁰ Bien que cette chaleur puisse être générée à l'aide d'électricité, ces procédés reposent traditionnellement sur l'emploi de gaz fossile.¹⁵¹ La transformation consiste souvent

en des procédés physiques et/ou chimiques visant à décomposer des aliments entiers, tels que le maïs, le blé et le soja, en composants tels que les sucres, les huiles, les graisses, les protéines, les amidons et les fibres. La méthode de la mouture humide est couramment utilisée pour broyer le maïs et consomme, elle aussi, beaucoup d'énergie.¹⁵²

Les aliments ultra-transformés (AUT) sont des produits alimentaires industriels, composés d'ingrédients eux-mêmes issus d'une série de procédés industriels.¹⁵³ Les AUT sont particulièrement énergivores : leur production consomme 2 à 10 fois plus d'énergie que celle des aliments entiers.¹⁵⁴ Ces produits sont largement subventionnés,¹⁵⁵ vigoureusement promus,¹⁵⁶ extrêmement rentables¹⁵⁷ et conçus pour inciter à la suralimentation.¹⁵⁸ Il n'est donc pas surprenant qu'ils représentent déjà une part considérable (jusqu'à 60 %) de la consommation totale des calories dans bon nombre de pays riches.¹⁵⁹ Dans les pays à faible revenu, l'urbanisation et l'augmentation des revenus ont entraîné une hausse de la consommation alimentaire et une diversification du régime alimentaire.¹⁶⁰ Certes, davantage de produits laitiers, de poisson, de viande, de légumineuses, de fruits et de légumes frais y sont consommés, mais c'est aussi le cas des aliments transformés, dont la proportion croît rapidement dans de nombreuses régions.

Il n'est pas rare que les AUT contiennent du sirop de maïs à haute teneur en fructose. Or, la production conventionnelle de maïs consomme à elle seule beaucoup de combustibles fossiles (sous forme d'engrais et de pesticides de synthèse), et le reste du processus de transformation en sirop est encore plus énergivore. La mouture humide et le raffinage, alimentés principalement par des combustibles fossiles, représentent environ 80 % de l'énergie totale nécessaire à la production de sirop de maïs à haute teneur en fructose.¹⁶¹ D'autres nouvelles formes de transformation des aliments sont également très énergivores. À titre d'exemple, la production de viande cultivée (par la culture de cellules animales dans une usine à l'aide de la biotechnologie) consomme plus de deux fois plus d'énergie que la production du poulet.¹⁶²

Outre leur consommation de combustibles fossiles, les AUT nuisent à la santé humaine et à l'environnement de bien d'autres manières. De nombreuses études menées dans le monde entier corroborent la corrélation entre la consommation d'aliments ultra-transformés et un large éventail de problèmes de santé, notamment la mort prématurée,



le cancer et diverses maladies cardiovasculaires, gastro-intestinales et métaboliques.^{163,164} En outre, la production d'AUT repose sur des monocultures à grande échelle et consomme une grande quantité d'énergie, tout comme le transport sur de longues distances et l'emballage excessif. Les AUT sont dès lors susceptibles de largement contribuer à des changements d'affectation des sols, aux émissions de gaz à effet de serre ainsi qu'à une forte consommation d'eau et d'énergie.¹⁶⁵

Les emballages alimentaires en plastique sont, eux aussi, une immense source d'utilisation de combustibles fossiles en plein cœur d'une chaîne alimentaire où les plastiques sont omniprésents, y compris dans les exploitations agricoles (voir Section 1).¹⁶⁶ En effet, les emballages d'aliments et de boissons représentent au moins 10 % de la production mondiale totale de plastique.¹⁶⁷ Les aliments ultra-transformés, emballés dans des couches multiples de plastiques, accentuent ce problème.¹⁶⁸

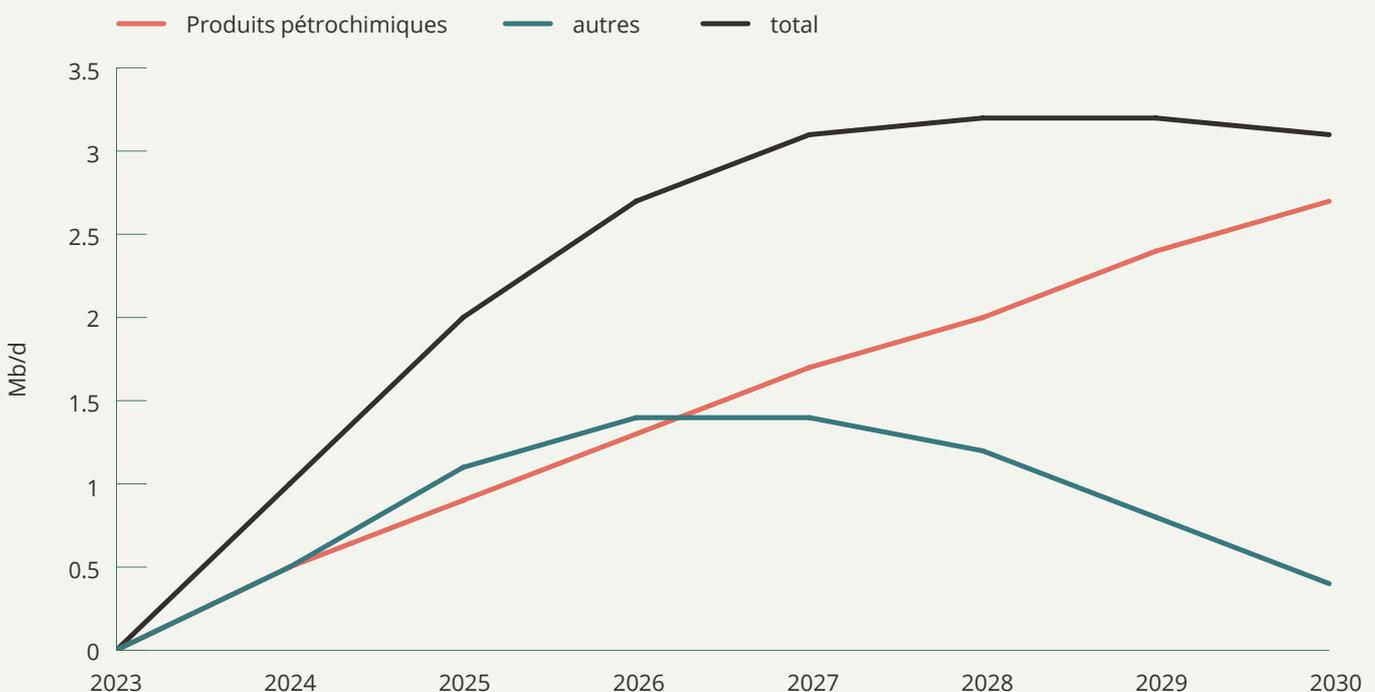
Le marché des emballages en plastique est dominé par l'Asie, où plus de 43 % des recettes mondiales ont été générées en 2023.¹⁶⁹ C'est en Asie qu'il devrait aussi connaître la croissance la plus rapide jusqu'en 2030, en particulier en Chine, en Inde, au Viêt Nam, en Corée du Sud et en Thaïlande. La Chine est d'ailleurs le principal producteur et consommateur d'emballages en plastique.¹⁷⁰

Plus largement, environ 14% de la production mondiale de pétrole est destinée aux produits pétrochimiques, et principalement aux plastiques, dont la production devrait au moins doubler à l'horizon 2050.^{171,172} Les produits pétrochimiques sont même en passe de devenir le principal moteur de croissance de la demande de pétrole : ils représenteront plus d'un tiers de la croissance jusqu'en 2030 et près de la moitié d'ici à 2050 (voir Infographie 6).¹⁷³

INFOGRAPHIE 6

LES PRODUITS PÉTROCHIMIQUES PERPÉTUEMENT LA DEMANDE DE PÉTROLE

Prévisions sur la croissance de la demande cumulée de pétrole sur la période 2024-2030 (en million de barils par jour)



Alors que la demande en pétrole destiné à la production d'énergie devrait diminuer avec la transition vers les énergies propres, la production de produits pétrochimiques, quant à elle, devrait augmenter. Les entreprises de combustibles fossiles comptent donc de plus en plus sur les plastiques et d'autres produits pétrochimiques pour absorber la production excédentaire de pétrole et poursuivre leur croissance à l'avenir.



De plus, si le recyclage est présenté par l'industrie comme le principal remède aux déchets plastiques, il sert en réalité à éclipser les véritables solutions en amont, telles que la réduction de la production et la refonte des emballages.¹⁷⁴ Le fait est que les plastiques n'ont jamais été conçus pour être réutilisables¹⁷⁵ ; moins de 10 % d'entre eux sont recyclés dans le monde.¹⁷⁶ À ce titre, les emballages alimentaires sont parmi les plus difficiles à récupérer en raison de la contamination et de la complexité des mélanges de matériaux.

L'idée selon laquelle le plastique est aisément recyclable a été soigneusement entretenue par les groupes industriels, ce dans le but de tromper les consommateurs et les responsables politiques.^{xv} Cette illusion a permis à l'industrie du plastique de transférer le coût et la responsabilité de la gestion des déchets plastiques aux consommateurs, aux autorités locales et au secteur informel de la gestion de déchets, tout en continuant à accroître sa production et à engranger des bénéfices.

Stimulée par les préoccupations sanitaires liées à la pandémie de COVID-19, la production de plastiques à usage unique a bondi.¹⁷⁷ Elle s'inscrit dans une dynamique plus large d'utilisation croissante de plastique, qui a contribué à une forte augmentation de la pollution plastique. À cet égard, les entreprises du secteur de l'alimentation et des boissons jouent un rôle particulièrement important.¹⁷⁸ En effet, toutes



Le véritable désert alimentaire se trouve dans nos entrailles. Les aliments ultra-transformés et l'uniformité du système alimentaire ont anéanti la diversité microbienne de nos intestins. Les effets à long terme sur la santé nutritionnelle et mentale commencent à peine à être étudiés.

Raj Patel
Podcast [Fuel to Fork](#)



Production de plastique rime avec pollution plastique, et les principaux responsables de cette pollution sont les entreprises du secteur de l'alimentation et des boissons. Elles ont assez de pouvoir pour changer le système, mais ne changent pratiquement rien à leur modèle économique.

Emma Priestland
Podcast [Fuel to Fork](#)

les campagnes d'audit menées depuis 2018 ont montré que Coca-Cola, PepsiCo et Nestlé sont les trois principaux émetteurs de pollution plastique.¹⁷⁹ Les emballages alimentaires représentaient 83 % de tous les déchets plastiques collectés et comptabilisés dans le cadre du dernier audit en date, principalement des bouteilles, des emballages alimentaires et des récipients.

L'incidence des emballages plastiques s'étend bien au-delà des impacts liés aux combustibles fossiles. Ces emballages contiennent des substances chimiques nocives et provoquent une explosion de la pollution par les microplastiques, ce qui affecte la santé humaine et celle des écosystèmes. Une pollution telle, que ces microplastiques ont été retrouvés dans des organes et des tissus humains, notamment dans le sang, les poumons, le cerveau, le placenta et le lait maternel. Or, des recherches indiquent qu'ils sont toxiques et les associent à une multitude de graves problèmes de santé.¹⁸⁰

Les substances chimiques contenues dans les emballages alimentaires sont présentes par milliers dans tous les plastiques, et au moins 4 219 d'entre elles présentent des risques réels ou supposés pour la santé humaine.¹⁸¹ Les emballages alimentaires en plastique nous exposent notamment au BPA (bisphénol A) et aux phtalates, associés à de graves risques pour la santé, tels que des cancers, des problèmes de reproduction et des perturbations hormonales.¹⁸²

xv Voir, par exemple, la campagne [The Recycling Partnership](#) financée par la Fondation PepsiCo, qui présente la réduction des déchets plastiques comme relevant de la responsabilité des municipalités et des consommateurs.



Ce nonobstant, bon nombre de ces substances ne font l'objet d'aucune vérification et sont parfois étiquetées comme sûres, sans évaluation préalable de leur conformité au regard des normes de sécurité les plus récentes.¹⁸³

Enfin, le transport des denrées alimentaires représente également une source de consommation de combustibles fossiles au milieu de la chaîne alimentaire. Bien qu'il en dépende directement, la consommation du transport en combustibles fossiles est relativement faible par rapport à la consommation totale des systèmes alimentaires. Pourtant, les kilomètres parcourus par les denrées alimentaires font souvent l'objet d'une plus grande attention étant donné que les consommateurs sont généralement conscients de leur propre consommation de ressources fossiles dans le cadre de leurs déplacements.

Les camions, les trains, les bateaux et les avions brûlent quelque 2 milliards de barils de pétrole par an et produisent 4,8 % des émissions de GES totales du système alimentaire.^{184,xvi} Le fret routier, qui ne représente pourtant que 31 % des kilomètres parcourus, est le principal responsable : il est à l'origine de 81 % des émissions liées au transport des denrées alimentaires.¹⁸⁵ Il est suivi par le fret ferroviaire, dont un peu plus de la moitié est électrifié,¹⁸⁶ qui représente 15 % des émissions.¹⁸⁷

Le transport maritime, quant à lui, est le plus économe en termes d'émissions par tonne-kilomètre, puisqu'il couvre près de 60 % des kilomètres parcourus par les denrées alimentaires et ne représente que 3,6 % des émissions totales liées au transport.^{188,189}

En revanche, l'aviation constitue le mode de transport qui émet le plus de carbone par tonne-kilomètre.¹⁹⁰ Elle reste cependant un créneau restreint (moins de 0,5 %), utilisé principalement pour les produits périssables de grande valeur tels que les fruits frais et les fruits de mer, qui doivent être livrés rapidement sur de longues distances. Dans l'ensemble, les flux commerciaux mondiaux, y compris de denrées alimentaires, s'intensifient de pair avec l'urbanisation.¹⁹¹

Cette tendance est particulièrement marquée dans les régions d'Asie, d'Amérique latine et d'Afrique, en plein développement.

Encore une fois, les conséquences ne sont pas uniquement environnementales. Les modes de transport à carburants fossiles émettent des polluants tels que les particules en suspension, les oxydes d'azote et les oxydes de soufre, tous néfastes pour la santé humaine et les écosystèmes. Chaque année, la pollution par les particules en suspension provoque environ 2 à 6 millions de décès prématurés dans le monde.¹⁹² Dès lors, les grands corridors de transport, souvent situés dans ou à proximité de zones densément peuplées, présentent de graves risques pour la santé, en particulier des enfants, des personnes âgées et des personnes souffrant de maladies chroniques cardiovasculaires ou respiratoires. En outre, les fiouls lourds utilisés dans le transport maritime émettent des quantités considérables d'oxydes de soufre, qui contribuent aux pluies acides et à l'acidification des océans.¹⁹³ Enfin, l'instabilité géopolitique croissante et les goulots d'étranglement sur les routes maritimes mondiales très fréquentées pèsent sur le transport longue distance et menacent la sécurité alimentaire.^{xvii}



Il est inquiétant de voir que l'industrie alimentaire est largement tributaire des combustibles fossiles. De la récolte à la livraison, en passant par la transformation, l'emballage et la réfrigération, presque chaque étape dépend des combustibles fossiles.

Errol Schweizer
Podcast [Fuel to Fork](#)

xvi Les transports représentent 4,8 % des émissions des systèmes alimentaires, soit environ 864 millions de tonnes d'équivalent CO₂, selon Crippa et al. Selon l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA), ce chiffre est comparable aux émissions potentielles de 2 milliards de barils de pétrole. Ces résultats ont été obtenus à l'aide du [calculateur des équivalences des émissions de gaz à effet de serre de l'EPA](#).

xvii Parmi les principaux goulots d'étranglement par lesquels transitent une part considérable des échanges commerciaux figurent : le canal de Panama et le détroit de Malacca, essentiels pour relier les marchés occidentaux et asiatiques ; les détroits turcs (en particulier pour le blé) ; ainsi que d'autres points de passage aux États-Unis, au Brésil et dans la mer Noire. Ces goulots d'étranglement présentent des risques de plus en plus élevés en raison de trois principaux dangers : les perturbations météorologiques et climatiques, l'insécurité liée aux conflits et à la criminalité, et les mesures institutionnelles telles que des contrôles des exportations ou des fermetures ordonnées par les autorités. Voir Bailey, R., et Wellesley, L. (18 mai 2023). [Chokepoints and vulnerabilities in global food trade](#) (Updated report). Chatham House.



LE PASSAGE À UNE TRANSFORMATION ALIMENTAIRE « PROPRE »

De quoi s'agit-il et quelles sont les mesures prises par les entreprises alimentaires ?

Le secteur de la transformation alimentaire envisage des mesures importantes pour améliorer l'efficacité énergétique et passer à l'énergie renouvelable. Ces mesures, financièrement viables et techniquement réalisables, sont pour certaines déjà mises en œuvre. La recherche montre effectivement que les sources d'énergie renouvelable peuvent facilement remplacer les énergies fossiles dans ce secteur étant donné que la plupart des processus de transformation nécessitent de la chaleur à des températures moyennes ou basses et que le refroidissement et la réfrigération fonctionnent déjà à l'électricité.^{194,195}

D'ailleurs, beaucoup de fabricants emploient déjà de l'énergie renouvelable, notamment dans le cadre de projets en cours qui démontrent la viabilité de l'énergie solaire thermique.¹⁹⁶ Ceux-ci utilisent l'énergie solaire thermique, c'est-à-dire la chaleur générée par le rayonnement du soleil, pour chauffer de l'eau ou de l'air, ou pour des processus industriels tels que le séchage, le chauffage et le refroidissement.

Cependant, l'un des principaux défis, et paradoxalement l'un des plus simples à relever, consiste à réduire les besoins énergétiques des systèmes existants de transformation alimentaire en améliorant leur efficacité énergétique. Il s'agit notamment d'éviter les équipements inutiles, d'optimiser la programmation de la production et d'améliorer la maintenance des équipements.

Ces solutions sont-elles viables et potentiellement transformatrices ?

La transition de tous les processus de transformation alimentaire vers des solutions plus vertes présente un potentiel considérable. C'est pourquoi de nombreux fabricants investissent désormais dans des stratégies d'optimisation énergétique et plusieurs des plus grands acteurs se sont fixé des objectifs en matière d'approvisionnement en électricité produite à partir d'énergies renouvelables.^{201,202,203} En règle générale, les entreprises cherchent à atteindre ou ont atteint ces objectifs au moyen d'accords d'achat d'électricité.

À condition d'être mises en œuvre dans l'ensemble du secteur, ces mesures pourraient réduire la

À titre d'exemple, l'efficacité énergétique d'un four industriel moyen pour la cuisson des biscuits ne s'élève qu'à 35 %, ce qui signifie que la majeure partie de l'énergie se dissipe dans l'air.¹⁹⁷ Or, la consommation énergétique de ces fours pourrait être considérablement réduite simplement en les isolant mieux et en récupérant la chaleur produite.¹⁹⁸

L'abandon progressif des combustibles fossiles dans l'industrie alimentaire passe également par une transition cruciale vers les énergies renouvelables pour toutes les sources de consommation d'électricité. Pour ce faire, il est possible de produire cette énergie renouvelable directement sur place, par exemple au moyen d'installations géothermiques ou de panneaux solaires.

L'adoption de nouveaux équipements à haut rendement énergétique peut aussi aider à décarboner le secteur. Les pompes à chaleur, une technologie émergente qui fonctionne à l'électricité, peuvent aisément remplacer les équipements fonctionnant au gaz fossile dans l'industrie alimentaire et des boissons. Elles assurent efficacement le chauffage et le refroidissement et permettent de récupérer la chaleur excédentaire.¹⁹⁹ Certes coûteux, ces nouveaux équipements permettent cependant de réaliser des économies d'énergie substantielles qui garantissent un amortissement rapide des investissements.²⁰⁰

consommation de combustibles fossiles et donc l'empreinte climatique de la transformation des produits alimentaires.

Cependant, la généralisation de ces bonnes pratiques se heurte à des difficultés techniques et à un manque de volonté politique. Tout d'abord, les mesures d'efficacité énergétique conçues pour l'industrie des aliments et des boissons ne sont pas suffisamment connues, comprises ou privilégiées.²⁰⁴ D'autant que la plupart des entreprises, redoutant les risques, s'en tiennent au statu quo pour éviter de mettre en péril la qualité de leurs produits.



Deuxièmement, l'électrification et l'amélioration des équipements fonctionnant au gaz fossile vont à l'encontre des incitations en faveur des énergies fossiles. À cause des politiques en place, le prix de ces dernières reste relativement faible et le gaz continue de prévaloir dans le secteur de la transformation alimentaire.²⁰⁵ Les efforts d'électrification, tels que le remplacement des chaudières à gaz par des chaudières électriques ou des pompes à chaleur, nécessitent un investissement initial substantiel dans la modernisation des infrastructures et peuvent augmenter considérablement les coûts d'exploitation, voire les doubler.²⁰⁶ La question de l'accessibilité financière touche particulièrement les petites et moyennes entreprises de transformation, qui ne disposent ni de moyens suffisants pour investir dans l'efficacité énergétique ou l'intégration des énergies renouvelables, ni de mécanismes de financement appropriés.²⁰⁷

Troisièmement, la transition vers l'électricité propre dans la transformation alimentaire suscite une demande accrue en énergie renouvelable et requiert, par conséquent, des compromis difficiles dans le cadre plus large de la transition énergétique (voir Section 4 pour plus de détails). La production d'énergie renouvelable sur place pourrait en partie satisfaire cette demande et donc limiter les pressions, mais les progrès réalisés jusqu'à présent en la matière ont été d'une lenteur pénible et les incitations politiques restent insuffisantes.

Néanmoins, certaines entreprises ont réalisé des investissements importants dans la production d'énergie renouvelable. PepsiCo, par exemple, a installé des panneaux solaires sur la toiture de l'un de ses sites en Irlande, qui produisent plus de 20 % de l'électricité du site.²⁰⁸ Ce projet à 2,4 millions d'euros montre que la production d'énergie renouvelable requiert d'importants investissements, d'autant plus qu'il arrive souvent de devoir construire de nouvelles usines dans des zones mieux situées. De surcroît, les investissements dans les énergies renouvelables réalisés par les fabricants de produits alimentaires ultra-transformés, aussi substantiels soient-ils, ne résolvent en rien les problèmes sanitaires et environnementaux que posent leurs modèles économiques.

L'élimination des combustibles fossiles dans la fabrication des aliments et des boissons reste donc une perspective lointaine pour de nombreuses entreprises. C'est d'autant plus vrai que les principaux leviers de changement n'ont pas été actionnés et que nombre d'entreprises n'atteignent pas ou reviennent sur leurs objectifs déjà modestes en matière de développement durable.^{209,210} La réduction de la production d'AUT, en particulier dans le chef des principaux fabricants, constitue certainement le meilleur moyen de limiter les besoins énergétiques totaux et les emballages en plastique. En outre, la santé humaine en bénéficierait grandement. Nonobstant ce potentiel, les entreprises du secteur alimentaire se montrent réticentes à cette idée, certaines allant jusqu'à saper l'action politique (voir Encadré 5).

ENCADRÉ 5

COMMENT L'INDUSTRIE ALIMENTAIRE MET À MAL LES POLITIQUES DE SANTÉ PUBLIQUE

Les grandes entreprises alimentaires édulcorent voire bloquent les politiques en matière de santé publique et d'environnement au moyen de tactiques agressives, semblables aux stratégies employées de longue date par les entreprises de combustibles fossiles en vue de retarder l'action en faveur du climat.²¹¹ Les politiques visées, adoptées dans de multiples pays, reflètent les inquiétudes croissantes quant aux pratiques néfastes pour la santé et l'environnement. Aussi visent-elles à réduire la consommation d'aliments ultra-transformés et à interdire les plastiques à usage unique. Pour saper ces efforts, les grandes entreprises du secteur ne tarissent pas de tactiques. Elles financent des recherches visant à questionner l'efficacité des politiques, mènent de larges campagnes de lobbying contre ces réglementations, promeuvent l'autorégulation volontaire individuelle comme substitut aux mesures politiques et s'en prennent aux groupes militants en les intimidant et en les surveillant.^{212, 213}

Pour ce faire, les plus grands fabricants d'aliments et de boissons ont formé une coalition, menée par Nestlé, Coca-Cola, Unilever, PepsiCo et Danone, qui a mis en place un vaste réseau de groupes d'intérêt couvrant maintes juridictions et arènes politiques.²¹⁴ Ce système puissant complique considérablement la mise en œuvre de politiques publiques ambitieuses en matière de santé publique et de développement durable.



LES BIOPLASTIQUES COMME SUBSTITUT AUX PLASTIQUES À BASE DE COMBUSTIBLES FOSSILES

De quoi s'agit-il ?

Omniprésents tout au long de la chaîne alimentaire et particulièrement dans les emballages alimentaires, les plastiques sont et resteront une énorme source de revenus pour l'industrie des combustibles fossiles et le secteur pétrochimique. En dépit des nombreuses approches visant à minimiser les emballages plastiques, les mesures de remplacement des plastiques conventionnels dans les chaînes d'approvisionnement de la grande distribution alimentaire se sont principalement concentrées sur les bioplastiques.

Le terme « bioplastique » est un terme générique qui recouvre les plastiques biosourcés, biodégradables et/ou compostables. Si leurs matières premières sont en partie organiques, les plastiques biosourcés ne sont pas nécessairement biodégradables pour autant, et ils contiennent même souvent des additifs d'origine fossile.²¹⁵ En règle générale, ils sont fabriqués à partir de cultures telles que la canne à sucre, le maïs et les pommes de terre. Toutefois, les plastiques biosourcés dits de « nouvelle génération » sont fabriqués à partir de matières premières telles que les déchets alimentaires, les algues et les champignons.

Les plastiques biodégradables peuvent être biosourcés ou entièrement fabriqués à partir de combustibles fossiles. Les plastiques biodégradables biosourcés sont fréquemment utilisés dans les récipients à emporter, les couverts et les sacs, tandis que les plastiques biodégradables d'origine fossile servent à fabriquer des films de paillage dans l'agriculture, des sacs à ordures compostables et des couverts.

Le qualificatif « biodégradable » signifie que le plastique peut se décomposer en composants naturels, tels que le dioxyde de carbone, l'eau, les sels minéraux et la biomasse microbienne.²¹⁶ Il n'existe cependant pas de norme communément admise : les périodes de dégradation s'étendent de quelques semaines à plusieurs siècles. En revanche, les plastiques compostables doivent répondre à des normes plus strictes afin de garantir une décomposition complète dans un délai donné et dans des conditions spécifiques. Certaines normes américaines, par exemple, exigent une décomposition complète en 12 semaines dans les installations de compostage commerciales.²¹⁷ Quant à la réglementation européenne, elle exige une désintégration totale en trois mois et une décomposition complète en six mois.²¹⁸



Où sont les plastiques dans le système alimentaire ? Je pense qu'il vaut mieux se demander où il n'y en a pas.

Emma Priestland
Podcast [Fuel to Fork](#)





Ces solutions sont-elles viables et potentiellement transformatrices ?

Il convient en premier lieu de noter que les plastiques biosourcés et d'origine fossile diffèrent par leurs propriétés (p. ex., durabilité et résistance à la température). Il n'est dès lors pas si simple de remplacer le plastique par du biosourcé pour toutes ses applications dans la chaîne alimentaire pour des raisons de sécurité alimentaire et de durée de conservation. De plus, soutenus par des politiques publiques biaisées qui affectent les coûts relatifs et favorisent l'économie fossile, les plastiques conventionnels sont généralement beaucoup moins chers à produire et à se procurer que les alternatives.

Par ailleurs, la viabilité et la compétitivité économiques des plastiques biosourcés dépendent largement des prix du pétrole, de l'énergie et des matières premières. Enfin, leur adoption est limitée par le manque de sensibilisation des consommateurs.²¹⁹ Ces facteurs expliquent sans doute l'absence d'une réelle transition vers les plastiques biosourcés, force étant de constater que plus de 99 % de l'ensemble des plastiques sont encore fabriqués à partir de combustibles fossiles.²²⁰

De surcroît, de nouvelles données indiquent que les bioplastiques ne seraient pas forcément plus sûrs pour la santé humaine que les plastiques conventionnels, ce en raison des additifs chimiques d'origine fossile qu'ils contiennent.²²¹ Ce constat vaut même pour les produits fabriqués en grande partie à partir de sources biologiques.

En effet, les bioplastiques contiennent des milliers de produits chimiques, parfois toxiques, ce qui les rend tout aussi dangereux que les plastiques conventionnels.²²² Il s'agit notamment des substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées, plus connues sous le nom de PFAS, utilisées depuis des décennies pour rendre les emballages alimentaires résistants à la graisse et à l'eau. En raison de la lenteur de leur décomposition, les PFAS sont qualifiés de « polluants éternels ». Pis, ils peuvent s'introduire dans les aliments et s'accumuler ensuite dans le corps humain, et par conséquent provoquer de graves problèmes de santé, notamment des cancers, des lésions du système immunitaire et des problèmes de développement.²²³

En outre, la biodégradabilité des bioplastiques n'est pas toujours garantie, alors même qu'elle constitue l'une des principales raisons pour lesquelles ils sont préférables aux plastiques conventionnels sur le plan écologique.

La biodégradation nécessite un environnement aérobie ; les bioplastiques ne se décomposent pas naturellement dans les décharges anaérobies. Or, les installations de compostage industriel conventionnelles requièrent des températures très élevées pour composter les bioplastiques. Bien qu'inadéquates, ces installations restent d'usage faute d'infrastructures de compostage adaptées aux matériaux bioplastiques, dont la grande diversité nuit gravement à l'efficacité du recyclage.²²⁴

Le compostage ne règle d'ailleurs pas la question des PFAS : le compost dérivé d'emballages alimentaires biodégradables contient des niveaux de PFAS jusqu'à 20 fois plus élevés que le compost fabriqué à partir de fumier ou de déchets alimentaires séparés.²²⁵

En amont, l'augmentation de la production de plastiques biosourcés n'est pas non plus sans conséquence. Elle accapare des terres et des ressources au détriment de la production alimentaire, à l'instar des biocarburants. Selon les estimations, si tous les emballages en plastique étaient fabriqués à partir de plastiques biosourcés, il faudrait y allouer la moitié de la production mondiale actuelle de maïs, une superficie supérieure à celle de la France, et 60 % d'eau douce de plus que la consommation annuelle de toute l'Union européenne.^{226, 227}

La production de bioplastiques risque donc grandement de concurrencer la production alimentaire. La lutte pour les terres qui en découlerait stimulerait l'expansion des terres agricoles dans de vastes zones naturelles et favoriserait la déforestation. Qui plus est, la production de bioplastiques à base de canne à sucre, de maïs et de pomme de terre dépend généralement de monocultures à grande échelle gourmandes en intrants agrochimiques. Ces méthodes de production remettent non seulement en cause les avantages que procure l'abandon des plastiques conventionnels au profit des bioplastiques, mais aggravent également la contamination des sols et de l'eau par ruissellement.

Pour pallier ces problèmes, l'industrie promeut les plastiques biosourcés de « nouvelle génération », c'est-à-dire fabriqués à partir de déchets alimentaires, d'algues et de champignons. Mais encore une fois, ils suscitent des concessions. À titre d'exemple, les déchets alimentaires détournés vers la production de plastiques biosourcés ne pourraient plus servir aux exploitations agricoles pour nourrir les animaux ou enrichir les sols de nutriments. En ce qui concerne les algues, la mise à l'échelle de leur production pose problème.



Les microalgues nécessitent de grandes surfaces et/ou quantités d'eau, d'énergie et d'engrais en continu.²²⁸ Les macroalgues, quant à elles, contribuent largement à la perturbation des écosystèmes côtiers et requièrent un traitement de la biomasse qui peut entraîner un rejet important de CO₂.²²⁹

Compte tenu de toutes ces préoccupations, des contrôles s'avèrent clairement nécessaires. Cependant, ces contrôles sont fréquemment mis à mal par de flagrants conflits d'intérêts. Les programmes de certification des bioplastiques sont généralement

dirigés par des alliances commerciales ou d'autres représentants des entreprises de bioplastiques, qui produisent bien souvent aussi du plastique conventionnel. Par exemple, le conseil d'administration du principal certificateur américain d'emballages compostables (BPI) comprend des responsables de BASF,²³⁰ l'une des quatre entreprises qui contrôlent la majorité des marchés des semences et des pesticides (aux côtés de Syngenta, Bayer et Corteva).^{xviii} De son côté, l'association professionnelle European Bioplastics compte parmi ses membres des entreprises pétrochimiques dont la valeur se chiffre en milliards.^{xix}

LA DÉCARBONATION DU TRANSPORT DANS LES CHAÎNES D'APPROVISIONNEMENT ALIMENTAIRE MONDIALES

De quoi s'agit-il ?

Le transport représente un cinquième des émissions mondiales de CO₂, et ce chiffre ne cesse d'augmenter. Sa décarbonation constitue dès lors un défi majeur et urgent à l'échelle mondiale. Les efforts en la matière s'articulent principalement autour du développement et du déploiement de véhicules à émissions faibles ou nulles, ainsi que sur la priorisation des modes de transport à émissions relativement faibles. Il s'agit, entre autres, de remplacer autant que possible le fret aérien et routier par du fret ferroviaire ou maritime, dont les émissions par tonne-kilomètre sont moindres.

Compte tenu de la prédominance du fret routier dans le transport des denrées alimentaires et de son facteur d'émissions élevé, l'électrification du camionnage constitue une priorité.^{231, 232} À ce titre, les autorités se sont fixé des objectifs ambitieux dans le cadre de l'Accord de Paris et au-delà : à l'horizon 2030, une part importante des nouveaux camions vendus devra être électrique, tandis que les grandes puissances économiques visent l'électrification totale des flottes de poids lourds d'ici à 2040.²³³

Par ailleurs, l'électrification du fret ferroviaire et l'utilisation d'énergies renouvelables pour alimenter les réseaux ferroviaires permettraient aussi de considérablement amoindrir la consommation de combustibles fossiles et les émissions de gaz à effet de serre, entre autres dans le secteur agroalimentaire. Outre l'électricité, les biocarburants sont un autre substitut potentiel à l'essence, mais certains d'entre eux pourraient s'avérer encore plus nocifs pour le climat que l'essence (voir ci-après).²³⁴

En effet, les carburants à base d'hydrogène et d'ammoniac, y compris d'ammoniac « bleu », pourraient s'avérer tout aussi néfastes que les carburants marins conventionnels, voire pires.²³⁵ S'ils offrent un certain potentiel dans les secteurs où l'électricité ne peut remplacer les combustibles fossiles de manière efficace ou abordable,²³⁶ ces biocarburants n'en sont encore qu'aux premières phases de R&D pour ces usages²³⁷ et d'importantes questions subsistent (voir ci-dessous).

xviii Ces entreprises s'efforcent de maintenir le flux de combustibles fossiles vers la production de produits pétrochimiques. En 2022, BASF a été classée par InfluenceMap comme la troisième entreprise la plus influente dans le blocage de l'action climatique au niveau mondial, juste derrière Chevron et ExxonMobil. Voir InfluenceMap. (2022). [Corporate Climate Policy Footprint](#).

xix Parmi les membres figurent BASF, TotalEnergies, Asahi Kasei Corporation, LG Chem et Mitsubishi Chemical. Voir European Bioplastics. (s. d.). [Members list](#). Consulté le 3 mai 2025.



Ces solutions sont-elles viables et potentiellement transformatrices ?

Il convient d'emblée de noter que les technologies de transport durable progressent rapidement. La baisse du coût des batteries, l'augmentation de leur densité énergétique, l'amélioration des infrastructures de recharge et l'autonomie accrue des véhicules sont autant de facteurs qui renforcent déjà la viabilité des camions électriques, en particulier pour les livraisons du dernier kilomètre et les courtes distances. Différents cadres réglementaires et incitants pourraient accélérer cette transition, tels que les politiques de l'UE imposant une réduction de 90 % des émissions à l'horizon 2040 ou les objectifs californiens de zéro émission d'ici à 2035.²³⁸

Quant au fret ferroviaire, la poursuite de son électrification constitue une perspective viable de diminution des émissions, mais nul ne doit négliger l'immense potentiel du passage du fret routier au ferroviaire dans les régions dotées d'infrastructures robustes. Toutefois, pour exploiter ce potentiel, il convient d'investir dans les infrastructures ferroviaires, en particulier dans les terminaux afin de faciliter les transferts de marchandises camion-train.^{239,240} Une révision et un alignement des politiques et réglementations sont également nécessaires pour favoriser le transport combiné rail-route. Il peut s'agir d'octroyer des exonérations fiscales pour les véhicules destinés au transport rail-route et de réduire la distance minimale requise pour la partie ferroviaire d'un trajet, aux côtés d'autres politiques.

Il existe d'autres mesures de décarbonation, mais elles s'annoncent plus difficiles. L'électrification des poids lourds, par exemple, est plus onéreuse et se heurte à des contraintes de poids et de densité énergétique des batteries pour les longues distances.²⁴¹ L'autonomie encore limitée et le temps de recharge plus long constituent d'autres freins à l'électrification du transport longue distance, en dépit des progrès considérables des technologies des batteries.

Plus important encore, l'électrification des transports routier et ferroviaire et l'alimentation de ces réseaux par des énergies renouvelables s'accompagnent de questionnements et de compromis importants. La production de batteries, notamment pour les véhicules électriques, nécessite du lithium, du cobalt et d'autres « minerais de transition », également appelés « minerais critiques ». Or, l'extraction de ces minerais rime parfois avec contestation des droits fonciers, manquements éthiques à l'égard de la main d'œuvre et activités de minage dans des zones fragiles sur le plan écologique.^{242, 243} La Section 4 s'intéresse justement aux obstacles à surmonter pour garantir une transition énergétique juste.

L'aviation est encore plus difficile à décarboner, mais représente moins de 0,5 % des émissions mondiales liées au transport de denrées alimentaires.²⁴⁴ Pour l'heure, les carburants d'aviation durables (SAF, de leur acronyme anglais) sont les seuls carburants d'aviation à faible empreinte carbone viables. Ils se composent de matières premières naturelles telles que les huiles de cuisson usagées et les graisses animales. Cependant, des obstacles de taille se dressent sur le chemin de la transition des carburants conventionnels vers les SAF. Leur viabilité commerciale est limitée et les affirmations à leur égard exagérées, en plus de leur incapacité à satisfaire l'immense demande mondiale de carburant.²⁴⁵

En effet, les carburants d'aviation durables ne totalisent que 0,3 % de la production mondiale de carburéacteurs, notamment en raison de la difficulté que représente la mise à l'échelle de leur production malgré les milliards investis.²⁴⁶ De nombreux SAF proviennent par ailleurs de sources controversées, notamment de sous-produits d'abattoirs et de monocultures industrielles de soja, de maïs et d'huile de palme, ce qui risque de renforcer les systèmes de production industrielle néfastes. En ce qui concerne les avions à hydrogène, ils sont en cours de développement, une phase qui s'annonce encore longue compte tenu des réglementations strictes de l'industrie.²⁴⁷



Les combustibles fossiles sont à usage unique. On les extrait, on les brûle, puis il faut en extraire davantage. Les matériaux des batteries, eux, peuvent être utilisés et réutilisés, ce qui permet d'extraire de moins en moins au fil du temps.

Rachel Muncrief
Podcast [Fuel to Fork](#)



Quant au transport maritime, une solution simple permettrait déjà d'atténuer une bonne partie des émissions : réduire la vitesse d'exploitation. Une réduction de 10 % diminuerait les émissions liées au transport maritime d'environ 20 % et limiterait considérablement les émissions de gaz à effet de serre et de polluants nocifs tels que les oxydes d'azote et les particules fines.²⁴⁸ Certes, le ralentissement des navires représente un coût et impose des mesures supplémentaires pour garantir la qualité des produits alimentaires pour les trajets plus longs, mais bon nombre d'études montrent que les bienfaits compensent largement ces coûts.²⁴⁹

Cargill a également testé des technologies de voile sur des cargos, qui réduisent les émissions et la consommation de carburant de 14 % en moyenne.²⁵⁰ Ces économies pourraient croître à mesure que ces technologies progressent, mais les taux d'adoption dans le secteur du transport maritime restent faibles.²⁵¹ En outre, l'efficacité énergétique des navires a sensiblement progressé, stimulée par la fluctuation des prix des carburants et des taux de fret.²⁵² Les avancées dépassent même les exigences issues de cadres tels que l'indice nominal de rendement énergétique de l'Organisation maritime internationale.

Cependant, il n'existe pas encore de substitut direct au fioul lourd. Le gaz naturel liquide (GNL) est la solution qui revient le plus souvent, mais les procédés d'extraction, de transport, de liquéfaction et de regazéification du GNL posent autant, voire davantage de risques pour la santé climatique, humaine et environnementale que la combustion du gaz fossile lui-même (voir Encadré 6).

Les carburants à base d'ammoniac présentent également d'importantes limites et des effets néfastes. L'utilisation de l'ammoniac pour le transport maritime nécessiterait une quantité d'azote égale, voire deux fois supérieure à celle actuellement utilisée pour l'agriculture,²⁵³ alors que cette ressource est convoitée par bien des secteurs.²⁵⁴

D'ailleurs, l'ammoniac est particulièrement toxique pour la vie aquatique et peut provoquer, en cas de déversement, une eutrophisation favorable à la prolifération d'algues nocives.²⁵⁵ Ces algues épuisent l'oxygène, ce qui tue la faune et la flore marines. Lorsqu'il est utilisé comme carburant marin, l'ammoniac présente également des risques de pollution atmosphérique étant donné qu'il provoque le rejet d'oxydes d'azote, d'oxyde nitreux et d'ammoniac imbrûlé.²⁵⁶ C'est d'autant plus inquiétant que les données et les technologies disponibles pour contrôler ces émissions restent limitées. En outre, l'ammoniac est encore loin d'être un « combustible propre » puisque sa production repose encore à 99 % sur les énergies fossiles. Ainsi, les carburants marins à base d'ammoniac pourraient même aggraver la dépendance aux combustibles fossiles (voir Section 1).

Enfin, le potentiel des biocarburants en tant que carburant durable pour les transports, dans les systèmes alimentaires ou dans d'autres secteurs, reste extrêmement limité et impose des compromis complexes entre les aliments et les carburants. L'analyse du programme *Renewable Fuel Standard* des États-Unis (qui produisent près de la moitié des biocarburants à l'échelle mondiale) a révélé que l'empreinte carbone de la production d'éthanol à base de maïs était probablement de 24 % supérieure à celle de l'essence et avait entraîné une augmentation de 3 à 8 % de la consommation annuelle d'engrais du pays.²⁵⁷

En revanche, les biocarburants de deuxième génération (produits à partir de déchets agricoles et forestiers, entre autres) ne suscitent pas de tensions quant à l'usage des terres. Toutefois, ils requièrent des processus de conversion plus coûteux et plus complexes qui compromettent leur rentabilité par rapport aux biocarburants conventionnels et aux carburants fossiles. C'est pourquoi seul 1 % de la production totale de bioéthanol en 2021 dans l'UE était de deuxième génération.²⁵⁸

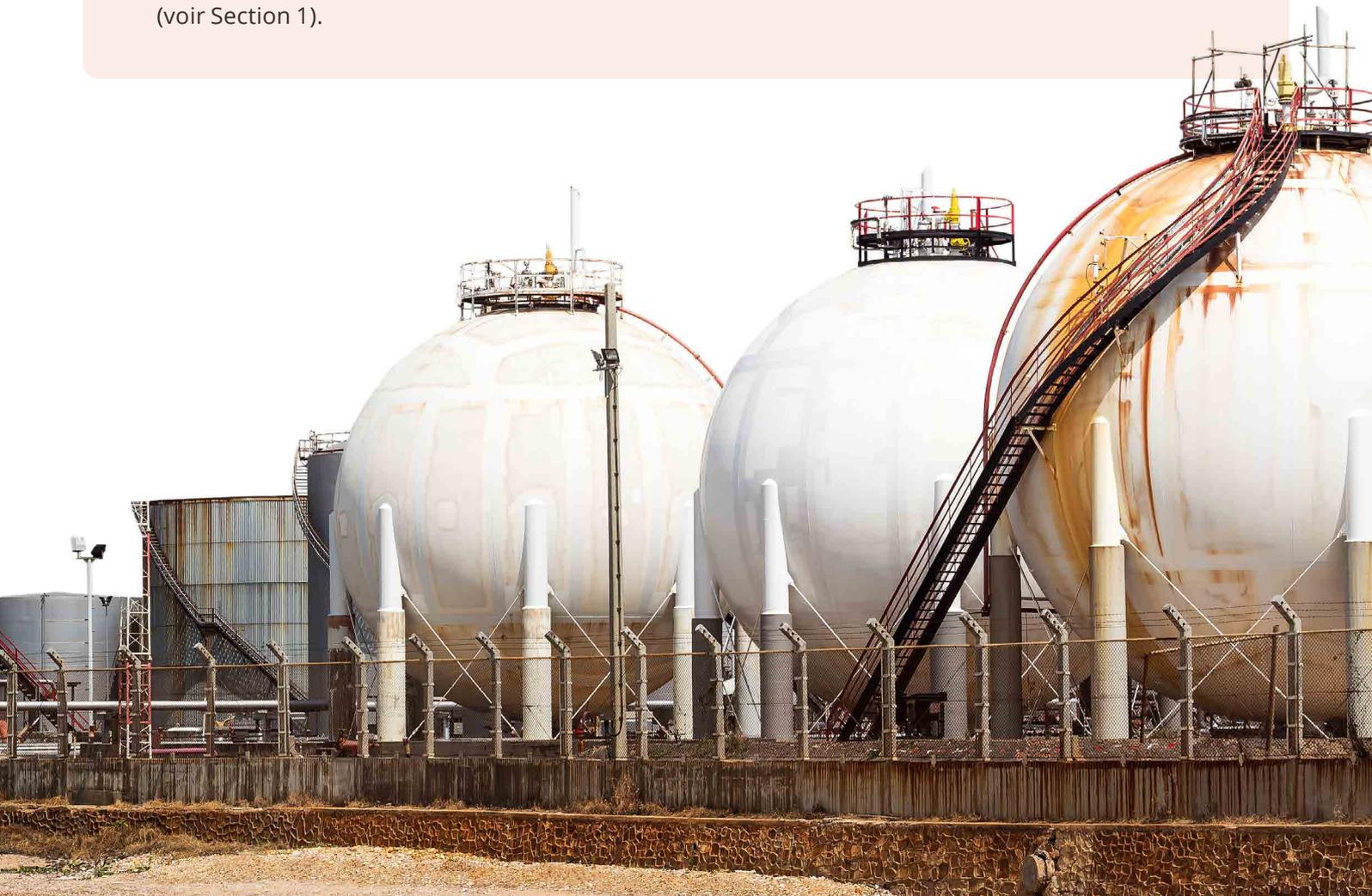




ENCADRÉ 6

LE GAZ NATUREL LIQUÉFIÉ (GNL), UNE « SOLUTION » PROBLÉMATIQUE

- L'extraction, le transport, la liquéfaction et la regazéification du GNL émettent presque autant de GES que la combustion du gaz fossile lui-même.²⁵⁹ L'impact environnemental de chaque unité d'énergie transportée sous forme de GNL est donc doublé. En outre, les émissions de GES du GNL sont 33 % plus nocives que celles du charbon en raison des fuites persistantes de méthane lors de la combustion du GNL à bord des navires.²⁶⁰
- À titre de comparaison, les émissions de GES de l'énergie solaire sur l'ensemble de son cycle de vie représentent moins de 7 % de celles du GNL, tandis que l'énergie éolienne génère moins de 2 % des émissions du GNL.
- À elles seules, les exportations américaines de GNL provoquent des dommages climatiques dont le coût humain et environnemental était estimé à 8,1 milliards de dollars en 2019. À l'horizon 2030, les États-Unis devraient tripler leurs exportations, dont les « coûts réels » pourraient alors atteindre 30,5 milliards de dollars.²⁶¹
- Ces coûts réels comprennent notamment les graves répercussions de l'extraction et l'expansion du GNL sur les communautés côtières et les écosystèmes marins. Aux États-Unis, la mauvaise qualité de l'air à proximité des installations de GNL touche particulièrement les communautés racisées. Dans d'autres pays, tels que le Mexique, les Philippines, le Mozambique et le Brésil, l'expansion des installations de GNL constitue une menace pour les écosystèmes marins locaux et mondiaux, ainsi que pour les communautés autochtones et locales.²⁶²
- Stimulé par l'engouement autour de l'ammoniac, le développement du GNL ne fait que renforcer la dépendance aux combustibles fossiles étant donné qu'il est produit à partir de gaz fossile (voir Section 1).



REMÉDIER AUX COMBUSTIBLES FOSSILES DANS LES CUISINES ET LES CHÂÎNES DU FROID

solutions incrémentales ou fallacieuses ?

3





Quel est le problème ?

Plus d'un tiers de la population mondiale, entre 2,3 et 2,8 milliards de personnes en 2020, utilise des combustibles solides très polluants comme le bois, le charbon de bois et des déjections animales pour cuisiner.^{263,264} La dépendance à ces combustibles est particulièrement marquée en Afrique subsaharienne, où plus de 80 % de la population cuisine encore à l'aide de combustibles polluants.²⁶⁵ Faute de mesures adéquates, cette situation persistera jusqu'en 2030.

La collecte et la combustion de bois et de charbon de bois pour la cuisine et le chauffage sont responsables d'environ 2 % des émissions annuelles de GES d'origine anthropique, principalement sous la forme de dioxyde de carbone et de carbone suie.^{266,267} Ces combustibles produisent également des polluants nocifs tels que des particules en suspension, du monoxyde de carbone et divers composés organiques volatils. Or, l'exposition chronique à ces polluants est liée à de graves maladies respiratoires et cardiovasculaires et contribue à 3,2 millions de décès prématurés chaque année.²⁶⁸ L'utilisation de biomasse et de combustibles fossiles pour la cuisine constitue également un facteur important, mais souvent négligé, de stress thermique dans les villes, en particulier dans les pays à faible revenu.²⁶⁹

Ces effets délétères frappent principalement les femmes et les enfants. En effet, les femmes sont plus concernées par les risques accrus de maladies liées à la chaleur car elles cuisinent trois fois plus que les hommes et sont donc davantage exposées aux températures élevées dans les espaces de cuisson.²⁷⁰ Les femmes et les enfants représentent également 60 % des décès imputables à la pollution de l'air intérieur dans le monde.²⁷¹ En outre, les travaux pénibles de collecte de charbon de bois, de déjections animales et de bois de chauffage incombent bien souvent aux femmes et aux enfants. Selon la Banque mondiale, l'incidence néfaste des combustibles de cuisson polluants sur la santé, l'environnement et l'égalité des genres, représente un coût de 2 400 milliards de dollars par an.²⁷²

La transition vers des combustibles de cuisson plus propres peut en partie passer par le remplacement des combustibles solides par des combustibles fossiles gazeux, tels que le gaz de pétrole liquéfié (GPL). D'ailleurs, l'accroissement de la production de GPL ne nécessite pas d'investissements substantiels dans les infrastructures. Cependant, toute combustion de gaz à l'intérieur d'une habitation émet des polluants nocifs pour le climat et la santé humaine.^{273,274,275}

Les particules en suspension et les oxydes d'azote émis peuvent exacerber les maladies respiratoires, en particulier chez les enfants. C'est pourquoi certains gouvernements, en Europe et aux États-Unis, mettent en place des politiques visant à progressivement abandonner la cuisson au gaz, désormais moins courante que la cuisson électrique (39 % contre 45 %).²⁷⁶

Outre la cuisson, la réfrigération constitue un autre pan de la chaîne alimentaire à l'empreinte énergétique considérable. Bien que seuls 40 % des aliments



Le gaz de pétrole liquéfié est un combustible fossile. L'ensemble de sa chaîne d'approvisionnement a une empreinte climatique considérable. Sa combustion est certes plus propre que celle des combustibles solides, mais elle pollue tout de même.

Christa Roth
Podcast [Fuel to Fork](#)

nécessitent d'être réfrigérés, les réfrigérateurs et les congélateurs consomment environ 15 % de la production mondiale d'électricité.²⁷⁷ Ils représentent même près de 40 % de la consommation d'énergie des supermarchés et du secteur de la vente au détail plus largement.²⁷⁸ À ce titre, les rayons réfrigérés ouverts, courants dans les magasins de détail, peuvent consommer jusqu'à cinq fois plus d'énergie que les unités fermées.²⁷⁹

La chaîne du froid affecte également le climat par son inefficacité. Au niveau mondial, 620 millions de tonnes de nourriture sont perdues chaque année faute de réfrigération suffisante.²⁸⁰ Dès lors, l'ensemble de l'énergie, des ressources et des intrants investis tout au long du cycle de vie de cette nourriture est gaspillé. Cette tendance est particulièrement prononcée dans les pays à faible revenu, où seuls 20 % des denrées périssables sont réfrigérées.²⁸¹ Selon les estimations, l'inefficacité des chaînes du froid génère plus du triple des émissions annuelles de GES du Canada.²⁸²



Réduire de moitié les pertes et le gaspillage alimentaire dans l'intégralité de la chaîne d'approvisionnement permettrait d'éviter jusqu'à 8 % des émissions annuelles de GES.^{283,xx}

Les défaillances de la chaîne du froid et du stockage des denrées alimentaires ont également des répercussions considérables sur le plan socio-économique. De fait, l'une des principales causes de perte alimentaire dans les pays à faible revenu est le manque de réfrigération (37 % en Afrique subsaharienne), et ce principalement dans la phase critique du « premier kilomètre » entre la récolte et la transformation.²⁸⁴

Les agriculteur.rice.s perdent par conséquent une part importante de leurs produits et peuvent donc se voir contraint.e.s de les vendre hâtivement à des prix défavorables. Dans les pays du Sud, ces pertes après la récolte coûtent jusqu'à 15 % du revenu des petites exploitations agricoles.²⁸⁵ Aussi compromettent-elles la sécurité alimentaire aux niveaux local et national. Dans les pays du Nord, une large proportion du gaspillage alimentaire (et des coûts associés pour le climat) se produit plus en aval de la chaîne, sous l'effet conjugué des pratiques des détaillants et du comportement des consommateur.rice.s.

LA TRANSITION VERS DES CHAÎNES DU FROID EFFICACES, DES COMBUSTIBLES DE CUISSON PLUS PROPRES ET DES CUISINES ÉLECTRIFIÉES

Quelles sont les principales pistes pour rendre les cuisines, les chaînes du froid et la réfrigération plus propres ?

Il convient de noter d'emblée que la définition de « cuisine plus durable » est dynamique et varie selon les contextes. En ce qui concerne la réfrigération, le débat porte principalement sur la résorption de l'écart entre les pays à faible revenu et à revenu élevé d'une part, et d'autre part sur l'amélioration des chaînes du froid pour qu'elles répondent aux meilleures pratiques.

Les pays développés, où la réfrigération est déjà largement répandue, se concentrent sur la conversion des réseaux électriques aux énergies renouvelables, sur l'amélioration de l'efficacité et sur la réduction du gaspillage alimentaire dans le commerce de détail. Pour ce faire, ils peuvent adopter des pratiques et des technologies à haut rendement énergétique.

La cuisson connaît un éventail tout aussi large de défis. Tout d'abord, la cuisson au gaz est plus propre que la combustion de la biomasse et du kérosène. Le passage à la cuisson au gaz fossile dans les régions encore largement tributaires des combustibles solides serait bénéfique à bien des égards.

Cela pourrait réduire la pollution de l'air à l'intérieur des habitations, permettre une combustion plus efficace et diminuer les émissions de GES, tout en mettant un terme à la dégradation de l'environnement et aux inégalités entre hommes et femmes associées à la collecte de charbon de bois et de bois de chauffage.²⁸⁶

D'autres régions pourraient se concentrer sur le passage de la cuisson au gaz à la cuisson électrique, en particulier à induction, avec pour objectif à terme que l'électricité utilisée soit produite par des énergies renouvelables. Cette transition permettrait d'éliminer la pollution atmosphérique nocive émise par les cuisinières à gaz.²⁸⁷ Sur le plan énergétique, les cuisinières à induction sont d'ailleurs trois fois plus efficaces que les cuisinières à gaz et 10 % plus efficaces que les cuisinières électriques traditionnelles.²⁸⁸ Il n'est donc pas surprenant qu'environ 40 % des plans nationaux d'action pour le climat fassent référence aux modes de cuisson.²⁸⁹ Outre ces méthodes, les cuiseurs solaires présentent un fort potentiel pour accélérer la transition vers une cuisson propre, en particulier dans les pays à faible revenu.

xx Les pourcentages indiqués se rapportent aux émissions annuelles de gaz à effet de serre de 2019, qui ont atteint 57,4 gigatonnes d'émissions d'équivalent CO₂. Ce chiffre est tiré de la base de données EDGAR, la plus complète sur les émissions mondiales de gaz à effet de serre jusqu'à l'année 2019. Voir PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. (2020). [Trends in global CO₂ and total greenhouse gas emissions: 2020 Report](#).



Ces solutions sont-elles viables et potentiellement transformatrices ?

Pour commencer, les améliorations de la chaîne du froid semblent viables et présentent un fort potentiel. Si les pays à faible revenu disposaient d'un meilleur accès à la réfrigération, ils pourraient éviter jusqu'à 25 % des pertes alimentaires dues à l'insuffisance des infrastructures de stockage frigorifique.²⁹⁰ À cet égard, combler l'écart entre les pays à revenu élevé et ceux à faible revenu permettrait de réduire de moitié l'ensemble des émissions liées à la réfrigération et aux pertes alimentaires (même en tenant compte de la consommation accrue d'énergie liée au prolongement de la chaîne du froid).²⁹¹ La consommation de combustibles fossiles pourrait également diminuer à mesure que les réseaux électriques passeront aux énergies renouvelables.



Une cuisinière à induction est efficace à 90 %. En revanche, pour chaque dollar dépensé dans du gaz, pas plus de 35 cents sont effectivement utilisés.

Chef Chris Galarza
Podcast [Fuel to Fork](#)

Malgré la réticence des entreprises à changer de modèle, le secteur de la vente au détail offre également des solutions intéressantes à portée de main. En effet, les commerces alimentaires pourraient réduire leur consommation d'énergie de moitié en adoptant des mesures simples aux rayons réfrigérés : ajouter des portes, mieux les entretenir ou investir dans des technologies de réfrigération à haute efficacité énergétique.²⁹² Ces efforts pourraient s'accompagner de politiques publiques en faveur d'un étiquetage plus clair des différentes dates et de la sensibilisation des consommateurs. Ces mesures pourraient contribuer à minimiser le gaspillage et ainsi procurer des avantages considérables, tant sur le plan environnemental qu'économique.

Toutefois, l'efficacité énergétique et la décarbonation des sources d'énergie ne figurent pas parmi les priorités de la plupart des détaillants, car l'énergie ne représente qu'une petite partie des coûts de production dans le secteur.²⁹³ C'est pourquoi les entreprises se contentent souvent d'améliorations minimales, faute d'être incitées à modifier radicalement leurs modèles économiques. À titre d'exemple, de nombreuses preuves soutiennent que Kroger, l'un des plus grands acteurs de la grande distribution aux États-Unis, a besoin de recruter du personnel, de réparer des infrastructures et de moderniser ses magasins. Pourtant, au lieu d'investir dans ces domaines ou dans l'énergie propre, l'entreprise a choisi de privilégier les actionnaires, en procédant à un rachat d'actions à hauteur de 7,5 milliards de dollars en 2024.²⁹⁴

En ce qui concerne la cuisine, les pistes sont plus variées et plus complexes, mais potentiellement encore plus transformatrices. Si, à l'horizon 2040, le monde entier abandonne totalement les combustibles polluants au profit d'alternatives plus propres, telles que le gaz de pétrole liquéfié (GPL) et la cuisson électrique, la cuisson pourrait émettre jusqu'à 40 % d'émissions de GES en moins par rapport aux niveaux de 2018.²⁹⁵ Il est d'ailleurs encourageant de constater que le nombre de personnes ayant recours aux combustibles polluants devrait passer de 2,3 milliards à 1,9 milliard d'ici à 2030.²⁹⁶ Lorsque le réseau électrique repose sur des combustibles fossiles, le GPL et la cuisson électrique présentent le même potentiel de réduction d'émissions. Cependant, à mesure que les énergies renouvelables gagnent du terrain, la cuisson électrique pourrait permettre des réductions plus importantes à long terme, voire une empreinte carbone quasiment nulle au bout du compte.





Nous devons porter un regard critique sur la réfrigération et moins l'employer inutilement. Il faut par exemple cesser d'utiliser autant de réfrigérateurs pour vendre des boissons gazeuses.

Errol Schweizer
Podcast [Fuel to Fork](#)

Dans les pays à faibles revenus, les cuiseurs solaires et solaires-électriques (hybrides) offrent également la possibilité de réduire la dépendance aux combustibles solides nocifs ou à d'autres systèmes de cuisson à base de combustibles fossiles. En 2021, environ quatre millions de cuiseurs solaires avaient été distribués dans le monde.²⁹⁷ Les nouveaux cuiseurs solaires-électriques hybrides, quant à eux, seront bientôt viables d'un point de vue commercial. Le HCR les a testés avec succès dans le cadre de projets pilotes menés dans différents contextes, notamment auprès de personnes déplacées.²⁹⁸ L'Inde a également déployé une nouvelle technologie de cuiseur solaire-électrique en 2023, avec pour objectif d'atteindre 30 millions de ménages au cours des premières années du programme.²⁹⁹

Bien que l'adoption de la cuisson électrique dans les milieux à faibles revenus se heurte encore à certains obstacles (notamment les coûts initiaux élevés), les premières données suggèrent que les cuiseurs hybrides solaires-électriques seraient adaptés à ces contextes.³⁰⁰ Ils pourraient aider à surmonter certaines des difficultés que posent les cuiseurs solaires, notamment la lenteur de la cuisson et le caractère intermittent de l'énergie solaire.

Les autorités ont également un rôle à jouer : elles pourraient fixer des normes plus strictes concernant les polluants atmosphériques, encourager l'électrification ou encore modifier les règles d'urbanisme pour inciter les promoteurs à construire des bâtiments équipés entièrement d'appareils électriques. À titre d'exemple, les États de Washington et de New York exigent que les nouveaux bâtiments répondent à des normes strictes en matière d'efficacité énergétique.^{301,302,303}

Plus concrètement, l'État de New York a interdit le chauffage et la cuisson au gaz fossile, ce qui incite à renforcer l'offre de solutions de cuisson plus propres sur le marché.

Toutefois, ces mesures se heurtent souvent à une résistance farouche de la part de l'industrie des combustibles fossiles. À Berkeley, première ville américaine à interdire les raccordements au gaz dans les nouvelles constructions, l'industrie est même parvenue à faire annuler la mesure.³⁰⁴ Partout aux États-Unis, l'industrie gazière crée des associations de toutes pièces qui s'infiltrent dans les organisations locales, déploient des influenceurs sur les réseaux sociaux et bombardent les communautés de messages pour semer le doute et la controverse sur les interdictions de gaz fossile.³⁰⁵

Malgré l'urgence, la cuisson propre est loin de bénéficier du soutien financier et politique nécessaire pour atteindre l'Objectif de Développement Durable n° 7 : garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable. Selon les estimations de ses partisans, il faudrait pour ce faire investir au moins 5 milliards de dollars dans le secteur de la cuisson propre à l'horizon 2025, 10 milliards de dollars à l'horizon 2027 et 20 milliards de dollars à l'horizon 2030.³⁰⁶ En 2020, 51 millions de dollars ont été alloués aux fourneaux améliorés, tandis que les investissements dans la cuisson électrique s'élevaient à moins de 5 millions de dollars.³⁰⁷ Faute de financement accru et équitable, ces technologies continueront à se diffuser de manière lente et inégale et représenteront un manque à gagner sur les plans sanitaire, social et environnemental.



Le terme « gaz naturel » a été inventé par les entreprises. En le présentant comme totalement inoffensif, l'industrie est parvenue à rendre normale l'utilisation d'un gaz toxique pour cuisiner à la maison.

Anna Lappé
Podcast [Fuel to Fork](#)

CONCLUSION

comment sortir les combustibles fossiles de nos systèmes alimentaires ?

4





LES DANGERS DU « SOLUTIONNISME TECHNOLOGIQUE » ET L'IMPÉRATIF D'UNE TRANSFORMATION

Certaines des « solutions » plébiscitées aujourd'hui risquent en réalité de perpétuer la dépendance des systèmes alimentaires aux combustibles fossiles pour les décennies à venir. Pourtant, leur mise en œuvre ne se fait pas attendre. À ce titre, la numérisation de l'agriculture s'avère particulièrement problématique. En effet, elle entraîne l'expansion rapide de centres de données très énergivores et se fonde sur le recours perpétuel aux engrais et pesticides chimiques à base de ressources fossiles, bien qu'elle permette des épandages plus précis. Les plateformes d'agriculture numérique alimentent en données les nouvelles générations de machines agricoles, qui consomment toujours des combustibles fossiles. C'est notamment le cas des nouveaux tracteurs, dont la durée de vie s'étend de 20 à 30 ans. Nombre de ces innovations dites « de rupture » reposent en outre sur des systèmes de culture de produits de base, gourmands en intrants chimiques et largement subventionnés par les pouvoirs publics.³⁰⁸

Malgré les inquiétudes croissantes et les résultats décevants, la production d'hydrogène et d'ammoniac « bleus » bénéficie d'un soutien grandissant des autorités, qui y voient des solutions de captage et de stockage du carbone (CSC). Pourtant, elle nécessite la construction d'importantes infrastructures qui renforcent la dépendance aux combustibles fossiles à long terme.

D'autre part, bon nombre des stratégies de substitution, telles que l'ammoniac « vert » et les bioplastiques, ne résolvent pas le fond du problème. L'ammoniac vert ne contribue en rien à réduire la pollution azotée qui affecte l'air, les sols et l'eau. Les bioplastiques, quant à eux, ne sont pas aussi durables qu'on le prétend puisqu'ils se biodégradent difficilement et contiennent des milliers de produits chimiques de synthèse tout aussi préjudiciables pour la santé et l'environnement que les plastiques conventionnels. Ces deux solutions nécessitent en outre de vastes quantités de terres et de ressources naturelles, ce qui aggrave la concurrence pour les terres et compromet d'autres objectifs de développement durable.

La prévalence de ces « solutions » est le fruit d'un paradigme d'innovation biaisé et de plus en plus privatisé. Le déclin des investissements publics dans la recherche et le développement agricoles (R&D) a permis au secteur privé de l'orienter vers ses propres intérêts, en particulier ceux des entreprises agro-industrielles et technologiques. Or, ces entreprises établissent leurs priorités en matière de R&D en s'intéressant à la rentabilité et non à l'intérêt général. Dans leur paradigme, l'innovation vise à préserver la demande en intrants propriétaires, tels que les produits agrochimiques et les semences génétiquement modifiées, plutôt qu'à trouver des solutions pour abandonner ces produits.

Ce paradigme écarte les approches visant une transformation fondamentale des systèmes alimentaires par le biais d'une combinaison d'innovations technologiques, sociales et organisationnelles. Il favorise en outre la déréglementation des produits et des processus afférents, ce qui restreint encore davantage le contrôle public de ces technologies. Les entreprises limitent ainsi la participation démocratique et leur responsabilité. Force est de constater que le paradigme dominant qui régit l'innovation néglige donc totalement les questions d'intérêt général, c'est-à-dire l'équité, la durabilité et la résilience à long terme. C'est ce qu'explorera justement le prochain rapport d'IPES-Food sur les trajectoires de l'innovation.

En outre, **les « solutions » high-tech dominantes suscitent une consolidation sans précédent et préoccupante du pouvoir.** Les plateformes d'agriculture numérique confèrent un contrôle sans précédent aux grandes entreprises technologiques et agro-alimentaires, un risque que posent également les nouvelles technologies de génie génétique et de biologie de synthèse. Cette concentration du pouvoir n'est pas fortuite ; ces entreprises s'efforcent de la renforcer grâce à l'influence croissante dont elles bénéficient sur l'échiquier politique. À mesure que les systèmes alimentaires se plient aux priorités des entreprises, la convergence des intérêts des industries de l'agro-alimentaire, de la technologie et des combustibles fossiles fait peser une lourde menace sur la gouvernance démocratique et la responsabilité publique.



Aujourd'hui, l'agro-industrie dépense plus en lobbying auprès du Congrès américain que le secteur des combustibles fossiles.³⁰⁹ Lorsque les délégations nationales se réunissent dans le cadre de négociations mondiales sur le climat et les matières plastiques, les lobbyistes sont bien souvent plus nombreux que les délégués et recourent à l'obstruction, à la désinformation et à l'intimidation pour endiguer tout progrès (voir Encadré 7). Ils dominent les espaces de décision et réduisent au silence les communautés de première ligne et l'intérêt général.

Ces tactiques employées par les grandes entreprises alimentaires, identiques à celles des compagnies pétrolières et gazières, visent à affaiblir voire bloquer les réglementations, qu'il s'agisse de mesures de santé publique ou de protection de l'environnement.³¹⁰

Il convient de reprendre le contrôle des politiques alimentaires et énergétiques et de replacer l'équité et la durabilité au cœur de l'innovation. À défaut, les « solutions » proposées par les entreprises ne feront qu'aggraver les crises qu'elles prétendent résoudre.



Les structures de pouvoir qui régissent les systèmes alimentaires sont si inégales que nous sommes sur une pente extrêmement glissante où les acteurs du système, qui pèsent plusieurs milliards de dollars, ne cessent de nous inciter à adopter leurs pseudo-solutions hors de prix.

Darrin Qualman
Podcast [Fuel to Fork](#)





ENCADRÉ 7

COMMENT LES LOBBYISTES DE L'INDUSTRIE FONT DÉRAILLER LES ACCORDS MONDIAUX SUR LE CLIMAT ET LES PLASTIQUES

Le traité mondial contre la pollution plastique est une initiative menée par les Nations unies qui vise à établir un accord juridiquement contraignant pour lutter contre la pollution engendrée par les plastiques tout au long de leur cycle de vie, de leur production à leur fin de vie. Malheureusement, après deux ans de négociations, les pourparlers ont échoué en décembre 2024. Cet échec découle principalement du refus catégorique des principaux pays producteurs de pétrole, l'Arabie saoudite en tête, d'accepter tout accord limitant la production de plastique.³¹¹ L'industrie a exercé une influence écrasante sur l'issue des débats : plus de 220 lobbyistes des secteurs des combustibles fossiles et des produits chimiques ont participé au dernier cycle de négociations, ce qui fait d'eux la plus grande délégation présente.³¹² Des entreprises comme Dow et ExxonMobil comptaient le plus grand nombre de lobbyistes.

Les COP de l'ONU sur les changements climatiques sont également en proie à l'influence de l'industrie des combustibles fossiles. Lors de la COP29 en 2024, plus de 1 700 lobbyistes du secteur des combustibles fossiles ont pu accéder à la conférence, soit plus que pratiquement chacune des délégations nationales.³¹³ Le record a été battu l'année précédente, lorsque 2 456 lobbyistes du secteur des combustibles fossiles ont participé à la COP28.³¹⁴ Ils y étaient presque quatre fois plus nombreux qu'à la COP27 à Sharm el-Sheikh. D'ailleurs, la COP28 était présidée par le directeur de la compagnie pétrolière nationale des Émirats arabes unis.

Ils sont désormais rejoints par les lobbyistes de l'industrie agroalimentaire, de plus en plus actifs lors des négociations sur le climat. L'agro-industrie a envoyé 204 lobbyistes à la COP29³¹⁵ et 340 à la COP28.³¹⁶ Il est important de noter que près de 40 % des lobbyistes présents à la COP29 détenaient un badge de délégation nationale, ce qui leur conférait un accès privilégié aux négociations. Ils n'étaient que 5 % à la COP27.

Certes, l'accord de la COP28 appelle à une « transition vers l'abandon des combustibles fossiles dans les systèmes énergétiques ». Il s'agit d'un tournant par rapport aux textes précédents qui prenaient soin de ne pas citer de secteurs ni d'actions concrètes, mais il n'aborde toujours pas la question de l'utilisation des combustibles fossiles dans les systèmes alimentaires.³¹⁷

Il est donc essentiel de procéder à une transformation complète des systèmes alimentaires, qui ne se contente pas de changer les pratiques, mais conteste également les structures de pouvoir bien ancrées qui les façonnent.

Pour ce faire, il est crucial de démanteler le complexe agrochimique et pétrochimique, encore et toujours source de dommages écologiques, de dépendance aux combustibles fossiles et de consolidation. Il convient également de diminuer sensiblement l'utilisation de combustibles fossiles, de produits agrochimiques et de plastiques dans les systèmes alimentaires, au profit de solutions plus saines et plus durables. Les opportunités ne manquent pas à cet égard. Cette vision holistique de la transformation sera décrite après la section suivante, qui examine la condition *sine qua non* au véritable abandon des combustibles fossiles : une transition énergétique juste.



La question qui me préoccupe toujours n'est pas de savoir ce que nous pouvons substituer aux combustibles fossiles, mais plutôt quel changement structurel serait nécessaire pour les rendre inutiles.

Raj Patel
Podcast [Fuel to Fork](#)



UN SYSTÈME ALIMENTAIRE SANS COMBUSTIBLES FOSSILES DÉPEND D'UNE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE JUSTE

Dans tous les secteurs, l'abandon progressif des combustibles fossiles repose sur l'électrification de masse et la production à grande échelle d'énergie renouvelable. Le secteur alimentaire n'échappe pas à la règle ; nombre des solutions proposées dans le présent rapport requièrent de l'électricité renouvelable en abondance. C'est notamment nécessaire pour rendre la transformation alimentaire plus propre et les transports plus durables. Cette approche soulève une question essentielle : comment produire suffisamment d'énergie propre et la répartir équitablement ? En bref, **une transition énergétique juste est un prérequis pour parvenir à des systèmes alimentaires exempts de combustibles fossiles.**

La transition vers une énergie propre exige que le système énergétique se restructure autour de l'électricité produite à partir de sources renouvelables. Elle doit en devenir la clé de voûte grâce à des améliorations majeures en matière d'efficacité énergétique et de stockage de l'énergie. Une plus grande efficacité énergétique permet d'amoindrir la demande mondiale en énergie et ainsi de soulager la pression sur les infrastructures d'énergie renouvelable, en plus de renforcer la résilience et d'accélérer la transition. Pour garantir la fiabilité des sources d'énergie intermittente, notamment éolienne et solaire, il convient de renforcer les capacités de stockage des batteries, l'offre pour répondre à la demande et la flexibilité du réseau.³¹⁸ À ce titre, les technologies de batteries se doivent de progresser rapidement en qualité et en quantité, notamment du point de vue de leur composition chimique et de leur recyclage.³¹⁹ En outre, les récentes pannes d'électricité en Espagne et au Portugal ont montré que les réseaux électriques actuels ne sont pas en mesure de prendre en charge la production accrue d'énergie renouvelable et qu'il est essentiel de les moderniser.^{320,321}

La transition vers les énergies renouvelables est d'autant plus importante qu'elles gagnent en compétitivité. En 2023, 96 % des nouvelles installations de capacités solaires et éoliennes terrestres ont coûté moins cher que les nouvelles centrales au charbon et au gaz fossile, et trois quarts des nouveaux projets solaires et éoliens ont fourni une électricité moins coûteuse que celle produite par les installations existantes utilisant des combustibles fossiles.³²²



La combustion du charbon et du gaz naturel sert principalement à produire de l'électricité. C'est quelque chose que nous pouvons changer. Mais la façon dont nous mobilisons les capitaux pour assurer une transition rapide et juste relève du politique.

Gabe Eckhouse
Podcast [Fuel to Fork](#)

En 2024, l'énergie propre représentait plus de 40 % de la production mondiale d'électricité, grâce à une croissance record des énergies renouvelables et particulièrement de l'énergie solaire.³²³

Malgré ces avancées, la demande mondiale d'énergie croît toujours plus rapidement que la production d'énergie propre, les défis liés au changement climatique s'aggravent et les émissions augmentent sans relâche.³²⁴ Les vagues de chaleur de 2024 ont suscité une explosion de la demande en systèmes de refroidissement, causant une hausse de 4 % de la demande d'électricité, bien au-delà de la hausse de 2,6 % enregistrée en 2023.³²⁵ Par conséquent, la production d'électricité à base de ressources fossiles a augmenté, à tel point que le secteur a atteint des niveaux d'émissions record. Si l'efficacité énergétique ne progresse pas considérablement, la transition vers les énergies propres restera une course dont la ligne d'arrivée ne cesse de s'éloigner.



En outre, la production, le stockage et la transmission des énergies renouvelables reposent sur des « minerais de transition » tels que le lithium, le cobalt et les terres rares. Or, leur extraction présente des risques environnementaux, bafoue les droits humains, menace la biodiversité et peut entraîner des conflits autour des terres et des ressources.^{326,327}

C'est le cas en République démocratique du Congo, un pays en proie à des conflits civils dévastateurs étroitement liés à sa richesse en « minerais de transition ». À l'instar de l'extraction des combustibles, l'accès aux « minerais de transition » façonne désormais la géopolitique mondiale et suscite de nouvelles dépendances préjudiciables, ce que démontre le cas de l'Ukraine.^{xxi}

Il convient de noter que la croissance de la demande d'énergie est également stimulée par des technologies telles que les centres de données et l'intelligence artificielle. Des questions se posent donc quant aux réels bénéficiaires d'une production accrue d'énergie et à la manière dont l'équité peut être assurée dans la transition mondiale vers les énergies renouvelables.

Ces défis sont d'autant plus grands que les relations Nord-Sud demeurent très inéquitables.

Bien qu'ils se soient engagés à montrer la voie de l'abandon progressif des combustibles fossiles dans le cadre de l'Accord de Paris, les pays à revenu élevé accordent un nombre record de licences pétrolières et gazières et échouent systématiquement à atteindre les objectifs climatiques (voir Encadré 8).³²⁸ Il en va de même pour l'aide financière qu'ils apportent aux pays à faible revenu pour l'adaptation au climat et les transitions énergétiques. Par conséquent, les pays à faible revenu se heurtent toujours à des coûts prohibitifs tandis que les pays du G20 représentent près de 90 % de la capacité mondiale de production d'énergie renouvelable à ce jour.³²⁹ Selon les estimations de la CNUCED, il faudrait 5 800 milliards de dollars par an pour que 48 pays en développement opèrent cette transition vers l'énergie propre, soit environ 20 % de leur PIB cumulé.³³⁰



Plus de la moitié des minerais nécessaires à la transition énergétique se trouvent sur les terres de peuples autochtones et paysans ou à proximité. La transition vers l'énergie verte doit donc être décolonisée. Nous ne voulons pas remplacer une forme d'exploitation par une autre.

Nnimmo Bassey
Podcast [Fuel to Fork](#)

Les pays à faible revenu supportent également de manière disproportionnée les coûts liés à l'extraction des minerais critiques. Ce sont souvent les peuples autochtones qui en font les frais, alors même qu'ils ne bénéficient pas de l'énergie renouvelable que ces minerais contribuent à produire. Pis, cet extractivisme risque grandement de s'aggraver au cours des prochaines décennies pour atteindre des proportions inédites : les matières premières afflueront du Sud vers le Nord et les technologies polluantes du Nord vers le Sud.



L'avenir de la planète est indissociable de celui de la classe ouvrière. À défaut de le reconnaître, les solutions pour le climat ne feront que pénaliser cette classe

Raj Patel
Podcast [Fuel to Fork](#)

xxii À l'heure où nous écrivons ces lignes, les garanties de sécurité des États-Unis à l'égard de l'Ukraine restent subordonnées à l'accès au pétrole, au gaz, au charbon et aux minerais ukrainiens (y compris les terres rares). Ces exigences démontrent le caractère géopolitique que revêtent les combustibles fossiles et les minerais critiques ainsi que la prévalence des intérêts des grandes puissances en ce qui concerne l'exploitation future de ces ressources, au détriment d'autres préoccupations. Voir Democracy Now! (1 mai 2025). . [Is Trump's "Minerals Deal" a Fossil Fuel Shakedown? Antonia Juhasz on New U.S.-Ukraine Agreement](#).



Il est donc crucial que les efforts visant à abandonner progressivement les combustibles fossiles, dans les systèmes alimentaires comme dans d'autres secteurs, s'inscrivent dans le cadre d'une transition énergétique juste. Pour ce faire, il convient d'adopter des stratégies prudentes pour mettre fin progressivement à l'extraction des combustibles fossiles et accélérer les progrès en

matière d'électrification, d'efficacité énergétique et de capacités de stockage des batteries. Ces stratégies doivent par ailleurs tenir compte des risques associés à ces mesures et garantir l'équité de la transition énergétique en répartissant les responsabilités de manière proportionnée entre les régions du monde (voir Encadré 9).

ENCADRÉ 8

POURQUOI LES PAYS LES PLUS PUISSANTS ÉCHOUENT À ABANDONNER LES COMBUSTIBLES FOSSILES

Les économies diversifiées et riches, notamment **le Royaume-Uni, les États-Unis, le Canada, la Norvège et l'Australie**, sont les mieux placées pour abandonner les combustibles fossiles au profit des énergies renouvelables. Cependant, au lieu de prendre la tête du mouvement, ces pays ne cessent d'extraire davantage de combustibles fossiles.³³¹ Ils ont octroyé à cet effet 825 nouvelles licences d'exploitation de pétrole et de gaz en 2023, un record. À eux seuls, ces cinq pays ont délivré plus de deux tiers de toutes les nouvelles licences pétrolières et gazières accordées dans le monde depuis 2020. Rien qu'aux États-Unis, 688 nouveaux projets de combustibles fossiles ont vu le jour en 2025, y compris des oléoducs et des centrales électriques, balayant les examens environnementaux et l'opinion publique d'un revers de la main.³³²

Dans le même temps, des économies émergentes telles que **l'Inde et la Chine** investissent massivement dans l'expansion rapide de leur production de combustibles fossiles. Tant et si bien qu'en 2022, le total des subventions aux combustibles fossiles des pays du G20 a atteint le chiffre record de 1 000 milliards de dollars, soit plus de quatre fois le niveau de 2021.³³³ Ces subventions font principalement suite aux pressions exercées par les consommateurs qui exigeaient que leurs autorités compensent les prix élevés des combustibles fossiles. Certes, l'Inde cherche à augmenter sa capacité solaire et éolienne, mais le pays progresse lentement et ne s'est pas engagé à abandonner le charbon. Au contraire, la production et les importations de charbon ont atteint un niveau record au début de l'année 2024, stimulées par l'augmentation de la demande d'électricité pendant les vagues de chaleur extrême.³³⁴ Il apparaît clairement que le mix énergétique de l'Inde dépend encore largement du charbon, qui bénéficie toujours de subventions et d'incitations fiscales. Le pays prévoit même des projets d'expansion de l'exploitation minière nationale. Dans l'ensemble, l'Inde fait la part belle aux combustibles fossiles et leur octroie des subventions huit fois supérieures à celles accordées aux énergies renouvelables.³³⁵ La Chine, quant à elle, a dépassé son objectif de déploiement de l'énergie éolienne et solaire à l'horizon 2030 avec six ans d'avance, sans pour autant détrôner le charbon, principale source d'énergie et d'émissions du pays.³³⁶ En effet, malgré une chute de 83 % du nombre de nouveaux permis octroyés à des projets liés au charbon au début de l'année 2024, de multiples projets approuvés en 2022 et 2023 sont toujours en cours.³³⁷

En somme, les gouvernements ne cessent d'accélérer la production de combustibles fossiles en dépit de leurs engagements en vertu de l'Accord de Paris, qui appelle à rejeter immédiatement tout nouveau projet de combustibles fossiles et à drastiquement réduire la production actuelle.^{338,xxii} Pis, les gouvernements prévoient encore, à l'horizon 2030, de produire plus du double de la limite qui permettrait de contenir le réchauffement climatique à 1,5 °C.³³⁹ Pourtant, il suffirait de rediriger les 570 milliards de dollars qui seront alloués chaque année à de nouveaux projets pétroliers et gaziers d'ici à 2030 vers l'énergie éolienne et solaire pour combler entièrement le déficit d'investissement et ainsi atteindre les objectifs climatiques fixés pour ces énergies renouvelables.³⁴⁰

xxii Les États-Unis sont le seul pays à s'être officiellement retiré de l'Accord de Paris sur le climat. Après un retrait officiel en 2020 suivi d'un retour en 2021, ils ont à nouveau annoncé leur retrait en janvier 2025, qui prendra effet en janvier 2026.



ENCADRÉ 9

LES CADRES INTERNATIONAUX EN FAVEUR D'UNE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE JUSTE

Lors de la COP27, le sommet de l'ONU sur les changements climatiques de 2022, les gouvernements de Tuvalu et de Vanuatu ont proposé un cadre d'action collective novateur : le **Traité de non-prolifération des combustibles fossiles**. Cette proposition d'accord international appelle de ses vœux des efforts coordonnés à l'échelle mondiale pour mettre un terme à l'expansion de la production de combustibles fossiles, cesser progressivement et équitablement l'extraction existante et investir davantage dans les énergies renouvelables et dans une transition juste. Le traité s'attaque directement à la réalité politique, qui veut qu'aucun pays ne souhaite s'engager seul à réduire sa production tant que d'autres continuent d'en profiter. À ce jour, 135 villes et autorités infranationales, plus de 3 390 organisations et institutions et des centaines d'élus ont exprimé leur soutien à l'initiative, qui jouit d'une reconnaissance grandissante.

L'édition 2024 des Examens de *l'équité de la société civile*, intitulée « **Partage équitable, finances, transformation** », a été quant à elle approuvée par près de 350 groupes de la société civile. Ce rapport évalue les engagements climatiques nationaux à l'horizon 2035 et fixe des critères d'équité pour la répartition des responsabilités concernant la réduction des émissions et l'abandon progressif des combustibles fossiles. Il propose un cadre de transition juste qui protège les travailleur.euse.s, les communautés et les personnes les plus touchées par les effets du climat. En outre, le rapport explique que le monde dispose déjà des ressources financières nécessaires à la garantie d'une transition juste et présente les multiples sources de financement potentielles de la lutte contre le changement climatique. Il détaille également les réformes à court et à long terme qui permettraient de mettre fin à la dépendance aux combustibles fossiles et de remédier à l'aggravation des inégalités dans le monde.

En 2024, l'ONU a établi un **groupe d'experts sur les minerais essentiels à la transition énergétique** pour étudier les défis que les « minerais de transition » posent en matière d'équité, de transparence, d'investissement, de durabilité et de droits humains. Le groupe d'experts affirme qu'il est nécessaire de promouvoir une transition juste vers les énergies renouvelables et de tirer parti des « minerais de transition » pour soutenir le développement durable. Il insiste également sur l'importance de garantir la juste rétribution économique des pays et communautés riches en minerais, notamment par une création de valeur à l'échelon local qui préserve les intérêts environnementaux et sociaux. Enfin, il recommande de renforcer la coopération internationale par l'harmonisation des règles, normes et initiatives existantes et d'identifier les domaines dans lesquels l'action multilatérale doit être renforcée.





DES APPROCHES HOLISTIQUES POUR SORTIR LES COMBUSTIBLES FOSSILES DE NOS SYSTÈMES ALIMENTAIRES

Cette section présente les changements systémiques nécessaires pour mettre un terme à la dépendance des systèmes alimentaires aux combustibles fossiles. Ils s'inscrivent dans une vision globale et audacieuse qui cherche à transformer les modes de production, de distribution et de consommation des denrées alimentaires afin de réduire considérablement l'utilisation des combustibles fossiles à moyen terme et, en définitive, de les abandonner complètement.

Ces changements revêtent un caractère fondamental et systémique : ils impliquent une mutation profonde des pratiques, des structures économiques et des incitations politiques. Cette section met en lumière les approches transformatrices qui gagnent déjà du terrain, examine les obstacles à leur généralisation et identifie les leviers nécessaires pour accélérer leur mise en œuvre.

Transformer les pratiques agricoles pour abandonner progressivement les combustibles fossiles

Les approches systémiques de reconception de la production agricole bénéficient d'un élan considérable, soutenues par un nombre croissant d'éléments probants. Selon les estimations, près de 18% des émissions annuelles pourraient être évitées en adoptant des pratiques de production qui empêchent la conversion des terres et la dégradation des sols, et qui y remédient.³⁴¹ Un tel changement permettrait également d'accroître la fertilité des sols, de protéger les écosystèmes et de renforcer la résistance aux chocs climatiques.

C'est tout particulièrement le cas des **approches agroécologiques**, qui visent à réutiliser les matières organiques comme intrants.^{xxiii} Elles permettent de réduire considérablement la dépendance aux intrants agrochimiques, voire d'y mettre un terme si elles s'accompagnent de changements de régime alimentaire. Cela peut se faire sans recourir aux engrais azotés « bleus » et « verts » néfastes ni à des formes potentiellement risquées de génie biologique et de pesticides génétiques.

Des études montrent d'ailleurs qu'il est aujourd'hui possible de diminuer drastiquement la consommation d'azote sans affecter les rendements puisque plus de la moitié des engrais azotés appliqués aux cultures se perdent dans l'environnement.

L'agroécologie, ce n'est pas seulement passer aux intrants naturels. Il s'agit de rétablir les relations biologiques et les fonctions écologiques, de nourrir le sol et de recycler les nutriments.
Georgina Catacora-Vargas
Podcast [Fuel to Fork](#)

Dès lors, l'utilisation d'engrais azotés pourrait être fortement et immédiatement réduite en la rendant plus efficace. Ces gains d'efficacité passent par la réduction des déchets, le recyclage des nutriments, le recours aux cultures de couverture et à la rotation de cultures, ainsi que par une diminution de l'épandage dans les zones à forte consommation d'engrais.³⁴²

Cependant, une efficacité accrue ne suffit pas. Elle ne remédie ni à la dégradation des sols ni à la dépendance des agriculteur.rice.s à l'égard des intrants d'origine fossile.

xxiii L'agroécologie désigne l'application de la science de l'écologie à l'étude, la conception et la gestion des systèmes alimentaires durables, l'intégration des divers systèmes de connaissances générés par les praticiens des systèmes alimentaires et l'implication des mouvements sociaux qui favorisent la transition vers des systèmes alimentaires équitables, justes et souverains. En d'autres termes, l'agroécologie est considérée comme une science, une pratique et un mouvement social. Voir Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition. (2019). [Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition](#). FAO.

LES PRATIQUES AGROÉCOLOGIQUES QUI RENDENT LES SOLS PLUS FERTILES ET LES PRODUITS AGROCHIMIQUES INUTILES



01. LABOUR RÉDUIT	02. COMPOST	03. LÉGUMINEUSES FIXATRICES D'AZOTE	04. BIOSTIMULANTS	05. PAILLAGE	06. FUMIER	07. ROTATION DES CULTURES
08. DIVERSITÉ DES CULTURES	09. VARIÉTÉS LOCALES	10. ASSOCIATION DE CULTURES	11. AGROFORESTERIE	12. INTÉGRATION DES CULTURES ET DE L'ÉLEVAGE	13. DIVERSIFICATION	14. LUTTE ÉCOLOGIQUE CONTRE LES RAVAGEURS



En revanche, l'adoption de systèmes agroécologiques diversifiés permettrait d'éliminer progressivement les intrants agrochimiques et de rétablir la fertilité des sols au moyen de procédés écologiques. **Il existe diverses pratiques agroécologiques qui accroissent la fertilité des sols. Il s'agit notamment des cultures de couverture, des inoculants microbiens,^{xxiv} des légumineuses fixatrices d'azote, de la diversification et d'une meilleure rotation des cultures, ainsi que de l'agroforesterie et de l'intégration des cultures et de l'élevage** (voir Infographie 7).

À cet égard, la corrélation positive entre diversité des cultures et productivité a été confirmée par plusieurs études.^{343,344} Ces recherches ont analysé de nombreuses données provenant d'essais réalisés tant dans des systèmes à faible qu'à forte consommation d'intrants, en Afrique et en Europe respectivement. Les résultats démontrent que les rendements des cultures augmentent à mesure que la diversité des cultures s'accroît et que l'inclusion de légumineuses limite les besoins en engrais azotés de synthèse. Cette conclusion est corroborée par une méta-analyse mondiale de plus de 400 essais, qui a révélé que l'incorporation de légumineuses dans les rotations de cultures, en alternant diverses espèces de légumineuses et cultures de base, augmente le rendement des cultures principales.³⁴⁵

Par ailleurs, maintes pratiques agroécologiques peuvent également aider les agriculteur.rice.s à cesser d'utiliser des pesticides chimiques et à améliorer leurs rendements.^{346,347} **La lutte intégrée contre les ravageurs**, qui consiste à s'appuyer sur des méthodes naturelles de lutte contre les ravageurs et à n'utiliser les pesticides chimiques qu'en dernier recours, peut également réduire substantiellement la consommation de pesticides tout en préservant les populations de pollinisateurs.^{348,349} Dans certains cas, elle permet même d'augmenter les rendements. Cependant, cette notion de « dernier recours » relève bien souvent de la théorie. En effet, de nombreux pesticides sont encore utilisés dans le cadre de la lutte intégrée contre les ravageurs, en partie à cause du manque de clarté des définitions et de l'influence de l'industrie agrochimique.³⁵⁰

En revanche, les premières études sur les systèmes exempts de pesticides et d'engrais, tels que l'agriculture communautaire naturelle dans l'Andhra Pradesh (*Community-Managed Natural Farming*), montrent que les rendements peuvent égaler, voire dépasser, ceux de l'agriculture conventionnelle (voir Encadré 10).³⁵¹

En plus de rompre le cycle de dépendance aux intrants de synthèse, les pratiques agroécologiques permettent de renforcer la sécurité alimentaire et la nutrition au niveau des individus, des ménages et des régions, en particulier lorsque de multiples éléments de l'agroécologie sont intégrés.³⁵² Une étude menée en Équateur, par exemple, a révélé que les agriculteur.rice.s engagé.e.s dans une démarche agroécologique dépendent moins pour s'alimenter que leurs voisins qui ne le sont pas, tout en préservant des régimes plus nutritifs ancrés dans des traditions alimentaires.³⁵³

Les pratiques agricoles n'expliquent qu'en partie ces retombées positives. Elles sont étroitement liées aux réseaux sociaux et aux marchés locaux que l'agroécologie favorise, qui soutiennent à leur tour des formes d'économies solidaires et des cadres de vie sains. En tant que systèmes à faible consommation d'intrants, les modèles agroécologiques accroissent également l'autonomie des agriculteur.rice.s vis-à-vis de leurs moyens de production, ce qui leur permet de bénéficier de moyens de subsistance plus dignes et plus résilients.³⁵⁴



Le travail qui fait vivre (l'agriculture, les soins, la cuisine) est grandement sous-évalué. Nous devons redorer le blason de l'agriculture paysanne et de toutes les formes de travail du soin.

Georgina Catacora-Vargas
Podcast [Fuel to Fork](#)

xxiv Les biofertilisants, les biostimulants et les biopesticides sont des termes qui décrivent les produits d'origine biologique (provenant de bactéries, de champignons ou d'extraits de plantes) destinés à garantir la santé des plantes et à réduire la dépendance aux produits agrochimiques de synthèse. Cependant, les définitions formelles varient tandis que la commercialisation rapide et l'appropriation de ces technologies par les entreprises suscitent des inquiétudes croissantes. Cette tendance risque de renforcer la dépendance des exploitations à l'égard d'intrants externes coûteux, alors que nombre d'agriculteur.rice.s, possèdent déjà les connaissances et les moyens nécessaires pour produire localement des intrants biologiques efficaces, en particulier dans les pays du Sud. Voir AFSA. (23 avril 2023). [Are biofertilizers a part of the solution to Africa's concerns with soil health and the environment?](#) et War on Want. (12 février 2024). [Building alternatives to toxic pesticides: peasant agroecology in Kenya.](#)



Toutefois, l'abandon complet des intrants agrochimiques dans le monde entier reste impossible sans changement des régimes alimentaires. La recherche montre qu'une transition vers d'autres régimes alimentaires, plus diversifiés et moins riches en viande dans les régions qui en consomment beaucoup, permettrait de nourrir 10 milliards de personnes, sans engrais azotés de synthèse ni terres supplémentaires.³⁵⁵

En outre, les régimes alimentaires sains polluent généralement moins.³⁵⁶ Ils sont donc associés à des niveaux d'émissions plus faibles et à des bienfaits pour la santé publique. Réduire considérablement la consommation de viande dans les pays à revenu élevé et adopter des régimes alimentaires riches en fruits, légumes, céréales complètes, noix et légumineuses permettraient également d'atténuer la perte de biodiversité.³⁵⁷ À ce titre, les légumineuses jouent un rôle particulièrement important.

ENCADRÉ 10

L'AGROÉCOLOGIE EN ACTION DANS LE MONDE ENTIER

À **Cuba**, l'effondrement de l'Union soviétique et l'embargo commercial des États-Unis ont déclenché la création du Mouvement Agroécologique de Campesino a Campesino (MACAC), décrit par certains comme une révolution agroécologique.³⁵⁹ Soutenu.e.s dès le départ par l'Association nationale des petits agriculteurs (ANAP), les agriculteur.rice.s du MACAC ont échangé leurs connaissances dans le cadre d'un modèle de paysan.ne à paysan.ne, devenu le pilier de la transition.³⁶⁰ Les exploitations agricoles ont ainsi remplacé les intrants de synthèse par des biofertilisants et des biopesticides, avant d'évoluer vers des pratiques holistiques telles que la diversification des cultures et l'agroforesterie.³⁶¹ Le mouvement a également obtenu le soutien du gouvernement, d'ONG et de scientifiques.^{362, 363} Aujourd'hui, plus de la moitié des paysan.ne.s cubain.e.s (200 000 familles) participent au MACAC, plus de 3 000 coopératives font partie de l'ANAP et les petites exploitations ont vu leur productivité doubler en 20 ans, leur permettant de contribuer de plus en plus à l'alimentation des communautés locales (jusqu'à 80 % dans certaines régions).^{364, 365, 366}

En **Inde**, le programme Andhra Pradesh Community-Managed Natural Farming (APCNF), lancé en 2016, est la plus grande initiative agroécologique au monde. Il est piloté par Ryuthy Sadhikara Samstha (RySS), une organisation à but non lucratif créée sous l'égide du ministère de l'agriculture de l'Andhra Pradesh. L'APCNF s'articule autour de l'agriculture naturelle à budget zéro, qui rejette le recours aux intrants de synthèse.³⁶⁷ Il cherche à aider 6 millions d'agriculteur.rice.s, pour un total de 6 millions d'hectares, à opérer une transition vers l'agriculture naturelle. Cette dernière comprend des pratiques telles que la diversification des cultures, la lutte biologique contre les ravageurs, la conservation des sols et l'utilisation de semences indigènes et d'intrants naturels.³⁶⁸ Aujourd'hui, le programme compte près d'un million d'agriculteur.rice.s, couvrant plus d'un million d'hectares, et produit des avantages économiques et environnementaux substantiels.³⁶⁹ RySS collabore également avec des autorités, des instituts de recherche et d'autres organisations pour développer l'agriculture naturelle en Inde et ailleurs.³⁷⁰

Dans le sud-est de la France, la **vallée de la Drôme**, qui compte 56 000 habitants sur 2 200 km², montre la voie de la transition agroécologique. Dans les années 1960-70, des pionnier.ère.s de l'agriculture biologique (des agriculteur.rice.s locaux.ales et des nouveaux.elles venu.e.s des villes) ont amorcé cette transition grâce à des réseaux d'échange de connaissances entre pairs, soutenus par des agents de vulgarisation promouvant les intrants biologiques.³⁷¹ À la fin des années 1990, le mouvement avait mis en place des chaînes d'approvisionnement biologiques, des programmes agroécologiques à long terme et des réseaux de distribution courts.³⁷² En 2009, les autorités locales ont insufflé un nouvel élan au mouvement grâce au projet Biovallée, qui repose sur la gouvernance participative des parties prenantes locales. Ce nouveau projet s'est fixé plusieurs objectifs à l'horizon 2040 : 50 % des terres agricoles affectées à l'agriculture biologique ; 50 % d'intrants de synthèse en moins dans l'agriculture conventionnelle ; et 80 % d'aliments biologiques et/ou locaux dans la restauration collective.³⁷³ Le projet favorise également la transition énergétique, la biodiversité, la protection des sols et de l'eau, et l'emploi vert. Grâce à ces efforts, la proportion de terres agricoles biologiques est passée de 19 % en 2008 à 38 % en 2023 (soit plus de trois fois la moyenne nationale).^{374, 375}



En effet, **lorsqu'elles sont intégrées dans les rotations de cultures, les légumineuses peuvent non seulement fournir une grande partie de l'azote nécessaire à la croissance des plantes**, mais aussi renforcer la structure des sols, réduire les ravageurs et les mauvaises herbes et contribuer à une alimentation saine. Sans ces changements alimentaires, il est quasiment certain que l'élimination des engrais azotés de synthèse provoquerait des pénuries alimentaires ou une déforestation généralisée.

Une forte controverse subsiste quant au rôle complémentaire des technologies numériques de précision vis-à-vis des approches agroécologiques et à l'adéquation de ces technologies pour les petites exploitations agricoles. Néanmoins, certaines approches hybrides voient le jour, qui intègrent les outils technologiques à des initiatives menées par des agriculteur.rice.s. À titre d'exemple, le « Laboratorio de Tecnologías Abiertas » en Argentine, permet aux petit.e.s agriculteur.rice.s qui collaborent au sein de coopératives, d'alliances et de réseaux, de rassembler, stocker, contrôler et utiliser collectivement leurs données agricoles.³⁷⁶

Il est essentiel de comprendre que l'agroécologie n'est pas seulement une question de pratiques agricoles durables, il s'agit également de transformer les relations de pouvoir au sein des systèmes alimentaires. Elle vise à transférer le contrôle des terres, des semences, des technologies et des connaissances aux petit.e.s agriculteur.rice.s et s'assure que les décisions relatives au système alimentaire soient prises collectivement, démocratiquement et dans l'intérêt du grand public.³⁷⁷

Les systèmes agroécologiques ont tendance à nécessiter davantage de main-d'œuvre et de connaissances car ils utilisent moins d'équipements

à énergie fossile tels que les tracteurs. C'est pourquoi leur viabilité économique est souvent remise en cause. Cependant, il est important de noter que nombreuses sont les régions du monde où l'agriculture n'est pas viable économiquement, quelle que soit la méthode, en grande partie parce qu'elle est fortement subventionnée par les autorités. Les subventions agricoles sont d'ailleurs source d'inégalité, étant donné que les subventions substantielles accordées par les pays à revenu élevé nuisent à la compétitivité de la production alimentaire des pays à faible revenu. Dans tous les cas, ces subventions tendent à favoriser l'agriculture industrielle gourmande en intrants chimiques, tandis que les approches agroécologiques ne bénéficient généralement que de peu, voire d'aucun soutien à une échelle comparable.³⁷⁸ Ce déséquilibre dans le soutien politique apporté aux modèles plus durables a contribué au sous-investissement dont ils souffrent.

Néanmoins, malgré leur besoin accru de main d'œuvre, les systèmes agroécologiques sont généralement plus rentables.³⁷⁹ Ils sont dès lors susceptibles de générer plus d'emplois dans les zones rurales, qui ont par ailleurs davantage de sens.³⁸⁰ C'est pourquoi de nombreuses personnes affirment que la création d'emplois ruraux de qualité devrait constituer l'un des principaux objectifs des politiques agricoles.

De nombreuses opportunités s'offrent aux exploitations agricoles pour réduire leurs besoins en énergie et même pour produire de l'énergie, à condition de réimaginer certains éléments de leurs systèmes. À ce titre, certaines exploitations intègrent la production d'énergie renouvelable dans leurs systèmes de diverses manières et à différentes échelles. Il reste cependant bien plus fréquent que de grandes étendues de terres agricoles soient converties au profit de la production d'énergie solaire.³⁸¹





En 2018, 1 372 km² de terres ont été réaffectés, représentant 27 % des installations photovoltaïques mondiales, au prix de compromis en matière d'environnement et de sécurité alimentaire.

Pour répondre à ces préoccupations, de plus en plus de systèmes agrivoltaïques sont mis en place. Ils consistent à installer des panneaux solaires qui surplombent des pâturages ou des cultures. De même, des éoliennes sont régulièrement placées sur des terres cultivées sans pour autant les endommager de manière significative, ce qui permet de préserver ces terres pour un usage agricole.³⁸² L'énergie renouvelable que produit l'exploitation n'est toutefois pas nécessairement utilisée par celle-ci et ces systèmes se heurtent à des difficultés et à des coûts parfois prohibitifs (voir Encadré 11).



Les gouvernements ont largement contribué au développement et à la diffusion de l'agriculture industrielle, alors ils peuvent en faire de même pour une agriculture qui ne dépend pas des combustibles fossiles.

Jennifer Clapp
Podcast [Fuel to Fork](#)

ENCADRÉ 11

LES PROMESSES ET LES DÉFIS DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIE DANS LES EXPLOITATIONS AGRICOLES

Pour une exploitation, produire sa propre énergie sur site permet de limiter les coûts d'exploitation. L'énergie excédentaire peut même être vendue à l'opérateur du réseau énergétique et constituer ainsi une source de revenus supplémentaire, insensible aux fluctuations des marchés financiers des produits alimentaires. Pour ces raisons, la production d'énergie renouvelable s'intègre dans les exploitations agricoles en Asie, en Europe et en Amérique du Nord, mais les agriculteurs des pays à faible revenu se heurtent à des obstacles financiers et techniques non négligeables.³⁸³ En outre, la production d'énergie concurrence également la production de denrées alimentaires pour l'usage des terres. Pour surmonter ce défi important, un engagement politique fort et des structures d'incitation soigneusement planifiées sont nécessaires.

Les **systèmes agrivoltaïques** consistent à installer des panneaux solaires surélevés dans les exploitations, les serres ou sur les terres, qui surplombent des cultures ou des pâturages. Les animaux bénéficient ainsi de l'ombre, ce qui réduit le stress thermique et améliore la qualité des pâturages.³⁸⁴ Si ces systèmes ne sont pas compatibles avec toutes les cultures, de nombreuses études ont néanmoins montré que les rendements sont identiques voire accrus grâce à la protection que les panneaux solaires offrent aux cultures.^{385,386,387} Ils les protègent non seulement du gel (en agissant comme une couverture thermique et en piégeant la chaleur pendant la nuit), mais aussi des températures élevées et du stress hydrique (en créant de l'ombre pendant la journée et en réduisant l'évaporation de l'eau). Ces bienfaits ont poussé certains gouvernements à soutenir ces approches intégrées de l'alimentation et de l'énergie. C'est le cas des politiques de développement en Chine,³⁸⁸ aux États-Unis,³⁸⁹ et en Europe, notamment en Italie où les incitations s'élèvent à un total de 1,7 milliard d'euros.³⁹⁰

L'installation d'**éoliennes** dans les exploitations agricoles permet de produire de l'énergie renouvelable tout en limitant les dégâts aux cultures.³⁹¹ Toutefois, les grandes exploitations agricoles en bénéficient davantage que les petites.³⁹² Les éoliennes peuvent également provoquer une pollution sonore et un impact visuel considérables ; il s'avère donc judicieux de consulter la communauté avant de les installer. Enfin, la diminution progressive des coûts ne parvient pas encore à compenser l'investissement initial élevé, raison pour laquelle les éoliennes sont principalement installées dans les exploitations des pays à revenu élevé.



Le **biogaz**, quant à lui, peut générer de la chaleur ou de l'électricité. Produit à partir de déchets agricoles ou de fumier par digestion anaérobie, il peut servir de substitut aux combustibles fossiles pour alimenter les procédés agricoles. Il est d'ailleurs bien souvent présenté comme une solution permettant de réduire les émissions de GES et d'atténuer le ruissellement de nutriments provenant des déchets d'élevage. Cependant, les avantages de la digestion anaérobie sont parfois exagérés. Bien que le biogaz permette effectivement d'atténuer les émissions de gaz à effet de serre, ces réductions sont limitées et la combustion du biogaz émet les mêmes polluants atmosphériques que celle du gaz fossile.³⁹³ Des subventions substantielles sont par ailleurs nécessaires pour rendre la digestion anaérobie compétitive par rapport aux énergies renouvelables plus rentables telles que le solaire et l'éolien, d'autant que ces subventions profitent souvent aux plus grandes exploitations.^{394,395} De surcroît, les parcs d'engraissement industriels dotés de digesteurs anaérobies sont accusés d'écoblanchiment parce qu'ils les utilisent pour couvrir les dommages environnementaux causés par leurs pratiques agricoles industrielles à grande échelle et le déversement de méthane.^{396,397} Ces dommages compromettent alors les prétendues réductions de GES. Il est toutefois possible d'utiliser des digesteurs plus petits de manière durable dans les petites et moyennes exploitations agricoles, même dans les contextes à faibles revenus.³⁹⁸ Pour généraliser ces technologies, les exploitant.e.s agricoles doivent y accéder plus facilement et y être formé.e.s.

Agir au milieu de la chaîne alimentaire pour réduire l'utilisation des combustibles fossiles

La restructuration et la relocalisation des chaînes d'approvisionnement alimentaire pourraient drastiquement réduire la consommation de combustibles fossiles au milieu de la chaîne alimentaire. Il convient donc de se détourner des chaînes de production mondiales dirigées par des entreprises au profit de **réseaux alimentaires territoriaux fondés sur l'agroécologie**, qui mettent en valeur la production, la distribution et la consommation locales et régionales.

Comme le souligne le rapport d'IPES-Food de 2024, intitulé *Alimentation ancrée*, **les marchés locaux et territoriaux offrent** des débouchés cruciaux pour la production diversifiée des petites exploitations. Ils leur permettent de vendre des denrées alimentaires produites dans le respect de normes environnementales strictes, telles que les aliments biologiques cultivés sans produits agrochimiques. Ces systèmes localisés peuvent améliorer la transparence, la stabilité du marché et la résilience de l'approvisionnement alimentaire tout en réduisant la dépendance aux longs itinéraires de transport énergivores.

Toutefois, pour tirer parti de ces avantages, il convient d'**investir dans les infrastructures régionales, notamment dans la transformation, le stockage à froid, les plateformes logistiques et les installations de vente de gros**. Ces infrastructures sont fondamentales pour les marchés territoriaux, en particulier les marchés qui vendent principalement des aliments frais et/ou préparés ainsi que des produits de base peu transformés.

La décentralisation des chaînes du froid est particulièrement cruciale. Certains types d'installations de stockage décentralisées, alimentées par des sources d'énergie renouvelables (voire sans électricité), telles que des chambres froides, des caves à fromage et des méthodes de séchage naturel, sont déjà utilisés. Ces solutions pourraient néanmoins être renforcées pour prévenir la détérioration des denrées alimentaires dans les régions où les réseaux électriques manquent de fiabilité, comme en Afrique subsaharienne (voir Encadré 12).



ENCADRÉ 12

QUELQUES EXEMPLES D'INSTALLATIONS DE STOCKAGE À FROID DÉCENTRALISÉES DANS LE MONDE ENTIER

En **Afrique subsaharienne**, plusieurs entreprises proposent des entrepôts frigorifiques communaux alimentés par l'énergie solaire. Au Nigeria, ColdHubs exploite 54 chambres froides communales à énergie solaire qui ont permis d'éviter la détérioration de plus de 42 000 tonnes de denrées alimentaires en 2022, appartenant à 5 250 agriculteur.rice.s, détaillant.e.s et grossistes. L'entreprise estime qu'elle a augmenté les revenus de ses clients de 50 % en moyenne.³⁹⁹ Au Kenya, Solar Freeze fournit des entrepôts frigorifiques mobiles à plus de 3 000 petites exploitations, ce qui permet de réduire les pertes de 50 %.⁴⁰⁰ De la même manière, au Ghana, AkoFresh vient en aide à dix communautés de petit.e.s exploitant.e.s pour diminuer de moitié leurs pertes après récolte.⁴⁰¹

L'isolation naturelle peut également constituer une solution de stockage à froid efficace à grande échelle. Aux **États-Unis**, l'USDA (Département de l'Agriculture) stocke 680 000 tonnes de fromage, 160 000 tonnes de beurre et 95 000 tonnes de noix de pécan dans des grottes souterraines près de Springfield (Missouri), où la température reste stable autour de 15 °C toute l'année sans apport d'énergie extérieure.⁴⁰² À plus petite échelle, les communautés du **Ladakh**, en **Inde**, utilisent des fosses souterraines naturellement isolées, où la température oscille entre 0 et 8 °C. Des produits, comme des pommes de terre et des carottes, peuvent ainsi y être conservés jusqu'à six mois sans électricité.⁴⁰³

La réduction des pertes post-récolte est particulièrement urgente dans les pays du Sud, où la majorité des aliments ne sont pas gaspillés par le consommateur mais perdus pendant et après la récolte. Comme de plus en plus de données le démontrent, il existe un large éventail de pratiques susceptibles de réduire ces pertes : l'amélioration des outils de récolte, l'utilisation de conteneurs de stockage ventilés ou hermétiques, l'optimisation de la période de récolte, le séchage ou encore le tri pour se débarrasser des récoltes avariées.⁴⁰⁴ Toutefois, les études révèlent également des lacunes de taille. La plupart des interventions se concentrent uniquement sur les technologies et les pratiques de manutention, négligeant la formation, les infrastructures, l'accès au marché, le financement et le soutien politique.

L'optimisation de la chaîne du froid joue donc un rôle important dans la prévention des pertes alimentaires. Toutefois, les modélisations indiquent que la mise en place de chaînes d'approvisionnement alimentaire plus localisées et moins industrialisées y contribuerait davantage.⁴⁰⁵ Ce constat se vérifie tant dans les pays industrialisés que non industrialisés, où il est tout de même plus prononcé. Les chaînes d'approvisionnement locales et courtes peuvent également réduire les emballages et faciliter leur récupération et réutilisation, minimisant ainsi les plastiques dans la chaîne d'approvisionnement.⁴⁰⁶





En ce qui concerne les transports, **la combinaison de modes de transport électrique ou non motorisé sur de courtes distances avec des systèmes de distribution localisés** peut les renforcer mutuellement et procurer des avantages sociaux, économiques et environnementaux.⁴⁰⁷ D'ailleurs, il est d'ores et déjà techniquement possible de remplacer les camions diesel par des camions électriques pour le fret sur de courtes distances.

Les efforts de mise en place de systèmes alimentaires locaux et durables sont principalement entrepris par des municipalités de toutes tailles, bien placées pour adopter des stratégies radicales de réduction de l'utilisation de combustibles fossiles dans leur approvisionnement alimentaire (voir Encadré 13). En effet, les municipalités disposent d'une expérience et d'une vision dans l'instauration de modèles intégrés, tels que les « **systèmes alimentaires ville-région** » et les « greniers locaux », qui consistent à acheminer des aliments durables produits en périphérie à l'aide de flottes de véhicules électriques.⁴⁰⁸

Les consommateur.rice.s jouissent également des avantages que procurent les marchés alimentaires locaux et informels, en particulier les vendeur.euse.s de rue et les marchés urbains. Ces espaces sont primordiaux pour faire progresser le développement durable et améliorer l'accès à la nourriture. Ils restent cependant façonnés par des inégalités économiques et sociales persistantes qui déterminent qui peut participer, acheter et en bénéficier.

En effet, bien que la modernisation des marchés puisse attirer des investissements nécessaires, elle risque souvent d'exclure certaines personnes, surtout lorsqu'elle implique de délocaliser les marchés ou de leur imposer des normes formelles.⁴⁰⁹

Les vendeur.euse.s informel.le.s, qui connaissent des conditions précaires et des revenus limités, sont particulièrement vulnérables aux fermetures en application de réglementations sanitaires conçues pour les chaînes de valeur des entreprises.⁴¹⁰ Il arrive d'ailleurs que l'application de ces mesures s'avère sélective et soit davantage motivée par la spéculation immobilière que par la santé publique. Il convient dès lors d'entreprendre des efforts délibérés, fondés sur l'équité et la justice alimentaire, afin de s'assurer que les marchés améliorent réellement l'accès à des aliments diversifiés, sûrs, frais et abordables pour toutes les communautés.^{xxv}

La mise à l'échelle de ces systèmes requiert **d'actionner des leviers politiques tant du côté de la demande que de l'offre**. Du côté de la demande, les gouvernements peuvent établir des **critères minimaux de durabilité pour les marchés publics**. Les écoles, les hôpitaux et d'autres institutions auraient alors l'obligation de s'approvisionner auprès d'exploitations locales et respectueuses de l'environnement. Le premier de ces critères pourrait prendre la forme d'une limite d'intrants chimiques afin d'encourager progressivement le passage à des pratiques agricoles biologiques, agroécologiques ou régénératives qui n'en utilisent pas.

Du côté de l'offre, cette transition nécessitera de **soutenir les agriculteur.rice.s et les modes d'alimentation autochtones, de préserver les terres agricoles de la promotion immobilière, d'apporter un soutien technique et financier aux agriculteur.rice.s pour les aider à adopter des méthodes durables et de leur fournir des garanties de débouchés**. Ces mesures minimiseront les risques associés à la production agroécologique et garantiront des moyens de subsistance stables et viables.

Les politiques de transports peuvent également contribuer à ce changement en encourageant une logistique multimodale à faibles émissions. À cette fin, les autorités nationales peuvent, par exemple, **instaurer des exonérations fiscales pour les véhicules de transport de marchandises rail-route et réduire la distance minimale requise pour le fret ferroviaire**. Ce type de politiques est indispensable pour repenser les chaînes d'approvisionnement de manière à diminuer sensiblement la consommation d'énergie fossile du stockage et de la distribution.



Les chaînes d'approvisionnement locales, souples et courtes sont plus résilientes. Plutôt que de proposer de tout, tout le temps, elles s'assurent en priorité de nourrir tout le monde correctement.

Raj Patel
Podcast [Fuel to Fork](#)

xxv Des orientations politiques détaillées et des exemples de transformations équitables des marchés alimentaires urbains de diverses régions de monde sont fournis dans : ICLEI - Local Governments for Sustainability. (2025). [The CityFood Market Handbook for Healthy and Resilient Cities](#).



ENCADRÉ 13

COMMENT LES MUNICIPALITÉS, GRANDES COMME PETITES, METTENT EN PLACE DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES DURABLES GRÂCE À DES POLITIQUES ALIMENTAIRES INTÉGRÉES

Le programme *Connect the dots* à **São Paulo, au Brésil**, protège les forêts, les réservoirs et les terres agricoles de la périphérie rurale de la ville contre l'étalement urbain. Pour ce faire, il fournit une assistance technique aux agriculteur.rice.s pour les aider à améliorer les rendements, à adopter des pratiques durables et à vendre leurs produits biologiques sur les marchés urbains. La ville tire également parti de son programme de repas scolaires. L'un des plus grands au monde, il offre des repas sains à plus de 2 millions de personnes par jour grâce à une politique d'achat qui privilégie l'approvisionnement auprès d'exploitations agricoles locales, durables et familiales. En outre, le Laboratoire urbain des politiques publiques alimentaires (LUPPA) soutient et relie les villes brésiliennes dotées de politiques alimentaires urbaines durables afin de les aider à diffuser et à reproduire leurs stratégies éprouvées. Les politiques alimentaires urbaines au Brésil jouissent également d'un appui politique à l'échelle nationale grâce à la stratégie nationale pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle dans les villes. Cette stratégie vise à accroître la production, la disponibilité, l'accessibilité et la consommation d'aliments sains, en accordant une attention particulière aux communautés vulnérables et marginalisées.

La municipalité de **Mouans-Sartoux, en France**, s'est fixé pour objectif de servir uniquement des aliments biologiques et locaux dans les cantines scolaires. À cette fin, elle a investi dans l'agriculture biologique et s'est dotée d'une politique de passation de marchés publics axée sur la préservation des terres agricoles. Ainsi, 112 hectares de terres agricoles ont été protégés contre l'urbanisation. La ville a également créé une ferme biologique publique pour approvisionner les écoles, fondée sur la coopération entre les autorités locales, les agriculteur.rice.s, les écoles et les parents. Des visites de fermes et des initiatives de lutte contre le gaspillage alimentaire sont également organisées afin d'impliquer et de sensibiliser les enfants. Une enquête a montré par la suite que 87 % des familles avaient adopté des habitudes alimentaires plus saines en privilégiant les produits biologiques et locaux.

La ville de Quezon, aux Philippines, a adopté une approche holistique des systèmes alimentaires urbains durables, qui se traduit par des politiques intégrées couvrant la production, les chaînes d'approvisionnement et la consommation. Des initiatives phares d'agriculture urbaine ont alors vu le jour, qui ont converti un total de 381 650 m² de terres inexploitées pour l'agriculture urbaine et créé plus de 160 fermes urbaines. Ces initiatives tirent également parti de la « politique publique d'approvisionnement en aliments sains », qui fixe des normes nutritionnelles et encourage l'approvisionnement auprès d'exploitations agricoles locales. D'autres mesures complémentaires, telles que l'interdiction des plastiques à usage unique et la participation de la ville au projet « Sustainable Diner », contribuent à la réduction des déchets et une consommation respectueuse de l'environnement. La conjonction de ces efforts permet de lutter contre la faim, d'améliorer la nutrition, de limiter le gaspillage alimentaire et la pollution plastique, et de mettre en place un système alimentaire résilient et ancré dans la communauté.

Articuler les systèmes alimentaires autour de l'agroécologie, des marchés territoriaux et de régimes alimentaires durables permettrait également de drastiquement réduire les besoins en transformation et emballages des aliments. Cependant, **les substituts aux emballages alimentaires en plastique** ne jouissent que de peu d'attention et d'investissements.

Si les emballages plastiques peuvent parfois prolonger la durée de conservation des aliments, cette vertu est souvent éclipsée par toute une série de pratiques néfastes propres aux longues chaînes d'approvisionnement alimentaire industrielles.⁴¹¹ En effet, celles-ci privilégient l'image de marque, les normes cosmétiques et l'efficacité économique et contribuent ainsi au gaspillage alimentaire et à la production de davantage de déchets.



D'ailleurs, au niveau des ménages, les produits emballés dans du plastique ne réduisent pas réellement le gaspillage alimentaire.⁴¹² À cet égard, il est bien plus efficace **de sensibiliser les consommateurs, de leur faire adopter des habitudes d'achat réfléchies**. Le constat est semblable pour la restauration, en particulier la restauration rapide et les livraisons à domicile. Le gaspillage alimentaire qu'elles génèrent s'accompagne d'importantes quantités de déchets à cause des emballages alimentaires. Il existe cependant des solutions plus viables et plus durables, telles que les **chaînes d'approvisionnement alimentaire courtes et les emballages réutilisables**.

Nombre d'expert.e.s s'accordent à dire qu'il convient en priorité d'**éliminer les emballages superflus** (notamment des produits frais) et d'utiliser des matériaux durables tels que le papier ou le carton.⁴¹³ Les emballages multiples, à usage unique et standardisés peuvent générer des déchets à tous les stades de la chaîne, de la production à la vente au détail. Conscients du problème, des dizaines de pays ont déjà **interdit les plastiques à usage unique**. L'un des premiers pays à imposer cette interdiction était le Vanuatu en 2018, qui connaît des résultats impressionnants. Les articles interdits, qui représentaient 35 % de leurs déchets, n'en représentent plus que 2 % aujourd'hui.⁴¹⁴

Toutefois, les interdictions de plastique ne peuvent endiguer la vague de déchets plastiques à elles seules. En l'absence de mesures supplémentaires ou d'une stratégie d'élimination progressive plus large, la simple interdiction de certains articles n'a qu'un impact minime sur la culture du jetable qui sous-tend la surproduction, la surconsommation et le gaspillage.⁴¹⁵

Certain.e.s défendent que les décisions relatives aux emballages en plastique doivent être **guidées par des critères d'« utilisation essentielle »**.⁴¹⁶ Ces critères permettent de distinguer les utilisations réellement nécessaires (p. ex., pour la santé ou la sécurité) de celles qui peuvent être éliminées ou remplacées. De nombreux partisans recommandent également l'adoption de réglementations relatives à la **« responsabilité élargie du producteur »**, en vertu desquelles les entreprises endossent la responsabilité des emballages plastiques tout au long de leur cycle de vie.⁴¹⁷ Ces mesures pourraient s'accompagner d'une amélioration des infrastructures locales de **recupération et de réutilisation des emballages**, soutenue par des cadres politiques adaptés.

Aujourd'hui, les emballages réutilisables n'ont jamais été aussi peu utilisés, même dans le secteur des boissons où ils prospéraient jadis. Pourtant, des études montrent que les systèmes de réutilisation peuvent atténuer l'impact environnemental et économiser des coûts.⁴¹⁸ Si les modèles de réutilisation et de recharge regagnent en popularité dans le commerce de détail, leur développement reste entravé par un manque d'incitations, de cadres juridiques et de normes claires.

Enfin, certains appellent à mener davantage de **recherches et d'expérimentations pour trouver des substituts aux emballages plastiques**. Il pourrait notamment s'agir de fabriquer des emballages à partir de matériaux disponibles localement ou d'adopter des approches de chimie verte en dehors des systèmes propriétaires brevetés.⁴¹⁹ L'idée est de concevoir des matériaux d'origine biologique qui minimisent ou éliminent l'utilisation et la production de substances dangereuses.



Nous avons un budget climatique limité ; nous ne pouvons brûler qu'une quantité finie de combustibles fossiles. Nous devons donc nous poser la question suivante : comment utiliser le plastique au mieux ? Il serait peut-être plus judicieux de l'utiliser dans les soins de santé que pour emballer de la malbouffe.

Emma Priestland
Podcast [Fuel to Fork](#)



Réduire la demande pour consommer moins de combustibles fossiles

La relocalisation des chaînes d'approvisionnement alimentaire et l'accélération de la transition vers l'agroécologie dépendent de la **modification des régimes alimentaires et de la création d'environnements alimentaires plus sains**.

Ces changements du côté de la demande doivent **s'accompagner d'efforts de prévention du gaspillage alimentaire**, en particulier dans les pays du Nord, où la majorité des déchets sont produits par le commerce de détail et le consommateur. Il convient également de **responsabiliser davantage les détaillants et les fabricants pour qu'ils améliorent leur efficacité énergétique et leurs pratiques au sein de la chaîne d'approvisionnement**.

Pour transformer le système alimentaire, il est crucial de réduire drastiquement le gaspillage alimentaire et d'adopter des régimes alimentaires durables et sains, notamment à moindre consommation de viande dans les régions où l'apport en viande est élevé. Selon une étude européenne, la conjonction de ces stratégies à une meilleure gestion agricole pourrait réduire de 40 % l'utilisation d'engrais azotés et de 50 % les pertes d'azote, tout en contribuant favorablement à la santé environnementale et publique.⁴²⁰

Les bienfaits pour le climat qui découlent d'une moindre consommation de viande et de produits laitiers issus de l'élevage industriel sont bien établis. La recherche montre qu'une transition vers des régimes alimentaires durables et sains, qui implique une réduction de moitié de la production et de la consommation mondiales de viande industrielle, permettrait d'éliminer jusqu'à 8 % des émissions annuelles mondiales de GES, d'améliorer la santé et d'atténuer les pressions exercées sur les terres et les écosystèmes.^{421,422}

Il est toutefois essentiel d'apporter quelques nuances à ce propos. Certes, le bœuf d'élevage industriel peut émettre moins de méthane par kilogramme de viande que le bœuf de pâturage, principalement grâce à une croissance plus rapide et donc une durée de vie plus courte.⁴²³ Cependant, les élevages industriels utilisent généralement de nombreux intrants chimiques associés à des émissions plus élevées de CO₂ et d'oxyde nitreux, ainsi qu'à des besoins élevés en énergie fossile.^{424,425} En revanche, même s'il est vrai que les systèmes agroécologiques ou d'élevage en pâturage émettent davantage de méthane, ils émettent moins de CO₂ et d'oxyde nitreux, réduisent l'utilisation de combustibles fossiles et poursuivent des objectifs supplémentaires en matière d'environnement et de bien-être animal.



À la maison, la cuisine reste une tâche profondément genrée. Nous ne pouvons pas ignorer que les aliments transformés ont, dans bien des cas, allégé ce fardeau qu'endossent principalement les femmes. Dès lors, s'il y a beaucoup de mal à en dire, nous devons également reconnaître que certaines nuances ne s'inscrivent pas parfaitement dans un dualisme manichéen.

Errol Schweizer
Podcast [Fuel to Fork](#)

Les changements de régime alimentaire peuvent contribuer à des transformations plus larges de la production alimentaire et des chaînes d'approvisionnement car ils permettraient de remédier en partie à la dépendance aux combustibles fossiles et de soutenir la santé et l'environnement. À ce titre, **la réduction de la consommation d'aliments ultra-transformés (AUT)** peut considérablement diminuer l'utilisation des combustibles fossiles, les émissions de gaz à effet de serre et les emballages en plastique.

Outre leur apport nutritionnel faible voire nul, les AUT les plus néfastes sont issus de monocultures et de systèmes d'élevage intensifs. C'est notamment le cas des boissons sucrées, des viandes transformées industriellement, des céréales sucrées, des snacks et des bonbons. À l'inverse, un régime alimentaire à base de produits locaux, saisonniers et peu transformés est non seulement conforme aux lignes directrices pour une alimentation saine, mais soutient également l'agriculture agroécologique diversifiée et les marchés alimentaires régionalisés.



Ce n'est toutefois pas à la portée de tous. En effet, 42 % de la population mondiale ne dispose pas de moyens suffisants pour s'offrir un régime alimentaire sain.⁴²⁶ Or, la relocalisation des chaînes d'approvisionnement alimentaire, l'adaptation des marchés publics, la taxation des AUT et la réforme des subventions agricoles sont autant de solutions qui pourraient rendre l'alimentation saine plus abordable.

Cuisiner chez soi permet également de consommer moins d'AUT et davantage d'aliments non ou peu transformés, mais nombreux sont ceux qui affirment manquer de temps pour cuisiner soi-même et manger sainement.⁴²⁷ Il convient d'ailleurs de noter que la cuisine domestique perpétue les inégalités de genre presque partout dans le monde, puisque les femmes cuisinent trois fois plus que les hommes à la maison.⁴²⁸ Moins d'AUT peut donc se traduire par des tâches domestiques plus lourdes, généralement endossées par les femmes. Cependant, les chaînes d'approvisionnement alimentaire locales peuvent largement contribuer à réduire cette surcharge en préparant des ingrédients pour des repas sains.

Les visions holistiques cherchant à modifier les incitations et les comportements liés à l'alimentation se traduisent souvent par des stratégies de **création d'« environnements alimentaires » plus sains**. Cette notion réside aujourd'hui au cœur des principaux cadres politiques, notamment de la stratégie *De la ferme à la table* de l'Union européenne.^{xxvii}

À ce propos, la stratégie du Chili est particulièrement convaincante. En 2016, le pays a adopté une série de mesures politiques, notamment des restrictions sur la publicité pour les aliments malsains, des avertissements obligatoires sur la face avant des emballages et l'interdiction de la malbouffe dans les écoles.⁴²⁹ Ces mesures ont entraîné une diminution de près de 25 % de la consommation de boissons sucrées en l'espace de 18 mois (voir Encadré 14). L'adoption de politiques d'étiquetage similaires dans d'autres pays, en particulier ceux dont le marché n'est pas encore saturé par les AUT, pourrait faire sensiblement évoluer les environnements alimentaires. À titre d'exemple, si les normes chiliennes étaient appliquées aux États-Unis, 70 % des produits vendus devraient porter une étiquette signalant qu'il s'agit d'aliments ultra-transformés.^{430,431}

Ce chiffre repose sur l'étude de centaines de milliers de produits alimentaires emballés disponibles dans les principaux magasins d'alimentation américains.

Un procès historique aux États-Unis pourrait d'ailleurs marquer un tournant dans la responsabilisation de l'industrie des AUT pour les dommages causés à la santé publique. Le demandeur, âgé de 18 ans, a introduit une plainte à l'encontre de 11 grandes entreprises, dont Coca-Cola, Nestlé, PepsiCo et General Mills, selon laquelle ces entreprises ont délibérément ciblé les enfants et conçu des produits suscitant une dépendance, documents internes et recherches approfondies à l'appui.⁴³² Cette poursuite judiciaire inédite a non seulement lancé le débat sur la responsabilité civile de l'industrie, mais a également révélé d'importantes failles réglementaires. Elle pourrait dès lors ouvrir la voie à des réformes plus larges et à une vague d'actions en justice à l'avenir.



Tout commence par le démantèlement des grandes entreprises de transformation alimentaire et de vente au détail. À défaut, aucun des changements dont nous discutons n'aura d'importance, car elles absorbent tout l'oxygène, toute l'énergie, tout le capital.

Errol Schweizer
Podcast *Fuel to Fork*

xxvii Malheureusement, un grand nombre des initiatives énoncées dans la stratégie *De la ferme à la table* sont au point mort. Néanmoins, de nombreux pays européens mettent en place leurs propres politiques alimentaires intégrées afin de créer des environnements alimentaires sains. Voir notamment [les études de cas](#) du rapport publié par Agora Agriculture et l'IDDRI (2025). [Vers des politiques alimentaires nationales favorables à une consommation durable et saine - Études de cas pays et rôle de la politique alimentaire de l'UE.](#)



ENCADRÉ 14

L'AMÉRIQUE LATINE OUVRE LA VOIE À LA RÉGLEMENTATION DES AUT

L'Amérique latine fait figure de pionnière en matière de réglementation des aliments ultra-transformés (AUT), qui prend la forme de normes d'étiquetage, de mesures de taxation et de restrictions à la commercialisation. Le Chili, le Pérou, l'Uruguay, le Mexique, l'Argentine, la Colombie et le Venezuela exigent actuellement l'**opposition d'étiquettes d'avertissement** sur le devant des emballages des aliments et des boissons à forte teneur en sucre, en sel, en graisses et/ou en calories.⁴³³ L'Équateur, la Bolivie et le Brésil imposent également l'étiquetage des aliments malsains.⁴³⁴ En outre, le Brésil, le Chili, l'Équateur, le Mexique, le Pérou et l'Uruguay ont adopté des recommandations alimentaires qui encouragent la consommation d'aliments aussi peu transformés que possible et déconseillent les AUT.^{435,436,437}

Plusieurs pays ont également introduit des **taxes**. L'Équateur, le Chili et le Pérou appliquent des taxes *ad valorem* sur les sodas (10 %, 18 % et 25 % respectivement), tandis que la Colombie taxe les AUT et les sodas à hauteur de 25 %.^{438,439} Le Mexique impose un droit d'accise d'un peso par litre sur les boissons sucrées et une taxe de 8 % sur les aliments emballés non essentiels riches en calories.⁴⁴⁰

De plus, le Mexique **interdit les publicités pour les AUT** à la télévision pendant les heures où les enfants sont susceptibles de la regarder, une mesure que le Chili a élargi à toutes les émissions destinées aux enfants sur tous les médias et à toutes les publicités à la télévision et au cinéma de 6 heures à 22 heures.⁴⁴¹ Ces deux pays interdisent de surcroît l'usage d'images attrayantes pour les enfants dans les publicités pour AUT.^{442,443} En outre, le Mexique, le Chili, l'Uruguay et l'Argentine **interdisent la vente de produits portant des étiquettes d'avertissement dans les écoles**.^{444,445,446}

Les premières analyses témoignent de l'efficacité de ces politiques. Des études menées au Chili estiment que ces nouvelles réglementations sur l'étiquetage et la publicité ont suscité une baisse de 37 % de la quantité de sucre achetée par les consommateurs, de 22 % pour le sodium, de 16 % pour les graisses saturées et de 23 % pour les calories.⁴⁴⁷ Au Mexique, la recherche indique qu'environ 40 % des adultes et des jeunes déclarent acheter moins d'AUT depuis l'introduction des étiquettes d'avertissement.⁴⁴⁸

Enfin, les entreprises exercent une influence considérable sur la formulation des politiques en matière d'alimentation, de plastique et de climat. Elles cherchent ainsi à défendre leurs intérêts, c'est-à-dire le profit au détriment des personnes et de la planète. Il est donc urgent de mettre en place des mesures de protection robustes pour juguler leur influence.

La gouvernance inclusive et participative doit également être institutionnalisée afin de réaligner la prise de décision sur l'intérêt général. À défaut, les progrès réalisés dans la transformation des systèmes alimentaires, que la présente section décrit, seront gravement compromis. Notre rapport [*Qui fait pencher la balance ?*](#) contient une analyse plus approfondie et des recommandations à ce sujet.

RECOMMENDATIONS

5





Le présent rapport met en lumière la dépendance des systèmes alimentaires aux combustibles fossiles, mais explique également qu'il est à la fois nécessaire et possible de les transformer pour rompre cette dépendance. Aujourd'hui plus que jamais, l'heure est à l'action. À mesure que la crise climatique s'intensifie, les répercussions sur les populations, les écosystèmes et les économies s'aggravent et l'accès à la nourriture est menacé. Cette corrélation est cruciale et pourtant largement négligée dans les grands débats sur le climat.

De nombreuses solutions existent, mais pour véritablement réduire la dépendance, il convient de remettre les fausses solutions en cause. Les technologies telles que l'ammoniac « bleu » et « vert », l'agriculture numérique et la biologie de synthèse, sont autant de soi-disant solutions pour le climat, qui ne font en réalité qu'exacerber la dépendance des systèmes alimentaires aux combustibles fossiles, aux intrants agrochimiques et aux modèles de production industriels. Soutenues par de puissantes coalitions d'entreprises du secteur des combustibles fossiles, de l'agro-industrie et de la technologie, ces approches constituent une nouvelle forme de procrastination et de négationnisme qui entrave tout véritable changement et sape le contrôle public.

Les accords mondiaux sur le climat se heurtent également à une résistance politique croissante, notamment de la part des mouvements d'extrême droite, tandis que l'extraction des combustibles fossiles se poursuit, les coudées franches. Néanmoins, les préoccupations du grand public concernant la pollution plastique, la fragilité de la chaîne d'approvisionnement et les régimes alimentaires malsains, auxquelles s'ajoute l'inflation des prix des denrées alimentaires et des carburants, ont poussé la transformation des systèmes alimentaires sur le devant de la scène. Ce sont précisément ces pressions géopolitiques et socio-économiques qui confèrent un caractère urgent et fédérateur inédit aux efforts de réduction de la dépendance aux combustibles fossiles et de reconstruction de systèmes alimentaires durables et résilients.

L'alimentation et l'agriculture ne sont toutefois pas les seules concernées par cette transformation. Il s'agit également de reconquérir la démocratie, car la dépendance aux combustibles fossiles n'est que le fruit d'échecs plus profonds en matière de responsabilité et d'équité.

Dès lors que le contrôle démocratique et l'action collective prospèrent, les combustibles fossiles perdent leur emprise.

Différentes mesures sont susceptibles de sensiblement diminuer la consommation de combustibles fossiles à court et à moyen terme, telles que l'abandon progressif des produits agrochimiques, l'optimisation des marchés publics et la minimisation des aliments ultra-transformés. À long terme, des changements plus fondamentaux seront nécessaires pour démanteler les systèmes alimentaires industriels tributaires des combustibles fossiles. Il faudra s'opposer au pouvoir des entreprises, répartir le contrôle et mettre en place une gouvernance démocratique en matière d'alimentation.

Cette transformation doit en outre s'accompagner d'une transition énergétique juste. Si la réduction de la demande d'énergie est essentielle, la mise en place de systèmes alimentaires durables dépendra également de la poursuite de l'électrification et de la garantie d'un accès équitable aux énergies renouvelables. Comme indiqué dans les sections 2 et 3, la construction d'un avenir résilient et exempt de combustibles fossiles passe par la conjonction de ces deux transitions, alimentaire et énergétique. C'est pourquoi il est tout aussi important d'électrifier les transports, la transformation alimentaire et les activités agricoles, ainsi que d'investir dans l'efficacité énergétique et la production d'énergie renouvelable au sein même des exploitations agricoles.

Nous présentons ci-dessous huit recommandations clés pour nous guider sur cette voie. Les actions proposées sont interconnectées et susceptibles d'entraîner des changements réels et durables lorsqu'elles sont menées de concert. Bien que ces recommandations s'adressent principalement aux autorités, nous soulignons également le rôle crucial de l'action collective communautaire pour opérer un changement commençant par le terrain. Certes ambitieuse, la voie que tracent ces recommandations nous mènera vers des systèmes alimentaires plus résilients, plus équitables et enfin libérés de l'instabilité et de la destruction causées par la dépendance aux combustibles fossiles.





Recommandation 1: Promouvoir une transition énergétique juste

- **Cesser de subventionner les combustibles fossiles, arrêter tout nouveau projet d'extraction de ces ressources et abandonner progressivement les infrastructures existantes.** Cette étape est essentielle étant donné que les combustibles fossiles bon marché constituent le fondement du système alimentaire industriel et le principal moteur du changement climatique.
- **Rediriger le financement public vers une transition énergétique juste**, qui garantit le développement, l'efficacité, l'accessibilité et la répartition équitable des énergies renouvelables. Ces efforts doivent se concentrer sur les communautés et les secteurs qui en ont le plus besoin, en particulier dans les pays du Sud. Il s'agit notamment de protéger les travailleurs, les communautés et les personnes les plus touchées par les effets du climat.
- **Investir dans les technologies des batteries, améliorer leur recyclage et améliorer les réseaux électriques** pour répondre à l'augmentation de la production d'énergie renouvelable.
- **Fixer des objectifs clairs et contraignants en matière d'efficacité énergétique** pour tous les secteurs, en mettant l'accent sur la réduction de la consommation et l'optimisation de l'utilisation. À cet effet, les mécanismes de financement public et à faible coût doivent être renforcés pour permettre aux petites et moyennes entreprises d'adopter des technologies à haut rendement énergétique et d'investir dans l'autoproduction d'énergie renouvelable.
- **Améliorer l'efficacité énergétique du transport maritime** en réduisant les vitesses d'exploitation et en investissant dans le développement de technologies durables, p. ex. les cargos à voile.
- **Mettre en œuvre des politiques de pollueur-payeur**, telles que des taxes carbone, afin de générer des revenus supplémentaires au profit d'une transition énergétique juste.
- **Soutenir les alliances transnationales** entre mouvements locaux et dans l'ensemble des pays du Sud, qui plaident en faveur de transformations énergétiques justes.
- **Restreindre l'influence des entreprises** sur les politiques climatiques afin de mettre fin à l'accaparement des espaces de gouvernance par l'industrie et de garantir une gouvernance démocratique, centrée sur les citoyens (voir Recommandation 8).





Recommandation 2: Abandonner progressivement les intrants agrochimiques

- **Cesser d'octroyer des subventions** pour les engrais et les pesticides de synthèse, qui ont entraîné leur surutilisation et une dépendance bien ancrée. Il convient en revanche de soutenir les agriculteur.rice.s et les travailleur.euse.s agricoles dans le cadre d'une transition juste qui les libère de leur dépendance aux intrants agrochimiques.
- **Réformer et réaffecter les subventions agricoles** pour soutenir les pratiques agroécologiques (voir Recommandation 3).
- **Mettre en place des plans nationaux ambitieux d'abandon progressif des intrants agrochimiques**, dotés d'objectifs de réduction clairs, d'échéances exigeantes et de mesures ciblées. Ces plans devraient également comprendre des mesures de réduction de la production et de la consommation de viande industrielle dans les régions à forte consommation.
- **Cesser le financement public** de solutions technologiques qui renforcent les systèmes industriels extractifs et provoquent des répercussions environnementales et sociales néfastes. C'est notamment le cas de l'ammoniac « bleu » et « vert », de l'agriculture de précision et de la biologie de synthèse.
- **Mettre en œuvre des politiques de pollueur-payeur**, telles qu'une taxe sur les pesticides, afin de générer des revenus supplémentaires pour l'abandon progressif des intrants agrochimiques.
- **Restreindre l'influence des entreprises** sur les politiques agricoles afin de mettre fin à l'accaparement des espaces de gouvernance par l'industrie et de garantir une gouvernance démocratique, centrée sur les citoyens (voir Recommandation 8).



Recommandation 3: Promouvoir l'agriculture agroécologique

- **Réformer les subventions agricoles** pour soutenir les pratiques agroécologiques. Parmi ces pratiques figurent la diversification des cultures, les cultures de couverture, la lutte écologique contre les ravageurs, les biostimulants microbiens, l'agroforesterie, les légumineuses fixatrices d'azote et les systèmes intégrés de culture et d'élevage.
- **Réorienter la recherche et le développement** vers l'innovation agroécologique, notamment en réaffectant les instituts de recherche et les services de conseil publics existants à l'étude et au déploiement d'approches écologiques menées par les agriculteur.rice.s.
- **Soutenir le partage des connaissances et la co-création** grâce à une mise à jour constante de la documentation et au partage des meilleures pratiques entre agriculteur.rice.s, mouvements sociaux et chercheur.euse.s.
- **Aligner les priorités des politiques agricoles et alimentaires** grâce à des politiques alimentaires coordonnées et intégrées qui renforcent les chaînes d'approvisionnement locales (voir Recommandation 4), soutiennent les régimes alimentaires sains (voir Recommandation 6), réduisent les pertes et le gaspillage alimentaires (voir Recommandation 7) et mettent en place une gouvernance alimentaire démocratique (voir Recommandation 8).





Recommandation 4: Reconstruire et renforcer les chaînes d'approvisionnement alimentaire locales

- **Financer des infrastructures adaptées aux besoins** dans les zones rurales, urbaines et périurbaines. Il s'agit notamment d'installations pour le stockage décentralisé, la transformation, la chaîne du froid, l'accès à l'eau potable, l'assainissement et les énergies renouvelables.
- **Construire et améliorer les infrastructures des marchés locaux**, y compris les marchés de gros et les marchés humides, les points de vente au détail, les entrepôts, les réseaux de transport et de logistique, les centres alimentaires régionaux et les cuisines institutionnelles.
- **Recentrer les politiques de marché public** sur les objectifs de durabilité et de proximité en privilégiant l'approvisionnement auprès d'exploitations locales engagées dans une démarche agroécologique (voir Recommandation 6).
- **Mettre en place des chaînes d'approvisionnement détenues et gérées par les pouvoirs publics** afin de garantir des débouchés aux producteurs durables et de faire de l'alimentation saine et locale le choix le plus accessible et abordable.
- **Réduire la consommation de combustibles fossiles dans le transport des denrées alimentaires en employant des camions électriques pour le fret sur de courtes distances** ou des moyens de transport non motorisés. Il convient également de mettre en place des incitations fiscales et des politiques de soutien pour développer le transport intermodal rail-route.
- **Tirer parti de chaînes d'approvisionnement plus courtes** pour minimiser le gaspillage alimentaire, abandonner les emballages plastiques inutiles et développer les systèmes de réutilisation et de recyclage (voir Recommandation 5).
- **Garantir un accès équitable à l'énergie propre et aux infrastructures alimentaires**, en particulier dans les régions mal desservies afin de garantir une transition énergétique juste.



Recommandation 5: Réduire drastiquement la production de plastique et accroître les investissements dans les substituts et les systèmes de réutilisation

- **Supprimer les emballages inutiles** par l'application de critères d'« utilisation essentielle » pour faire progressivement disparaître le plastique non essentiel (p. ex., pour les produits frais). Il convient en outre d'interdire les formes particulièrement polluantes telles que les emballages multiples, les emballages à usage unique, ou encore ceux conçus uniquement à des fins publicitaires.
- **Fixer des objectifs contraignants de réduction de la production de plastique**, notamment par le biais d'accords internationaux comme le traité mondial des Nations unies contre la pollution plastique.
- **Reconstruire et renforcer les chaînes d'approvisionnement courtes et les marchés territoriaux** qui nécessitent moins de conservation et donc d'emballages, et soutiennent des solutions de réutilisation qui génèrent peu de déchets (voir Recommandation 4).
- **Adopter des lois sur la responsabilité élargie des producteurs** qui rendent les entreprises responsables de la gestion des déchets plastiques tout au long de leur cycle de vie. En plus d'en garantir l'application stricte, il convient d'apporter un financement adéquat aux systèmes locaux de collecte, de réutilisation et de recyclage des déchets.
- **Fixer des objectifs de prévention et de réutilisation des déchets**, dont l'atteinte requiert la réhabilitation des infrastructures et des incitations pour les emballages réutilisables dans les secteurs de la vente au détail, de la livraison et des boissons.
- **Investir dans la recherche et l'innovation d'intérêt général pour concevoir des substituts au plastique** pour les emballages alimentaires et l'agriculture. La préférence doit être donnée aux matériaux durables disponibles localement et non brevetés, afin qu'ils ne servent pas les intérêts de l'industrie pétrochimique.



Recommandation 6: Réduire la consommation d'aliments ultra-transformés et créer des environnements alimentaires sains

- **Lancer de vastes campagnes de sensibilisation du grand public** qui promeuvent des régimes alimentaires durables et nutritifs, associées à des subventions et des aides ciblées en faveur des communautés à faibles revenus.
- **Restreindre la disponibilité et l'attrait des aliments ultra-transformés** en imposant l'apposition d'étiquettes d'avertissement sur la face avant des emballages, en restreignant la publicité (en particulier destinée aux enfants), en taxant les AUT et en les interdisant dans les écoles et les cantines publiques.
- **Réorienter les subventions agricoles** pour soutenir la production et l'accessibilité d'aliments frais et locaux (voir Recommandation 3).
- **Tirer parti des marchés publics pour améliorer l'accès** aux aliments locaux et nutritifs dans les institutions publiques. Il convient à cet effet d'adopter des politiques alimentaires intégrées qui fixent des normes minimales de durabilité, offrent une formation et un soutien financier aux agriculteur.rice.s et protègent les terres agricoles pour assurer leur viabilité à long terme (voir Recommandation 4).
- **Restreindre le pouvoir commercial et politique démesuré dont jouissent les grandes entreprises du secteur de l'alimentation et des boissons**, dont les activités de lobbying continuent de bloquer l'adoption de politiques de santé publique cruciales (voir Recommandation 8).



Recommandation 7: Éliminer les pertes et le gaspillage alimentaires et généraliser les modes de cuisson propres

- **Réduire considérablement les pertes alimentaires après récolte** en investissant dans des chaînes d'approvisionnement locales et courtes, en particulier dans les pays du Sud (voir Recommandation 4). Il s'agit notamment d'améliorer les infrastructures ainsi que de proposer des formations et des financements pour améliorer la récolte, la transformation et le stockage des denrées alimentaires.
- **Soutenir les campagnes axées sur la consommation et la vente au détail** pour réduire le gaspillage alimentaire, en particulier dans les pays du Nord. Il convient, entre autres, d'interdire le gaspillage alimentaire et d'infliger des amendes aux entreprises qui s'en rendent coupables. Les programmes de récupération et de redistribution des denrées alimentaires devraient également être déployés à plus grande échelle. Les campagnes destinées aux consommateur.rice.s devraient leur fournir les connaissances et les outils nécessaires pour adopter de meilleures habitudes d'achat, de stockage et de préparation afin de moins gaspiller.
- **Garantir un accès équitable à l'énergie propre et accélérer la transition vers les cuisinières électriques**, voire à induction dans les pays à revenu élevé, en actualisant les règles de construction et les programmes d'incitation. Dans les pays à faibles et moyens revenus, il faut financer la transition vers des cuiseurs électriques et solaires-électriques hybrides.





Recommandation 8: Restreindre le pouvoir des entreprises et démocratiser la gouvernance des systèmes alimentaires

- **Établir des règles claires et applicables sur les conflits d'intérêts, le lobbying et le pantouflage** dans les organes de gouvernance et de recherche scientifique. Les lobbyistes des industries des combustibles fossiles, de la pétrochimie et de l'agroalimentaire devraient être exclus des négociations mondiales sur le climat et les matières plastiques.
- **Renforcer le droit de la concurrence** et mettre en œuvre des politiques visant à restreindre la mainmise des entreprises dans les secteurs de l'alimentation et de l'énergie.
- **Comblent les lacunes des politiques fiscales** et les rendre plus justes et progressives pour mettre un terme à l'évasion fiscale et ainsi garantir un financement public adéquat en faveur de transitions alimentaire et énergétique justes.
- **Institutionnaliser la gouvernance inclusive et participative** en donnant la priorité à l'implication concrète des mouvements sociaux, des organisations populaires et des organisations de la société civile dans les processus de prise de décision à tous les niveaux.



L'économie post-combustibles fossiles n'est pas une économie de privation, c'est une économie d'abondance, fondée sur le souci de l'autre et de la planète.

Raj Patel
Podcast [Fuel to Fork](#)



INFOGRAPHIE 8

COMMENT SORTIR LES COMBUSTIBLES FOSSILES DE NOS SYSTÈMES ALIMENTAIRES ?





NOTES DE FIN D'OUVRAGE

1. Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., et Leip, A. (2021). [Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions](#). *Nature Food*, 2(3), 198-209.
2. Menegat, S., Ledo, A., et Tirado, R. (2022). [Greenhouse gas emissions from global production and use of nitrogen synthetic fertilisers in agriculture](#). *Scientific Reports*, 12(1), 14490.
3. Alliance mondiale pour l'avenir de l'alimentation. (2023). [Changement de pouvoir : pourquoi les systèmes alimentaires industriels doivent-ils sortir des combustibles fossiles](#).
4. Agence internationale de l'énergie. (2020). [Iron and steel technology roadmap: Towards more sustainable steelmaking](#).
5. Lipiäinen, S., Kuparinen, K., Sermyagina, E., et Vakkilainen, E. (2022). [Pulp and paper industry in energy transition: Towards energy-efficient and low carbon operation in Finland and Sweden](#). *Sustainable Production and Consumption*, 29, 421-431.
6. Aramendia, E., Brockway, P. E., Taylor, P. G., et Norman, J. (2023). [Global energy consumption of the mineral mining industry: Exploring the historical perspective and future pathways to 2060](#). *Global Environmental Change*, 83, 102745.
7. OCDE. (21 novembre 2024). Le coût des mesures de soutien aux combustibles fossiles a fortement diminué en 2023, mais reste élevé par rapport à sa moyenne historique.
8. OCDE. (2024). Suivi et évaluation des politiques agricoles 2024 : L'innovation pour une croissance durable de la productivité..
9. FAO, PNUD, et PNUE. (2021). [Une opportunité de plusieurs milliards de dollars : réorienter le soutien agricole pour transformer les systèmes alimentaires](#). Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).
10. OCDE. (21 novembre 2024). Le coût des mesures de soutien aux combustibles fossiles a fortement diminué en 2023, mais reste élevé par rapport à sa moyenne historique.
11. Beeler, C. (3 décembre 2021). [Glasgow summit pledge to phase out fossil fuel subsidies faces an uphill battle](#). *The World*.
12. Black, S., Liu, A., Parry, I. et Vernon, N. (janvier 2024). Données du FMI sur les subventions aux combustibles fossiles : mise à jour 2023. Fonds monétaire international.
13. Rennert, K., Errickson, F., Prest, B. C., Rennels, L., Newell, R. G., Cooke, R., King, A., et Pizer, et al. (2022). Comprehensive evidence implies a higher social cost of CO₂. *Nature*, 610(7930), 687-692.
14. FAO, PNUD, et PNUE. (2021). [Une opportunité de plusieurs milliards de dollars : réorienter le soutien agricole pour transformer les systèmes alimentaires](#). Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).
15. Banque mondiale. (2023). [Detox Development](#).
16. Agence internationale de l'énergie. (2024). [Oil 2024: Analysis and forecast to 2030](#).
17. Agence internationale de l'énergie. (2018). [The Future of Petrochemicals](#).
18. Agence internationale de l'énergie. (2018). [The Future of Petrochemicals](#).
19. Tilsted, J. P., Bauer, F., Deere Birkbeck, C., Skovgaard, J., et Rootzén, J. (2023). [Ending fossil-based growth: Confronting the political economy of petrochemical plastics](#). *One Earth*, 6(6), 607-619.
20. Levi, P. G., et Cullen, J. M. (2018). [Mapping global flows of chemicals: from fossil fuel feedstocks to chemical products](#). *Environmental Science & Technology*, 52(4), 1725-1734.
21. FAO. (2021). [Assessment of agricultural plastics and their sustainability - A call for action](#).
22. Levi, P. G., et Cullen, J. M. (2018). [Mapping global flows of chemicals: from fossil fuel feedstocks to chemical products](#). *Environmental Science & Technology*, 52(4), 1725-1734.
23. Agence internationale de l'énergie. (2018). [The Future of Petrochemicals](#).
24. Ibid.
25. DiFelice, M. (26 mars 2024). [The real root of high food prices: Corporate greed and consolidation](#). *Food & Water Watch*.



26. Institute for Agriculture and Trade Policy (IATP) et GRAIN. (2023). [Un cartel d'entreprises fertilise l'inflation alimentaire.](#)
27. IPES-Food. (2022). [À nouveau en eaux troubles.](#)
28. CCNUCC. (2023). [Outcome of the first global stocktake, Decision 1/CMA.5.28\(d\).](#) Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques.
29. GIEC. (2019). [Changement climatique et terres émergées Rapport spécial du GIEC sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres.](#)
30. FAO. (2018). [Transformer l'alimentation et l'agriculture pour réaliser les ODD.](#)
31. Woods, J., Williams, A., Hughes, J. K., Black, M., et Murphy, R. (2010). [Energy and the food system.](#) Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 365(1554), 2991-3006.
32. Paris, B., Vandorou, F., Balafoutis, A. T., Vaiopoulos, K., Kyriakarakos, G., Manolakos, D., et Papadakis, G. (2022). [Energy use in open-field agriculture in the EU: A critical review recommending energy efficiency measures and renewable energy sources adoption.](#) Renewable and Sustainable Energy Reviews, 158, 112098.
33. Ibid.
34. Agence internationale de l'énergie. (2021). [Ammonia Technology Roadmap.](#)
35. Jungers, G., Portet-Koltalo, F., Cosme, J., et Seralini, G. E. (2022). [Petroleum in pesticides: A need to change regulatory toxicology.](#) Toxics, 10(11), 670.
36. Ibid.
37. Mesnage, R., Benbrook, C., et Antoniou, M. N. (2019). [Insight into the confusion over surfactant co-formulants in glyphosate-based herbicides.](#) Food And Chemical Toxicology, 128, 137-145.
38. Ibid.
39. CIEL. (2022). [Sowing a Plastic Planet: How Microplastics in Agrochemicals Are Affecting Our Soils, Our Food, and Our Future](#)
40. PAN North America (2022). [Pesticides and Climate Change: A Vicious Cycle.](#)
41. FAO. (2024). [Pesticides use and trade, 1990-2022.](#)
42. Bauer, F., Tilsted, J. P., Deere Birkbeck, C., Skovgaard, J., Rootzén, J., Karltorp, K., Åhman, M., Finkill, G. D., Cortat, L., et Nyberg, T. (2024). [Petrochemicals and climate change: Powerful fossil fuel lock-ins and interventions for transformative change.](#) Environmental and Energy Systems Studies, Lund University.
43. PAN North America (2022). [Pesticides and Climate Change: A Vicious Cycle.](#)
44. Ibid.
45. Wan, N., Fu, L., Dainese, M., Kiær, L. P., Hu, Y., Xin, F., Goulson, D., Woodcock, B. A., Vanbergen, A. J., Spurgeon, D. J., Shen, S., et Scherber, C. (2025). [Pesticides have negative effects on non-target organisms.](#) Nature Communications, 16(1).
46. Boedeker, W., Watts, M., Clausing, P., et Marquez, E. (2020). [The global distribution of acute unintentional pesticide poisoning : estimations based on a systematic review.](#) BMC Public Health, 20(1).
47. Shekhar, C., Khosya, R., Thakur, K., Mahajan, D., Kumar, R., Kumar, S., et Sharma, A. K. (2024). [A Systematic Review of Pesticide Exposure, Associated Risks, and Long-Term Human Health Impacts.](#) Toxicology Reports, 13, 101840.
48. Pathak, V. M., Verma, V. K., Rawat, B. S., Kaur, B., Babu, N., Sharma, A., Dewali, S., Yadav, M., Kumari, R., Singh, S., Mohapatra, A., Pandey, V., Rana, N. et Cunill, J. M. (2022). [Current status of pesticide effects on environment, human health and it's eco-friendly management as bioremediation : A comprehensive review.](#) Frontiers In Microbiology, 13.
49. Agence internationale de l'énergie. (2021). [Ammonia Technology Roadmap.](#)
50. GIEC. (2019). [Changement climatique et terres émergées : Rapport spécial du GIEC sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres.](#)
51. Agence internationale de l'énergie. (2018). [The Future of Petrochemicals.](#)
52. FAO. (2021). [Placing fertilizers in firm focus.](#) Partenariat mondial sur les sols.
53. CIEL (2022). [Fossils, Fertilizers, and False Solutions: How Laundering Fossil Fuels in Agrochemicals Puts the Climate and the Planet at Risk.](#)



54. Lassaletta, L., Billen, G., Grizzetti, B., Anglade, J., et Garnier, J. (2014). [50 year trends in nitrogen use efficiency of world cropping systems : the relationship between yield and nitrogen input to cropland](#). *Environmental Research Letters*, 9(10), 105011.
55. Ibid.
56. Corral, P., Irwin, A., Krishnan, N., Mahler, D. G., et Vishwanath, T. (2020). [Fragilité et conflits : En première ligne de la lutte contre la pauvreté](#). Washington, DC : Banque mondiale.
57. FAO. (2024). [Conférence régionale de la FAO pour l'Afrique, trente-troisième session](#).
58. Menegat, S., Ledo, A., et Tirado, R. (2022). [Greenhouse gas emissions from global production and use of nitrogen synthetic fertilisers in agriculture](#). *Scientific Reports*, 12(1), 14490.
59. Ibid.
60. PNUE. (s. d.) [Beat Nitrogen Pollution](#). PNUE. Consulté le 18 septembre 2024.
61. PNUE. (2024). [Global Nitrous Oxide Assessment](#).
62. Sandström, V., Kaseva, J., Porkka, M., Kuisma, M., Sakieh, Y., et Kahiluoto, H. (2023). [Disparate history of transgressing planetary boundaries for nutrients](#). *Global Environmental Change*, 78, 102628.
63. Lassaletta, L., Billen, G., Grizzetti, B., Anglade, J., et Garnier, J. (2014). [50-year trends in nitrogen use efficiency of world cropping systems: The relationship between yield and nitrogen input to cropland](#). *Environmental Research Letters*, 9(10), 105011.
64. Wang, M., Bodirsky, B.L., Rijneveld, R. et al. (2024). [A triple increase in global river basins with water scarcity due to future pollution](#). *Nature Communications*, 15, 880.
65. Gilbert, N. (30 janvier 2025). [As EPA considers cancer links to nitrates in drinking water, industry downplays the risks](#). U.S. Right to Know.
66. GIEC. (2019). [Changement climatique et terres émergées Rapport spécial du GIEC sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres](#).
67. PNUE. (s. d.) [Beat Nitrogen Pollution](#). PNUE. Consulté le 18 septembre 2024.
68. Krzyzanowski, M. (2022). [The Health Impacts of Nitrogen Dioxide \(NO₂\) Pollution](#). Health and Environment Alliance.
69. Wyer, K. E., Kelleghan, D. B., Blanes-Vidal, V., Schauburger, G., et Curran, T. P. (2022). [Ammonia emissions from agriculture and their contribution to fine particulate matter: A review of implications for human health](#). *Journal of Environmental Management*, 323, 116285.
70. PNUE. [Facts about Nitrogen Pollution](#). Consulté le 17 avril 2025.
71. Paris, B., Vandorou, F., Balafoutis, A. T., Vaiopoulos, K., Kyriakarakos, G., Manolakos, D., et Papadakis, G. (2022). [Energy use in open-field agriculture in the EU: A critical review recommending energy efficiency measures and renewable energy sources adoption](#). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 158, 112098.
72. Muñoz, R., et Llanos, J. (2012). [Estimation of the lifespan of agricultural tractors using a diffusion model at the aggregate level](#). *Ciencia e Investigación Agraria*, 39(3), 557-562.
73. Les Amis de la Terre. (2025). [Rethinking No-Till: The toxic impact of conventional no-till agriculture on soil, biodiversity, and human health](#).
74. Lorencowicz, E., et Uziak, J. (2015). [Repair cost of tractors and agricultural machines in family farms](#). *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 7, 152-157.
75. Panigrahi, S. S., Luthra, K., Singh, C. B., Atungulu, G., et Corscadden, K. (2023c). [On-farm grain drying system sustainability : Current energy and carbon footprint assessment with potential reform measures](#). *Sustainable Energy Technologies And Assessments*, 60, 103430.
76. FAO. (2021). [Assessment of agricultural plastics and their sustainability - A call for action](#).
77. Ibid.
78. Ibid.
79. FAO. (2021). [Assessment of agricultural plastics and their sustainability: A call for action](#).
80. Winiarska, E., Jutel, M., et Zemelka-Wiacek, M. (2024). [The potential impact of nano- and microplastics on human health: Understanding human health risks](#). *Environmental Research*, 251(Pt. 2), 118535.
81. Ziani, K., Ioniță-Mîndrican, C.-B., Mititelu, M., Neacșu, S. M., Negrei, C., Moroșan, E., Drăgănescu, D., et Preda, O.-T. (2023). [Microplastics: A real global threat for environment and food safety: A state of the art review](#). *Nutrients*, 15(3), 617.



82. Chang, N., Chen, L., Wang, N., Cui, Q., Qiu, T., Zhao, S., He, H., Zeng, Y., Dai, W., Duan, C., et Fang, L. (2024). [Unveiling the impacts of microplastic pollution on soil health: A comprehensive review](#). *Science of the Total Environment*, 951.
83. Hofmann, T., Ghoshal, S., Tufenkji, N., Adamowski, J. F., Bayen, S., Chen, Q., Demokritou, P., Flury, M., Hüffer, T., Ivleva, N. P., Ji, R., Leask, R. L., Maric, M., Mitrano, D. M., Sander, M., Pahl, S., Rillig, M. C., Walker, T. R., White, J. C., et Wilkinson, K. J. (2023). [Plastics can be used more sustainably in agriculture](#). *Communications Earth & Environment*, 4(1).
84. Zhu, R., Zhang, Z., Zhang, N., Zhong, H., Zhou, F., Zhang, X., Liu, C., Huang, Y., Yuan, Y., Wang, Y., Li, C., Shi, H., Rillig, M. C., Dang, F., Ren, H., Zhang, Y., et Xing, B. (2025). [A global estimate of multiccosystem photosynthesis losses under microplastic pollution](#). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 122(11), e2423957122.
85. ⁸⁴ Nizzetto, L., Futter, M., et Langaas, S. (2016). [Are Agricultural Soils Dumps for Microplastics of Urban Origin?](#). *Environmental Science & Technology*, 50(20).
86. Kedzierski, M., Cirederf-Boulant, D., Palazot, M., Yvin, M., et Bruzard, S. (2023). [Continents of plastics: An estimate of the stock of microplastics in agricultural soils](#). *Science of The Total Environment*, 880, 163294.
87. Agence internationale de l'énergie. (2024). [Global Hydrogen Review 2024](#).
88. Schlissel, D., et Juhn, A. (2023). [Blue hydrogen: Not clean, not low carbon, not a solution: Making hydrogen from natural gas makes no sense](#). Institute for Energy Economics and Financial Analysis.
89. Oil Change International. (2024). [Funding failure: Carbon capture and fossil hydrogen subsidies exposed](#).
90. Schlissel, D., et Juhn, A. (2023). [Blue hydrogen: Not clean, not low carbon, not a solution: Making hydrogen from natural gas makes no sense](#). Institute for Energy Economics and Financial Analysis.
91. Robertson, B., et Mousavian, M. (2022). [Review of carbon capture to serve enhanced oil recovery: Overpromise and underperformance](#). Institute for Energy Economics and Financial Analysis.
92. Agora Industry. (2024). [Global Green Fertiliser Tracker](#).
93. CIEL. (2024). [Emissions unleashed: The climate crisis and America's petrochemical boom](#).
94. Rosa, L., et Gabrielli, P. (2022). [Energy and Food Security Implications of Transitioning Synthetic Nitrogen Fertilizers to Net-Zero Emissions](#). *Environmental Research Letters*, 18.
95. Waters-Bayer, A. et Wario, H.T. (2020). [Pastoralism and large-scale Renewable energy and green hydrogen projects, potentials and threats](#). Brot für die Welt et Fondation Heinrich Böll.
96. Commission européenne. (18 mai 2022). [Plan RePowerEU](#).
97. Menegat, S., Ledo, A., et Tirado, R. (2022). [Greenhouse gas emissions from global production and use of nitrogen synthetic fertilisers in agriculture](#). *Scientific Reports*, 12(1), 14490.
98. Bio.News. (10 novembre 2023). [Can biotech break the interdependence between food production and fossil fuels?](#)
99. Fondation Heinrich Böll, Friends of the Earth Europe, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) et Pesticide Action Network Europe. (2022). [Atlas des pesticides 2022](#).
100. Les Amis de la Terre. (2020). [Pesticides inhibiteurs de gènes: Risques et craintes](#).
101. Arpaia, S., Christiaens, O., Giddings, K., Jones, H., Mezzetti, B., Moronta-Barrios, F., Perry, J. N., Sweet, J. B., Taning, C. N. T., Smagghe, G., et Dietz-Pfeilstetter, A. (2020). [Biosafety of GM crop plants expressing dsRNA: Data requirements and EU regulatory considerations](#). *Frontiers in Plant Science*, 11.
102. Voir notamment : FMC. (6 octobre 2023). [Defining Biologicals in Crop Protection](#).
103. Wang, H.L., Ding, B.J., Dai, J.Q., Nazarenu, T. J., Borges, R., Mafra-Neto, A., Cahoon, E. B., Hofvander, P., Stymne, S., et Löfstedt, C. (2022). [Insect pest management with sex pheromone precursors from engineered oilseed plants](#). *Nature Sustainability*, 5, 981-990.
104. Les Amis de la Terre. (2023). [Genetically engineered soil microbes: risks and concerns](#).
105. CSS, ENSSER, et VDW. (2019). [Gene drives: A report on their science, applications, social aspects, ethics and regulations](#).
106. Voir notamment : Miller, L. (10 janvier 2020). [Making real a biotechnology dream: Nitrogen-fixing cereal crops](#). MIT News.
107. Voir notamment : Pivot Bio. (s. d.). [Making agriculture more sustainable with microbial nitrogen fertilizer technology](#).



108. Voir Daniel, A. (18 mars 2025). [A cell pulls off one of the 'Holy Grails' of biotechnology](#). NPR.
109. Jungers, G., Portet-Koltalo, F., Cosme, J., et Seralini, G. E. (2022). [Petroleum in pesticides: A need to change regulatory toxicology](#). *Toxics*, 10(11), 670.
110. Hoang, B. T. L., Fletcher, S. J., Brosnan, C. A., Ghodke, A. B., Manzie, N., et Mitter, N. (2022). [RNAi as a foliar spray: Efficiency and challenges to field applications](#). *International Journal of Molecular Science*, 23(12), 6639.
111. Les Amis de la Terre. (2020). [Pesticides inhibiteurs de gènes : Risques et craintes](#).
112. Ibid.
113. Wong, A. C. S., Massel, K., Lam, Y., Hintzsche, J., et Chauhan, B. S. (2022). [Biotechnological road map for innovative weed management](#). *Frontiers in Plant Science*, 13, 887723.
114. Corporate Europe Observatory. (20 octobre 2022). [Exposed: How biotech giants use patents and new GMOs to control the future of food](#).
115. Germing, K., et al. (2025). [Crop protection by RNA interference: a review of recent approaches, current state of developments and use as of 2013](#). *Environmental Sciences Europe*, 37(1), 15.
116. ETC Group. (2022). [Food Barons: Crisis Profiteering, Digitalization and Shifting Power](#).
117. Corporate Europe Observatory. (20 octobre 2022). [Exposed: How biotech giants use patents and new GMOs to control the future of food](#).
118. Bloomfield, D., Pannu, J., Zhu, A. W., Ng, M. Y., Lewis, A., Bendavid, E., Asch, S. M., Hernandez-Boussard, T., Cicero, A., et Inglesby, T. (2024). [AI and biosecurity: The need for governance](#). *Science*, 385(6711), 831-833.
119. Voir notamment : Zanin, A. R. A., Neves, D. C., Teodoro, L. P. R., et al. (2022). [Reduction of pesticide application via real-time precision spraying](#). *Scientific Reports*, 12, 5638.
120. Machleb, J., Peteinatos, G. G., Kollenda, B., Andújar, D., et Gerhards, R. (2020). [Sensor-based mechanical weed control: Present state and prospects](#). *Computers and Electronics in Agriculture*, 176, 105638.
121. Association of Equipment Manufacturers (AEM). (2021). [The environmental benefits of precision agriculture in the United States](#).
122. Une étude de l'USDA sur les cultures de pâturage a révélé une augmentation de la consommation de carburant par hectare lorsque le guidage automatique du tracteur était activé. (Ashworth, A.J. et al., 2020). [Environmental Impact Assessment of Tractor Guidance Systems Based on Pasture Management Scenarios](#). *Journal of the ASABE*, 65(3).
123. Bahmutsky, S., Grassauer, F., Arulnathan, V., et Pelletier, N. (2024). [A review of life cycle impacts and costs of precision agriculture for cultivation of field crops](#). *Sustainable Production and Consumption*.
124. ¹²³ Bronson, K. (2022). [The immaculate conception of data: Agribusiness, activists, and their shared politics of the future](#). McGill-Queen's University Press.
125. Bessette, D. L., Brainard, D. C., Srivastava, A. K., Lee, W., et Geurkink, S. (2022). [Battery electric tractors: small-scale organic growers' preferences, perceptions, and concerns](#). *Energies*, 15(22), 8648.
126. Malik, A., et Kohli, S. (2020). [Electric tractors: Survey of challenges and opportunities in India](#). *Materials Today: Proceedings*, 28, 2318-2324.
127. Shamshiri, R. R. (2024). [Electrical tractors for autonomous farming](#). In *Mobile Robots for Digital Farming* (pp. 89-106). CRC Press.
128. Bessette, D. L., Brainard, D. C., Srivastava, A. K., Lee, W., et Geurkink, S. (2022). [Battery electric tractors: small-scale organic growers' preferences, perceptions, and concerns](#). *Energies*, 15(22), 8648.
129. CIEL. (2022). [Sowing a Plastic Planet: How Microplastics in Agrochemicals Are Affecting Our Soils, Our Food, and Our Future](#)
130. Pappa, F. (2024). [Sounding the alarm for digital agriculture: Examining risks to the human rights to science and food](#). *Netherlands Quarterly of Human Rights*, 42(3), 276-296.
131. Voir notamment : Anastasiou, E., Fountas, S., Voulgaraki, M., Psiroukis, V., Koutsiaras, M., Kriezi, O., et al. (2023). [Precision farming technologies for crop protection: A meta-analysis](#). *Smart Agricultural Technology*, 5, 100323.
132. Mytton, D., et Ashtine, M. (2022). [Sources of data center energy estimates : A comprehensive review](#). *Joule*, 6(9), 2032-2056.
133. Agence internationale de l'énergie. (2025). [Energy and AI: World Energy Outlook Special Report](#).
134. Ibid.



135. Goldman Sachs. (28 avril 2024). [Generational growth: AI, data centers and the coming US power demand surge.](#)
136. Olivo, A. (17 avril 2024). [Internet data centers are fueling drive to old power source: Coal.](#) The Washington Post.
137. Kimball, S. (23 janvier 2025). [Trump says he will approve power plants for AI through emergency declaration.](#) CNBC.
138. Ambrose, J. (23 juillet 2024). [Ireland's datacentres overtake electricity use of all urban homes combined.](#) The Guardian.
139. Beyond Fossil Fuels. (2025). [System overload: How new data centres could throw Europe's energy transition off course.](#)
140. S&P Global Ratings. (30 octobre 2024). [Data centers: Rapid growth will test U.S. tech sector's decarbonization ambitions.](#)
141. Kerr, D. (12 juillet 2024). [AI brings soaring emissions for Google and Microsoft, a major contributor to climate change.](#) NPR.
142. Microsoft. (2024). [2024 Environmental Sustainability Report.](#)
143. Spencer, T., et Singh, S. (18 octobre 2024). [What the data centre and AI boom could mean for the energy sector.](#) Agence internationale de l'énergie.
144. S&P Global. (30 octobre 2024). [Data centers: Rapid growth will test U.S. tech sector's decarbonization ambitions.](#)
145. Luccioni, S., Trevelin, B., et Mitchell, M. (3 septembre 2024). [The environmental impacts of AI – Primer.](#) Hugging Face.
146. ETC Group. (2024). [Behind Sugar and Spice and Everything Nice: The Environmental Impacts of Digitalization.](#)
147. Ibid.
148. Hackfort, S., Marquis, S., et Bronson, K. (2024). [Harvesting value : Corporate strategies of data assetization in agriculture and their socio-ecological implications.](#) Big Data & Society, 11(1).
149. Alliance mondiale pour l'avenir de l'alimentation. (2023). [Changement de pouvoir : pourquoi les systèmes alimentaires industriels doivent-ils sortir des combustibles fossiles.](#)
150. Sovacool, B. K., Bazilian, M., Griffiths, S., Kim, J., Foley, A., et Rooney, D. (2021). [Decarbonizing the food and beverages industry: A critical and systematic review of developments, sociotechnical systems and policy options.](#) Renewable and Sustainable Energy Reviews, 143, 110856.
151. Ladha-Sabur, A., Bakalis, S., Fryer, P. J., et Lopez-Quiroga, E. (2019). [Mapping energy consumption in food manufacturing.](#) Trends in Food Science & Technology, 86, 270-280.
152. Galitsky, C., Worrell, E., et Ruth, M. (2003). [Energy efficiency improvement and cost saving opportunities for the corn wet milling industry: An ENERGY STAR guide for energy and plant managers.](#) Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, Environmental Energy Technologies Division.
153. Monteiro, C. A., Cannon, G., Levy, R. B., Moubarac, J.-C., Louzada, M. L., Rauber, F., Khandpur, N., Cediel, G., Neri, D., Martinez-Steele, E., Baraldi, L. G., et Jaime, P. C. (2019). [Ultra-processed foods: What they are and how to identify them.](#) Public Health Nutrition, 22(5), 936-941.
154. Alliance mondiale pour l'avenir de l'alimentation. (2023). [Changement de pouvoir : pourquoi les systèmes alimentaires industriels doivent-ils sortir des combustibles fossiles.](#)
155. FAO. (2021). [Une opportunité de plusieurs milliards de dollars : réorienter le soutien agricole pour transformer les systèmes alimentaires.](#)
156. Wood, B., Williams, O., Nagarajan, V., et Sacks, G. (2021). [Market Strategies Used by Processed Food Manufacturers to Increase and Consolidate Their Power: A Systematic Review and Document Analysis.](#) Globalization and Health, 17, 17.
157. Wood, B., Robinson, E., Baker, P., Paraje, G., Mialon, M., van Tulleken, C., et Sacks, G. (2023). [What is the purpose of ultra-processed food? An exploratory analysis of the financialisation of ultra-processed food corporations and implications for public health.](#) Globalization and Health, 19(1), 85.
158. Hall, K. D., Ayuketah, A., Brychta, R., Cai, H., Cassimatis, T., Chen, K. Y., Chung, S., Costa, E., Courville, A., Darcey, V., Fletcher, L. A., Forde, C. G., Gharib, A. M., Guo, J., Howard, R., Joseph, P. V., McGehee, S., Ouwerkerk, R., Rasinger, K., Rozga, I., Stagliano, M., Walter, M., Walter, P. J., Yang, S., et Zhou, M. (2019). [Ultra-processed diets cause excess calorie intake and weight gain: An inpatient randomized controlled trial of ad libitum food intake.](#) Cell Metabolism, 30(1), 67-77.e3.



159. Baker, P., Machado, P., Santos, T., Sievert, K., Backholer, K., Hadjikakou, M., Russell, C., Huse, O., Bell, C., Scrinis, G., Worsley, A., Friel, S., et Lawrence, M. (2020). [Ultra-processed foods and the nutrition transition: Global, regional and national trends, food systems transformations and political economy drivers](#). *Obesity Reviews*, 21(12), e13126.
160. FAO, FIDA, UNICEF, PAM et OMS. (2023). [L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2023](#).
161. Taylor, C., Maroccia, J., Masterson, M., et Rosentrater, K. A. (2023). [Comprehensive life cycle assessment of the corn wet milling industry in the United States](#). *Frontiers in Energy Research*, 11.
162. Voir Fondation Heinrich Böll, Friends of the Earth Europe et Bund für Umwelt und Naturschutz. (2021). [The Meat Atlas 2021](#). p.60.
163. Lane, M. M., Gamage, E., Du, S., Ashtree, D. N., McGuinness, A. J., Gauci, S., Baker, P., Lawrence, M., Rebholz, C. M., Srouf, B., Touvier, M., Jacka, F. N., O'Neil, A., Segasby, T., et Marx, W. (2024). [Ultra-processed food exposure and adverse health outcomes : umbrella review of epidemiological meta-analyses](#). *BMJ*, e077310.
164. Nilson, E. A. F., Delpino, F. M., Batis, C., Machado, P. P., Moubarac, J. C., Cedieli, G., Corvalan, C., Ferrari, G., Rauber, F., Martinez-Steele, E., Louzada, M. L. D. C., Levy, R. B., Monteiro, C. A., et Rezende, L. F. M. (2025). [Premature mortality attributable to ultraprocessed food consumption in 8 countries](#). *American Journal of Preventive Medicine*, 58(4), 500-510.
165. Kesse-Guyot, E., Allès, B., Brunin, J., Fouillet, H., Dussiot, A., Berthy, F., Perraud, E., Hercberg, S., Julia, C., Mariotti, F., Deschasaux-Tanguy, M., Srouf, B., Lairon, D., Pointereau, P., Baudry, J., et Touvier, M. (2022). [Environmental impacts along the value chain from the consumption of ultra-processed foods](#). *Nature Sustainability*, 6(2), 192-202.
166. Karali, N., Khanna, N., et Shah, N. (2024). [Climate Impact of Primary Plastic Production](#). Lawrence Berkeley National Laboratory.
167. FAO. (2021). [Assessment of agricultural plastics and their sustainability - A call for action](#).
168. ¹⁶ Tan, J., Tiwari, S. K., et Ramakrishna, S. (2021). [Single-use plastics in the food services industry: can it be sustainable?](#). *Materials Circular Economy*, 3(1), 7.
169. Grand View Research. (2024). [Plastic packaging market size, share & trends analysis report by material, by product \(rigid, flexible\), by technology \(injection molding, extrusion, blow molding, thermoforming\), by application, by region, and segment forecasts, 2024-2030](#). Rapport n° GVR-2-68038-516-8.
170. Ibid.
171. Bauer, F., Tilsted, J. P., Deere Birkbeck, C., Skovgaard, J., Rootzén, J., Karltorp, K., Åhman, M., Finkill, G. D., Cortat, L., et Nyberg, T. (2024). [Petrochemicals and climate change: Powerful fossil fuel lock-ins and interventions for transformative change](#). Environmental and Energy Systems Studies, Lund University.
172. Agence internationale de l'énergie. (2018). [The Future of Petrochemicals](#).
173. Ibid.
174. Willis J., Bofiliou T., Wielechowski R., Manili A. (2024). [The Plastic Recycling Deception](#). Planet Tracker.
175. Center for Climate Integrity. (2024) [The Fraud of Plastic Recycling: How Big Oil and the Plastics Industry Deceived the Public for Decades and Caused the Plastic Waste Crisis](#).
176. OECD. (2022). [Perspectives mondiales des plastiques : Scénarios d'action à l'horizon 2060](#).
177. Rivas, M. L., Albion, I., Bernal, B., Handcock, R. N., Heatwole, S. J., Parrott, M. L., Piazza, K. A., et Deschaseaux, E. (2022). [The plastic pandemic: COVID-19 has accelerated plastic pollution, but there is a cure](#). *Science of the Total Environment*, 847, 157555.
178. Cowger, W., Willis, K. A., Bullock, S., Conlon, K., Emmanuel, J., Erdle, L. M., Eriksen, M., Farrelly, T. A., Hardesty, B. D., Kerge, K., Li, N., Li, Y., Liebman, A., Tangri, N., Thiel, M., Villarrubia-Gómez, P., Walker, T. R., et Wang, M. (2024). [Global producer responsibility for plastic pollution](#). *Science Advances*, 10(17).
179. Break Free From Plastics. (2023). [BRANDED 6: Holding the World's Worst Plastic Polluters Accountable Annually Since 2018](#).
180. Landrigan, P. J., Raps, H., Cropper, M., Bald, C., Brunner, M., Canonizado, E. M., Charles, D., Chiles, T. C., Donohue, M. J., Enck, J., Fenichel, P., Fleming, L. E., Ferrier-Pages, C., Fordham, R., Gozt, A., Griffin, C., Hahn, M. E., Haryanto, B., Hixson, R., ... Dunlop, S. (2023). [The Minderoo-Monaco Commission on Plastics and Human Health](#). *Annals of Global Health*, 89(1), 23.
181. Wagner, M., Monclús, L., Arp, H. P. H., Groh, K. J., Løseth, M. E., Muncke, J., Wang, Z., Wolf, R., et Zimmermann, L. (2024). [State of the science on plastic chemicals: Identifying and addressing chemicals and polymers of concern](#).



182. Geueke, B., Parkinson, L. V., Groh, K. J., Kassotis, C. D., Maffini, M. V., Martin, O. V., Zimmermann, L., Scheringer, M., et Muncke, J. (2024). [Evidence for widespread human exposure to food contact chemicals](#). *Journal Of Exposure Science & Environmental Epidemiology*.
183. Yates, J., Deeney, M., Muncke, J. et al. [Plastics matter in the food system](#). *Commun Earth Environ* 6, 176 (2025).
184. Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., et Leip, A. (2021). [Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions](#). *Nature Food*, 2(3), 198-209.
185. Poore, J., et Nemecek, T. (2018). [Reducing food's environmental impacts through producers and consumers](#). *Science*, 360(6392), 987-992.
186. Agence internationale de l'énergie. (2019). [The Future of Rail: Opportunities for energy and the environment](#).
187. Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., et Leip, A. (2021). [Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions](#). *Nature Food*, 2(3), 198-209.
188. Ibid.
189. Poore, J., et Nemecek, T. (2018). [Reducing food's environmental impacts through producers and consumers](#). *Science*, 360(6392), 987-992.
190. Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., et Leip, A. (2021). [Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions](#). *Nature Food*, 2(3), 198-209.
191. OCDE et FAO. (2024). [Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2024-2033](#). Éditions OCDE.
192. Chowdhury, S., Pozzer, A., Haines, A., Klingmüller, K., Münzel, T., Paasonen, P., Sharma, A., Venkataraman, C., et Lelieveld, J. (2022). [Global health burden of ambient PM2.5 and the contribution of anthropogenic black carbon and organic aerosols](#). *Environment International*, 159.
193. The International Council on Clean Transportation (ICCT). (2017). [Greenhouse gas emissions from global shipping, 2013-2015](#).
194. Fluch, J., Brunner, C., et Grubbauer, A. (2017). [Potential for energy efficiency measures and integration of renewable energy in the European food and beverage industry based on the results of implemented projects](#). *Energy Procedia*, 123, 148-155.
195. Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA). (2015). [Renewable energy options for the industry sector: Global and regional potential until 2030](#).
196. Ibid.
197. Mukherjee, S., Asthana, A., Howarth, M., McNeill, R., et Frisby, B. (2019). [Achieving operational excellence for industrial baking ovens](#). *Energy Procedia*, 161, 395-402.
198. Sovacool, B. K., Bazilian, M., Griffiths, S., Kim, J., Foley, A., et Rooney, D. (2021). [Decarbonizing the food and beverages industry: A critical and systematic review of developments, sociotechnical systems and policy options](#). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 143, 110856.
199. Dumont, M., Wang, R., Wenzke, D., Blok, K., et Heijungs, R. (2023). [The techno-economic integrability of high-temperature heat pumps for decarbonizing process heat in the food and beverages industry](#). *Resources, Conservation and Recycling*, 188, Article 106605.
200. Meyers, S., Schmitt, B., Chester-Jones, M., et Sturm, B. (2016). [Energy efficiency, carbon emissions, and measures towards their improvement in the food and beverage sector for six European countries](#). *Energy*, 104, 266-283.
201. Unilever. (4 novembre 2024). [How can business help power policy change on renewables?](#)
202. AB InBev. (s. d.). [Brewing with 100% renewable electricity](#).
203. Nestlé. (s. d.). [Climate action in our operations](#).
204. Clairand, J.-M., Briceño-León, M., Escrivá-Escrivá, G., et Pantaleo, A. M. (2020). [Review of energy efficiency technologies in the food industry: Trends, barriers, and opportunities](#). *IEEE Access*, 8, 36051-36072.
205. Sovacool, B. K., Bazilian, M., Griffiths, S., Kim, J., Foley, A., et Rooney, D. (2021). [Decarbonizing the food and beverages industry: A critical and systematic review of developments, sociotechnical systems and policy options](#). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 143, 110856.
206. Bell, J. et Girisan, V. (19 décembre 2024). [The role of electrification in the food & beverage and consumer packaged goods sectors](#). *ENGIE Impact*.



207. Fluch, J., Brunner, C., et Grubbauer, A. (2017). [Potential for energy efficiency measures and integration of renewable energy in the European food and beverage industry based on the results of implemented projects](#). *Energy Procedia*, 123, 148-155.
208. Graham, B. (14 novembre 2024). [PepsiCo completes €2.4m rooftop solar panel installation at Cork facility](#). Echo Live.
209. Campbell, D. (18 septembre 2024). [Top UK food firms urged to do more to cut 'staggering' emissions](#). The Guardian.
210. Reavis, M., Ahlen, J., Rudek, J., et Naithani, K. (2022). [Evaluating greenhouse gas emissions and climate mitigation goals of the global food and beverage sector](#). *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5.
211. Organisation mondiale de la santé. (2024). [Commercial determinants of noncommunicable diseases in the WHO European Region](#).
212. Popkin, B. M., Barquera, S., Corvalan, C., Hofman, K. J., Monteiro, C., Ng, S. W., Swart, E. C., et Taillie, L. S. (2021). [Towards unified and impactful policies to reduce ultra-processed food consumption and promote healthier eating](#). *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 9(7), 462-470.
213. Corporate Europe Observatory. (26 novembre 2018). [Plastic pressure: Industry turns up the heat to avoid plastics regulation spurred by public demand](#).
214. Slater, S., Lawrence, M., Wood, B., Serodio, P., et Baker, P. (2024). [Corporate interest groups and their implications for global food governance: mapping and analysing the global corporate influence network of the transnational ultra-processed food industry](#). *Globalization and Health*, 20(1), 16.
215. Beyond Plastics. (2024). [Demystifying compostable and biodegradable plastics](#).
216. Direction générale de l'environnement. (30 novembre 2022). [Communication – EU policy framework on biobased, biodegradable and compostable plastics](#). Commission européenne.
217. Beyond Plastics. (2024). [Demystifying compostable and biodegradable plastics](#).
218. European Bioplastics. (2015). [EN 13432 certified bioplastics performance in industrial composting](#).
219. Döhler, N., Wellenreuther, C., et Wolf, A. (2022). [Market dynamics of biodegradable bio-based plastics: Projections and linkages to European policies](#). *EFB Bioeconomy Journal*, 2, 100028.
220. CIEL (2019). [Plastic and Climate: The hidden costs of a plastic planet](#).
221. Beyond Plastics. (2024). [Demystifying compostable and biodegradable plastics](#).
222. Zimmermann, L., Dombrowski, A., Völker, C., et Wagner, M. (2020). [Are bioplastics and plant-based materials safer than conventional plastics? In vitro toxicity and chemical composition](#). *Environment International*, 145, 106066.
223. Phelps, D. W., Parkinson, L. V., Boucher, J. M., Muncke, J., et Geueke, B. (2024). [Per- and Polyfluoroalkyl Substances in Food Packaging : Migration, Toxicity, and Management Strategies](#). *Environmental Science & Technology*, 58(13), 5670-5684.
224. Beyond Plastics. (2024). [Demystifying compostable and biodegradable plastics](#).
225. Goossen, C. P., et Dolan, K. (2023). [Evidence of compost contamination with per- and polyfluoroalkyl substances \(PFAS\) from 'compostable' food serviceware](#). *Biointerphases*, 18(3), 030501.
226. Brizga, J., Hubacek, K., et Feng, K. (2020). [The Unintended Side Effects of Bioplastics: Carbon, Land, and Water Footprints](#). *One Earth*, 3(1), 45-53.
227. Raschka, A., Carus, M., et Piotrowski, S. (2013). [Renewable Raw Materials and Feedstock for Bioplastics](#). *Bio-Based Plastics*. Wiley.
228. ETC Group. (2010). [The New Biomasssters: Synthetic biology and the next assault on biodiversity and livelihoods](#).
229. ETC Group. (2023). [The Seaweed Delusion: Industrial seaweed will not cool the climate or save nature](#).
230. Beyond Plastics. (2024). [Demystifying compostable and biodegradable plastics](#).
231. Agence internationale de l'énergie. (2023). [Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach](#).
232. Aryanpur, V., et Rogan, F. (2024). [Decarbonising road freight transport: The role of zero-emission trucks and intangible costs](#). *Scientific Reports*, 14(1), 2113.
233. International Council on Clean Transportation (ICCT). (2023). [Vision 2050: Strategies to Align Global Road Transport With Well Below 2°C](#).
234. Lark, T. J., Hendricks, N. P., Smith, A., Pates, N., Spawn-Lee, S. A., Bougie, M., Booth, E. G., Kucharik, C. J., et Gibbs, H. K. (2022). [Environmental Outcomes of the US Renewable Fuel Standard](#). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119.



235. Hodge, T., et Durland, L. J. (8 avril 2025). [The false promise of blue ammonia for shipping and beyond](#). Center for International Environmental Law.
236. Agence internationale de l'énergie. (2021). [Net zero by 2050](#).
237. Agence internationale de l'énergie. (2024). [Global Hydrogen Review 2024](#).
238. Basma, H., Rodríguez, F., Hildermeier, J., et Jahn, A. (2022). [Electrifying Last-Mile Delivery](#). ICCT et RAP.
239. Schabas, M. (13 juin 2024). [Where to find rail intermodal growth](#). Oliver Wyman.
240. Torres de Miranda Pinto, J., Mistage, O., Bilotta, P., et Helmers, E. (2018). [Road-rail intermodal freight transport as a strategy for climate change mitigation](#). Environmental Development, 25.
241. Xue, L., et Chen, K. (4 septembre 2024). [Lessons from China's Growing Adoption of Zero-Emission Trucks](#). World Resources Institute.
242. Lèbre, É., Stringer, M., Svobodova, K., Owen, J. R., Kemp, D., Côte, C., Arratia-Solar, A., et Valenta, R. K. (2020). [The social and environmental complexities of extracting energy transition metals](#). Nature Communications, 11(1), 4823.
243. Levenda, A. M., Behrsin, I., et Disano, F. (2021). [Renewable energy for whom? A global systematic review of the environmental justice implications of renewable energy technologies](#). Energy Research & Social Science, 71, 101837.
244. Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., et Leip, A. (2021). [Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions](#). Nature Food, 2(3), 198-209.
245. Biofuelwatch. (2025). [A global fat grab: Examining the push for aviation biofuels](#).
246. Association du transport aérien international (IATA). (2024). [Net zero 2050: Sustainable aviation fuels](#).
247. Agence internationale de l'énergie. (2024). [Global Hydrogen Review 2024](#).
248. CE Delft. (2012). [Regulated Slow Steaming in Maritime Transport: An Assessment of Options, Costs and Benefits](#). Transport and Environment & Seas at Risk.
249. Vakili, S., Ballini, F., Schönborn, A., Christodoulou, A., Dalaklis, D., et Ölçer, A.I. (2023). [Assessing the macroeconomic and social impacts of slow steaming in shipping: A literature review on small island developing states and least developed countries](#). Journal of Shipping and Trade, 8(2).
250. Cargill. (13 mars 2024). [Cargill shares outcome of the world's first wind-powered ocean vessel's maiden voyage](#).
251. Singleton, T. (13 mars 2024). [Sail-powered cargo ship 'shows potential of wind'](#). BBC News.
252. CE Delft. (2012). [Regulated Slow Steaming in Maritime Transport: An Assessment of Options, Costs and Benefits](#). Transport and Environment & Seas at Risk.
253. Agence internationale de l'énergie. (2021). [Ammonia Technology Roadmap: Towards more sustainable nitrogen fertiliser production](#).
254. Corporate Europe Observatory. (10 octobre 2023). [The dirty truth about the EU's hydrogen push](#).
255. Cames, M., Wissner, N., et Sutter, J. (13 juin 2021). [Ammonia as a marine fuel: Risks and perspectives](#). Öko-Institute for Applied Ecology.
256. Ibid.
257. Lark, T. J., Hendricks, N. P., Smith, A., Pates, N., Spawn-Lee, S. A., Bougie, M., Booth, E. G., Kucharik, C. J., et Gibbs, H. K. (2022). [Environmental Outcomes of the US Renewable Fuel Standard](#). Proceedings of the National Academy of Sciences, 119.
258. Vasilakou, K., Nimmegeers, P., Thomassen, G., Billen, P., et Van Passel, S. (2023). [Assessing the future of second-generation bioethanol by 2030 – A techno-economic assessment integrating technology learning curves](#). Applied Energy, 344, 121263.
259. Baresic, D., Smith T., Raucci, K., Rehmatulla, C., Narula, N. et Rojon, I. (2018). [LNG as a marine fuel in the EU: Market, bunkering infrastructure investments and risks in the context of GHG reductions](#). UMAS, Londres.
260. Howarth, R. W. (2024). [The greenhouse gas footprint of liquefied natural gas \(LNG\) exported from the United States](#). Energy Science & Engineering, 12(11), 4843-4859.
261. NRDC. (2020). [Sailing to Nowhere: Liquefied natural gas is not an effective climate strategy](#).



262. Earth Insight. (2024). [Anything But Natural: LNG Expansion Threats to Coastal & Marine Ecosystems](#).
263. Stoner, O., Lewis, J., Lucio Martínez, I., Gumy, S., Economou, T., et Adair-Rohani, H. (2021). [Household cooking fuel estimates at global and country level for 1990 to 2030](#). Nature Communications.
264. Agence internationale de l'énergie. (2023). [A Vision for Clean Cooking Access for All](#).
265. Stoner, O., Lewis, J., Lucio Martínez, I., Gumy, S., Economou, T., et Adair-Rohani, H. (2021). [Household cooking fuel estimates at global and country level for 1990 to 2030](#). Nature Communications.
266. Flammini, A., Adzmir, H., Karl, K., et Tubiello, F. N. (2023). [Quantifying greenhouse gas emissions from wood fuel use by households](#). Earth System Science Data, 15(5), 2179-2187.
267. Agence internationale de l'énergie. (2020). [Global CO2 emissions in 2019](#).
268. Organisation mondiale de la santé. (2024). [Principaux repères : Pollution de l'air à l'intérieur des habitations](#).
269. Khalid, R. (janvier 2025). [Modern energy cooking services: A pathway to mitigating urban heat stress](#). MECS.
270. Carducci, B., Fanzo, J., et Wolfson, J. A. (2025). [Household cooking and eating practices across food system typologies in 135 countries from 2018 to 2022](#). Health Promotion International, 40(2).
271. IRENA. (2023). [Renewables-based electric cooking: Climate commitments and finance](#).
272. Banque mondiale. (2020). [The state of access to modern energy cooking services](#).
273. Kashtan, Y. S., Nicholson, M., Finnegan, C., Ouyang, Z., Lebel, E. D., Michanowicz, D. R., Shonkoff, S. B. C., et Jackson, R. B. (2023). [Gas and propane combustion from stoves emits benzene and increases indoor air pollution](#). Environmental Science & Technology.
274. Logue, J. M., Klepeis, N. E., Lobscheid, A. B., et Singer, B. C. (2014). [Pollutant Exposures from Natural Gas Cooking Burners: A Simulation-Based Assessment for Southern California](#). Environmental Health Perspectives 122(1): 43-50.
275. Lin, W., Brunekreef, B., et Gehring, U. (2013). [Meta-analysis of the effects of indoor nitrogen dioxide and gas cooking on asthma and wheeze in children](#). International Journal of Epidemiology.
276. Leach, M. (11 juin 2024). [The gas to electric cooking transition, in the OECD](#). Modern Energy Cooking Services.
277. James, S. et Christian J. (2004). [Improving energy efficiency within the food cold-chain](#). Encyclopedia of meat sciences.
278. Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., et Leip, A. (2021). [Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions](#). Nature Food, 2(3), 198-209.
279. James, S., et James, C. (2004). [Improving energy efficiency within the food cold-chain](#). Encyclopedia of Meat Sciences.
280. Friedman-Heiman, A., et Miller, S. A. (2024). [The impact of refrigeration on food losses and associated greenhouse gas emissions throughout the supply chain](#). Environmental Research Letters, 19(6), 064038.
281. International Institute of Refrigeration. (2021). [The carbon footprint of the cold chain](#).
282. Dwyer, O. (5 juin 2024). [Better refrigeration could avoid almost 2bn tonnes of CO2 per year from food loss](#). Carbon Brief.
283. Ibid.
284. Banque mondiale. (2018). [Agriculture in Africa: Telling myths from facts](#).
285. PNUE et FAO. (2022). [Sustainable food cold chains: Opportunities, challenges and the way forward](#).
286. Clean Cooking Alliance. (2023). [Clean Cooking as a Catalyst for Sustainable Food Systems](#).
287. Kashtan, Y., Nicholson, M., Finnegan, C. J., Ouyang, Z., Garg, A., Lebel, E. D., Rowland, S. T., Michanowicz, D. R., Herrera, J., Nadeau, K. C., et Jackson, R. B. (2024). [Nitrogen dioxide exposure, health outcomes, and associated demographic disparities due to gas and propane combustion by U.S. stoves](#). Science Advances, 10(18).
288. U.S. Department of Energy. (11 mai 2023). [Making the switch to induction stoves or cooktops](#).
289. Solar Cookers International. (2023). [Nationally Determined Contributions with emphasis on solar cooking](#).
290. IRENA et FAO. (2021). [Renewable energy and agri-food systems: Advancing energy and food security towards sustainable development goals](#).



291. International Institute of Refrigeration. (2021). [The carbon footprint of the cold chain](#).
292. National Renewable Energy Laboratory. (2009). [Grocery store 50% energy savings technical support document](#).
293. Sovacool, B. K., Bazilian, M., Griffiths, S., Kim, J., Foley, A., et Rooney, D. (2021). [Decarbonizing the food and beverages industry: A critical and systematic review of developments, sociotechnical systems and policy options](#). Renewable and Sustainable Energy Reviews, 143, 110856.
294. Reuters. (13 décembre 2024). [Local unions group seeks ouster of Kroger CEO after \\$7.5 bln buyback plan](#).
295. Floess, E., Grieshop, A., Puzzolo, E., Pope, D., Leach, N., Smith, C. J., Gill-Wiehl, A., Landesman, K., et Bailis, R. (2023). [Scaling up gas and electric cooking in low- and middle-income countries: Climate threat or mitigation strategy with co-benefits?](#). Environmental Research Letters, 18(3), 034010.
296. OMS. (2023). [Achieving universal access and net-zero emissions by 2050: A global roadmap for just and inclusive clean cooking transition](#).
297. IRENA et FAO. (2021). [Renewable energy and agri-food systems: Advancing energy and food security towards sustainable development goals](#).
298. UNHCR. (2022). [Geneva Technical Hub Case Studies: Solar-electric cooking](#).
299. IRENA. (2023). [Renewables-based electric cooking: Climate commitments and finance](#).
300. Voir notamment : Spotlight Kampala. (2025). [Advancing Electric Cooking Transitions in Informal Settlements: Lessons from Kampala](#).
301. Washington State Office of Financial Management. (2022). [Highlights of Gov. Inslee's proposed 2022 budget](#).
302. Washington State Building Code Council. (2023). [Washington State Energy Code: Progress toward 2030](#).
303. OMS. (2023). [Achieving universal access and net-zero emissions by 2050: A global roadmap for just and inclusive clean cooking transition](#).
304. Noor, D. (24 février 2025). [US fossil fuel industry campaigns to kill policies that ban gas in new buildings](#). The Guardian.
305. A Matter of Degrees. (9 août 2021). [The devious plan to keep us hooked on gas](#). [Épisode d'un podcast audio].
306. Clean Cooking Alliance. (20 octobre 2021). [Clean Cooking Alliance launches energy compact to unlock the SDGs and net-zero](#).
307. IRENA. (2023). [Renewables-based electric cooking: Climate commitments and finance](#).
308. Reyes-García, V., Villasante, S., Benessaiah, K., Pandit, R., Agrawal, A., Claudet, J., Garibaldi, L. A., Kabisa, M., Pereira, L., et Zinngrebe, Y. (2025). [The costs of subsidies and externalities of economic activities driving nature decline](#). AMBIO.
309. Goswami, O. et Perry Stillerman, K. (2024). [Cultivating Control: Corporate Lobbying on the Food and Farm Bill](#). Union of Concerned Scientists.
310. Organisation mondiale de la santé. (2024). [Commercial determinants of noncommunicable diseases in the WHO European Region](#).
311. Cater, L., et Cokelaere, H. (1 décembre 2024). [UN plastic treaty talks end without a deal](#). Politico.
312. CIEL. (27 novembre 2024). [Fossil Fuel Lobbyists Flood Final Scheduled Round of Global Plastics Treaty Negotiations](#).
313. Noor, D. (15 novembre 2024). [Over 1,700 coal, oil and gas lobbyists granted access to Cop29, says report](#). The Guardian.
314. Lakhani, N. (5 décembre 2023). [Record number of fossil fuel lobbyists get access to COP28 climate talks](#). The Guardian.
315. Sherrington, R. (18 novembre 2024). [Meat, dairy and pesticide lobbyists return in high numbers to climate summit](#). DeSmog.
316. Sherrington, R., Carlile, C. et Healy, H. (9 décembre 2023). [Big meat and dairy lobbyists turn out in record numbers at Cop28](#). The Guardian.
317. de los Casares, V. (18 décembre 2023). [COP28 & the future of fossil fuels: A historic agreement and hopes ahead](#). Sciences Po.
318. Agence internationale de l'énergie. (2021). [Net zero by 2050](#).
319. Agence internationale de l'énergie. (2024). [Batteries and Secure Energy Transitions](#).
320. Al-Shetwi, A. Q. (2022). [Sustainable development of renewable energy integrated power sector : Trends, environmental impacts, and recent challenges](#). The Science Of The Total Environment, 822, 153645.
321. Sánchez León, J. G. (2 mai 2025). [Spain-Portugal blackouts: What actually happened, and what can Iberia and Europe learn from it?](#) The Conversation.



322. Agence internationale de l'énergie. (2024). [Renewables 2023: Analysis and forecast to 2028](#).
323. Ember. (2025). [Global Electricity Review 2025](#).
324. Ibid.
325. Ibid.
326. Lèbre, É., Stringer, M., Svobodova, K., Owen, J. R., Kemp, D., Côte, C., Arratia-Solar, A., et Valenta, R. K. (2020). [The social and environmental complexities of extracting energy transition metals](#). *Nature Communications*, 11(1), 4823.
327. Levenda, A. M., Behrsin, I., et Disano, F. (2021). [Renewable energy for whom? A global systematic review of the environmental justice implications of renewable energy technologies](#). *Energy Research & Social Science*, 71, 101837.
328. The Lancet Regional Health – Europe. (2024). [COP29: incremental but insufficient progress on climate finance](#).
329. Agence internationale de l'énergie. (2024). [Renewables 2023: Analysis and forecast to 2028](#).
330. CNUCED. (s. d.). [The costs of achieving the SDGs: Energy transition](#). Consulté le 18 septembre 2024.
331. Milman, O., et Lakhani, N. (24 juillet 2024). [Revealed: Wealthy western countries lead in global oil and gas expansion](#). *The Guardian*.
332. Noor, D. (19 février 2025). [Outrage as Trump cites 'emergency' to fast-track fossil fuel projects](#). *The Guardian*.
333. Laan, T., Geddes, A., Jones, N., Bois von Kursk, O., Kuehne, K., Gerbase, L., O'Manique, C., Sharma, D., et Stockman, L. (2023). [Fanning the Flames: G20 provides record financial support for fossil fuels](#). International Institute for Sustainable Development.
334. Climate Action Tracker. (s. d.). [India](#). Consulté le 21 mai 2025.
335. Ibid.
336. Climate Action Tracker. (s. d.). [China](#). Consulté le 21 mai 2025.
337. Ibid.
338. Agence internationale de l'énergie. (2021). [Net zero by 2050](#).
339. SEI, Climate Analytics, E3G, IISD et PNUÉ. (2023). [Rapport 2023 sur l'écart de production : Réduction ou intensification ? Les principaux producteurs d'énergies fossiles comptent extraire davantage malgré les promesses climatiques](#).
340. IISD. (2022). [Navigating energy transitions: Mapping the road to 1.5°C](#).
341. Roe, S., Streck, C., Obersteiner, M., Frank, S., Griscom, B., Drouet, L., Fricko, O., Gusti, M., Harris, N., Hasegawa, T., Hausfather, Z., Havlík, P., House, J., Nabuurs, G.-J., Popp, A., Sanz Sánchez, M. J., Sanderman, J., Smith, P., Stehfest, E., et Lawrence, D. (2019). [Contribution of the Land Sector to a 1.5°C World](#). *Nature Climate Change*.
342. Einarsson, R. (2024). [Nitrogen in the food system. TABLE Explainer](#). TABLE, University of Oxford, Swedish University of Agricultural Sciences, and Wageningen University and Research.
343. MacLaren, C., Mead, A., van Balen, D., Claessens, L., Etana, A., de Haan, J., Haagsma, W., et al. (2022). [Long-Term Evidence for Ecological Intensification as a Pathway to Sustainable Agriculture](#). *Nature Sustainability*, 5, 770-779.
344. Dittmer, K. M., Rose, S., Snapp, S. S., Kebede, Y., Brickman, S., Shelton, S., Egler, C., Stier, M., et Wollenberg, E. (2023). [Agroecology can promote climate change adaptation outcomes without compromising yield in smallholder systems](#). *Environmental Management*, 72(2), 333-342.
345. Zhao, J., Chen, J., Beillouin, D., Lambers, H., Yang, Y., Smith, P., Zeng, Z., Olesen, J. E., et Zang, H. (2022). [Global Systematic Review with Meta-Analysis Reveals Yield Advantage of Legume-Based Rotations and Its Drivers](#). *Nature Communications*, 13, Article 3998.
346. Duddigan, S., Shaw, L. J., Sizmur, T., Gogu, D., Hussain, Z., Jirra, K., Kaliki, H., Sanka, R., Sohail, M., Soma, R., Thallam, V., Vattikuti, H., et Collins, C. D. (2023). [Natural farming improves crop yield in SE India when compared to conventional or organic systems by enhancing soil quality](#). *Agronomy for Sustainable Development*, 43(2), 31.
347. Marten, G. (s. d.). [Escaping the pesticide trap: Natural management for agricultural pests \(Andhra Pradesh, India\)](#). *EcoTipping Points*.
348. Douglas, M. R., Sponsler, D. B., Lonsdorf, E. V., Grozinger, C. M., Johnson, R. M., et Biddinger, D. J. (2021). [IPM reduces insecticide applications by 95% while maintaining or enhancing crop yields through wild pollinator conservation](#). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(44), e2108429118.



349. Pretty, J., et Bharucha, Z. P. (2015). [Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa](#). *Insects*, 6(1), 152-182.
350. Deguine, J.P., Aubertot, J.N., Flor, R.J. et al. (2021). [Integrated pest management: good intentions, hard realities](#). *A review*. *Agron. Sustain. Dev.* 41, 38.
351. Duddigan, S. et al. (2023). [Natural farming improves crop yield in SE India when compared to conventional or organic systems by enhancing soil quality](#). *Agronomy for sustainable development*, 43(2), 31.
352. Bezner Kerr, R. B. et al. (2021). [Can agroecology improve food security and nutrition? A review](#). *Global Food Security*, 29, 100540.
353. Deaconu, A. et al. (2021). [Agroecology and nutritional health: A comparison of agroecological farmers and their neighbors in the Ecuadorian highlands](#). *Food Policy*, 101, 102034.
354. Bezner Kerr, R. et al. (2022). [Human and social values in agroecology: A review](#). *Elementa: Science of the Anthropocene*, 10(1), 00090.
355. Einarsson, R. (2024). [Nitrogen in the food system. TABLE Explainer](#). TABLE, University of Oxford, Swedish University of Agricultural Sciences, and Wageningen University and Research.
356. Kesse-Guyot, E., Allès, B., Brunin, J., Fouillet, H., Dussiot, A., Berthy, F., Perraud, E., Herberg, S., Julia, C., Mariotti, F., Deschasaux-Tanguy, M., Srour, B., Lairon, D., Pointereau, P., Baudry, J., et Touvier, M. (2022). [Environmental impacts along the value chain from the consumption of ultra-processed foods](#). *Nature Sustainability*, 6(2), 192-202.
357. Tilman, D., et Clark, M. (2014). [Global diets link environmental sustainability and human health](#). *Nature*, 515(7528), 518-522.
358. Einarsson, R. (2024). [Nitrogen in the food system. TABLE Explainer](#). TABLE, University of Oxford, Swedish University of Agricultural Sciences, and Wageningen University and Research.
359. Biovision. (2025). [Cuba's agroecological revolution](#).
360. Oxfam. (2021). [Scaling sustainable agriculture: multiplying the Farmer-to-Farmer Agroecology movement in Cuba](#).
361. Biovision. (2025). [Cuba's agroecological revolution](#).
362. La Via Campesina. (2016). [Agroecology in Cuba: for the farmer, seeing is believing](#).
363. Oxfam. (2021). [Scaling sustainable agriculture: multiplying the Farmer-to-Farmer Agroecology movement in Cuba](#).
364. La Via Campesina. (2016). [Agroecology in Cuba: for the farmer, seeing is believing](#).
365. Les Amis de la Terre International. (2019). [L'agroécologie à Cuba et la mise en place d'un changement de système](#)
366. Oxfam. (2021). [Scaling sustainable agriculture: multiplying the Farmer-to-Farmer Agroecology movement in Cuba](#).
367. Voir [le site internet de l'APCNE](#).
368. GIST. (2023). [Natural Farming Through a Wide-Angle Lens: True Cost Accounting Study of Community Managed Natural Farming in Andhra Pradesh, India](#). *GIST Impact*, p.5.
369. Thallam, V. K., et Patel, R. (2025). [Andhra Pradesh community managed natural farming – a conversation](#). *The Journal Of Peasant Studies*, 1-16.
370. Voir notamment : University of Birmingham. (13 mars 2025). [New MoU signed to support natural farming research and scaling in India - University of Birmingham.](#); Hans India. (27 août 2024). [Six-member team of RySS leaves for Zambia.](#); The New Indian Express. (5 décembre 2024). [Andhra emerges as an inspiring example of natural farming](#).
371. IPES-Food (2018). [Rompre avec les systèmes alimentaires et agricoles industriels](#)
372. Delclaux J. (2024). [Transition agroécologique dans la vallée de la Drôme, le regard du monde de la recherche sur 50 ans de trajectoire](#). *Association Biovallée*.
373. Fondation Carasso. [BioVallée : Système alimentaire innovant en Val de Drôme](#).
374. FNAB. (2019). [Biovallée](#).
375. Crater. (2023). [Indicateur Agriculture Biologique pour le territoire PAT de la Communauté de communes du Val de Drôme en Biovallée](#). Consulté le 5 mai 2025.
376. Voir l'épisode 4 du [podcast Fuel to Fork](#), qui aborde la question des *Open Technology Labs*.
377. Suarez, A., et Ume, C. (2024). [Transforming food systems in the Global South : a radical approach](#). *Frontiers In Sustainable Food Systems*, 8.



378. Voir notamment : IPES-Food. (2020). [Flux Financiers : Quels sont les obstacles à l'investissement dans la recherche agroécologique pour l'Afrique ?](#)
379. Mouratiadou, I., Wezel, A., Kamilia, K., Marchetti, A., Paracchini, M. L., et Bàrberi, P. (2024). [The socio-economic performance of agroecology](#). A review. *Agronomy For Sustainable Development*, 44(2).
380. Kerr, R. B., Liebert, J., Kansanga, M., et Kpienbaareh, D. (2022). [Human and social values in agroecology](#). *Elementa Science Of The Anthropocene*, 10(1).
381. He, T., Yang, R., Xiao, W., Ye, Y., Hu, Y., Chen, Y., Sun, Z., Wang, K., Chen, W., et Zhang, M. (2024). [Trading food for energy? Global evidence of solar projects undermining food security](#).
382. 381 Welle, E. (17 janvier 2025). [Would you put a wind turbine on your farm?](#) Ambrook Research.
383. Rahman, M. M., Khan, I., Field, D. L., Techato, K., et Alameh, K. (2022). [Powering agriculture: Present status, future potential, and challenges of renewable energy applications](#). *Renewable Energy*, 188, 731-749.
384. Kampherbeek, E. W., Webb, L. E., Reynolds, B. J., Sistla, S. A., Horney, M. R., Ripoll-Bosch, R., Dubowsky, J. P., et McFarlane, Z. D. (2022). [A preliminary investigation of the effect of solar panels and rotation frequency on the grazing behavior of sheep \(Ovis aries\) grazing dormant pasture](#). *Applied Animal Behaviour Science*, 246, 105799.
385. Widmer, J., Christ, B., Grenz, J., et Norgrove, L. (2024). [Agrivoltaics, a promising new tool for electricity and food production: A systematic review](#). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 192, 114277.
386. Wagner, M., Lask, J., Kiesel, A., Lewandowski, I., Weselek, A., Högy, P., Trommsdorff, M., Schnaiker, M.-A., et Bauerle, A. (2023). [Agrivoltaics: The environmental impacts of combining food crop cultivation and solar energy generation](#). *Agronomy*, 13(2), 299.
387. Agostini, A., Colauzzi, M., et Amaducci, S. (2021). [Innovative agrivoltaic systems to produce sustainable energy: An economic and environmental assessment](#). *Applied Energy*, 281, 116102.
388. Silan, J. G., Xu, S., et Apanada, M. J. (2024). [Dual harvest: Agrivoltaics boost food and energy production in Asia](#). World Resources Institute.
389. Dohlman, E., Maguire, K., Davis, W. V., Husby, M., Bovay, J., Weber, C., et Lee, Y. (2024). [Trends, insights, and future prospects for production in controlled environment agriculture and agrivoltaics systems](#). U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service.
390. Commission européenne. (10 novembre 2023). [La Commission autorise un régime italien d'aides d'État d'un montant de 1,7 milliard d'euros au titre de la facilité pour la reprise et la résilience visant à soutenir les installations agrivoltaïques](#).
391. Rahman, M. M., Khan, I., Field, D. L., Techato, K., et Alameh, K. (2022). [Powering agriculture: Present status, future potential, and challenges of renewable energy applications](#). *Renewable Energy*, 188, 731-749.
392. Welle, E. (17 janvier 2025). [Would you put a wind turbine on your farm?](#) Ambrook Research.
393. Malet, N., Pellerin, S., Girault, R., et Nesme, T. (2023). [Does anaerobic digestion really help to reduce greenhouse gas emissions? A nuanced case study based on 30 cogeneration plants in France](#). *Journal of Cleaner Production*, 384, 135578.
394. Feedback. (2020). [Green Gas Without the Hot Air: Defining the true role of biogas in a net zero future](#).
395. Nisbet, E. (2025). [Biogas Subsidies and the Increase in Consolidation on Industrial Hog Operations](#). 41 Ga. St. U. L. Rev.763
396. Waterman, C. et Armus, M. (2024). [Biogas or Bull****? The Deceptive Promise of Manure Biogas as a Methane Solution](#). Les Amis de la Terre.
397. DiFelice, M., et Ruane, K. (12 avril 2023). [We can't let this gas greenwash factory farms](#). Food & Water Watch.
398. Tagne, R. F. T., Dong, X., Anagho, S. G., Kaiser, S., et Ulgiati, S. (2021). [Technologies, challenges and perspectives of biogas production within an agricultural context. The case of China and Africa](#). *Environment Development And Sustainability*, 23(10), 14799-14826.
399. SITRA. (7 novembre 2022). [Communal refrigerated buildings powered by the sun](#).
400. Amjad, W., Munir, A., Akram, F., Parmar, A., Precoppe, M., Asghar, F., et Mahmood, F. (2023). [Decentralized solar-powered cooling systems for fresh fruit and vegetables to reduce post-harvest losses in developing regions: a review](#). *Clean Energy*, 7(3), 635-653.
401. Masterson, V. (20 septembre 2022). [Using the sun to keep agricultural produce cool? How Ghana's farmers are benefiting from solar-powered cold storage](#). World Economic Forum.
402. Cadloff, E. B. (25 mai 2022). [Yes, the Government Really Does Stash Billions of Pounds of Cheese in Missouri Caves](#). Modern Farmer.



403. Ali, Z., Yadav, A., Stobdan, T., et Singh, S. B. (2012). [Traditional methods for storage of vegetables in cold arid region of Ladakh, India](#). *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 11(2), 351-353.
404. Stathers, T., Holcroft, D., Kitinoja, L., Mvumi, B. M., English, A., Omotilewa, O., Kocher, M., Ault, J., et Torero, M. (2020). [A scoping review of interventions for crop postharvest loss reduction in sub-Saharan Africa and South Asia](#). *Nature Sustainability*, 3(10), 821-835.
405. Friedman-Heiman, A., et Miller, S. A. (2024). [The impact of refrigeration on food losses and associated greenhouse gas emissions throughout the supply chain](#). *Environmental Research Letters*, 19(6), 064038.
406. Schweitzer, J.-P., Gionfra, S., Pantzar, M., Mottershead, D., Watkins, E., Petsinaris, F., ten Brink, P., Ptak, E., Lacey, C., et Janssens, C. (2018). [Unwrapped: How throwaway plastic is failing to solve Europe's food waste problem \(and what we need to do instead\)](#). Institute for European Environmental Policy (IEEP).
407. Wegerif, M. (2014). [Exploring Sustainable Urban Food Provisioning : The Case of Eggs in Dar es Salaam](#). *Sustainability*, 6(6), 3747-3779.
408. National Farmers Union. (2021). [Imagine if: A vision of a near-zero-emission farm and food system for Canada](#).
409. IPES-Food. (2024). [Alimentation ancrée : les marchés territoriaux comme piliers de la résilience et de la sécurité alimentaire](#).
410. Ibid.
411. Schweitzer, J.-P., Gionfra, S., Pantzar, M., Mottershead, D., Watkins, E., Petsinaris, F., ten Brink, P., Ptak, E., Lacey, C., et Janssens, C. (2018). [Unwrapped: How throwaway plastic is failing to solve Europe's food waste problem \(and what we need to do instead\)](#). Institute for European Environmental Policy (IEEP).
412. Ibid.
413. Beyond Plastics. (2024). [Demystifying compostable and biodegradable plastics](#).
414. Srinivasan, P. (20 juin 2024). [How the small Pacific island nation of Vanuatu drastically cut plastic pollution](#). *The Guardian*.
415. March, A., Fletcher, S., et Evans, T. (13 janvier 2023). [Single-use plastic bans: Research shows three ways to make them effective](#). *The Conversation*.
416. Balan, S. A., Andrews, D. Q., Blum, A., Diamond, M. L., Fernández, S. R., Harriman, E., ... et Kwiatkowski, C. F. (2023). [Optimizing chemicals management in the United States and Canada through the essential-use approach](#). *Environmental Science & Technology*, 57(4), 1568-1575.
417. Beyond Plastics. (2024). [Demystifying compostable and biodegradable plastics](#).
418. Rethink Plastic. (2021). [Realising Reuse: The potential for scaling up reusable packaging, and policy recommendations](#).
419. Sheldon, R. A., et Norton, M. (2020). [Green chemistry and the plastic pollution challenge : towards a circular economy](#). *Green Chemistry*, 22(19), 6310-6322.
420. Leip, A., Wollgast, J., Kugelberg, S., Costa Leite, J., Maas, R. J. M., Mason, K. E., et Sutton, M. A. (2023). [Appetite for Change: Food System Options for Nitrogen, Environment & Health. 2nd European Nitrogen Assessment Special Report on Nitrogen & Food](#). UK Centre for Ecology & Hydrology.
421. WWF. (2020). [Bending the curve: the restorative power of planet-based diets](#).
422. Zhu, J., Luo, Z., Sun, T., Li, W., Zhou, W., Wang, X., Fe, X., Tong, H., et Yin, K. (2023). [Cradle-to-grave emissions from food loss and waste represent half of total greenhouse gas emissions from food systems](#). *Nature Food*.
423. Eshel, G., Flamholz, A. I., Shepon, A. A., et Milo, R. (2025). [US grass-fed beef is as carbon intensive as industrial beef and ≈10-fold more intensive than common protein-dense alternatives](#). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 122(12).
424. De Vries, M., Van Middelaar, C., et De Boer, I. (2015). [Comparing environmental impacts of beef production systems: A review of life cycle assessments](#). *Livestock Science*, 178, 279-288.
425. Lynch, J. (2019). [Availability of disaggregated greenhouse gas emissions from beef cattle production : A systematic review](#). *Environmental Impact Assessment Review*, 76, 69-78.
426. FAO, FIDA, UNICEF, PAM et OMS. (2023). [L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2023](#).



427. Wolfson, J. A., Martinez-Steele, E., Tucker, A. C., et Leung, C. W. (2024). [Greater Frequency of Cooking Dinner at Home and More Time Spent Cooking Are Inversely Associated With Ultra-Processed Food Consumption Among US Adults](#). *Journal Of The Academy Of Nutrition And Dietetics*, 124(12), 1590-1605.e1.
428. Carducci, B., Fanzo, J., et Wolfson, J. A. (2025). [Household cooking and eating practices across food system typologies in 135 countries from 2018 to 2022](#). *Health Promotion International*, 40(2).
429. Dillman Carpentier, F. R., Taillie, L. S., et Correa, T. (8 août 2023). [Chile's comprehensive food policy offers global lessons in tackling unhealthy foods](#). *Health Policy Watch*.
430. Guinovart Martín, L. (25 juillet 2024). [71% of US packaged foods are high in sugar, salt, saturated fat or calories!](#) GoCoCo.
431. Ravandi, B., Mehler, P., Ispirova, G., Barabási, A., et Menichetti, G. (2022). [GroceryDB: Prevalence of processed food in grocery stores](#). medRxiv (Cold Spring Harbor Laboratory).
432. Fusaro, D. (21 janvier 2025). [11 food companies targeted in ultraprocessed lawsuit](#). *Food Processing*.
433. Nowell, C. (21 mai 2024). [Latin America labels ultra-processed foods. Will the US follow?](#). *The Guardian*.
434. Ibid.
435. Monteiro, C.A., Cannon, G., Lawrence, M., Costa Louzada, M.L. et Pereira Machado, P. (2019). [Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system](#). Rome, FAO.
436. Ortega-Guzmán, A., Parra-Soto, S., Vega-Salas, M. J., Rodríguez-Osiac, L., et López-Arana, S. (2025). [Assessing the Alignment of Chilean Food-Based Dietary Guidelines on Cancer Prevention : A Content Analysis](#). *Healthcare*, 13(10), 1133.
437. Unar-Munguía, M., Cervantes-Armenta, M. A., Rodríguez-Ramírez, S., Arenas, A. B., Gaxiola, A. C. F., et Rivera, J. A. (2024). [Mexican national dietary guidelines promote less costly and environmentally sustainable diets](#). *Nature Food*, 5(8), 703-713.
438. Global Food Research Program UNC. (2020). [Sugary drink taxes around the world](#).
439. Penczu, A. (10 octobre 2024). [Latin America Is Leading the Charge Against Ultra-Processed Food](#). *Novara Media*.
440. Popkin, B. et al. (2021). [Towards unified and impactful policies to reduce ultra-processed food consumption and promote healthier eating](#). *The Lancet. Diabetes & endocrinology*, 9(7), 462-470.
441. Carolina Torres Bastidas, A. (13 août 2024). [Advertising, children and the protection of rights: can they go together?](#). *Dejusticia*.
442. Ibid.
443. Corvalán, C., Reyes, M., Garmendia, M. L., et Uauy, R. (2013). [Structural responses to the obesity and non-communicable diseases epidemic: the Chilean Law of Food Labeling and Advertising](#). *Obesity reviews*, 14, 79-87.
444. CNN. (29 mars 2025). ['Farewell, junk food!': Mexico bans sale of salty and sweet treats in schools to fight child obesity](#).
445. FAO, PAHO et UNICEF. (2023). [Front-of-pack nutrition labelling in Latin America and the Caribbean – Guidance note](#).
446. RegAsk. (5 janvier 2023). [Uruguay Prohibits the Sale of Foods Labeled with Excess Fats and Sugars in Schools](#)
447. Taillie, L. S., Bercholz, M., Popkin, B., Rebolledo, N., Reyes, M., et Corvalán, C. (2024). [Decreases in purchases of energy, sodium, sugar, and saturated fat 3 years after implementation of the Chilean food labeling and marketing law: An interrupted time series analysis](#). *PLoS medicine*, 21(9), e1004463.
448. Contreras-Manzano, A. et al. (2024). [Self-reported decreases in the purchases of selected unhealthy foods resulting from the implementation of warning labels in Mexican youth and adult population](#). *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 21(1), 64.



À PROPOS D'IPES-FOOD

Le groupe international d'experts sur les systèmes alimentaires durables (IPES-Food) est un groupe de réflexion et d'experts qui oriente l'action en faveur des systèmes alimentaires durables dans le monde entier. Nous sommes 25 penseur.se.s et acteur.rice.s novateur.rice.s issu.e.s de divers domaines et régions du monde. Nous menons des recherches approfondies, formulons des recommandations politiques et plaidons en faveur de systèmes alimentaires durables, équitables et sains dans le monde entier. Enraciné dans la science et dans les réalités de celles et ceux qui sont en première ligne des crises de la faim et du climat, IPES-Food est depuis 2015 une figure de proue qui propose des solutions politiques et rassemble des alliances pour relever les principaux défis auxquels sont confrontés l'alimentation et l'agriculture. Le panel est coprésidé par Olivier De Schutter, rapporteur spécial des Nations unies sur l'extrême pauvreté et les droits de l'homme, et Lim Li Ching, chercheuse principale au Third World Network.



Cette publication est soutenue par la Fondation Rosa-Luxemburg. La responsabilité de son contenu incombe exclusivement à IPES-Food. Les positions exprimées ne reflètent pas nécessairement les opinions de la Fondation Rosa-Luxemburg.

 ipes-food.org/fr/

 [@IPESfood_fr](https://twitter.com/IPESfood_fr)

 Bluesky: [@IPES-food.org](https://bluesky.com/profile/ipes-food.org)

 LinkedIn: [IPES-Food](https://www.linkedin.com/company/ipes-food)

