

Réduire des émissions liées à l'utilisation de l'énergie dans le stockage des denrées alimentaires, la chaîne du froid, le transport et la transformation

Vue d'ensemble

En 2018, [les émissions mondiales de gaz à effet de serre \(GES\)](#) provenant de l'utilisation de l'énergie dans les chaînes d'approvisionnement alimentaire (y compris la transformation industrielle des aliments, l'emballage, la réfrigération et la vente au détail) étaient d'environ 4,3 milliards de tonnes métriques d'équivalent dioxyde de carbone (GtCO₂eq) par an. Un supplément de 0,5 GtCO₂eq par an provient uniquement du transport des denrées alimentaires. En plus de ces chiffres déjà alarmants, l'élimination des déchets alimentaires représentait près de 1 GtCO₂eq par an en 2018.

Certaines interventions visant à réduire les émissions des chaînes d'approvisionnement alimentaire ont un impact potentiel plus important. En général, les interventions qui réduisent les pertes et les déchets alimentaires aux derniers stades de la chaîne d'approvisionnement auront un impact plus important sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES). En effet, les émissions intégrées des produits augmentent avec le temps, tout au long de la chaîne d'approvisionnement.

Mesures concrètes à mettre en œuvre

Plusieurs mesures, dont l'innovation technologique et le changement de comportement, peuvent réduire les émissions associées aux chaînes d'approvisionnement alimentaire. Les mesures visant à réduire les émissions le long des chaînes d'approvisionnement peuvent être les suivantes:

- Amélioration du stockage à la ferme:
 - [Promouvoir l'utilisation d'insecticides naturels](#) : Des espèces et des extraits de plantes possédant des propriétés pesticides naturelles ont été découverts et sont déjà couramment utilisés dans le cadre de pratiques traditionnelles pour protéger les céréales contre les insectes dans plusieurs pays d'Afrique et d'Asie. Les produits chimiques ou non à base de plantes sont biodégradables, respectueux de l'environnement et relativement sûrs pour la santé humaine.
 - Investir dans [le stockage hermétique \(SH\)](#), également connu sous le nom de « stockage scellé » ou « stockage étanche à l'air » (par exemple fûts et silos métalliques, sacs hermétiques). Le SH est une méthode de stockage efficace pour les céréales, les légumineuses, le café et les fèves de cacao, car il réduit l'utilisation de produits chimiques et de pesticides.
- Mesures d'entreposage frigorifique:

- Promouvoir [les technologies de refroidissement hors réseau, moins coûteuses](#) (par exemple les technologies fonctionnant au biogaz ou à l'énergie solaire), qui offrent une alternative à faible taux d'émission aux installations de stockage frigorifiques. Par exemple, les [Coolbots](#) servent à convertir les climatiseurs de fenêtre en réfrigérateurs de plain-pied et peuvent être alimentés par un système hors réseau qui utilise l'énergie solaire. On estime qu'ils sont environ 25 % plus efficaces que les systèmes de refroidissement conventionnels.
- Investir dans des installations d'entreposage frigorifique présentant une meilleure efficacité énergétique. Près de [15 %](#) de l'électricité consommée dans le monde sont utilisés pour la réfrigération et environ [1 %](#) des émissions mondiales de gaz à effet de serre sont produites par les [chaînes du froid](#). [Les technologies de stockage du froid](#) comprennent les matériaux à changement de phase, le stockage de l'énergie thermique et les unités de stockage thermique à changement de phase.
- Encourager [les changements de comportement et de conception](#) qui réduisent la consommation d'énergie dans les entrepôts frigorifiques existants. Il s'agit notamment d'assurer un transfert rapide des aliments à température contrôlée d'une unité à l'autre, de tirer parti du refroidissement « gratuit » (c'est-à-dire des températures naturellement plus basses le soir), de concevoir des systèmes efficaces à des températures type et d'améliorer les systèmes pour minimiser les fuites de réfrigérant (l'amélioration de l'isolation des locaux dans les entrepôts frigorifiques pourrait à elle seule générer [des économies d'énergie de 25 %](#)).
- Éliminer progressivement l'utilisation des hydrofluorocarbures (HFC), un type de gaz à effet de serre très puissant souvent utilisé dans la réfrigération. Par exemple, les États-Unis éliminent progressivement les HFC dans le cadre de la [loi AIM](#). Il existe plusieurs alternatives connues aux HFC qui présentent de [faibles émissions](#) pour la réfrigération, comme les réfrigérants naturels (par exemple l'ammoniac, le dioxyde de carbone, les hydrocarbures, l'eau et l'air).
- Inciter les ménages à acheter des réfrigérateurs plus économes en énergie au moyen de subventions et/ou de systèmes d'étiquetage comme les labels prévus par la [directive sur l'écoconception de l'Union européenne](#).
- Mesures de traitement, par exemple:
 - Promouvoir et aider les agriculteurs à [acquérir des équipements de séchage](#) – pouvant aller de simples bâches à des abris qui protègent de la pluie. La plupart des pertes de céréales se produisent pendant le stockage en raison d'un mauvais séchage, ce qui entraîne des dommages dus à la moisissure.
 - Soutenir les petits exploitants agricoles pour qu'ils acquièrent des [machines appropriées](#) (par exemple des égreneuses de maïs ou des batteuses mécaniques de riz) pour le battage et l'égrenage des cultures céréalières.
 - Promouvoir les technologies de séchage à faibles émissions, comme [les séchoirs solaires](#).

- Promouvoir l'utilisation de technologies de [transformation à faibles émissions](#) (par exemple la mise en conserve, l'irradiation et la déshydratation) qui prolongent la durée de conservation et éliminent ou réduisent la nécessité d'un entreposage frigorifique. Pour plus d'informations sur les technologies qui peuvent contribuer à réduire les émissions associées aux chaînes d'approvisionnement alimentaire, voir [Réduire les pertes alimentaires post-récolte au niveau du stockage, du transport et de la transformation](#).
- Mesures de transport:
 - Accroître l'investissement responsable dans les infrastructures de transport (par exemple améliorer les réseaux routiers et ferroviaires à partir des zones de forte production, ou utiliser des [modes de transport plus efficaces en termes d'émissions de gaz à effet de serre](#)) en adoptant des approches territoriales pour améliorer la connectivité des marchés et l'accès au commerce, en particulier dans les zones où la pauvreté multidimensionnelle est élevée. Par exemple, le rail et les barges sont [plus efficaces sur le plan énergétique](#) par tonne de fret que le fret aérien. De même, les gros camions sont plus efficaces en termes d'émissions que les petits véhicules.
 - Utiliser les technologies de l'information et de la communication pour concevoir des **itinéraires de transport et des stratégies de stockage qui émettent moins d'émissions**. Par exemple, dans une [étude](#) sur des marchés de producteurs californiens, on a estimé que l'introduction de centres de consolidation où les producteurs pouvaient transporter leurs marchandises avant de les amener au marché permettait de réduire la distance totale parcourue de 30 % et les émissions dues au transport de 19 % ou plus.
- Mesures transversales:
 - Établir des exigences en matière d'utilisation de l'énergie pour les réfrigérateurs et autres technologies de stockage, de transformation et de transport des denrées alimentaires. Par exemple, la [directive sur l'écoconception de l'Union européenne](#) de l'Union européenne prévoit des exigences de conception pour de nombreux types de technologies, y compris les technologies de réfrigération.
 - Mettre en œuvre des technologies et des pratiques visant à **réduire les pertes et les déchets alimentaires**. Les pertes et gaspillages alimentaires sont un facteur important d'émissions provenant des systèmes alimentaires et des chaînes d'approvisionnement. Pour des informations détaillées sur les mesures qui peuvent contribuer à réduire les pertes de denrées alimentaires (et les émissions associées) le long des chaînes d'approvisionnement alimentaire, voir [Réduire les pertes alimentaires post-récolte au niveau du stockage, du transport et de la transformation](#).
 - Investir dans la [trigénération](#), une technologie qui permet de réduire considérablement les émissions de gaz à effet de serre associées aux processus de la chaîne d'approvisionnement. La trigénération (parfois appelée CCHP, CHRP ou polygénération, selon le système) implique l'intégration de la production

combinée de chaleur et d'électricité (CHP) locale avec des technologies de réfrigération pour fournir simultanément de l'énergie électrique, du chauffage et de la climatisation/réfrigération. Cela permet de réduire considérablement la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre par rapport à des systèmes de production séparés pour l'électricité, le chauffage et la réfrigération. Par rapport aux systèmes de refroidissement conventionnels à base de HFC, les systèmes intégrés de trigénération et de CO₂ peuvent être au moins 15 % plus efficaces sur le plan énergétique et réduire les émissions de carbone de 44 %.

- Accroître l'investissement responsable dans les infrastructures, les technologies, la logistique, les services et les chaînes d'approvisionnement, en adoptant des approches territoriales pour améliorer la connectivité des marchés et l'accès au commerce, en particulier dans les zones où la pauvreté multidimensionnelle est élevée.

Mesures de gouvernance

De nombreuses mesures visant à réduire les émissions liées au stockage des denrées alimentaires, aux chaînes du froid, au transport et à la transformation ne pourraient être mises en œuvre qu'au prix de réformes politiques et de gouvernance plus vastes. Les mesures de gouvernance suivantes peuvent servir à faciliter les mesures énumérées ci-dessus:

- Soutenir les petits exploitants agricoles et les petites et moyennes entreprises en les aidant à assumer les coûts d'investissement initiaux dans les infrastructures et les technologies visant à réduire les pertes de denrées alimentaires après récolte, en mettant particulièrement l'accent sur le soutien aux zones à faibles revenus et aux groupes marginalisés.
- [Réformer les politiques alimentaires et manufacturières](#) (par exemple introduire des mesures fondées sur le marché et des subventions) pour permettre la conception et la mise en œuvre de technologies plus efficaces sur le plan énergétique pour le stockage, la transformation et le transport des denrées alimentaires, en fournissant des incitations à l'investissement dans la recherche technologique cruciale et le développement pour des [chaînes du froid plus efficaces et moins gourmandes en énergie](#). Les fabricants pourraient être incités à investir dans ces technologies par le biais de programmes comme les [Enhanced Capital Allowances Schemes](#) ou la [Climate Change Levy \(taxe sur le changement climatique\)](#) britannique.
- Améliorer l'infrastructure des services publics (par exemple la fiabilité d'Internet et de l'approvisionnement en électricité) afin d'accroître l'efficacité des processus de la chaîne d'approvisionnement et de réduire les émissions globales.
- Outre la mise à disposition des technologies, les agences et organisations gouvernementales doivent veiller à la mise en place équitable d'infrastructures permettant de fournir des informations et des formations accessibles et claires sur l'utilisation et la maintenance de ces technologies dans la langue locale, afin d'assurer une adaptation réussie et une utilisation efficace de ces technologies.

- Investir dans la production et la distribution d'énergies renouvelables pour faciliter le remplacement des équipements et des machines alimentés par des combustibles fossiles tout au long de la chaîne d'approvisionnement alimentaire. Voir [Passer à l'énergie propre au niveau de l'exploitation agricole](#).
- Mener des recherches qui quantifient les émissions intégrées dans les chaînes d'approvisionnement alimentaire afin d'identifier l'origine des émissions dans les chaînes d'approvisionnement alimentaire et ainsi développer des interventions ciblées.
- Encourager les supermarchés et autres détaillants alimentaires à modifier leur [architecture de choix](#) afin de détourner les consommateurs des produits qui génèrent beaucoup d'émissions. Pour plus d'informations sur les mesures susceptibles d'inciter les consommateurs à opter pour des options plus durables, voir [Réglementer la publicité pour les aliments malsains et non durables](#).

Outils et systèmes MRV pour suivre les progrès

Life cycle assessment (LCA)

La LCA permet d'évaluer les impacts environnementaux des chaînes agroalimentaires, y compris les émissions.

Pour plus d'informations sur la LCA et d'autres méthodologies d'évaluation, voir [Évaluer l'impact des systèmes alimentaires](#).

Outil de bilan carbone EX-Ante pour les chaînes de valeur (EX-ACT VC)

L'outil de bilan carbone Ex-Ante pour les chaînes de valeur (EX-ACT VC), dérivé de l'outil EX-ACT, peut aider les décideurs politiques à identifier les émissions de GES le long des chaînes de valeur agroalimentaires et à déterminer les interventions politiques possibles pour développer des chaînes de valeur à faible émission de carbone.

Avantages en matière d'atténuation

La mise en œuvre de nouvelles technologies de stockage, de refroidissement et de séchage plus efficaces sur le plan énergétique ou fonctionnant à l'aide d'énergies renouvelables plutôt que de combustibles fossiles entraîne une réduction nette des émissions de GES dans les systèmes alimentaires:

- [Des études](#) indiquent que l'amélioration des technologies de stockage des aliments pourrait diviser par deux les émissions de CO₂ des chaînes d'approvisionnement.
- Les contributions de chaque phase de post-production à l'[empreinte carbone globale](#) des chaînes d'approvisionnement est d'environ 17 % des émissions pour la manutention et le stockage après récolte, de 14 % pour la transformation et de 15 % pour la distribution. La consommation représente environ 35 % de l'empreinte carbone globale.

Autres avantages environnementaux

- Amélioration de la qualité de l'air grâce à la réduction de la combustion des combustibles fossiles.

Avantages en termes d'adaptation

- Les économies d'énergie réalisées grâce à l'[amélioration des systèmes](#) dans les installations d'entreposage frigorifique peuvent augmenter les revenus, réduire les dépenses et raccourcir la période d'amortissement. Ces améliorations permettent également aux vendeurs de fournir des produits agricoles aux consommateurs à des prix plus compétitifs et plus abordables.
- L'introduction de nouvelles technologies moins polluantes peut réduire les coûts de main-d'œuvre et créer des emplois pour les travailleurs qualifiés.

Autres avantages en termes de développement durable

- ODD 1 (pas de pauvreté)
- ODD 2 (faim « zéro »)
- ODD 7 (énergie propre et d'un coût abordable)
- ODD 9 (industrie, innovation et infrastructure)
- ODD 12 (consommation et production responsables)
- ODD 13 (mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques)

Principaux défis liés à la mise en œuvre, externalités négatives potentielles et compromis

- La conception, la mise en œuvre et l'exploitation de nouvelles technologies et infrastructures sur la chaîne d'approvisionnement peuvent s'avérer coûteuses. Cela peut constituer un obstacle particulièrement important dans les pays en développement.
- La technologie de refroidissement alimentée par le biogaz repose sur des digesteurs pour produire le biogaz, un processus qui nécessite [de grandes quantités d'eau](#) (50 à 100 litres par jour pour mélanger le fumier, soit environ 25 000 litres d'eau par an).
- Les gains d'efficacité énergétique (et les réductions d'émissions correspondantes) dans le secteur de la réfrigération pourraient être [compensés](#) par une utilisation accrue des technologies de réfrigération en raison de la dépendance croissante de la société à l'égard de la réfrigération. Il s'agit d'un exemple de ce que l'on appelle l'[effet rebond](#).

Mesures visant à minimiser les défis, les externalités négatives

potentielles et les compromis

- Les coûts liés au développement, à l'achat et/ou à l'utilisation de technologies améliorées pourraient être compensés par des subventions ou un soutien (financier et/ou technique) de la part de gouvernements ou d'institutions plus riches.
- [Les réfrigérateurs à énergie solaire](#) utilisent moins d'eau que les réfrigérateurs fonctionnant au biogaz. Ils ont permis d'économiser environ 1 million de litres d'eau par an en Tanzanie et environ 3 millions de litres par an en Tunisie. Toutefois, cet impact n'a pas été observé au Kenya.
- L'augmentation potentielle de l'utilisation globale d'énergie et des émissions malgré les gains d'efficacité dans les technologies de réfrigération et d'autres technologies de la chaîne d'approvisionnement alimentaire peut être évitée en encourageant les consommateurs et/ou les acteurs de la chaîne d'approvisionnement à consommer moins de façon générale. En outre, toute économie réalisée grâce à des gains d'efficacité pourrait être taxée afin de maintenir les coûts au même niveau.

Coûts liés à la mise en œuvre

- Une [analyse](#) des refroidisseurs de lait alimentés au biogaz a montré qu'au Kenya et en Tanzanie, l'adoption de ces refroidisseurs nécessite un investissement initial de 1 600 dollars par ménage.
 - Dans la même analyse, les réfrigérateurs solaires ont nécessité un investissement initial de 40 000 dollars.
- Les coûts d'investissement initiaux pour les [systèmes de trigénération](#) peuvent être relativement élevés, mais on peut obtenir des périodes de récupération de 3 à 5 ans dans certaines conditions.

Exemples pratiques d'interventions

- Une étude de la FAO et de la Banque européenne pour la reconstruction et le développement [au Maroc](#) a évalué le potentiel de techniques de contrôle climatique plus efficaces en termes d'énergie et d'émissions dans les chaînes d'approvisionnement alimentaire. Les résultats montrent que l'amélioration de l'efficacité de la chaîne du froid au Maroc est un « fruit à portée de main » avec un impact élevé (c'est-à-dire qu'il a un potentiel considérable d'atténuation des émissions sans compromis ou obstacles importants à la mise en œuvre).

Références

1. Bani Hani, E. H., Alhuyi Nazari, M., Assad, M. E. H., Forootan Fard, H., & Maleki, A. (2022). Solar dryers as a promising drying technology: a comprehensive review. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 147(22), 12285–12300
2. European Commission. (n.d.). Climate-friendly alternatives to HFCs. Consulté 8 le

février 2024

sur https://climate.ec.europa.eu/eu-action/fluorinated-greenhouse-gases/climate-friendly-alternatives-hfcs_en

3. FAO. (2019). *The State of Food and Agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction*. Consulté sur <https://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf>
4. Freschi, F., Giaccone, L., Lazzeroni, P., & Repetto, M. (2013). Economic and environmental analysis of a trigeneration system for food-industry: A case study. *Applied Energy*, 107, 157–172
5. Garnett, T. (2011). Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain)? *The Challenge of Global Food Sustainability*, 36, S23–S32
6. HLPE (2023). *Reducing inequalities for food security and nutrition*. Rome, CFS HLPE-FSN. Disponible sur <https://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe/insights/news-insights/news-detail/reducing-inequalities-for-food-security-and-nutrition/en>.
7. Liu, M., Saman, W., & Bruno, F. (2012). Development of a novel refrigeration system for refrigerated trucks incorporating phase change material. *Applied Energy*, 92, 336–342
8. Manini, P., Rizzi, E., Pastore, G., & Gregorio, P. (2003). Advances in VIP Design for Super Insulation of Domestic Appliances. *Appliance*, 60, 59–61
9. Panzone, L. A., Ulph, A., Hilton, D., Gortemaker, I., & Tajudeen, I. A. (2021). Sustainable by Design: Choice Architecture and the Carbon Footprint of Grocery Shopping. *Journal of Public Policy & Marketing*. Consulté 8 le février 2024 sur <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/07439156211008898>
10. Tassou, S., & Suamir, I. N. (2010). *Trigeneration – a way to improve food industry sustainability*
11. Wakeland, W., Cholette, S., & Venkat, K. (2012). Food transportation issues and reducing carbon footprint. In *Green Technologies in Food Production and Processing* (pp. 211–236). Consulté 8 le février 2024 sur https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-1587-9_9
12. Wang, L. (2014). Energy efficiency technologies for sustainable food processing. *Energy Efficiency*, 7(5), 791–810
13. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). *Climate Change and Land An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Consulté sur <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/SRCCL-Full-Report-Compiled-191128.pdf>
14. FAO. (n.d.). *Food wastage footprint & Climate Change*. Consulté

sur <https://www.fao.org/3/a-bb144e.pdf>

15. FAO. (2016). *Morocco: Adoption of climate technologies in the agrifood sector*. Consulté sur <https://www.fao.org/3/i6242e/i6242e.pdf>
16. HM Revenue & Customs. (n.d.). *Enhanced capital allowances schemes for energy-saving and environmentally beneficial (water efficient) technologies*. Consulté sur https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7b897940f0b62826a04378/TIIN_9008_enhanced_capital_allowances_schemes.pdf
17. Garnett, T. (2007). *Food Refrigeration: What is the Contribution To Greenhouse Gas Emissions and How Might Emissions Be Reduced?* Consulté sur <https://tabledebates.org/sites/default/files/2020-10/FCRN%20refrigeration%20paper%20final.pdf>
18. Yilmaz, I. C., & Yilmaz, D. (2020). Optimal capacity for sustainable refrigerated storage buildings. *Case Studies in Thermal Engineering*, 22, 100751.
19. ECBPI. (2021). *Nature food systems: GHG emissions – March 2021*. Consulté sur <https://ecbpi.eu/wp-content/uploads/2021/03/Nature-food-systems-GHG-emissions-march-2021.pdf>
20. US EPA, O. (2021, December 28). *Frequent Questions on the Phasedown of Hydrofluorocarbons [Guidance (OMB)]*. Consulté 8 le février 2024 sur <https://www.epa.gov/climate-hfcs-reduction/frequent-questions-phasedown-hydrofluorocarbons>
21. *Climate Change Levy rates*. (2022, November 17). *GOV.UK*. Consulté 8 le février 2024 sur <https://www.gov.uk/guidance/climate-change-levy-rates>.
22. Pologea, R. (2023, February 15). *The hidden part of Sustainability: Rebound Effect*. *2030.Builders*. Consulté 8 le février 2024 sur <https://2030.builders/the-hidden-part-of-sustainability-rebound-effect/>
23. *Energy label and ecodesign*. (n.d.). Consulté 8 le février 2024 sur https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign_en