

Auteurs correspondants : Kristoffer Kortsen (université de Manchester, Royaume-Uni), Patrick O'Hare (université de St Andrews, Royaume-Uni).
kristoffer.kortsen@manchester.ac.uk ; po35@st-andrews.ac.uk

En 2015, environ 6,3 milliards de tonnes de déchets plastiques avaient été générées. De cette quantité, 12 % ont été incinérés, 79 % jetés dans des décharges ou dans la nature, et 9 % seulement ont été recyclés¹. L'Organisation de coopération et de développement économiques estime que si la tendance reste inchangée, la production annuelle mondiale de déchets plastiques devrait dépasser le milliard de tonnes d'ici à 2060². Bien que la réduction de la production et de la consommation de plastiques doit constituer une priorité, une gestion exhaustive des déchets engendrés en fin de cycle de vie est tout aussi nécessaire. Une stratégie cohérente pour la conception, l'utilisation et la prise en charge post-utilisation sera indispensable. Les fins de vie possibles des déchets plastiques doivent être coordonnées dans le cadre d'un système sûr, respectueux de l'environnement et circulaire, afin de conserver les plastiques dans leur meilleur état le plus longtemps possible. Un tel objectif requiert des formes complémentaires de recyclage, et donc des plastiques conçus pour la circularité jusque dans leur composition chimique, ainsi qu'une amélioration de la collecte et du tri pour permettre un traitement approprié. Cette note d'orientation s'inspire des connaissances scientifiques actuelles pour établir les principes directeurs requis pour une gestion et un recyclage du plastique respectueux de l'environnement.

La gestion des déchets

- Les principes de réduction, de réutilisation et de recyclage (les trois R) et de hiérarchie zéro déchet accordent la priorité à la réduction de la production et de la consommation de matériaux, à la réutilisation des objets produits, et enfin au renforcement des efforts de recyclage. Les trois R sont tout aussi importants les uns que les autres²⁻⁶.
- Aucun système de recyclage des déchets plastiques n'est universel. Selon la destinée d'un produit plastique donné, son impact environnemental, économique, sanitaire et climatique sera différent, tout comme ses besoins en énergie⁷.
- Une gestion des déchets plastiques sûre, durable et essentielle doit se baser sur une hiérarchie de choix de fin de vie visant à maximiser la circularité. Les impacts négatifs des décharges, de l'incinération ou de la valorisation énergétique des déchets ne sont pas compatibles avec les objectifs de développement durable établis et doivent être évités autant que possible^{5,8-11}.
- L'exportation de déchets plastiques comme recyclat est une pratique répandue, en particulier depuis des pays à revenu élevé à destination de pays à revenu faible, dans lesquels le coût du travail est moindre, la santé plus précaire, et les normes de sécurité et de protection de l'environnement plus permissives¹². Bien que les amendements sur les déchets plastiques de la Convention de Bâle de 2019 avaient pour objectif de prohiber de telles exportations, nombre d'entre elles ne s'arrêteront pas pour autant¹³. Celles-ci constituent un risque environnemental et socio-économique en termes de pollution, de mauvaise gestion et de transport de ces matériaux plastiques^{14,15}.
- Une composition des déchets non déclarée ou ambiguë entraîne des conséquences négatives sur les résultats de la gestion des déchets. Il arrive que les déchets plastiques triés soient collectés mais non recyclés pour éviter une contamination entre les matériaux et par les polymères, ou à cause d'un tri insuffisant^{2,4,16}.
- Certains bioplastiques ont une empreinte carbone plus faible que les plastiques à base de combustibles fossiles, mais les options disponibles pour leur traitement en fin de vie sont parfois peu claires, non adaptées, non durables, dangereuses, voire ont un impact négatif sur les systèmes de recyclage existants¹⁷⁻²⁰.

Collecte et tri des déchets

- Quelle que soit la méthode de traitement ou d'élimination choisie, un ramassage cohérent des déchets triés est indispensable à la minimisation de la pollution et des erreurs de gestion. Pour éliminer les sources de pollution, la priorité devrait être donnée aux communautés, en particulier dans les pays à revenu faible et intermédiaire, dont les capacités de collecte des déchets sont faibles voire inexistantes²¹.
- Le tri aux fins de la réutilisation est le meilleur moyen de garantir la circularité et devrait avoir la priorité sur le recyclage. La conception des emballages, des réglementations en matière d'(éco-)étiquetage ainsi que des dispositifs de tarification ou de dépôt peuvent être utilisés pour favoriser des systèmes de réutilisation²².
- Les récupérateurs de déchets jouent un rôle clé dans le processus de collecte et de tri, étant responsables de la collecte de 60 % des déchets plastiques recyclés à l'échelle mondiale. Ce sont là des acteurs clés dans les pays à revenu faible et intermédiaire, et même dans certains pays développés^{23,24}.

Note d'orientation de la Coalition de scientifiques : La gestion des déchets

- Un tri de qualité sera toujours indispensable à un recyclage plus sûr et plus durable²⁵. La contamination et le mélange de différents types de plastiques, en particulier dans les déchets ménagers, constituent autant d'obstacles significatifs à la rétention de la valeur des matériaux qui doivent être éliminés²⁶.
- Les multimatériaux et produits chimiques, y compris les polluants organiques persistants (POP) et les additifs, réduisent la recyclabilité et la facilité de tri des plastiques^{27,28}.
- Le recyclage de matériaux adaptés au contact alimentaire constitue un défi de par les risques de contamination et d'erreur de tri^{26,27}.
- Des technologies émergentes telles que le filigrane numérique, les solutions de tri fondées sur l'intelligence artificielle ou le nettoyage à base de solvants peuvent réduire la contamination et améliorer les résultats du tri, mais davantage de données probantes sont nécessaires pour établir leur efficacité à grande échelle²⁹⁻³².

Possibilités de traitement des plastiques post-utilisation

Recyclage mécanique

- Le recyclage mécanique (notamment des processus tels que le broyage, le nettoyage, la séparation, le séchage, la regranulation ou le compoundage) est actuellement la seule méthode de recyclage des plastiques à grande échelle à avoir été largement adoptée³³.
- Il s'agit du parcours de recyclage le plus favorable à l'environnement pour la plupart des plastiques si ceux-ci sont correctement triés, mais son impact sur l'environnement dépend des types de polymères, de la contamination et de la dégradation engendrée par des recyclages répétés^{7,30,34,35}.
- Le recyclage des produits pour prolonger leur durée de vie peut être bénéfique lorsqu'il permet de réduire notre dépendance aux matériaux vierges ou d'éviter qu'un produit ne finisse jeté ou incinéré, mais il peut aussi entraîner une pollution secondaire (par exemple, à cause du rejet de microplastiques, une problématique émergente découlant du recyclage mécanique)³⁶.
- Le fait de prendre en considération le recyclage dès la conception d'un produit est essentiel pour améliorer le rendement du recyclage mécanique et éviter des additifs ou des utilisations pouvant avoir un impact négatif sur les résultats du recyclage ou sur la santé humaine et environnementale²⁷.

Recyclage chimique

- Le recyclage chimique est un terme générique englobant plusieurs technologies aux conséquences environnementales différentes. Un recyclage chimique **de plastique à plastique** sûr et durable peut venir s'ajouter au recyclage mécanique et apporter une contribution positive à un système de gestion des déchets plastiques durable. Un tel recyclage ne peut pas constituer un objectif prioritaire de fin de vie, mais doit être considéré comme une solution de substitution pour les matériaux non adaptés au recyclage mécanique^{11,37-39}. Le recyclage chimique **de plastique à carburant** est équivalent à l'incinération de combustibles fossiles, et représente donc une source de pollution et d'émission excessive de gaz à effet de serre. Ce processus n'est pas circulaire, et les dommages causés à l'environnement sont moindres lors de la récupération d'énergie résiduelle dans les fours en ciment^{5,11,39}. Enfin, le recyclage chimique **de plastique à énergie**, grâce à des systèmes de pyrolyse ou de valorisation énergétique des déchets, est équivalent à l'incinération de combustibles fossiles et plus polluant que la production d'électricité à partir de charbon. Il se doit donc d'être évité dans le contexte d'un système sûr et durable^{11,39}.
- Le recyclage chimique requiert un apport en déchets de haute pureté et est sensible à la contamination. Le recyclage chimique de plastiques mélangés est un processus énergivore, polluant et peu favorable à l'environnement^{5,33}.
- La dépolymérisation des polymères en monomères est principalement adaptée aux polymères présentant des liens C-X dans leur chaîne, tels que les polyesters, les polycarbonates et les polyamides. Elle n'est pas adaptée aux polyoléfines, qui ne contiennent que des liens C-C³⁵.
- Les polyoléfines sont converties en précurseurs de plastiques ou d'autres produits chimiques par décomposition thermique dans des conditions extrêmes et énergivores, avec des niveaux de rentabilité souvent faibles¹¹. Davantage de progrès dans les technologies vertes sont nécessaires avant que cela ne puisse constituer une méthode de substitution viable³⁹⁻⁴¹.
- La décomposition des précurseurs de plastiques et la décomposition en carburant sont technologiquement identiques, ouvrant la voie à des systèmes « plastique à carburant » cachés qui sont incompatibles avec la hiérarchie zéro déchet^{7,11,39,42,43}.
- Le recyclage biologique, qui consiste à dégrader le plastique à l'aide d'enzymes ou de microbes, a le potentiel de contribuer positivement à un système durable de gestion des déchets, mais les technologies et les critères de sécurité nécessaires font défaut^{42,44,45}.

Les décharges

- Le dépôt en décharge reste un moyen répandu de se débarrasser des déchets plastiques, en particulier pour les plastiques non recyclables ou contaminés et dans les zones où aucun système de tri des ordures n'est en place⁴⁶.

Note d'orientation de la Coalition de scientifiques : La gestion des déchets

- Il existe de nombreux types de décharges allant des plus saines (disposant d'une barrière active, recouvertes quotidiennement, et capables de retenir le méthane et les lixiviats) aux plus insalubres (sans barrière, non recouvertes et susceptibles de prendre feu). Les décharges insalubres et l'incinération à ciel ouvert mettent en danger les populations vivant ou travaillant à proximité, bien souvent dans les pays à revenu faible et intermédiaire.
- Les décharges ne disposant pas d'une barrière active, qu'elles soient en activité ou non, représentent une source considérable de pollution par les plastiques et les microplastiques⁴⁷.
- La fermeture des décharges ouvertes est susceptible d'amplifier la précarité socio-économique des travailleurs dont les moyens de subsistance dépendent des déchets déversés dans ces décharges⁴⁸. Tout projet de fermeture ou de mise à niveau d'une décharge ouverte se doit de prendre en considération les connaissances et le savoir-faire des récupérateurs de déchets à travers un processus participatif aux fins d'une réutilisation et d'un recyclage sûrs et durables dans le cadre d'une transition juste⁴⁹.

Incinération à ciel ouvert

- À l'échelle mondiale, jusqu'à 1 milliard de tonnes de déchets solides sont incinérées en extérieur chaque année⁵⁰. L'incinération à ciel ouvert de déchets plastiques produit des gaz à effet de serre ainsi que tout un éventail d'émissions potentiellement toxiques, dont les microplastiques, ce qui met en danger les populations vivant ou travaillant à proximité des sites d'incinération, souvent dans les pays à revenu faible et intermédiaire⁵¹.
- Plusieurs circonstances peuvent mener à l'incinération des déchets, telles que le manque de méthodes alternatives d'élimination, le besoin d'éviter le surremplissage des décharges, ou encore l'extraction de matériaux de valeur tels que les métaux. Bien qu'il s'agisse clairement de la méthode d'élimination la moins conseillée, les recherches montrent que la simple interdiction est insuffisante si elle ne s'accompagne pas de mesures complémentaires et d'un transfert de technologies sur la base d'accords bilatéraux pouvant fournir aux communautés et aux collectivités locales des moyens alternatifs sûrs et durables d'élimination des déchets plastiques⁵¹.

Comment le traité sur les plastiques peut-il répondre aux problématiques de gestion et de recyclage des déchets ?

La gestion des déchets est liée à l'ensemble des obligations proposées dans le traité sur les plastiques. Il est nécessaire d'encourager la conception de produits plastiques durables ainsi que la mise en place d'infrastructures de réutilisation et de recyclage pour minimiser la production de plastiques dangereux, non durables et dispensables, ainsi que la pollution qui en résulte, tout en favorisant une économie circulaire plus sûre et plus durable. La dépendance excessive à une technologie unique doit être évitée, et la résolution du problème des plastiques requiert toute une gamme de systèmes axés sur la réduction de la production et de la consommation de plastiques, ainsi qu'une refonte de la conception aux fins de la circularité. Un tel processus nécessite des solutions adaptées et un soutien au renforcement des capacités au niveau local. La sécurité et les conséquences imprévues des systèmes de gestion des déchets et des plastiques post-utilisation doivent aussi être prises en considération lors des négociations concernant le traité sur les plastiques.

Contributions

Cette note d'orientation a été préparée par des membres de la Coalition de scientifiques pour un traité efficace sur les plastiques

Si vous souhaitez citer ce document : Coalition de scientifiques pour un traité efficace sur les plastiques (2023), « La gestion des déchets ». DOI: 10.5281/zenodo.10020855.

Auteurs : Kristoffer Kortsen (co-président, université de Manchester, Royaume-Uni), Patrick O'Hare (co-président, université de St Andrews, Royaume-Uni), Hans Peter Arp (Université norvégienne de sciences et de technologie, Norvège), Emmy Nøklebye (Institut norvégien de recherche sur l'eau, Norvège), Michael P. Shaver (université de Manchester, Royaume-Uni)

Réviseurs : Daniel Akrofi (université de Lincoln, Royaume-Uni), Erika Iveth Cedillo-González (Université de Modène et de Reggio d'Émilie, Italie), Marie-France Dignac (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, France), Jean-François Ghiglione (Centre national de la recherche scientifique, France), Karin Kvale (GNS Science, Nouvelle-Zélande), Morag Nixon (université de Nottingham, Royaume-Uni), Gauri Pathak (université d'Aarhus, Danemark), Andrew N. Rollinson (Blushful Earth, Royaume-Uni), Jeffrey Seay (université du Kentucky, États-Unis), Vilde Kloster Snekkvik (Institut norvégien de recherche sur l'eau, Norvège), Peter J. Stoett (Institut universitaire de technologie de l'Ontario, Canada), Neil Tangri (Global Alliance for Incinerator Alternatives, États-Unis), Tony R. Walker (université Dalhousie, Canada)

Références

- 1 Geyer, R. *et al.* Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances* **3**, e1700782, doi:<https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782> (2017).
- 2 OECD. Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options. doi:<https://doi.org/10.1787/aa1edf33-en> (Paris, 2022).
- 3 Sakai, S.-i. *et al.* International comparative study of 3R and waste management policy developments. *Journal of Material Cycles and Waste Management* **13**, 86-102, doi:<https://doi.org/10.1007/s10163-011-0009-x> (2011).
- 4 Ellen MacArthur Foundation. *Plastics and the circular economy*, <<https://ellenmacarthurfoundation.org/plastics-and-the-circular-economy-deep-dive>> (2023).
- 5 Bachmann, M. *et al.* Towards circular plastics within planetary boundaries. *Nature Sustainability* **6**, 599-610, doi:<https://doi.org/10.1038/s41893-022-01054-9> (2023).
- 6 Simon, J. M. *A zero waste hierarchy for Europe*, <<https://zerowasteurope.eu/2019/05/a-zero-waste-hierarchy-for-europe/>> (2019).
- 7 Ragaert, K. *et al.* Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste. *Waste Management* **69**, 24-58, doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.044> (2017).
- 8 Stegmann, P. *et al.* Plastic futures and their CO2 emissions. *Nature* **612**, 272-276, doi:<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05422-5> (2022).
- 9 Zheng, J. & Suh, S. Strategies to reduce the global carbon footprint of plastics. *Nature Climate Change* **9**, 374-378, doi:<https://doi.org/10.1038/s41558-019-0459-z> (2019).
- 10 Kortsen, K. *et al.* A plastics hierarchy of fates: sustainable choices for a circular future. *arXiv preprint arXiv:2303.14664*, doi:<https://arxiv.org/abs/2303.14664v1> (2023).
- 11 Meys, R. *et al.* Towards a circular economy for plastic packaging wastes – the environmental potential of chemical recycling. *Resources, Conservation and Recycling* **162**, 105010, doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105010> (2020).
- 12 Gregson, N. & Cragg, M. From Waste to Resource: The Trade in Wastes and Global Recycling Economies. *Annual Review of Environment and Resources* **40**, 151-176, doi:<https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102014-021105> (2015).
- 13 Raubenheimer, K. & McIlgorm, A. Can the Basel and Stockholm Conventions provide a global framework to reduce the impact of marine plastic litter? *Marine Policy* **96**, 285-290, doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.01.013> (2018).
- 14 Wen, Z. *et al.* China's plastic import ban increases prospects of environmental impact mitigation of plastic waste trade flow worldwide. *Nature Communications* **12**, 425, doi:<https://doi.org/10.1038/s41467-020-20741-9> (2021).
- 15 Antonopoulos, I. *et al.* Recycling of post-consumer plastic packaging waste in the EU: Recovery rates, material flows, and barriers. *Waste Management* **126**, 694-705, doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.002> (2021).
- 16 European Commission & Directorate-General for Communication. Circular economy action plan : for a cleaner and more competitive Europe. doi:<https://data.europa.eu/doi/10.2779/05068> (Publications Office of the European Union, 2020).
- 17 Rosenboom, J.-G. *et al.* Bioplastics for a circular economy. *Nature Reviews Materials* **7**, 117-137, doi:<https://doi.org/10.1038/s41578-021-00407-8> (2022).
- 18 Rossi, V. *et al.* Life cycle assessment of end-of-life options for two biodegradable packaging materials: sound application of the European waste hierarchy. *Journal of Cleaner Production* **86**, 132-145, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.049> (2015).
- 19 Purkiss, D. *et al.* The Big Compost Experiment: Using citizen science to assess the impact and effectiveness of biodegradable and compostable plastics in UK home composting. *Frontiers in Sustainability* **3**, doi:<https://doi.org/10.3389/frsus.2022.942724> (2022).
- 20 Dedieu, I. *et al.* The thermo-mechanical recyclability potential of biodegradable biopolyesters: Perspectives and limits for food packaging application. *Polymer Testing* **111**, 107620, doi:<https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2022.107620> (2022).
- 21 UN-Habitat & NIVA. Leaving no one behind - How a global instrument to end plastic pollution can enable a just transition for the people informally collecting and recovering waste. doi:<https://unhabitat.org/leaving-no-one-behind-how-a-global-instrument-to-end-plastic-pollution-can-enable-a-just-transition> (Nairobi/Oslo, 2022).
- 22 Bradley, C. G. & Corsini, L. A literature review and analytical framework of the sustainability of reusable packaging. *Sustainable Production and Consumption* **37**, 126-141, doi:<https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.02.009> (2023).
- 23 Browning, S. *et al.* Addressing the challenges associated with plastic waste disposal and management in developing countries. *Current Opinion in Chemical Engineering* **32**, 100682, doi:<https://doi.org/10.1016/j.coche.2021.100682> (2021).
- 24 Lau, W. W. Y. *et al.* Evaluating scenarios toward zero plastic pollution. *Science* **369**, 1455-1461, doi:<https://doi.org/10.1126/science.aba9475> (2020).

- 25 Plastic Recyclers Europe. Guidance on quality sorting of plastic packaging; Establishing highly refined packaging waste streams. doi:<https://www.plasticsrecyclers.eu/wp-content/uploads/2022/10/pre-packaging-sorting-guidance-june-2019.pdf> (2019).
- 26 Eriksen, M. K. & Astrup, T. F. Characterisation of source-separated, rigid plastic waste and evaluation of recycling initiatives: Effects of product design and source-separation system. *Waste Management* **87**, 161-172, doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.02.006> (2019).
- 27 United Nations Environment Programme & Secretariat of the Basel Rotterdam and Stockholm Conventions. Chemicals in plastics: a technical report. doi:[https://www.unep.org/resources/report/chemicals-plastics-technical-report\(Geneva, 2023\)](https://www.unep.org/resources/report/chemicals-plastics-technical-report(Geneva, 2023)).
- 28 Deeney, M. *et al.* Human health effects of recycling and reusing food sector consumer plastics: A systematic review and meta-analysis of life cycle assessments. *Journal of Cleaner Production* **397**, 136567, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136567> (2023).
- 29 Roosen, M. *et al.* Tracing the origin of VOCs in post-consumer plastic film bales. *Chemosphere* **324**, 138281, doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138281> (2023).
- 30 Lase, I. S. *et al.* Material flow analysis and recycling performance of an improved mechanical recycling process for post-consumer flexible plastics. *Waste Management* **153**, 249-263, doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.09.002> (2022).
- 31 Ügdüler, S. *et al.* Challenges and opportunities of solvent-based additive extraction methods for plastic recycling. *Waste Management* **104**, 148-182, doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.01.003> (2020).
- 32 Mangold, H. & von Vacano, B. The Frontier of Plastics Recycling: Rethinking Waste as a Resource for High-Value Applications. *Macromolecular Chemistry and Physics* **223**, 2100488, doi:<https://doi.org/10.1002/macp.202100488> (2022).
- 33 Garcia, J. M. & Robertson, M. L. The future of plastics recycling. *Science* **358**, 870-872, doi:<https://doi.org/10.1126/science.aag0324> (2017).
- 34 Schyns, Z. O. G. & Shaver, M. P. Mechanical Recycling of Packaging Plastics: A Review. *Macromolecular Rapid Communications* **42**, 2000415, doi:<https://doi.org/10.1002/marc.202000415> (2021).
- 35 Uekert, T. *et al.* Technical, Economic, and Environmental Comparison of Closed-Loop Recycling Technologies for Common Plastics. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* **11**, 965-978, doi:<https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.2c05497> (2023).
- 36 Suzuki, G. *et al.* Mechanical recycling of plastic waste as a point source of microplastic pollution. *Environmental Pollution* **303**, 119114, doi:<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119114> (2022).
- 37 Lase, I. S. *et al.* How much can chemical recycling contribute to plastic waste recycling in Europe? An assessment using material flow analysis modeling. *Resources, Conservation and Recycling* **192**, 106916, doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.106916> (2023).
- 38 Biessey, P. *et al.* Plastic Waste Utilization via Chemical Recycling: Approaches, Limitations, and the Challenges Ahead. *Chemie Ingenieur Technik* **95**, 1199-1214, doi:<https://doi.org/10.1002/cite.202300042> (2023).
- 39 Zero Waste International Alliance. *Zero Waste Hierarchy of Highest and Best Use 8.0*, <<https://zwia.org/zwh/>> (2022).
- 40 Chen, J. *et al.* How to Build a Microplastics-Free Environment: Strategies for Microplastics Degradation and Plastics Recycling. *Advanced Science* **9**, 2103764, doi:<https://doi.org/10.1002/advs.202103764> (2022).
- 41 Erkmén, B. *et al.* Can Pyrolysis Oil Be Used as a Feedstock to Close the Gap in the Circular Economy of Polyolefins? *Polymers* **15** (2023). <https://mdpi-res.com/d_attachment/polymers/polymers-15-00859/article_deploy/polymers-15-00859.pdf?version=1675932314>.
- 42 Ellis, L. D. *et al.* Chemical and biological catalysis for plastics recycling and upcycling. *Nature Catalysis* **4**, 539-556, doi:<https://doi.org/10.1038/s41929-021-00648-4> (2021).
- 43 Li, H. *et al.* Expanding Plastics Recycling Technologies: Chemical Aspects, Technology Status and Challenges. *Green Chemistry*, doi:<https://doi.org/10.1039/D2GC02588D> (2022).
- 44 Ru, J. *et al.* Microbial Degradation and Valorization of Plastic Wastes. *Frontiers in Microbiology* **11**, doi:<https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00442> (2020).
- 45 Tournier, V. *et al.* An engineered PET depolymerase to break down and recycle plastic bottles. *Nature* **580**, 216-219, doi:<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2149-4> (2020).
- 46 Kaza, S. *et al.* What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. *Urban Development*, doi:<https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/d3f9d45e-115f-559b-b14f-28552410e90a> (2018).
- 47 Wojnowska-Baryła, I. *et al.* Plastic Waste Degradation in Landfill Conditions: The Problem with Microplastics, and Their Direct and Indirect Environmental Effects. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **19**, doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph192013223> (2022).
- 48 O' Hare, P. 'The landfill has always borne fruit': precarity, formalisation and dispossession among Uruguay's waste pickers. *Dialectical Anthropology* **43**, 31-44, doi:<https://doi.org/10.1007/s10624-018-9533-6> (2019).
- 49 Schenck, C. J. *et al.* The management of South Africa's landfills and waste pickers on them: Impacting lives and livelihoods. *Development Southern Africa* **36**, 80-98, doi:<https://doi.org/10.1080/0376835X.2018.1483822> (2019).
- 50 Cook, E. & Velis, C. Global Review on Safer End of Engineered Life. doi:<https://doi.org/10.5518/100/58> (2021).

Note d'orientation de la Coalition de scientifiques : La gestion des déchets

51 Velis, C. A. & Cook, E. Mismanagement of Plastic Waste through Open Burning with Emphasis on the Global South: A Systematic Review of Risks to Occupational and Public Health. *Environmental Science & Technology* **55**, 7186-7207, doi:<https://doi.org/10.1021/acs.est.0c08536> (2021).