Guide sur les nouvelles technologies pour lutter contre le changement climatique et créer des emplois

Dossier Nouveaux fronts 2017 de la CSI sur la justice climatique

ITUC CSI IGB Confédération syndicale internationale

Ce dossier Nouveaux fronts a été réalisé avec le soutien de la Fondation Friedrich Ebert.

Photo de couverture: © AP

Table des matières

1. Introduction : L'impératif climatique 4

2. Promouvoir des technologies respectueuses du climat et garantir les droits des travailleurs 6

3. Comment réduire les émissions de CO2 : guide secteur par secteur 8

Énergies renouvelables 8

Activités à forte intensité énergétique 10

Fer et acier 10

Chimie et pétrochimie 11

Ciment 11

Aluminium 12

Bâtiments 13

Transports 15

1. Introduction
L'impératif climatique

En dépit de l'Accord de Paris sur le climat, il subsiste un écart énorme entre les promesses des nations pour réduire les émissions de CO2 et ce qu'il faudrait faire pour rester nettement en dessous d'une augmentation de 2°C de la température mondiale, qui entraînerait un changement climatique irréversible.

L'effort supplémentaire requis pour combler cet écart est estimé à 12-17 gigatonnes d'équivalent CO2 par an. À titre d'exemple, pour économiser une gigatonne il faudrait retirer de la circulation toutes les voitures présentes en Europe pendant un an. Si les humains ne changent pas leurs habitudes, le réchauffement climatique pourrait atteindre entre 2,9°C et 3,4°C avant la fin du siècle.

D'importantes innovations sont indispensables pour réduire cet écart à long terme, mais beaucoup d'actions peuvent être menées dès maintenant. Si elles sont correctement soutenues par les entreprises et les gouvernements, les technologies déjà connues peuvent être utilisées pour plus de la moitié des réductions d'émissions nécessaires : 40% par le biais d'économies réalisées grâce à une meilleure efficacité, et 35% en recourant aux énergies renouvelables[1].

Mais pour que de nouvelles technologies puissent se développer, il faut améliorer l'engagement politique et les réglementations. C'est là que les syndicats jouent un rôle primordial. Si les entreprises n'investissent pas maintenant dans les industries à faible intensité de carbone, les emplois risquent d'être menacés. Les dirigeants syndicaux doivent exiger d'être consultés au sujet des investissements et des décisions technologiques. Le dialogue social et la négociation collective sont des outils essentiels pour garantir les emplois et une transition juste dans tous les secteurs.

La CSI a préparé une campagne de syndicalisation sur « le droit de savoir des travailleurs ». Les travailleurs et les travailleuses ont le droit de savoir ce que leur gouvernement compte faire par rapport au changement climatique et quelles mesures de transition juste il pense

Options politiques

Certains acteurs de la société civile ont défini des objectifs à court terme pour rester en dessous d'une augmentation moyenne de la température mondiale de 2°C, par exemple :

- Atteindre 30% d'énergies renouvelables pour la fourniture d'électricité mondiale d'ici à 2020 (à partir des 23,7% de 2015)
- Réaliser des investissements pour décarboner les bâtiments et les infrastructures
- Doubler l'utilisation des transports en commun dans les grandes villes
- Parvenir à au moins 15% de véhicules électriques au niveau des ventes de voitures neuves
- Améliorer l'efficacité des combustibles et l'utilisation de l'énergie dans les transports et l'industrie

Il est également important d'investir dans la recherche en amont pour mettre au point des technologies radicalement innovantes.

1 IEA (2017) Energy Technology Perspectives 2017, Catalysing Energy Technology Transformations. Paris, France, Page 31

adopter. De la même manière, les travailleurs ont le droit de savoir ce que planifient leurs employeurs, quel sera l'impact de la transition et en quoi consisteront les garanties de transition juste. Les travailleurs ont aussi le droit de savoir dans quels projets leurs caisses de retraite investiront, et d'exiger qu'elles ne financent pas la destruction du climat et des emplois.

Le présent dossier se propose d'engager une discussion sur les défis à relever et les technologies disponibles dans les principaux secteurs de l'économie, avec les conséquences que cela implique pour les emplois. Des changements très rapides s'opèrent actuellement dans une grande partie des secteurs présentés ici. Nous espérons que les affiliées de la CSI et les Fédérations syndicales internationales (FSI) ajouteront leurs connaissances à ce premier dossier sur les technologies pour commencer à réunir le savoir et les ressources nécessaires à une négociation collective qui aboutisse à des dispositions sur le climat. La réduction des émissions de CO2 est synonyme de réduction des coûts pour les entreprises, et ce gain de productivité des ressources peut faire l'objet d'une négociation dans l'intérêt des travailleurs.

Les syndicats demandent le droit de savoir. Nous demandons une place à la table des négociations et nous voulons participer aux politiques et aux programmes destinés à instaurer plus d'équité et de justice au travail et dans l'économie.

À moyen terme :

Pour rester en dessous d'une hausse de 2°C, il faut :

- Mettre fin à l'exploitation exagérée du charbon (c'est-à-dire aux usines dépourvues de systèmes de captage et de stockage du carbone)
- Réduire de 85% les émissions issues des bâtiments par rapport à la tendance actuelle
- Atteindre une proportion d'environ 60% de véhicules électriques ou à pile à combustible pour les véhicules routiers légers, et d'environ 40% pour les véhicules lourds d'ici à 2060.

2. Promouvoir des technologies respectueuses du climat et garantir les droits des travailleurs

Les syndicats ont un intérêt vital à veiller à ce que les entreprises diminuent leur empreinte environnementale et agissent pour atteindre zéro émission de carbone, faute de quoi de nombreux emplois risquent de disparaître dans la spirale descendante du désinvestissement.

Voici sept façons de défendre une technologie respectueuse du climat et propice au renforcement des droits des travailleurs.

1. Les technologies doivent être évaluées globalement

Les progrès technologiques doivent aller de pair avec des stratégies adoptées par l'ensemble du gouvernement qui font participer les partenaires sociaux et associent la politique industrielle et l'innovation au climat et à d'autres objectifs environnementaux. Les mesures destinées à encourager la commercialisation des technologies pourraient porter sur la tarification du CO2, avec des revenus dédiés aux fonds pour la technologie.

Ces stratégies doivent comprendre les éléments suivants :

- Dialogue social et négociation collective approfondis pour soutenir le travail décent et une meilleure répartition de la prospérité,
- Protections sociales et environnementales,
- Règles relatives aux droits de propriété intellectuelle visant à empêcher la création de monopoles privés,
- Investissements publics accrus dans la recherche et le développement (R&D) tout en cherchant à se rapprocher des universités, des institutions de l'enseignement supérieur et des innovateurs indépendants.

2. Le progrès nécessite des données transparentes

Une étape importante au moment de définir les objectifs les plus appropriés pour chaque entreprise consiste à obtenir des données de bonne qualité sur les nouvelles technologies, en termes d'efficacité, de mise en œuvre et d'investissement. C'est un point essentiel pour amorcer un débat démocratique sur le rôle de chaque secteur dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Au sein des entreprises, les syndicats appellent depuis longtemps à la transparence et à la prise en compte de toutes les données avant d'entreprendre un changement technologique[2]. Les processus de conception et de suivi les plus récents doivent faire participer les représentants des travailleurs, par le biais des conventions collectives.

La mise en place de nouvelles technologies doit s'appuyer sur:

- Des normes ouvertes et universelles (réglementaires, techniques et éthiques) et sur les meilleures pratiques,
- Des systèmes solides d'évaluation et de gestion du risque reposant sur le principe de précaution, de sorte à garantir que tous les nouveaux processus et réseaux soient sûrs, efficaces et fiables,
- Des processus qui privilégient aussi bien la productivité que la qualité du travail, en tenant compte de tout risque de déplacement des travailleurs.

3. Les ressources publiques doivent être correctement gérées

Ce sont souvent des politiques gouvernementales ambitieuses qui sont à l'origine du développement techno-

2 TUAC, Numérisation et économie numérique – Principaux messages des syndicats, février 2017

logique. Il faudrait procéder à une évaluation rigoureuse des subventions actuelles et du financement public de la recherche et des projets – en particulier dans les secteurs qui consomment énormément d'énergie. Des objectifs de performance plus stricts, conjugués à une tarification du carbone et à un meilleur accès aux informations relatives à l'investissement pour le secteur et les investisseurs, inciteraient les entreprises à réaliser les investissements nécessaires, en particulier dans les secteurs où il n'y a que quelques entreprises phares[3].

4. Il faut soutenir l'innovation au niveau national dans les pays en développement

L'évolution technologique ne peut pas devenir un privilège des entreprises des pays riches. Les institutions publiques doivent être soutenues dans les pays en développement pour identifier leurs besoins et encourager, à l'échelle locale, la fabrication et la mise en œuvre des technologies mentionnées dans ce dossier.

5. Il ne faut pas oublier les compétences

Les travailleurs doivent bénéficier d'une formation appropriée, indépendamment de leur âge et de leur secteur d'activité, pour qu'ils puissent continuer à améliorer leurs compétences. Ces mesures garantissent la formation de tous les travailleurs, la formation continue en cours d'emploi, le renforcement de la formation professionnelle et des systèmes de formation, et l'extension de la couverture aux emplois atypiques.

6. La transition juste est fondamentale

Il convient d'établir un lien entre l'innovation technologique et la nécessité d'assurer une transition juste pour les travailleurs et leurs communautés. Dans cette perspective, il faut être attentif à la possibilité de voir l'évolution technologique entraîner des pertes d'emplois, des prises de décision non démocratiques et une réduction des droits au travail, et il faudra faire tout ce qui sera possible pour limiter ces risques.

Les principes fondamentaux d'une transition juste comprennent :

- La recherche et une évaluation précoce des répercussions sociales et de l'impact sur l'emploi,
- Le dialogue social et la consultation démocratique des partenaires sociaux et des parties prenantes,
- Des politiques et une réglementation actives du marché du travail, notamment la formation et le renforcement des compétences,
- La protection sociale, y compris les retraites et les allocations de chômage,
- Des programmes de revitalisation et de diversification économique des collectivités,
- Des investissements sûrs qui génèrent des emplois décents de haute qualité.

7. Le rôle des syndicats

Les syndicats doivent jouer un rôle plus actif entre le changement climatique et la technologie et doivent pour ce faire :

- Demander aux entreprises de rendre des comptes au sujet de leurs promesses de réduire les émissions de CO2,
- Garantir que les conventions collectives et les mécanismes de représentation des travailleurs prévoient des dispositions sur l'utilisation des nouvelles technologies,
- Participer à des conseils consultatifs sur l'innovation et les politiques industrielles, et adopter une position informée et indépendante sur ce que les entreprises peuvent faire de plus pour lutter contre le changement climatique,
- Demander aux caisses de retraite de rendre des comptes sur leurs investissements durables visant à garantir des emplois et une transition juste,
- Proposer des formations en cours d'emploi, des formations professionnelles et des systèmes de formation, définir conjointement des stratégies nationales sur les compétences et promouvoir des formations supplémentaires.

3 Les ressources publiques jouent un rôle considérable dans l'évolution et l'innovation technologique. Pour en savoir plus sur les arguments relatifs à la nationalisation du coût de l'innovation et à la privatisation des bénéfices, consultez le site https://marianamazzucato.com/entrepreneurial-state/

3. Comment réduire les émissions de CO2: guide secteur par secteur

Énergies renouvelables

Situation actuelle

Même les estimations les plus modérées de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) indiquent que, pour rester en dessous d'une augmentation de 2°C, le secteur de l'électricité (le plus grand émetteur de dioxyde de carbone du monde) doit atteindre zéro émission nette de CO2 en 2060, avec une production d'électricité issue des énergies renouvelables à 74%, du nucléaire à 15%, des combustibles fossiles à 7% avec captage et stockage du carbone, et de centrales au gaz naturel sans système de captage et de stockage pour le reste[4]. La production d'électricité en particulier est toujours dominée par les combustibles fossiles, qui représentaient 67% du secteur au niveau mondial en 2014. Toutefois, les progrès technologiques et la baisse des coûts favorisent l'utilisation des énergies renouvelables. Il est indispensable de réduire radicalement la demande en énergie et d'améliorer l'efficacité énergétique, car il sera difficile de satisfaire tous les besoins en énergie en augmentant simplement les énergies renouvelables.

Énergie solaire photovoltaïque

La capacité mondiale a fait un bond, passant de 40 GW en 2010 à 219 GW en 2015, date à laquelle elle représentait environ 20% de la capacité de production d'électricité de toutes les nouvelles installations. Les projets de centrales solaires sont compétitifs sur le plan économique par rapport aux nouvelles centrales fonctionnant avec des combustibles fossiles, et l'énergie solaire photovoltaïque réussit à faire face à la concurrence sans soutien financier, même dans les régions dotées d'abondantes ressources d'énergie fossile. Dans plusieurs pays déjà, l'électricité produite par des petites centrales solaires photovoltaïques est moins chère que celle qui provient du réseau électrique, et l'énergie solaire photovoltaïque est souvent l'option la moins coûteuse pour les régions éloignées ou situées en dehors du réseau.

4 IEA (2017) Energy Technology Perspectives 2017, Catalysing Energy Technology Transformations. Paris, France. Page 273

Pour respecter l'Accord de Paris, il faudra :

- **Mettre fin au recours exagéré aux centrales à charbon** (d'ici à 2030 dans les pays de l'UE et de l'OCDE, 2040 en Chine et 2050 dans le reste du monde[5]).

- **Électrifier les systèmes finaux (c'est-à-dire les bâtiments et les transports) précédemment alimentés par des énergies fossiles[6] :** La demande en électricité dans ces secteurs doit s'élever à 35% d'ici à 2060 (contre 18% aujourd'hui[7]).

- **Développer massivement les énergies renouvelables de base (hydroélectricité, géothermie, biomasse durable), ainsi que l'énergie solaire et éolienne (en recherchant de meilleurs facteurs de capacité et une production plus stable, comme les parcs éoliens offshore[8])**. Il faudra pour cela s'adapter aux infrastructures physiques et à la réglementation liée à l'organisation du marché.

- **Favoriser une demande active :** Les « réseaux électriques intelligents » fournissent des informations régulières sur l'offre et la demande[9]. L'électrification, en termes de mobilité et de chaleur, permet de stocker l'électricité générée pendant les pics de production dans des batteries photovoltaïques et de fournir de la chaleur pour les bâtiments et l'industrie. L'électrification d'autres secteurs contribue à mieux répartir les pics de demande, la diversification et les lieux de stockage de l'énergie suite aux pics de production. Dans la perspective des 2°C, il serait souhaitable que la demande dans les secteurs du transport, de l'industrie et de la construction, de même que dans le secteur de la transformation (par exemple les pompes à chaleur, les électrolyseurs ou la production d'hydrogène à grande échelle) parvienne à un niveau de 320 GW d'ici à 2060[10]. Le choix du modèle de propriété et de

5 Climate Analytics (2016). Implications of the Paris Agreement for Coal Use in the Power Sector, Page1
6 IRENA 2017 Adapting markets – Page 19
7 Page 274
8 UNEP Emissions Gap Report 2017, Page 30-32.
9 IRENA (2017), *REthinking Energy 2017: Accelerating the global energy transformation*. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, Page 78
10 IEA (2017) Energy Technology Perspectives 2017, Catalysing Energy Technology Transformations. Paris, France.

gestion concernant la mise en place de compteurs perfectionnés et la gestion des données relevées aux compteurs revêt une grande importance. Il s'agit notamment d'en accorder l'accès aux parties prenantes de manière transparente et non discriminatoire[11]. Or, certains fournisseurs risquent de vouloir s'emparer de ces informations, et il est indispensable de protéger les données personnelles et les données sensibles du secteur public. Il est donc important d'améliorer les régimes de gouvernance des données et les règles juridiques y afférentes[12].

- **Développer l'énergie hors réseau et hors centrale électrique :** C'est la meilleure solution pour fournir des alternatives à faible intensité de carbone à la population et à l'industrie, en particulier dans les pays en développement, car cela pourrait réduire ou éliminer le besoin de réseaux là où il n'y en a pas encore. Les micro-réseaux permettent une pénétration élevée des énergies renouvelables dans le mix énergétique, améliorent la fiabilité de l'approvisionnement en électricité, et offrent une meilleure résilience du système en diminuant les émissions de gaz à effet de serre[13].

- **Améliorer le stockage :** Il convient d'accroître la capacité mondiale de stockage et de commencer à l'utiliser pour assurer la stabilité de la fourniture d'énergies renouvelables. Les centrales hydroélectriques à pompe représentent la principale forme de stockage à travers le monde, ainsi que l'air comprimé[14]. L'Agence internationale des énergies renouvelables (IRENA) estime que le stockage disponible total de l'électricité sur batterie, qui correspondait à seulement 0,8 GW en 2014, passera à 2050 GW en 2030[15]. Les technologies fonctionnant avec des batteries progressent rapidement en termes d'efficacité et de coût[16]. En 2017, le coût des batteries est déjà suffisamment bas pour que le stockage sur batterie soit compétitif du point de vue des utilisateurs d'électricité commerciaux qui veulent éviter de payer l'électricité au tarif des heures de pointe[17].

- **Améliorer les infrastructures de transmission :** Lorsque la production d'électricité augmente de l'autre côté du réseau de distribution, au niveau du consommateur, cela se répercute sur la transmission de l'électricité et sur le réseau de distribution (il faut alors gérer des flux énergétiques qui ne sont pas totalement prévisibles, la congestion éventuelle du réseau, les problèmes de variabilité du voltage). Il faut améliorer les interconnexions avec les marchés voisins de l'électricité[18]. Au fil du temps, il sera peut-être nécessaire de transformer les réseaux électriques à haute tension. D'après l'AIE, l'extension à grande échelle des infrastructures de transmission de l'électricité à haute tension est un élément essentiel de la transformation du système électrique. Le courant continu haute tension (CCHT) – qui atteint actuellement 250 GW, c'est-à-dire la production totale cumulée de la France et de l'Italie –, conjugué à la capacité des interconnections, devrait augmenter d'un tiers avant 2020, selon les estimations. Cette capacité devra se développer considérablement pour rester en dessous des 2°C.

- **Réduire les « pertes en ligne » d'énergie lors de la transmission, rapprocher les technologies plus différentiées et renouvelables des points de consommation, veiller à la diversité des sources d'électricité, et rendre les zones peuplées moins vulnérables aux coupures d'électricité, aux chocs des prix des ressources et à la pollution.**

- **Apporter un soutien politique à l'innovation technologique :** L'énergie éolienne terrestre et l'énergie solaire photovoltaïque, par exemple, ont démontré l'impact d'un soutien politique ciblé en faveur de l'innovation technologique, par une réduction significative des coûts et une croissance rapide des investissements au cours de la dernière décennie. Un cadre politique prévisible, qui offre davantage de certitude en matière de revenus et qui lutte contre les décalages dans les infrastructures afin de mieux intégrer les énergies renouvelables au réseau, constitue un élément important du développement et de l'utilisation de la technologie. L'élaboration de politiques doit comporter des mécanismes innovants pour soutenir les énergies renouvelables dans les pays en développement et les économies émergentes. Les gouvernements et les institutions financières doivent harmoniser divers éléments : les objectifs, le

11 IRENA 2017 Adapting markets, Page 128
12 (voir les recommandations détaillées des syndicats sur ce sujet dans la Déclaration) TUAC, Numérisation et économie numérique – Principaux messages des syndicats, février 2017
13 World Business Council for Sustainable Development, 2016: *"Business Case for Low-Carbon Microgrids"* provides case studies from Kenya, Myanmar, India, Hong Kong and the US.
14 IRENA (2017), *REthinking Energy 2017: Accelerating the global energy transformation.* International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, Page 77
15 IRENA (2017), *REthinking Energy 2017: Accelerating the global energy transformation.* International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, Page 77
16 http://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability-and-resource-productivity/our-insights/battery-storage-the-next-disruptive-technology-in-the-power-sector
17 IEA (2017) Energy Technology Perspectives 2017, Catalysing Energy Technology Transformations. Paris, France, Page 298
18 IRENA (2017), *REthinking Energy 2017: Accelerating the global energy transformation.* International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, Page 40

financement et les mesures incitatives pour encourager la recherche et le développement ; les aides et les garanties de prêt pour les projets pilotes et la commercialisation ; les subventions pour la mise en œuvre et l'utilisation.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Le courant alternatif est le mode de transmission de l'électricité préféré à travers le monde pour les foyers et les entreprises depuis une centaine d'années. Cependant, la transmission de courant alternatif haute tension a ses limites, à commencer par la capacité de transmission et la perte de courant sur les longues distances – ce qui la rend mal adaptée – et aussi l'impossibilité de relier directement deux réseaux d'électricité à courant alternatif à différentes fréquences[1]. Compte tenu de la rapidité du développement des énergies renouvelables intermittentes, de l'amélioration de l'accès à l'électricité, de l'électrification de nouveaux services dans le secteur des transports, de l'industrie et de la construction, et face à la nécessité de construire un réseau plus « intelligent », les nouvelles technologies de transmission de l'électricité sur de longues distances et entre les systèmes devraient se développer nettement au-delà de leur niveau actuel[2].

1 Voir http://www.elp.com/articles/powergrid_international/print/volume--21/issue-12/features/the-rise-of-hvdc-and-promise-of-supergrids.htlm
2 IEA (2017) Energy Technology Perspectives 2017, Catalysing Energy Technology Transformations. Paris, France, Page 301

Activités à forte intensité énergétique

Situation actuelle

Le secteur industriel représentait 36% de la consommation finale d'énergie en 2014[19]. Or, malgré la nécessité de décarboner l'économie, une plus forte intensité de carbone est à noter actuellement dans l'industrie, ce qui aggrave le risque d'actifs immobilisés et de rénovations coûteuses[20].

Pour respecter l'Accord de Paris, il faudra :

- **Prendre des mesures sur l'efficacité de l'énergie et des matériaux :** Ces mesures, associées aux meilleures technologies disponibles, pourraient contribuer à la moitié des réductions supplémentaires d'émissions de CO2 nécessaires dans l'industrie avant 2030[21]. Ces technologies sont déjà disponibles. L'essentiel est de définir et de mettre en œuvre des mesures incitatives et des réglementations qui privilégient ces technologies au détriment des processus obsolètes et moins efficaces. Le reste des émissions du secteur industriel est tributaire de processus qui ne sont pas encore disponibles au niveau commercial et qui requièrent davantage de recherche et d'investissement. Pour parvenir à d'importantes réductions d'émissions de CO2 dans l'industrie, les autorités publiques doivent faire preuve d'ambition et disposer de connaissances approfondies sur l'efficacité énergétique et les résultats des entreprises. Les acteurs de l'industrie ne peuvent pas constituer l'unique source d'information des instances de réglementation.

- **Définir le cadre politique approprié pour mettre en œuvre rapidement les meilleures technologies disponibles et les procédés efficaces au plan énergétique :** Un taux plus élevé de recyclage de l'acier, de l'aluminium et du plastique permettrait de réduire considérablement le niveau d'intensité énergétique et des émissions de CO2 lors du processus de production ; c'est pourquoi ces technologies doivent être prioritaires dans l'élaboration de réglementations politiques.

Fer et acier

Situation actuelle

Le sous-secteur du fer et de l'acier consomme 23% de la demande énergétique totale de l'industrie lourde et émet le plus de CO2 de cette industrie. Pour décarboner l'industrie lourde, il est indispensable d'aller vers des technologies innovantes à faible intensité de carbone, la substitution de certains produits, des parcours de production circulaire, et éventuellement de mettre en place des systèmes de captage et de stockage du carbone à l'échelle du secteur. Des efforts de R&D ciblés sont nécessaires pour accélérer la possibilité d'utiliser ces options[22].

Pour respecter l'Accord de Paris, il faudra :

- **Accroître et améliorer la production d'acier secondaire à partir de déchets métalliques dans des**

19 IEA (2017) Energy Technology Perspectives 2017, Catalysing Energy Technology Transformations. Paris, France, Page 76
20 UNEP Emissions Gap Report 2017, Page 32

21 IEA (2017) Energy Technology Perspectives 2017, Catalysing Energy Technology Transformations. Paris, France, Page 35
22 Climate Action Tracker, 2017 Decarbonisation Series. *"Manufacturing a Low-Carbon Society: How can we reduce emissions from cement and steel?"*

fours électriques à arc[23] : Il faut favoriser et développer cette technique. Il existe toutefois des limites, notamment la disponibilité des déchets métalliques. Une attention particulière devra être accordée aux nouveaux processus, comme les technologies innovantes de la réduction directe du fer et la fusion-réduction[24].

LE SAVIEZ-VOUS ?

La réduction directe du fer consiste à réduire le minerai de fer à l'état solide à des températures nettement inférieures au point de fusion du métal. Ce procédé permet d'utiliser des alternatives au coke métallurgique comme agents réducteurs, notamment l'hydrogène. Après la réduction directe, le fer ainsi obtenu est à l'état solide et doit être fondu, généralement dans un four électrique à arc, pour pouvoir être transformé.

Dans plusieurs projets en cours, l'hydrogène est utilisé comme principal agent réducteur pour la production d'acier primaire (injection dans le haut fourneau, ou procédé de réduction directe). Jusqu'à présent, toutefois, les expériences pratiques se sont révélées limitées. Le projet HYBRIT mené en Suède vise à remplacer les hauts fourneaux par un procédé alternatif utilisant de l'hydrogène produit à partir d'une électricité neutre en carbone pour réduire la quantité de minerai de fer. Après une première étude de faisabilité, l'objectif est de développer le projet en réalisant des essais dans des usines pilotes sur la période 2018-2024, avant de passer à la phase de démonstration sur la période 2025-2035[1].

1 Industry's Electrification and Role in the Future Electricity System A Strategic Innovation Agenda, Page 41

- **Envoyer des signaux politiques clairs à ce secteur en ce qui concerne la nécessité d'investir davantage dans la recherche et le développement des alternatives à faible intensité de carbone :** Les subventions existantes, ou les quotas gratuits d'émissions de gaz à effet de serre, par exemple, ont tendance à retarder la mise en œuvre des meilleures technologies disponibles et ne donnent pas de signal en termes de prix aux acteurs qui investissent dans l'avenir.

23 Industry's Electrification and Role in the Future Electricity System A Strategic Innovation Agenda, Page 40
24 IEA (2017) Energy Technology Perspectives 2017, Catalysing Energy Technology Transformations. Paris, France, Page 76

Chimie et pétrochimie

Situation actuelle

Le secteur de la chimie et de la pétrochimie représente 28% de l'ensemble de la consommation totale d'énergie au niveau mondial ; c'est le troisième plus grand émetteur de CO2 de l'industrie.

Pour respecter l'Accord de Paris, il faudra :

- **Mettre au point des technologies plus performantes pour la conception des réacteurs** en utilisant les meilleures pratiques de récupération de la chaleur et de l'énergie.
- **Concevoir de nouveaux catalyseurs** pour accroître le rendement et la sélectivité des produits souhaités.
- **Privilégier la recherche relative aux techniques de production basées sur l'écoconception[25].**
- **Augmenter les taux de collecte des déchets plastiques après consommation**, ainsi que les taux de rendement du recyclage, et étudier l'action des polymères recyclés sur la consommation des résines vierges[26].

LE SAVIEZ-VOUS ?

La production de substances chimiques de base et leur utilisation basées sur l'écoconception offrent une perspective prometteuse en matière de décarbonation. Avec les techniques de production utilisant la biomasse, il est possible de produire de l'éthylène à partir de lignine, d'amidon et de sucres[1], tandis que l'ammoniaque[2] et le méthanol[3] à base de biomasse existent essentiellement sous la forme d'expériences pilotes.

1 IEA-ETSAP and IRENA, 2013, Technology-Policy Brief I13
2 Pratham Arora et al, Multi-objective optimization of biomass based ammonia production - Potential and perspective in different countries, Journal of Cleaner Production 148 (2017) 363-374
3 IEA-ETSAP and IRENA© Technology Brief I08 – January 2013

25 Brown et al, (2012) Reducing CO2 emissions from heavy industry: a review of technologies and considerations for policy makers, Grantham Institute for Climate Change Briefing paper No 7,Imperial College London.
26 IEA (2017) Energy Technology Perspectives 2017, Catalysing Energy Technology Transformations. Paris, France, Page 80

Ciment

Situation actuelle

Le ciment représente 7% de l'utilisation totale d'énergie dans l'industrie mais, compte tenu du niveau élevé d'émissions de CO2 liées au procédé de fabrication, sa proportion d'émissions est beaucoup plus importante, et s'élevait à 27% en 2014[27]. Outre les émissions de CO2 que le ciment produit en consommant de l'énergie, le matériau génère un composé du ciment dans lequel le calcaire se transforme en chaux, pendant le processus de conversion chimique qui aboutit à la production de clinker.

Pour respecter l'Accord de Paris, il faudra :

- **Réduire les émissions de CO2 liées au procédé de fabrication** (comme décrit ci-dessus).
- **Mettre au point de nouveaux procédés de fabrication du ciment à faible intensité de carbone[28].**

LE SAVIEZ-VOUS ?

La substitution du clinker dans la fabrication du ciment permet de réduire directement l'énergie thermique et les émissions de carbone liées à sa production, pour la même quantité et la même quantité finales de ciment produit. Au niveau européen, il est estimé que la proportion de clinker par rapport au ciment peut être réduite jusqu'à 70%, ce qui peut économiser 4% de CO2 de plus au total[1]. Ces technologies sont commerciales. Voir l'exemple de l'entreprise indienne de ciment Dalmia, qui fabrique un ciment mélangé à faible taux d'émissions de carbone[2].

1 CEMBUREAU (2017) The role of cement in a low carbon future. http://lowcarboneconomy.cembureau.eu/index.php?page=clinker-substitution
2 http://www.oecd.org/environment/cc/g20-climate/collapsecontents/Just-Transition-Centre-report-just-transition.pdf - Page 15

Aluminium

Situation actuelle

Le sous-secteur de l'aluminium est le quatrième plus grand émetteur de CO2 de l'industrie ; il était à l'origine de 3% des émissions directes totales de CO2 en 2014.

27 Climate Action Tracker, 2017 Decarbonisation Series. "*Manufacturing a Low-Carbon Society: How can we reduce emissions from cement and steel?*"
28 https://phys.org/news/2015-09-technique-cement-carbon-neutral.html

Pour respecter l'Accord de Paris, il faudra :

- **Recycler l'aluminium :** D'impressionnantes économies d'énergie peuvent être réalisées dans ce secteur, et les responsables politiques devraient en faire une priorité pour réduire les émissions de CO2 en mettant en place des mesures plus rigoureuses de collecte et de recyclage des déchets métalliques.
- **Centrer la R&D sur les procédés de production alternatifs,** en particulier ceux qui visent à diminuer les émissions de CO2 issues de la première fusion, telles que les anodes inertes.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Pour recycler l'aluminium, il faut affiner et refondre les déchets d'aluminium. Le recyclage de l'aluminium permet d'économiser de l'énergie et des ressources naturelles, dans la mesure où il faut jusqu'à 95% d'énergie de moins pour le recycler que pour produire de l'aluminium de première fusion, ce qui limite d'autant les émissions, notamment de gaz à effet de serre[1].

1 http://recycling.world-aluminium.org/fr/reperes/developpement-durable/

LE SAVIEZ-VOUS ?

Le recours aux anodes inertes pour la production d'aluminium primaire pourrait contribuer à réduire les émissions résultant du processus de première fusion de l'aluminium, en remplaçant les anodes au carbone par des anodes issues de matériaux alternatifs. Les anodes au carbone produisent du CO2 en se dégradant ; les anodes inertes produisent de l'oxygène pur. Cette technologie est actuellement testée par RUSAL, mais elle n'est pas encore commercialisée ou utilisée à grande échelle. Les anodes inertes pourraient réduire les émissions de CO2 de 1,65 tonne d'équivalent CO2 par tonne d'aluminium par rapport à une fusion ordinaire. Cette technique en est à la phase de démonstration[1].

1 IEA (2017) Energy Technology Perspectives 2017, Catalysing Energy Technology Transformations. Paris, France, Page 201

LE SAVIEZ-VOUS ?

Le processus de captage et d'utilisation du carbone apparaît souvent comme une alternative au captage et stockage du carbone, et il intéresse particulièrement les secteurs peu enclins à prendre en charge le stockage du carbone.

Le CO2 peut être utilisé en tant que source de carbone dans la production de produits pétrochimiques au lieu des chaînes d'hydrocarbures issues des combustibles fossiles. Il peut être converti en diverses substances chimiques, telles que des polymères et des carbonates, par réaction avec d'autres molécules ou produits chimiques. Ces processus requièrent en principe de considérables quantités d'énergie pour modifier la structure généralement stable du CO2 et nécessitent par conséquent une abondante énergie renouvelable bon marché pour maintenir à un faible niveau les émissions de CO2 générées au cours du cycle de vie. C'est pourquoi les services de R&D s'activent à travers le monde pour trouver des technologies qui utilisent efficacement le CO2.

Divers procédés peuvent transformer le CO2 en combustibles pour le transport, le plus souvent en produisant du méthanol ou du gaz de synthèse. Comme pour toutes les conversions de CO2 en substances chimiques, ce processus a besoin d'un considérable apport d'énergie, provenant généralement d'une électricité renouvelable, et le CO2 finit par se dégager dans l'atmosphère au moment où le combustible est brûlé. Pour l'instant, ces technologies produisent beaucoup d'émissions de CO2[1].

1 IEA (2017) Energy Technology Perspectives 2017, Catalysing Energy Technology Transformations. Paris, France, Page 388

Bâtiments

Situation actuelle

Presque un cinquième des émissions de gaz à effet de serre de la planète proviennent du secteur du bâtiment. Avec les politiques actuelles, la consommation d'énergie dans les bâtiments devrait augmenter de 1% par an[29].

La consommation moyenne d'énergie par personne dans ce secteur à l'échelle mondiale demeure pratiquement inchangée depuis 1990[30]. La tendance actuelle n'indique pas qu'il sera possible de limiter la hausse de la température mondiale à 2°C, et encore moins à 1,5°C. Près de deux tiers des pays n'ont pas encore adopté de réglementation sur l'énergie dans le secteur de la construction. Une proportion comparable d'installations énergivores à l'intérieur des constructions, au niveau mondial, n'est pas prise en compte dans les politiques obligatoires d'efficacité énergétique[31].

Le secteur de la construction a un rôle essentiel à jouer pour atteindre les objectifs nationaux et mondiaux relatifs au climat, en soutenant la production dans d'autres secteurs, notamment la production d'électricité, la construction et la maintenance de bâtiments plus efficaces du point de vue énergétique et de nouvelles infrastructures de transport, et en veillant à ce que les logements soient adaptés et abordables.

Les initiatives axées sur « zéro émission nette » ne pourront pas se concrétiser sans le travail d'un ensemble de professionnels, tels que les maçons, les fabricants de chaudières, les plombiers, les monteurs en isolation, les électriciens, les vitriers, les spécialistes du chauffage, de la ventilation et de la climatisation, des traceurs en charpentes métalliques, des professionnels du fer et d'autres spécialistes des métiers de la construction[32].

Pour respecter l'Accord de Paris, il faudra :

- **Gagner considérablement en efficacité** à l'aide des meilleures technologies disponibles.
- **Mettre rapidement en œuvre des systèmes d'éclairage et de refroidissement et des appareils très efficaces**, ce qui permettrait d'économiser l'équivalent de presque trois quarts de la demande mondiale actuelle d'électricité entre aujourd'hui et 2030[33].
- **Éviter les constructions énergivores :** Étant donné que la plupart des bâtiments qui existeront en 2060 seront construits au cours des 30 prochaines années, il faut prendre des mesures immédiatement pour éviter une pérennisation des bâtiments énergivores[34]. Les mesures concernant l'enveloppe

29 Carbon Action Tracker (2016) Constructing the future: Will the building sector use its decarbonisation tools?
30 Carbon Action Tracker (2016) Constructing the future: Will the building sector use its decarbonisation tools?
31 IEA (2017) Energy Technology Perspectives 2017, Catalysing Energy Technology Transformations. Paris, France, Page 94
32 Colombia Institute 2017 Les emplois de demain : Les métiers de la construction du Canada et les émissions nettes zéro
33 IEA (2017) Energy Technology Perspectives 2017, Catalysing Energy Technology Transformations. Paris, France, Page 9
34 UNEP Emissions Gap Report 2017, Page 30

du bâtiment, comme par exemple les « cool roofs » (toits rafraîchissants), les dispositifs d'ombrage extérieurs et la conception des bâtiments – place des fenêtres, orientation de la construction et ventilation naturelle – peuvent diminuer considérablement le besoin de climatisation tout en contribuant à réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain[35].

- **Élaborer des réglementations de la construction qui tiennent compte des objectifs climatiques**. Les normes qui entreront en vigueur au cours des 10-15 années à venir pour les nouvelles constructions, notamment dans les pays en développement, ainsi que le taux de rénovation, en particulier dans les pays de l'OCDE, définiront la capacité de ce secteur à contribuer à l'objectif de 2°C. La transformation des bâtiments demandera peut-être que les responsables politiques commencent à réfléchir à des groupements d'immeubles, plutôt qu'à la construction de bâtiments isolés, de sorte à concentrer un nombre important d'édifices pour répondre aux exigences de la production d'énergies renouvelables et des technologies intégrées. Certaines constructions manqueront peut-être d'espace par rapport à l'équipement nécessaire ; d'autres n'auront peut-être pas le toit approprié. Pour garantir des pratiques de construction durables, il faudra veiller au respect des bonnes conditions de travail et des normes du travail et s'assurer de la robustesse des normes de construction écologiques et des programmes de certification. Le Conseil mondial du bâtiment durable recommande que toutes les constructions dégagent zéro émission nette de carbone d'ici à 2050, au moyen de nouvelles constructions, de rénovations en profondeur et d'améliorations[36].
- **Électrifier les systèmes de chauffage** : Le chauffage restant largement tributaire des énergies fossiles, cette mesure constituera une avancée significative.
- **Définir des normes d'efficacité énergétiques pour les appareils**, par exemple pour l'éclairage.
- **Veiller à ce que les responsables politiques connaissent les obstacles qui empêchent d'appliquer les technologies zéro carbone** lorsqu'elles sont déjà disponibles.

LE SAVIEZ-VOUS ?

À l'échelle planétaire, un nombre important de systèmes de chauffage de l'eau et des bâtiments utilisent des chaudières à pétrole et à gaz inefficaces (c'est-à-dire avec une efficacité inférieure à 70% et 80% pour les chaudières conventionnelles ordinaires) ou des mécanismes de résistance électrique (efficacité inférieure à 100% en comptant les pertes au moment du stockage et de la distribution). Les chaudières à condensation amélioreraient faiblement l'efficacité des installations, alors que le passage à des installations hautement efficaces, telles que les pompes à chaleur électriques, permettrait d'atteindre une efficacité énergétique de 250% à 400% ou plus pour le chauffage des bâtiments et de 200% à 300% ou plus pour le chauffage de l'eau[1].

1 IEA (2017) Energy Technology Perspectives 2017, Catalysing Energy Technology Transformations. Paris, France, Page 130

LE SAVIEZ-VOUS ?

Le label Passivehaus, ou maison passive, est l'un des programmes de certification énergétiques les plus ambitieux pour les bâtiments. Ce label promeut les constructions qui consomment très peu d'énergie en termes de chauffage et de climatisation, qui affichent peu de pertes thermiques et une optimisation des gains thermiques. Le label Passivehaus a été adapté à différentes zones climatiques à travers le monde et s'est donné pour objectif de ne pas dépasser 15 kilowatt/heure (kWh) par m2 et par an pour la consommation énergétique consacrée au chauffage et à la climatisation. Cet objectif représente une réduction allant jusqu'à 90% de la demande énergétique de chauffage et de climatisation dans la plupart des bâtiments existants. La superficie mondiale des constructions dotées du label Passivehaus est passée de 10 millions de m2 en 2010 à 46 millions de m^2 en 2016, le niveau d'activité principal se trouvant en Europe. À l'heure actuelle, le prix de la construction de nouveaux établissements Passivehaus dans plusieurs pays est comparable au prix de construction standard. Depuis 2010, à Bruxelles (Belgique), tous les nouveaux bâtiments publics doivent respecter le label Passivehaus et, depuis janvier 2015, c'est une obligation pour tous les bâtiments neufs et les rénovations importantes[1].

1 UNEP (2016) Emissions Gap report

35 IEA (23013) Technology Roadmap, Energy Efficient Building Envelopes
36 World Green Building Council 2017; "*From Thousands to Billions – Coordinated Action Towards 100% Net Zero Carbon Buildings by 2050*"

Transports

Situation actuelle

Le secteur du transport produit 7,0 gigatonnes d'équivalent CO2 d'émissions directes de gaz à effet de serre par an (soit 23% des émissions totales de CO2 liées à l'énergie)[37]. Les émissions de CO2 issues du transport pourraient augmenter de 60% d'ici à 2050 et, si aucune mesure supplémentaire n'est prise rapidement, les émissions de CO2 provenant uniquement du transport mondial de marchandises pourraient croître de 160%[38]. Les technologies et les procédés connus peuvent couvrir plus de la moitié des efforts supplémentaires nécessaires dans le secteur du transport pour rester en dessous des 2°C (« éviter, changer et améliorer »[39]).

Pour respecter l'Accord de Paris, il faudra :

- **Transformer la nature et la structure de la demande dans le secteur des transports.**

- **Améliorer l'efficacité des transports en passant à l'électrification le plus vite possible :** L'AIE estime que l'électricité devrait devenir la plus grande source d'énergie des transports d'ici à 2060 pour rester en dessous des 2°C [40]. Certains moyens de transport de longue distance, notamment les avions, les poids lourds et les navires, posent d'importantes difficultés à cet égard.

- **Inverser la tendance attendue à une augmentation des véhicules de tourisme** suite à la hausse des revenus dans les économies émergentes et dans les pays en développement[41].

- **Investir dans les infrastructures de transports urbains, y compris les voies rapides, les tunnels de métro et les couloirs d'autobus[42].**

- **Opérer d'importants changements dans le transport routier :** Il sera indispensable d'améliorer le système et d'exploiter rapidement le potentiel d'efficacité énergétique (par exemple dans les chaînes d'approvisionnement, la logistique, l'acheminement des marchandises). À long terme, la décarbonation de l'économie demandera des investissements considérables dans les infrastructures de transport utilisant des énergies alternatives. En plus de l'hydrogène, l'électrification des voies pour les routes très fréquentées est actuellement en cours de développement et en phase de démonstration[43].

LE SAVIEZ-VOUS ?

D'après l'indice nominal de rendement énergétique (EEDI) de l'Organisation maritime internationale, la plupart des navires neufs devaient gagner 10% d'efficacité début 2015, 20% d'ici à 2020 et 30% à partir de 2025. Si ce calendrier est respecté, l'International Council on Clean Transportation (Conseil international sur les transports propres) estime qu'une réduction allant jusqu'à 263 millions de tonnes de CO2 sera réalisée chaque année d'ici à 2030[1]. Bien que cela soit très important, l'AIE et la CNUCED ont conclu que cet engagement correspondait à peu près à la tendance moyenne de l'efficacité énergétique dans l'industrie depuis une quinzaine d'années et que, sous son format actuel, la mise en œuvre de l'EEDI n'entraînerait pas de réductions des émissions de CO2 en dessous du niveau habituel[2].

1 http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTpolicyupdate15_EEDI_final.pdf
2 IEA (2017) Energy Technology Perspectives 2017, Catalysing Energy Technology Transformations. Paris, France, Page 88

- **Réglementer davantage les modes de transport longue distance** (c'est-à-dire le transport maritime international et l'aviation) : Il s'agit des modes de transport les plus difficiles à décarboner et il faut remplacer de toute urgence les combustibles liquides d'origine fossile ayant une forte densité énergétique. En dépit de l'urgence, ces types de transport sont toujours trop peu réglementés[44].

- **Adopter différentes formes de mobilité** : Les divers éléments qui composent le paradigme des « *véhicules autonomes et connectés, l'électrification et le partage* » (ACES) commencent à être présents sur les marchés de la mobilité, en particulier dans les grandes villes[45]. La mesure dans laquelle ces changements contribuent à réduire la consommation d'énergie dans le secteur des transports reste à démontrer, mais cette tendance a certainement la possibilité de modifier sensiblement le secteur. Le fait de posséder une voiture, et l'intégration globale des

37 IPCC, FAR (2014) Transport chapter. Page 603
38 OECD/ITF (2017), *ITF Transport Outlook 2017*, OECD Publishing, Paris, Page 13
39 OECD/ITF (2017), *ITF Transport Outlook 2017*, OECD Publishing, Paris, Page 14
40 IEA (2017) Energy Technology Perspectives 2017, Catalysing Energy Technology Transformations. Paris, France, Page 9
41 OECD/ITF (2017), *ITF Transport Outlook* 2017, OECD Publishing, Paris., Pages 53-54
42 Voir également les détails de la campagne de la Fédération internationale des ouvriers du transport (ITF) « *Our Public Transport* »
43 www.eesc.europa.eu/resources/docs/electric-road-systems.ppt
44 UNEP Emissions Gap Report 2017, Pages 32-33
45 IEA (2017) Energy Technology Perspectives 2017, Catalysing Energy Technology Transformations. Paris, France, Page 216

modes de transports, par exemple, est susceptible de changer prochainement. La « mobilité en tant que service » fait l'objet d'une attention croissante et pourrait offrir une alternative à l'achat d'un véhicule personnel, en donnant l'accès à divers types de transport, tels que les transports publics, le covoiturage, la location de bicyclettes, etc., ce qui permet de réduire l'utilisation de la voiture et les émissions de CO2 correspondantes. Selon les estimations, certains projets axés sur la mobilité pourraient économiser 3,2 tonnes de CO2 par an et par personne (sur la base de 15.000 km par an avec une voiture qui consomme 0,8 litres d'essence aux 10 km)[46].

- **S'appuyer sur les réglementations, les normes et les mesures incitatives** pour encourager l'investissement dans les modes de transport à faible intensité de carbone (chemins de fer, transports publics) et améliorer l'efficacité des véhicules et des combustibles – notamment en renforçant les normes relatives à la réduction des émissions moyennes de CO2 par kilomètre.

- **Garantir l'obligation de rendre des comptes :** Chaque acteur du secteur des transports devrait suivre des politiques de réduction des émissions pour tenir l'objectif de 2°C, ce qui est particulièrement important pour stimuler l'innovation et le changement au niveau du transport maritime international et de l'aviation.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Les technologies dites « Power-to-X » font référence à la possibilité de transformer l'électricité excédentaire, généralement quand la production d'électricité issue des énergies renouvelables est supérieure à la demande, en d'autres vecteurs d'énergie : ammoniaque, hydrogène, gaz de synthèse, etc. La disponibilité limitée de l'électricité bon marché provenant d'énergies renouvelables freine le développement de ces technologies[1].

1 https://en.wikipedia.org/wiki/Power-to-X#cite_note-acatech-2016-1

46 http://www.climate-kic.org/projects/mobility-service-business-case-ec2b/

Éditrice responsable:
Sharan Burrow, secrétaire générale

CSI
5 Bd du Roi Albert II, Bte 1, 1210 Bruxelles, Belgique
Tél.: +32 2 224 0211 Fax: +32 2 201 5815
Courriel: press@ituc-csi.org Web: www.ituc-csi.org