



L'ÉTUDE DE CAS :

# **SYSTÈME DE TRANSPORT COMMERCIAL DÉCARBONÉ D'ICI 2050**

**SCANIA**

# LA QUESTION À ÉTUDIER : COMMENT PARVENIR À UN SYSTÈME DE TRANSPORT COMMERCIAL DÉCARBONÉ D'ICI 2050 ?



# RÉSUMÉ

Nos recherches montrent qu'il est non seulement possible, mais aussi financièrement intéressant de mettre en place un système de transport commercial décarboné avant même l'échéance définie dans les objectifs de l'Accord de Paris.

Un tel système de transport, qui peut être mis en place d'ici 2050, permettra de réaliser des économies de coûts par rapport au scénario traditionnel (BAU-Business As Usual), et ce grâce à une combinaison entre des améliorations apportées aux infrastructures logistiques et à l'efficacité des véhicules et de leurs chaînes cinématiques, ainsi que l'utilisation de carburants non fossiles.

Nous pouvons réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de plus de 20 % simplement en optimisant les systèmes de transport et en apportant des améliorations aux véhicules autrement que sur la seule chaîne cinématique. Plusieurs scénarios basés sur les carburants et les chaînes cinématiques peuvent paver la voie d'un avenir sans énergies fossiles :

**Les biocarburants** constituent la voie la plus efficace vers la réduction<sup>1</sup> du carbone.

**L'électrification** représente la voie la plus efficace en matière d'efficacité énergétique et de rentabilité.

**D'autres technologies** peuvent s'avérer très intéressantes pour certains types d'utilisation et jouer un rôle essentiel pour certaines régions ou applications.

Pour chaque alternative retenue, le changement devra être mis en œuvre à une vitesse inédite.

Ces conclusions se recourent quelles que soient les zones géographiques et montrent que, si nous pouvons agir rapidement et de façon coordonnée à l'échelle de l'industrie et des secteurs d'activités, nous pouvons créer un système de transport commercial mondial plus propre et plus rentable. Vu la portée de nos objectifs pour 2050, il est capital de commencer à allouer les ressources différemment, en commençant dès maintenant à développer et à commercialiser de nouvelles technologies pour pouvoir concrétiser cette vision.

*<sup>1</sup>On entend par « réduction du carbone » le fait de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>. Cette réduction se mesure en tonnes de CO<sub>2</sub>e (équivalent dioxyde de carbone). Dans cette étude, le terme « réduction » utilisé seul désignera toujours la réduction du carbone.*

# INTRODUCTION À L'ÉTUDE DES SCÉNARIOS À SUIVRE

Pour limiter à deux degrés Celsius la hausse de la température mondiale conformément aux objectifs de développement durable des Nations Unies et à l'Accord de Paris, il faudra que le monde entier ait renoncé aux énergies fossiles d'ici 2050.

Il s'agit là d'un objectif très ambitieux, qui nécessitera de profondes mutations opérées dans tous les secteurs sous la forme de nouvelles technologies et infrastructures et de modèles économiques entièrement repensés. Avec cette étude, nous entendons initier une discussion sur les décisions et actions à entreprendre aujourd'hui pour y parvenir.

Après le secteur de l'énergie, celui du transport est la principale source d'émissions de CO<sub>2</sub> (il représente près d'un quart des émissions mondiales, auquel participe, à raison d'environ un quart, le transport commercial routier, qui est donc un contributeur majeur du dérèglement climatique). Notre étude montre que nous pouvons parvenir à un système de transport commercial sans énergies fossiles d'ici 2050, et que, sur une base cumulative, cette évolution réduira les coûts pour la société plutôt que de les augmenter.

Nous avons établi une base factuelle concernant les scénarios menant à ce système exempt d'énergies fossiles. Nous n'avons pas pour ambition de prédire comment le secteur va évoluer, mais plutôt de nous attacher dès le départ à l'objectif final du zéro émissions de carbone d'ici 2050. De là, nous déterminons quels développements technologiques et infrastructurels et quelles actions en matière d'adoption par le marché seront nécessaires pour atteindre l'objectif, quantifier l'impact que nous attendons de ces actions et étudier la vitesse et l'intensité requises pour atteindre les objectifs de l'Accord de Paris.

Nous avons identifié plusieurs voies pour arriver à un futur système de transport sans énergies fossiles, allant de l'électrification totale à une **palette de chaînes cinématiques**. Il ressort de nos recherches que le secteur doit commencer à changer rapidement et immédiatement pour atteindre ces objectifs. Les nouvelles technologies peuvent

par ailleurs mettre longtemps à être largement adoptées car le stock existant de véhicules se renouvelle lentement. En d'autres termes, pour arriver à un avenir sans énergies fossiles d'ici 2050, des changements à grande échelle devront déjà avoir été mis en œuvre d'ici 2025, ne comprenant pas uniquement des nouvelles technologies mais aussi de nouveaux comportements, partenariats et infrastructures.

**Notre analyse confirme également que Scania et d'autres équipementiers ne peuvent parvenir seuls à cette transformation, car les changements à implémenter doivent l'être à une vitesse et à un niveau sans précédent.** Nous aurons tous besoin d'affecter nos ressources à la mise en œuvre de cette transition et d'instaurer une coopération à l'échelle du secteur et des secteurs adjacents, y compris le secteur public.





# MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

Nous avons adopté une approche de modélisation basée sur la rétroprévision (ou « backcasting ») : en nous basant sur un éventail de scénarios pour 2050, nous avons calculé ce qu'il nous faudrait pour parvenir à un écosystème de transport commercial sans énergies fossiles.

Nous avons commencé à élaborer un modèle détaillé intégrant plusieurs éléments : l'efficacité des systèmes logistiques et des chaînes cinématiques, les coûts technologiques et le taux d'adoption, la demande en matière de transport et les émissions de carbone « du puits à la roue ».

Nous avons intégré les coûts technologiques en utilisant un modèle exclusif de coût total de possession qui prend en compte la chaîne cinématique, le carburant et les coûts d'infrastructure, afin de créer un indice en euros par kilomètre uniformément applicable à toutes les technologies. Comme montré sur le diagramme<sup>2</sup>, les camions long courrier électriques à batterie pourraient atteindre dès 2027 la parité de coûts avec ceux équipés d'un moteur diesel, tandis qu'il faudrait attendre 2047<sup>2</sup> pour obtenir cette parité de coûts pour les véhicules à pile à combustible.

Nous avons calculé les émissions de carbone « du puits à la roue » sur la base des facteurs d'émission

de chaque carburant et de chaque technologie, afin de cerner le potentiel de réduction de chaque scénario par rapport à un scénario où l'on continue d'opérer comme à l'accoutumée.

Nos calculs des émissions étaient globaux, allant de la production à l'utilisation finale de carburant et d'électricité. Comme il s'agissait d'un exercice de backcasting, nous sommes partis du principe que les secteurs adjacents atteindraient eux aussi les objectifs de l'Accord de Paris, et que par conséquent, d'ici 2050, le secteur de l'énergie parviendrait à en finir avec les énergies fossiles, grâce à une solution répondant aux besoins mondiaux en électricité du transport commercial. Nous sommes partis du principe que le coût de l'intégration des énergies renouvelables se refléterait dans les prix de l'électricité. Nous avons également mené une analyse de sensibilité sur le marché européen et déterminé que, si le réseau se décarbonait uniquement en fonction de la trajectoire dictée par

l'économie et la réglementation actuelles, nous réduirions tout de même en moyenne 90 % des émissions cumulatives.

Nous avons ajusté chacune de ces informations sur la base du segment de transport, de la région et de l'échéance modélisés. Lors de la phase initiale de l'étude, nous nous sommes concentrés sur les trois segments de transport commercial responsables de 90 % des émissions de carbone des véhicules commerciaux (véhicules de distribution, camions long courrier et transport urbain par bus) dans quatre zones géographiques : Suède, États-Unis, Allemagne et Chine.

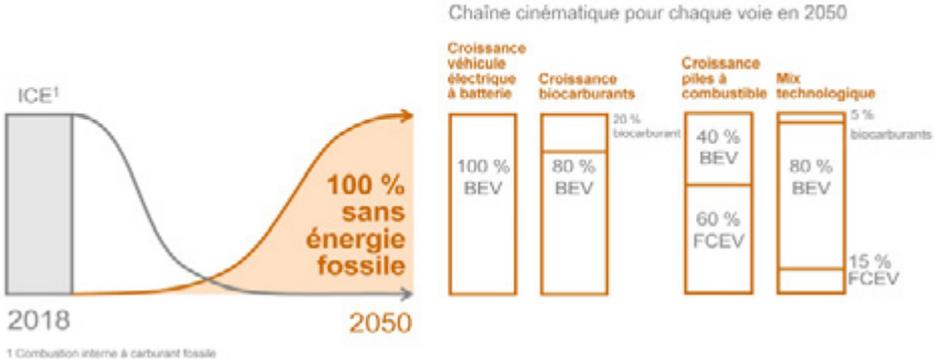
<sup>2</sup> Les résultats sont fondés sur des réductions de coûts continues mais modérées d'aujourd'hui à 2050 pour les batteries et les systèmes de piles à combustible, avec un taux de croissance annuel cumulatif moyen (TCACM) à -4 % et à -8 % respectivement, ce qui est inférieur aux baisses de coûts TCACM (supérieures à -10 %) affichées par les technologies au cours des cinq dernières années.

# SCÉNARIOS EXPLORÉS : QUATRE SOLUTIONS POUR UN AVENIR SANS ÉNERGIES FOSSILES

Nous avons défini quatre scénarios basés sur l'adoption de technologies de chaînes cinématiques concurrentes d'ici 2050.



# En prenant comme point de départ un système de transport commercial sans carburant fossile, nous avons exploré 4 voies vers un avenir exempt d'énergies fossiles



Nous avons choisi ces technologies en raison du potentiel qu'elles présentent pour la création d'un système de transport sans énergies fossiles. Nous avons spécifiquement modélisé la croissance pour chaque technologie en partant de la parité de coûts avec les véhicules à moteur à combustion interne. Nous avons conçu ces scénarios comme des bases de référence, pour montrer la possibilité de mise en œuvre d'un système de transport sans énergies fossiles avec chaque alternative, et les moyens à utiliser.

Nous avons choisi d'explorer quatre scénarios :

**Croissance des véhicules électriques à batterie (BEV – Battery Electric Vehicle)**  
Dans ce scénario, le transport commercial est entièrement électrifié d'ici 2050.

**Croissance des biocarburants**  
Les biocarburants utilisés dans les moteurs à combustion interne constituent la solution à court

terme idoine pour commencer à réduire les émissions de CO<sub>2</sub>. Mais à long terme, les véhicules électriques à batteries seront majoritaires, tandis que 20 % des véhicules auront encore des moteurs à combustion interne roulant aux biocarburants en 2050, sur la base de l'utilisation maximale possible de l'offre de biocarburants disponible à l'échelle mondiale.

### Croissance des véhicules électriques à pile à combustible (FCEV – Fuel Cell Electric Vehicle)

Ces véhicules connaissent une croissance très rapide, si bien qu'ils représenteront la majorité des véhicules en 2050. Ils auront toutefois été adoptés plus tard que les véhicules électriques à batteries car ils présentent un désavantage en matière de coûts. Dans la phase finale, la part restante sera composée de véhicules électriques à batteries.

**Mix technologique**  
Plusieurs technologies de chaînes cinématiques et infrastructures coexisteront,

avec une combinaison de véhicules électriques à batteries, à pile à combustible et à moteur à combustion interne alimentés aux biocarburants.

Pour chaque scénario, nous avons calculé le potentiel de réduction des émissions totales de gaz à effet de serre en termes d'équivalent dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>e) et le coût total du système, y compris tous les investissements technologiques et infrastructurels requis par les secteurs privé et public. Chacune de ces solutions nécessite des changements différents tant en matière de carburants que de technologies, comme montré ci-dessus.

# NOS CONCLUSIONS: DES RETOURS SUR INVESTISSEMENTS TRÈS ÉLEVÉS À LA FOIS FINANCIÈREMENT ET POUR LE CLIMAT

Les recherches indiquent la voie à suivre pour un avenir énergétique plus propre et plus efficace.

Un tel système de transport, qui pourra être mis en place d'ici 2050, permettra de réaliser des économies de coûts par rapport aux activités réalisées aujourd'hui, et ce grâce à une combinaison entre des améliorations apportées aux infrastructures logistiques et à l'efficacité des véhicules et de leur chaînes cinématiques, ainsi que l'utilisation de carburants non fossiles.

Nous pouvons réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de plus de 20 % simplement en optimisant les systèmes de transport et en apportant des améliorations aux véhicules (autres que la chaîne cinématique).

Plusieurs scénarios basés sur les carburants et les chaînes cinématiques peuvent paver la voie d'un avenir sans énergies fossiles :

**Les biocarburants** constituent la voie la plus efficace vers la réduction des émissions de carbone.

**L'électrification** représente la voie la plus efficace en matière d'efficacité énergétique et de rentabilité.

**D'autres technologies** peuvent s'avérer très intéressantes pour certains types d'utilisations et jouer un rôle essentiel pour certaines régions ou applications.

Pour chaque voie empruntée, le changement devra être mis en œuvre à une vitesse inédite. Ces conclusions se recoupent quelles que soient les zones géographiques et montrent que nous pouvons créer un système de transport commercial mondial plus propre et plus rentable. La création d'un système de transport commercial sans énergies fossiles en l'espace d'une seule génération ne sera toutefois pas chose aisée. Les acteurs du secteur des transports et des industries connexes devront travailler main dans la main, avec également le secteur public, en empruntant de nouvelles voies. Il faudra accélérer l'innovation et la création de nouvelles technologies et ce, à un rythme sans précédent. Par conséquent, c'est maintenant qu'il va falloir commencer à investir.



# METTRE EN PLACE UN SYSTÈME DE TRANSPORT COMMERCIAL DÉCARBONÉ D'ICI 2050 EST NON SEULEMENT POSSIBLE, MAIS AUSSI FINANCIÈREMENT AVANTAGEUX

Les recherches démontrent que plusieurs voies peuvent permettre d'arriver à un transport commercial sans énergies fossiles si des investissements commencent à être réalisés dès maintenant.

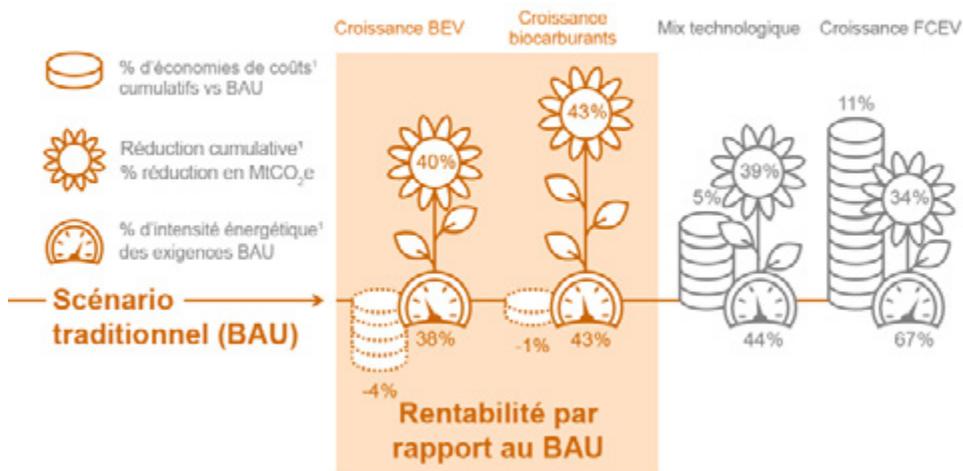
Nous avons également mis en lumière que ces investissements permettraient non seulement de réduire les émissions de gaz à effet de serre, mais aussi de réaliser d'importantes économies, en abaissant d'au moins 20 % le coût global, pour la société, de la création, de l'entretien et de l'exploitation du système de transport commercial, comparé à la situation actuelle.

Le niveau et le moment où apparaissent les économies de coûts diffèrent selon la voie utilisée. Le scénario générant le moins de coûts, celui des véhicules électriques à batteries, permet déjà de réaliser des

économies par rapport au scénario infrastructurel actuel s'il était maintenu pendant la prochaine décennie, et générera des économies totales d'environ 20 % d'ici 2050. En Suède par exemple, une solution de réduction des émissions financièrement avantageuse est 25 % moins chère que le scénario traditionnel en 2050, les économies plus importantes réalisées étant dues principalement aux prix relativement bas de l'électricité en Suède.



**La voie du transport sans énergies fossiles entraîne une réduction plus élevée des émissions de carbone et permet des économies de coûts par rapport au scénario traditionnel**



<sup>1</sup> Moyenne entre la Chine, l'Allemagne, la Suède et les États-Unis de 2017 à 2050

# **NOUS POUVONS RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> DE PLUS DE 20 % GRÂCE AUX DEUX LEVIERS QUE SONT LA LOGISTIQUE ET L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES VÉHICULES**

Nous pouvons atteindre plus de 20 % de réduction des émissions en apportant des améliorations au système et aux véhicules (autres que la chaîne cinématique), telles que l'optimisation de l'acheminement et des marchandises, comme le montre le diagramme ci-dessous. Le reste des émissions peut être réduit avec des chaînes cinématiques et des carburants alternatifs.

## L'amélioration du système et de l'efficacité des véhicules pourrait réduire l'écart des émissions d'environ 20 % d'ici 2050 pour le transport commercial

Réduction des émissions de CO<sub>2</sub>e en 2050 due aux leviers « système » et « véhicules », analyse du transport long courrier



La plupart des améliorations apportées à la logistique et au système de transport sont rapidement rentabilisées, ce qui devrait faciliter leur adoption à grande échelle.

Théoriquement, toutes les régions disposent d'importantes opportunités d'amélioration de l'efficacité, sur les plans de la gestion logistique comme de la performance des véhicules. Mais lorsque l'on passe à la pratique et que l'on observe les améliorations pouvant être obtenues en matière d'efficacité (comme sur le diagramme ci-dessus), on constate des différences de potentiel entre les régions. Celles-ci sont dues aux obstacles rencontrés par certaines d'entre elles, comme la pratique de la surcharge dans

le transport de marchandises ou l'insuffisance des moyens informatiques permettant d'identifier et de partager les données consolidées relatives aux marchandises. Il faudra du temps et des ressources pour combler ces lacunes. Mais une fois le problème maîtrisé, le potentiel d'amélioration de l'efficacité sera bien plus grand. En Chine par exemple, si ces obstacles étaient éliminés ou réduits, les changements de politique et les investissements dans les infrastructures pourraient entraîner une hausse de près de 40 % des gains d'efficacité.

Dans le cadre de cette étude, nous avons adopté une position modérée basée sur le potentiel atteignable le plus modeste.



# PLUSIEURS VOIES PEUVENT ÊTRE EMPRUNTÉES POUR S'ENGAGER VERS UN AVENIR SANS ÉNERGIES FOSSILES

## LES BIOCARBURANTS CONSTITUENT LA SOLUTION LA PLUS EFFICACE EN MATIÈRE DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE CARBONE

Notre étude montre que par rapport aux autres scénarios, celui misant fortement sur les biocarburants dans sa phase finale peut entraîner une réduction totale d'ici 2050 tout en s'accompagnant d'une réduction maximale tout au long de la transition. Cette réduction plus importante a toutefois un coût plus élevé. Si les coûts infrastructurels et d'investissements de cette option sont très bas puisque les biocarburants peuvent remplacer le diesel dans les moteurs à combustion interne et dans les infrastructures, les coûts d'exploitation, eux, seront presque deux fois plus importants en 2050 en raison des coûts et de l'intensité énergétique élevés de

la production de biocarburants par rapport à l'électricité renouvelable. Si le diesel était produit de manière synthétique par électrolyse renouvelable (power to fuel), les coûts et l'intensité énergétique seraient encore plus élevés, et il faudrait recourir à une technologie de capture du carbone pour que le carburant ne dégage vraiment aucune émission, notamment les émissions persistantes dues à la combustion ponctuelle. Pour les biocarburants, nous partons du principe que la plantation de biomasse pour la production de biocarburant réduirait naturellement les émissions de combustion ponctuelle sans nécessiter de technologie de capture du carbone.

# L'ÉLECTRIFICATION EST LA VOIE LA PLUS EFFICACE, TANT EN MATIÈRE D'ÉNERGIE QUE DE COÛTS

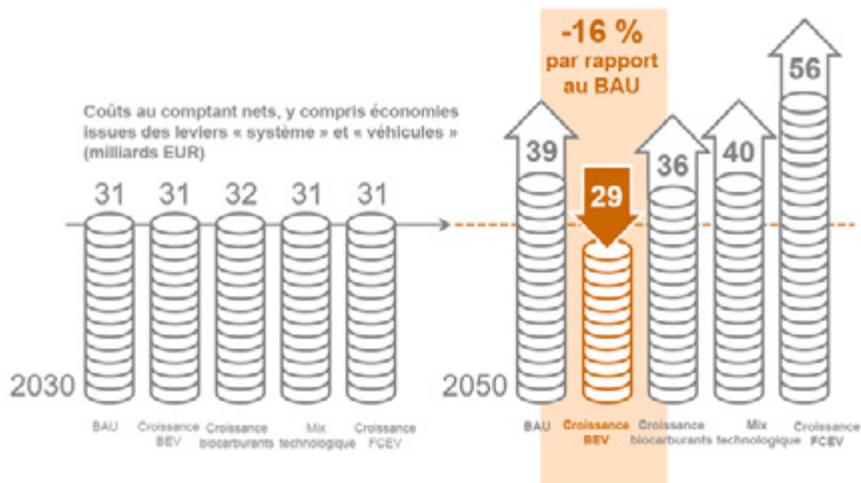
Notre étude, qui tient compte des exigences en matière d'infrastructures et de taille des batteries, montre que l'électrification peut permettre de réaliser jusqu'à 6 % d'économies cumulatives d'ici 2050, et en présentant des coûts du système moins élevés de 21 % que ceux des véhicules à combustion interne diesel.

Le coût total de possession des véhicules électriques à batteries atteint la parité avec les véhicules à moteur à combustion interne roulant au diesel pour tous les segments de véhicules, même long courrier, d'ici 2031. En fait, la parité de coûts est atteinte pour les applications de bus et de distribution en Suède et pour les bus en Allemagne.

La mise en œuvre du scénario des véhicules électriques à batteries d'ici 2050 nécessitera quatre à cinq fois plus d'investissements infrastructurels que d'habitude par rapport au scénario traditionnel, mais entraînera une baisse des coûts d'exploitation de 40 %, aboutissant ainsi à un profil de coûts très différent du modèle de moteur à combustion interne diesel. Le scénario de croissance avec le véhicule électrique à batteries offre la solution la plus rentable et permettra de réaliser près de 20 % des économies totales sur les coûts système d'ici 2050 comparé au scénario traditionnel.

Nous avons en outre mené une analyse de sensibilité à plus grande échelle sur les émissions, en prenant en compte celles qui sont issues de la production de tous les moteurs, batteries et carburants. Excepté pour les biocarburants, nous avons trouvé que ce périmètre élargi diminuait légèrement le potentiel de réduction des émissions de chaque alternative choisie. En fait, même si l'on intègre l'impact des émissions de carbone liées à toutes les activités d'extraction, de synthèse et de formulation de matières premières pour les véhicules électriques, cette voie reste la 2<sup>e</sup> la plus efficace en matière de réduction des émissions de carbone. Alors qu'elle continuera d'atteindre le zéro émission d'ici 2050 au coût le plus bas par rapport aux autres voies, les acteurs de la chaîne de valeur de la batterie devront réduire l'intensité énergétique et carbone de leurs activités afin de maximiser le potentiel de réduction de la chaîne cinématique électrique.

**Les coûts des différentes voies sont comparables de prime abord, mais le scénario Croissance BEV montre clairement les économies de coûts réalisables d'ici 2050**



## LES AUTRES SOLUTIONS PRÉSENTENT DES AVANTAGES IMPORTANTS ET DES POSSIBILITÉS D'UTILISATION À RETENIR

Si la réduction maximale des émissions de carbone au cours des prochaines décennies constitue l'objectif principal, les biocarburants joueront un rôle essentiel car ils présentent l'avantage unique de contribuer à court terme à la réduction des émissions, tandis que le moteur à combustion continuera de dominer les routes. Leur coût élevé par rapport à d'autres carburants et chaînes cinématiques et leur biodisponibilité risquent toutefois de mettre en difficulté leur déploiement.

S'ils sont utilisés exclusivement pour le transport commercial, les biocarburants pourraient satisfaire au maximum 20 % de la demande de transport commercial à l'échelle mondiale. Or avec la demande concurrentielle d'applications plus difficiles à électrifier, comme le transport maritime ou aérien, il ne sera probablement pas possible d'arriver à ces 20 %.

Bien que plus chers à déployer, les véhicules équipés de piles à combustible peuvent devenir des alternatives intéressantes aux chaînes cinématiques électriques à batteries sur des marchés où les technologies de l'hydrogène bénéficient d'un soutien important en matière de réglementation et où l'approvisionnement en

hydrogène est abondant et peu onéreux. Par ailleurs, ils se prêtent mieux au transport long distance en raison de la plus petite taille de leurs batteries et de leur plus grand rayon d'action par rapport aux véhicules électriques à batteries, un critère clé pour ce segment.

Si l'on table sur leur forte utilisation, les autoroutes électriques dédiées au transport long courrier pourraient contribuer de façon rentable à l'électrification, surtout au cours de la prochaine décennie lorsque les coûts des batteries seront toujours élevés et que d'autres améliorations de la densité énergétique devront être commercialisées. Ils pourraient réduire encore de 17 % les émissions en réduisant la taille et les quantités de batteries requises pour le système de transport commercial.

Les alternatives impliquant la coexistence de plusieurs technologies de chaînes cinématiques à l'état final se verront confrontées aux coûts de construction et d'entretien de multiples formes d'infrastructures, mais pourraient jouer un rôle essentiel dans certains cas d'utilisation et dans les régions où le déploiement de l'électrification se révèle complexe.

## POUR CHAQUE OPTION, DE NOUVELLES TECHNOLOGIES DANS LE SECTEUR DE LA MOBILITÉ ET LES SECTEURS CONNEXES DEVRONT ÊTRE ADOPTÉES À UNE VITESSE INÉDITE.



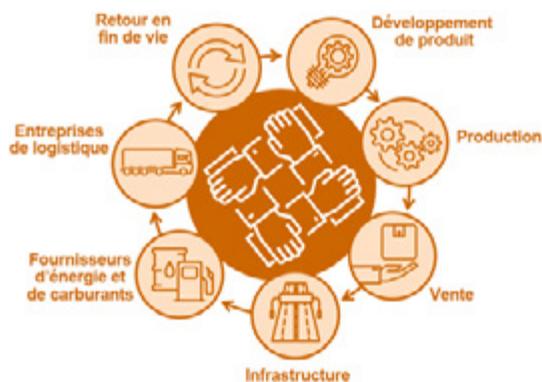
Pour garantir le succès de chacune de ces stratégies vers la réduction des émissions, il ne faut pas seulement mettre en œuvre des changements technologiques à une vitesse sans précédent, mais aussi une décarbonation des secteurs connexes, par exemple avec des énergies hautement renouvelables pour la génération d'électricité ainsi que des prix de batteries en constante diminution.

Vu l'étendue de nos objectifs pour 2050, il est capital de commencer à allouer les ressources différemment, en commençant dès maintenant à développer et à commercialiser de nouvelles technologies. Afin d'atteindre les objectifs de l'Accord de Paris de façon rentable, nous devons obtenir un taux d'adoption des nouvelles technologies de chaînes cinématiques sans énergies fossiles d'au moins 5 à 10 points de pourcentage par an en moyenne dans toutes les régions, et atteindre

le plein potentiel de vente d'ici 2040. Il faut un certain délai pour mettre rapidement en œuvre et à grande échelle le changement. Les exemples historiques d'autres mutations infrastructurelles et technologiques disruptives telles que l'adoption du photovoltaïque ou de la 3G montrent que ces évolutions se sont opérées autrement plus lentement. Le rythme et l'ampleur du changement attendu ouvrent donc de nouveaux horizons et constituent un défi inédit.

# PLUSIEURS VOIES PEUVENT ÊTRE EMPRUNTÉES POUR S'ENGAGER VERS UN AVENIR SANS ÉNERGIES FOSSILES

La transformation de l'écosystème de transport et de logistique nécessitera des nouveaux partenariats puissants.



Aucun acteur, qu'il soit régulateur, législateur ou entreprise, ne peut relever ce défi seul. Les parties prenantes des secteurs public et privé de tous les pays et régions du monde devront coopérer de manières différentes, en partageant des idées, des

ressources financières et des risques. Les fournisseurs de systèmes et d'équipements devront adopter une nouvelle technologie de chaîne cinématique. Les fournisseurs de transports devront adopter des technologies émergentes ; les détaillants et acheteurs

de transport devront faire pression pour inciter à l'adoption d'énergies renouvelables et garantir la stabilité du réseau. En outre, les décideurs politiques doivent travailler avec l'industrie pour accélérer l'arrivée des technologies de décarbonation sur le marché.

# REMERCIEMENTS

Nous remercions notre Comité de révision académique pour sa supervision de notre travail et ses précieuses contributions à nos recherches.

**Pierpaolo Cazzola,**  
Agence internationale de l'énergie

**Jon Creyts,**  
Rocky Mountain Institute

**John DeCicco,**  
University of Michigan Energy Institute

**Timur Guel,**  
Agence internationale de l'énergie

**Paul Hugues,**  
Agence internationale de l'énergie

**Shomik Mehndiratta,**  
Banque mondiale

**Johan Rockström,**  
Stockholm Resilience Center

**Philipp Rode,**  
London School of Economics

**Blake Simmons,**  
Lawrence Berkeley National Laboratory

**Charles Wang,**  
China Development Institute

**Charlie Wyman,** University of California, Riverside

# RÉFÉRENCES

Argonne National Laboratory  
Bloomberg New Energy Finance (BNEF)  
Center for Transport Studies Stockholm  
Comité de Liaison Européen des Commissionnaires et  
Auxiliaires de Transport du Marché Commun (CLECAT)  
Econometrica  
European Commission  
International Council on Clean Transportation (ICCT)  
International Energy Agency (IEA)  
International Renewable Energy Agency (IRENA)

McKinsey Automotive Practice  
McKinsey Electric Power & Natural Gas Practice  
McKinsey Energy Insights  
Navigant  
North America Council for Freight Efficiency (NACFE)  
Organization for Economic Cooperation and Development  
(OECD)  
Rocky Mountain Institute  
US Environmental Protection Agency  
US Federal Motor Carrier Administration

