

Convergence entre les secteurs des transports et de l'énergie dans les pays de la Méditerranée occidentale

Pier Paolo Raimondi. Chercheur, Istituto Affari Internazionali et doctorant, Université Catholique de Milan

Michel Noussan. Professeur associé, Département de l'énergie, Politecnico di Torino et professeur invité, École d'affaires internationales de Sciences Po, Paris

Introduction

Bien que de nombreuses stratégies nationales visent à réduire les émissions de carbone, le secteur des transports est l'un des plus difficiles à décarboner, en raison de sa forte dépendance à l'égard des produits pétroliers et de la nécessité d'utiliser des vecteurs d'énergie à haute densité dans de nombreuses applications. En outre, l'augmentation de la demande de mobilité est corrélée à la croissance économique, ce qui constituera une tendance importante dans la plupart des pays d'Afrique du Nord au cours des prochaines années. Un aspect supplémentaire concerne le taux d'urbanisation, avec des pourcentages croissants de la population totale se déplaçant des zones rurales vers les grands centres urbains. Cette tendance nécessite des stratégies de planification urbaine cohérentes et efficaces afin de garantir à tous les citoyens un accès équitable aux lieux de travail, aux soins de santé, à l'éducation et, plus généralement, aux opportunités.

Outre la demande de mobilité, un facteur important de la consommation d'énergie, et donc, des émissions de gaz à effet de serre (GES), réside dans le choix de modes de transport spécifiques par les utilisateurs, notamment dans le recours à la voiture particulière en lieu et place des modes alternatifs plus durables tels que les transports publics, la bicyclette et la marche. Si les émissions de carbone sont au cœur de l'actuelle transition énergétique, il ne faut pas perdre de vue que l'utilisation de la voiture particulière a également des répercussions sur la pollution locale, la congestion, la sécurité, la santé et le bruit (Essen *et al.*, 2020).

Dans cette perspective, un cadre général visant à évoluer vers un système de transport durable s'articule autour de l'approche Éviter-Transférer-Améliorer (ASI pour Avoid-Shift-Improve) (Bongardt *et al.*, 2019), qui suggère d'abord d'éviter les déplacements inutiles, ensuite de favoriser un transfert vers des modes et solutions plus durables, et enfin d'améliorer la situation des déplacements restants.

Cependant, même après avoir réduit la demande de mobilité inutile et avoir maximisé la mobilité active, une part importante de la demande quotidienne dépendra toujours des modes motorisés. L'électrification est de plus en plus considérée comme une solution efficace de décarbonation des transports urbains, en

particulier des véhicules légers tels que les voitures particulières et les véhicules à deux et trois roues (qui constituent le segment de transport le plus électrifié au monde [AIE et EVI, 2023]). Les pays de l'UE de la Méditerranée occidentale affichent des taux d'électrification inférieurs à ceux des pays du nord de l'UE, avec seulement 9 % des ventes totales de voitures se portant sur des modèles électriques en Italie et en Espagne, et environ 22 % en France et au Portugal (contre 31 % en Allemagne, 39 % au Danemark et 56 % en Suède [ACEA, 2023]). Les taux d'électrification restent quasiment nuls dans les pays du sud de la Méditerranée occidentale. Toutefois, la tendance mondiale en matière de construction automobile s'oriente clairement vers les solutions électriques. Il en résulte une plus grande intégration entre les secteurs des transports et de l'électricité, nécessitant l'élaboration de stratégies et de politiques intégrées tirant parti des potentielles synergies.

Électrification du transport routier

Les véhicules électriques (VE) peuvent représenter une solution efficace afin de remplacer les véhicules à combustible fossile, tant en termes d'émissions climatiques que de polluants locaux. La nécessité de garantir l'utilisation d'électricité produite à partir de sources à faibles émissions de carbone est essentielle si l'on souhaite contribuer efficacement à la lutte contre le changement climatique. Ainsi, parallèlement au déploiement des VE, il est de la plus haute importance d'assurer un développement de la production d'électricité à partir de sources à faibles émissions de carbone, de l'infrastructure de recharge et du réseau de distribution d'énergie (et, dans une moindre mesure, du réseau de transport).

Véhicules électriques

La technique des véhicules électriques gagne du terrain dans le monde entier, et les constructeurs automobiles adaptent leurs modèles commerciaux et leurs stratégies de production afin de proposer une gamme de modèles électriques. L'Union européenne (UE) fait partie des régions qui affichent les plus hauts taux d'électrification, notamment en raison de politiques climatiques ambitieuses visant à réduire considérablement les émissions (en particulier à compter de 2021 avec le paquet « *Fit for 55* » [« Ajustement à l'objectif 55 »] et l'interdiction de la vente de nouveaux véhicules à combustion interne d'ici à 2035). Le développement technologique des batteries lithium-ion permet d'améliorer l'autonomie des véhicules et de réduire leur coût, ainsi que de raccourcir progressivement les temps de recharge, ce qui résout les trois principaux problèmes qui entravent encore leur adoption par la population.

Bien que l'accent soit mis sur les voitures particulières, compte tenu des presque 2 milliards de voitures en circulation dans le monde, avec des chiffres en Méditerranée occidentale allant jusqu'à 675 voitures pour 1 000 habitants en Italie (Eurostat, 2023), il est intéressant de rappeler que les véhicules à deux et

trois roues représentent également une part importante de la demande totale de mobilité, et constituent une option intéressante pour électrifier le transport urbain de manière efficace.

Enfin, si les transports publics urbains ont toujours reposé sur des solutions électriques telles que le métro, les tramways et les trolleybus, depuis une dizaine d'années, de nombreuses villes se tournent vers les autobus électriques. Par rapport au métro léger, ils nécessitent moins d'investissements en infrastructures et offrent une plus grande flexibilité, bien que l'autonomie maximale soit encore parfois un obstacle à leur utilisation efficace sur les différents itinéraires de transport où circulent les autobus urbains.

Enfin, le transport de marchandises peut être électrifié par des chemins de fer ou, potentiellement, par des camions électriques à batterie, en particulier dans le cadre des opérations de courte distance. Les camions longue distance sont particulièrement difficiles à exploiter avec des batteries, compte tenu de leur poids élevé et de l'espace nécessaire à bord pour accueillir les batteries, qui réduiraient l'espace disponible réservé aux transports des marchandises. Certains pays testent la possibilité de mettre en place des autoroutes électriques en les équipant de lignes électriques caténares afin d'alimenter les camions pendant au moins une partie de leur kilométrage total et d'ainsi réduire la taille des batteries nécessaires.

Infrastructure de recharge

Un point critique important reste la disponibilité d'une infrastructure de recharge efficace et correctement répartie. Même si les véhicules électriques sont souvent rechargés à domicile ou sur le lieu de travail, la recharge publique représente une infrastructure importante, en particulier dans les environnements urbains où la plupart des voitures sont garées dans la rue pendant la nuit. Hormis les questions des importants coûts d'investissement et de l'espace nécessaire, un autre problème réside dans l'impact sur les réseaux de distribution d'électricité, qui sont fréquemment sous-dimensionnés dans certains quartiers densément peuplés. Il convient donc de mettre en place des stratégies appropriées visant à planifier efficacement les infrastructures de recharge, en tenant compte de la vitesse de recharge et de l'approvisionnement en électricité disponible, mais aussi en encourageant les utilisateurs à adopter des comportements de recharge conformes à la disponibilité de l'électricité à faibles émissions de carbone.

Des véhicules comme options supplémentaires de stockage en réseau ?

De ce point de vue, la recharge des véhicules pourrait également permettre d'équilibrer la variabilité de la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables telles que l'énergie éolienne et l'énergie solaire. La recharge intelligente et la connexion des véhicules au réseau sont deux stratégies qui peuvent jouer un rôle clé dans l'augmentation de la part des énergies renouvelables dans le réseau électrique. La

recharge intelligente consiste à choisir le meilleur moment pour fournir de l'électricité aux VE, tandis que la connexion du véhicule au réseau permet aux VE de décharger une partie de l'électricité stockée si le réseau en a besoin. Leur mise en œuvre nécessite une infrastructure de recharge supplémentaire, chaque véhicule devant rester connecté au réseau pendant une période plus longue, et un outil d'optimisation efficace étant nécessaire afin de coordonner les opérations de chargement et de déchargement. En outre, l'effet sur la durée de vie de la batterie doit encore être clarifié pour prévenir toute diminution de celle-ci.

Électrification indirecte : l'hydrogène et les e-carburants ont-ils leur place ?

Un dernier point à aborder est le rôle potentiel des e-carburants pour électrifier indirectement certains segments de transport qui semblent difficiles à exploiter avec des batteries, comme le transport maritime ou le transport routier longue distance (les secteurs dits « difficiles à exploiter »). Les e-carburants sont des carburants synthétiques produits à partir d'électricité à faibles émissions de carbone et sont généralement basés sur de l'hydrogène produit par électrolyse alimentée par de l'énergie renouvelable (ou nucléaire), qui peut également être combinée à une source de carbone. Ces carburants peuvent être utilisés dans des moteurs traditionnels, et, avec les biocarburants, ils peuvent représenter l'une des rares options viables pour les applications qui ne peuvent pas être directement électrifiées. Toutefois, il convient de noter que la production d'e-carburants nécessite de grandes quantités d'électricité, en raison de la complexité de l'approvisionnement et des pertes dans les différents processus impliqués (y compris, et surtout, lors de leur utilisation finale dans les moteurs à combustion interne).

La majeure partie de la consommation d'électricité pour la production d'e-carburants est due à l'électrolyse pour produire de l'hydrogène vert. Des solutions efficaces pour produire de l'hydrogène vert à faible coût sont donc essentielles afin de soutenir le développement potentiel des e-carburants. Les pays à fort potentiel solaire et éolien, comme ceux de la Méditerranée occidentale, pourraient bénéficier d'une production à grande échelle d'hydrogène vert, à condition que des moyens efficaces d'approvisionnement des utilisateurs finaux puissent être mis en œuvre, tant d'un point de vue économique qu'environnemental. Les secteurs maritime et aérien pourraient constituer les applications les plus intéressantes, bien que les e-carburants puissent également compléter l'électrification directe dans le transport routier longue distance (Prussi *et al.*, 2022).

Politiques et stratégies

Parallèlement aux développements technologiques, les politiques publiques nationales et les stratégies de décarbonation représentent un élément clé de l'évolution des systèmes énergétiques et du secteur des transports. Les possibles politiques peuvent favoriser une réduction et/ou un transfert modal de la

demande de transport ou promouvoir la diffusion de véhicules plus propres (Noussan, Hafner et Tagliapietra, 2020).

Bien que les pays de la Méditerranée occidentale aient signé l'Accord de Paris et se soient fixé des objectifs climatiques, il existe une nette fracture entre les pays du nord et du sud de la Méditerranée occidentale en termes de stratégies et de politiques de décarbonation, en particulier dans le secteur des transports. Les pays du nord de la Méditerranée ont pris des mesures visant à décarboner leur secteur des transports, qui joue un rôle important dans leurs émissions totales, principalement sous l'impulsion de la stratégie climatique de l'Union européenne (UE). En décembre 2020, l'UE a publié sa stratégie pour une mobilité durable et intelligente, qui proposait plusieurs mesures susceptibles de réduire de 90 % les émissions du secteur des transports d'ici à 2050 (CE, 2020). En 2023, l'UE a pris de nouvelles mesures afin d'établir des normes plus strictes en matière de carburants, un facteur essentiel si l'on souhaite encourager le passage à des solutions plus propres. Un exemple en est sa décision datant de 2023 d'interdire les nouveaux véhicules à moteur à combustion interne d'ici à 2035. En conséquence, l'Europe est désormais le deuxième marché mondial des véhicules électriques, après la Chine. Tant en termes de part des ventes de VE que de volumes, les pays de la rive nord de la Méditerranée occidentale ont connu une tendance à la hausse, bien qu'avec quelques différences, en particulier avec les autres pays de l'UE. En 2022, la part des ventes de VE était d'environ 9 % en Espagne et en Italie, tandis qu'elle était d'environ 21 % en France et de 22 % au Portugal. L'Italie est le seul marché dont la part des ventes a diminué, avec 9,5 % en 2021. En termes de volumes, si l'on considère les pays de la Méditerranée occidentale de l'UE, en 2022, la France se distingue avec 330 000 VE vendus, tandis que l'Espagne dépasse les 80 000 et l'Italie les 115 000 (contre 140 000 l'année précédente) (Global EV Data Explorer, 2023). Malgré les subventions, l'un des facteurs clés du déclin des ventes de VE en Italie est le contexte économique difficile dû à la hausse des taux d'intérêt et à la crise de l'énergie, qui érode les revenus des ménages.

Bien que les pays du sud de la Méditerranée se soient fixé des objectifs en matière d'énergies renouvelables et disposent d'un abondant potentiel dans ce domaine, ils ont connu un développement lent dans le secteur de l'énergie (Hafner, Raimondi et Bonometti, 2023). Cette situation est évidemment exacerbée dans le secteur des transports, qui est totalement dépendant du pétrole, de sorte que des progrès supplémentaires sont nécessaires. Une première étape pourrait consister à encourager une plus grande efficacité et la décarbonation du secteur par le biais de normes sur les carburants. Par exemple, beaucoup de ces pays importent un grand nombre de voitures d'occasion et, s'ils appliquaient des réglementations plus strictes en matière d'importation, ils pourraient réduire la consommation globale de carburant.

Outre les normes sur les carburants, les responsables politiques peuvent inciter à changer de carburant et à adopter des modes de transport plus efficaces grâce à des mécanismes de tarification. Ceci est particulièrement pertinent pour les pays du sud de la Méditerranée, où les prix bas de l'énergie sont des obstacles majeurs au développement de mesures de décarbonation dans le secteur des transports. La réforme des prix de l'énergie peut représenter un véritable défi pour les gouvernements, car ils constituent un élément clé du pacte social en vigueur. Cependant, les réformes des prix de l'énergie ont un certain nombre de conséquences positives en termes de consommation d'énergie, d'avantages fiscaux et environnementaux, ainsi que d'incitation à l'investissement dans des solutions plus propres. Bien que le nord de la Méditerranée occidentale connaisse déjà des prix du carburant plus élevés que ses voisins du sud, une nouvelle augmentation est attendue, l'UE ayant décidé d'inclure le secteur des transports dans son système d'échange de quotas d'émission (ETS), afin de réduire davantage les émissions du secteur des transports et d'atteindre ses objectifs pour 2030 et 2050 dans le cadre de la révision du système d'échange de quotas d'émission de l'UE.

Outre les prix et les objectifs, les gouvernements doivent s'attaquer à d'autres questions clés de la stratégie de décarbonation, telles que les infrastructures. Pour soutenir l'utilisation généralisée des VE, les gouvernements doivent déployer des infrastructures de recharge par le biais de cadres réglementaires qui permettent des investissements tant publics que privés. On estime que d'ici à 2021, l'Europe comptera 375 000 stations de recharge (Conzade *et al.*, 2022). En développant les infrastructures, les pays de l'UE doivent garantir un réseau complet qui inclut les zones rurales (Falchetta & Noussan, 2021). En revanche, les pays du sud de la Méditerranée pourraient être confrontés à des défis plus importants, car ils ont traditionnellement une capacité financière limitée et manquent souvent de solutions de financement abordables, ce qui retarderait le déploiement d'un réseau robuste permettant de stimuler la demande de VE. En outre, les réseaux électriques doivent être renforcés pour accueillir davantage de points de recharge, en particulier en ce qui a trait à la répartition.

Pour d'autres modes de transport, comme le transport maritime, les efforts des pays de la Méditerranée occidentale peuvent être stimulés par des facteurs internationaux, tels que la création d'une zone de contrôle des émissions (ZCE) en Méditerranée visant à réduire la pollution atmosphérique par l'adoption d'une zone de contrôle des émissions de soufre de 0,1 % pour les navires en Méditerranée. En outre, en 2023, le Comité de protection du milieu marin (CPMM) de l'Organisation maritime internationale (OMI) a révisé la stratégie de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), qui vise à réduire l'intensité carbone du transport maritime international d'au moins 40 % d'ici à 2030. Cela inclut un nouveau niveau d'ambition concernant l'adoption de technologies, de carburants et/ou de sources d'énergie à émissions de GES nulles ou quasi nulles, qui devraient représenter au moins 5 %, avec un objectif de 10 %, de l'énergie utilisée par le transport maritime international d'ici à 2030 (OMI, 2023).

Cette évolution peut représenter une avancée positive dans le cadre du déploiement de solutions plus propres dans le secteur maritime, ainsi qu'une stratégie plus efficace et mieux coordonnée entre les pays de la région. Ceci est particulièrement pertinent pour les pays méditerranéens, la mer Méditerranée abritant de grands ports ayant des impacts économiques et environnementaux importants pour chaque pays et pour l'ensemble de la région (Prussi & Chiaramonti [2023]). En effet, la région se réchauffe 20 % plus vite que le reste de la planète. En ce qui concerne la décarbonation du transport maritime, en juillet 2023, le Conseil européen a adopté une nouvelle loi visant à décarboner le secteur. L'initiative Fuel EU Maritime, qui entrera en vigueur en janvier 2025, comprend des mesures visant à garantir une réduction progressive de l'intensité des émissions de GES des carburants de 2 % en 2025 pour atteindre 80 % en 2050 (Conseil de l'UE, 2023). Simultanément, l'UE devrait promouvoir une approche euro-méditerranéenne de cette question afin d'éviter la perte de compétitivité de son secteur. En outre, elle prévoit un régime spécial d'incitations visant à soutenir l'adoption des carburants renouvelables d'origine non biologique (RFNBO pour renewable fuels of non-biological origin) ayant un fort potentiel de décarbonation. En ce sens, l'hydrogène peut être utile à la région afin de décarboner des secteurs difficiles à éliminer. De nombreux pays de la Méditerranée occidentale ont lancé et présenté leur propre stratégie nationale en matière d'hydrogène ; les deux rives présentent une nature complémentaire, les pays africains de la Méditerranée occidentale se situent plus particulièrement du côté de l'offre, tandis que les pays de la Méditerranée occidentale de l'UE se trouvent du côté de la demande.

Conclusions et recommandations

Au fur et à mesure que l'engagement politique s'accroît, les politiques climatiques élargissent leur champ d'action. Le rôle des sources d'énergie propre devra être renforcé dans les secteurs de l'électricité et du logement, ainsi que dans d'autres secteurs clés tels que les transports et l'industrie.

Les développements technologiques et la pression législative façonneront chaque jour davantage les secteurs de l'énergie et des transports. La disponibilité de technologies crédibles et fiables permettant de réduire les émissions dans le secteur des transports nécessite un soutien politique adéquat et clair dans la conception des stratégies, des investissements et des aides publiques. Bien que l'état actuel de la décarbonation des transports montre un fossé évident entre les pays du nord et du sud de la Méditerranée occidentale, des mesures de coopération pourraient déclencher des investissements et favoriser la décarbonation. L'UE peut soutenir les pays africains de la Méditerranée occidentale en termes de pratiques d'intégration des systèmes, ce qui sera essentiel à mesure que les systèmes électriques intégreront une part plus importante d'énergies renouvelables. En outre, ils pourraient améliorer la disponibilité de solutions de financement abordables afin d'exploiter leur potentiel renouvelable. De toute évidence, l'un des domaines clés de la coopération commune réside dans la

décarbonation du secteur maritime, compte tenu des récents développements réglementaires internationaux et des intérêts communs dans le secteur des transports maritimes.

Bibliographie

CONZADE, J., NÄGELE, F., RAMANATHAN, S., & SCHAUFUSS, P. (2022, November 4). *Europe's EV opportunity - and the charging infrastructure needed to meet it*. McKinsey & Company. Extrait de : <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/europes-ev-opportunity-and-the-charging-infrastructure-needed-to-meet-it>

COUNCIL OF THE EU. (2023, JULY 25). *FuelEU maritime initiative: Council adopts new law to decarbonise the maritime sector* [Press release]. Extrait de : <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/07/25/fueleu-maritime-initiative-council-adopts-new-law-to-decarbonise-the-maritime-sector/>

ESSEN, H., FIORELLO, D., EL BEYROUTY, K. ET AL. (2020). Handbook on the external costs of transport – European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport. Version 2019 – 1.1, Publications Office. Extrait de : <https://data.europa.eu/doi/10.2832/51388>

EUROPEAN AUTOMOBILE MANUFACTURERS' ASSOCIATION (ACEA). (2023). Vehicles in use, Europe 2023. In ACEA. Extrait de : <https://www.acea.auto/files/ACEA-report-vehicles-in-use-europe-2023.pdf>

EUROPEAN COMMISSION. (2020). Communication from the Commission to the European parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Sustainable and Smart Mobility Strategy – putting European transport on track for the future. (COM(2020) 789 final). Brussels: EUR-Lex. Extrait de : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020SC0331&qid=1699546276988>

EUROSTAT. (2023). *Passengers cars in the EU*. Eurostat, Statistics Explained. Extrait de : https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Passenger_cars_in_the_EU#Overview:_car_numbers_grow_with_a_rapid_increase_in_electric_but_a_low_share_of_overall_alternative_fuels

FALCHETTA, G., & NOUSSAN, M. (2021). Electric vehicle charging network in Europe: An accessibility and deployment trends analysis. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 94, 102813. Extrait de : <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102813>

GLOBAL EV DATA EXPLORER. (2023, April). IEA. Extrait de : <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer>

HÄFNER, M., RAIMONDI, P. P., & BONOMETTI, B. (2023). The energy sector and energy geopolitics in the MENA region at a crossroad. In *Perspectives on development in the Middle East and North Africa (MENA) region*. Extrait de : <https://doi.org/10.1007/978-3-031-30705-8>

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA) & ELECTRIC VEHICLES INITIATIVE (EVI). (2023). Global EV Outlook 2023: Catching up with climate ambitions. In IEA (IEA. CC BY 4.0). Extrait de : <https://iea.blob.core.windows.net/assets/dacf14d2-eabc-498a-8263-9f97fd5dc327/GEVO2023.pdf>

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). (2023). 2023 IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships. In IMO. Extrait de :

<https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/2023-IMO-Strategy-on-Reduction-of-GHG-Emissions-from-Ships.aspx>

PRUSSI, M., & CHIARAMONTI, D. (2023, August). *L'importanza di decarbonizzare il trasporto marittimo nel Mediterraneo*. RiEnergia. Extrait de :

<https://rienergia.staffettaonline.com/articolo/35304/L%E2%80%99importanza+di+decarbonizzare+il+trasporto+marittimo+nel+Mediterraneo/Matteo+Prussi+e+David+Chiaromonti>

PRUSSI, M., LAVENEZIANA, L., TESTA, L., & CHIARAMONTI, D. (2022). Comparing e-Fuels and electrification for decarbonization of Heavy-Duty transports. *Energies*, 15(21), 8075. Extrait de :

<https://doi.org/10.3390/en15218075>

TAGLIAPIETRA, S., HÄFNER, M., & NOUSSAN, M. (2020). The future of transport between digitalization and decarbonization. In *SpringerBriefs in energy*. Extrait de :

<https://doi.org/10.1007/978-3-030-37966-7>

TRANSFORMATIVE URBAN MOBILITY INITIATIVE (TUMI), Sustainable Urban Transport Project (SUTP), Implementing the New Urban Agenda, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Bongardt, D., Stiller, L., & Wagner, A. (2019). Sustainable Urban Transport: Avoid-Shift-Improve (A-S-I). In *TUMI*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Extrait de : https://transformative-mobility.org/wp-content/uploads/2023/03/ASI_TUMI_SUTP_iNUA_No-9_April-2019-Mykme0.pdf

