
Les carburants : essence, gasoil, éthanol ? Carburants, transports, santé en France : quelle cohérence ?

Isabelle Roussel et Lionel Charles

 <https://www.peren-revues.fr/pollutionatmospherique/783>

DOI : 10.4267/pollution-atmospherique.783

Référence électronique

Isabelle Roussel et Lionel Charles, « Les carburants : essence, gasoil, éthanol ? Carburants, transports, santé en France : quelle cohérence ? », *Pollution atmosphérique* [En ligne], 217 | 2013, mis en ligne le 18 avril 2013, consulté le 07 mars 2026. URL : <https://www.peren-revues.fr/pollutionatmospherique/783>

Droits d'auteur

CC-BY

Les carburants : essence, gasoil, éthanol ? Carburants, transports, santé en France : quelle cohérence ?

Isabelle Roussel et Lionel Charles

PLAN

Pourquoi ce discrédit actuel sur ce qui a pu motiver l'engouement français pour le moteur Diesel ?

De quelle manière la question climatique et l'engagement de la France vis-à-vis des agrocarburants a-t-elle modifié le marché des carburants ?

Conclusion

TEXTE

- ¹ Avant que n'émerge la controverse qui a enflammé la presse et l'opinion française au sujet du diesel¹ à la suite du référé de la Cour des comptes rendu public le 1^{er} mars, *Le Figaro* avait publié, en janvier et février 2012², trois articles sur l'exception française que constitue l'usage dominant de ce carburant pour les véhicules légers. La question avait été reprise en avril 2012 par Vincent Nouyrigat qui publiait dans *Sciences et vie*³ un article plus développé intitulé : « Le diesel, vers la fin d'une sale exception française »⁴. Dans le contexte des préoccupations actuelles relatives aux effets sanitaires néfastes des particules fines⁵, il nous a paru intéressant de reprendre cette question et d'apporter un éclairage sur les interrogations soulevées par l'utilisation du gasoil, source massive d'émissions de ces particules. Sur le plan technique, ce carburant est plébiscité pour les poids lourds, dont les performances en matière de pollution se sont progressivement améliorées avec le renforcement des normes européennes et les évolutions des technologies. La réduction de ces émissions impliquerait cependant aussi de maîtriser l'augmentation du transport routier, ce qui suppose d'énormes efforts structurels compte tenu du déficit actuel en la matière : investissements dans le fret ferroviaire, remise en question du bien-fondé des flux tendus, etc. L'utilisation du gasoil pour les véhicules légers caractérise par contre une exception française qui embarrasse les raffineurs et

soulève un important problème de santé publique. Quel que soit le carburant, essence ou gasoil, l'enjeu pour les années à venir sera, parallèlement à l'évolution des comportements et des aménagements, de développer d'autres formes de motorisation réduisant la consommation de combustibles fossiles et les impacts sanitaires tout en préservant un niveau élevé de mobilité.

- 2 L'examen de la situation fait ressortir le hiatus entre le point de vue des pétroliers et celui des motoristes. Ces derniers assurent la promotion de leurs produits à l'aide d'importantes actions de communication. Leur voix est d'autant plus audible qu'ils sont à la tête d'une industrie puissante et populaire, pourvoyeuse d'emplois dans des régions marquées par la disparition de l'industrie lourde. À l'inverse, la question du marché du pétrole (mises à part les fluctuations des cours du brut), actuellement sur le devant de la scène médiatique à travers la fermeture envisagée de la raffinerie Petroplus, est moins connue. L'investigation proposée a également pour objectif d'apporter un éclairage complémentaire à la contribution d'H. Scarwell, « Biocarburant : chronique d'un éternel retour annoncé » en précisant que si les agrocarburants interviennent dans l'approvisionnement à la pompe, leur production échappe largement au monde du pétrole.
- 3 *Le Figaro* a publié en janvier et février 2012 plusieurs articles qui posent la question de l'orientation de la France en faveur du diesel, renouvelée par le récent référé de la Cour des comptes⁶. En effet, plusieurs interrogations soulèvent le doute quant à la pertinence de l'usage massif en France d'un carburant qui représente 80 % des consommations. L'augmentation constante du prix du pétrole et donc des carburants d'origine fossile, la crainte de l'impact sanitaire des particules fines, la crise du raffinage illustrée par Petroplus, autant d'arguments qui remettent en question l'« exception française » de l'avantage fiscal accordé au diesel, qui a conduit à ce que près de 60 % des voitures particulières tricolores carburent au gasoil, contre environ 30 % en Allemagne et une proportion insignifiante hors de l'Europe (quand le diesel n'est pas interdit, comme c'est le cas dans la ville de Tokyo, par exemple). Le cycle thermodynamique du moteur Diesel lui permet d'être 15 à 20 % moins gourmand en carburant qu'un moteur à essence. En dépit de cet avantage, ce moteur est longtemps resté cantonné aux tracteurs et aux poids lourds avant

d'être adopté par d'autres professionnels de la route et les taxis ; il était réservé aux camions et aux grosses cylindrées, parcourant de nombreux kilomètres. Cependant, progressivement, les constructeurs automobiles français ont procédé à des aménagements des moteurs pour les rendre moins polluants (système d'injection directe à haute pression, le HDI, puis, en 1999, le filtre à particules) pour généraliser l'utilisation du diesel même sur les petites cylindrées.

Pourquoi ce discrédit actuel sur ce qui a pu motiver l'engouement français pour le moteur Diesel ?

- 4 Il importe de reprendre **les caractéristiques fondamentales du pétrole**. Une tonne de pétrole brut contient une proportion donnée de divers constituants : en allant du plus lourd au plus léger, on trouve du fuel lourd, du gasoil, de l'essence, et enfin des GPL (butane et propane). Le fuel lourd, celui qui s'est écoulé lors du naufrage de l'Erika, sert surtout pour alimenter les centrales électriques. Le gasoil se retrouve essentiellement soit sous forme de carburant (gasoil ou kérosène pour les avions), soit de fuel domestique, dont la consommation tend à diminuer. L'essence est utilisée principalement comme carburant et comme matière première de la pétrochimie. Le rendement en essence est de l'ordre de 15 %, et celui en gasoil de 35 à 40 %, mais ces chiffres dépendent des raffineries et de la nature du pétrole brut. Le raffineur ne peut faire varier ces proportions qu'à la marge, en mettant en œuvre des unités de conversion coûteuses et gourmandes en énergie, dont les raffineries ne sont d'ailleurs pas toutes équipées. Les raffineries françaises ont été initialement conçues pour produire de l'essence, mais avec une consommation aujourd'hui insuffisante ce ,qui explique en partie les difficultés de la raffinerie Petroplus.
- 5 **La consommation française ne correspond pas au potentiel de production des raffineries.** « En 2011, en France, le diesel a concentré 72,4 % des immatriculations, alors même que les raffineries françaises sont largement surcapacitaires en essence » poursuivait l'article du Figaro. Les raffineurs produisent trop d'essence, qu'ils exportent, et

pas assez de gasoil. L'ajout de biocarburants diminue encore la part de l'essence consommée mais contribue à réduire le déficit en gasoil.

- 6 Cet excédent d'essence pose problème puisque les pays gros consommateurs, susceptibles d'en acheter à la France comme les États-Unis, en utilisent de moins en moins, leurs importations diminuent. Cette tendance s'accélère à l'heure actuelle avec l'investissement, aux États-Unis, en direction des huiles et gaz de schistes, permettant à ce pays d'accéder progressivement à l'indépendance énergétique. Par ailleurs, l'impact du gaz de schiste sur le prix du gaz aux États-Unis a réduit les coûts opératoires des raffineries américaines dont le taux d'utilisation s'est amélioré.
- 7 Le gasoil importé vient principalement de Russie, imposant un surcoût de transport d'environ 20 dollars par tonne. Même si le prix du carburant à la pompe, surtout contrôlé par la TICPE (Taxe intérieure sur la consommation des produits énergétiques, qui remplace l'ancienne TIPP), ne reflète pas le prix d'achat, l'importation du gasoil de Russie pèse lourdement sur la facture énergétique. La France affichait un déficit de 9 milliards d'euros en gasoil en 2010. Les importations de gasoil d'origine américaine ont également fortement augmenté ces deux dernières années.
- 8 Paradoxalement, la France est l'un des pays d'Europe où le différentiel de taxes entre le gasoil et l'essence est le plus élevé, à l'avantage du gasoil⁷. En Grande-Bretagne, par exemple, ce différentiel est nul. C'est pourquoi l'UFIP (l'Union française des industries pétrolières) réclame l'harmonisation progressive des fiscalités entre essence et gasoil. Actuellement, à la pompe, le différentiel de prix est d'une dizaine de centimes d'euros. L'effacement de cette différence pourrait redonner une certaine attractivité au Super 95, même si l'essence n'est pas exempte de responsabilité en matière de contribution aux niveaux élevés de particules, surtout dans le domaine encore mal connu des émissions de particules ultrafines.
- 9 **Le gasoil et la pollution atmosphérique.** Puisque ce carburant est moins gourmand que l'essence, on pourrait supposer que, par kilomètre parcouru, il dégage moins de polluants. Cette constatation est vraie pour le CO₂, ce qui place le gasoil dans une position avantageuse vis-à-vis de l'effet de serre, avantage fortement mis en avant par les constructeurs automobiles qui ont fait des émissions unitaires

de CO₂ un puissant argument de vente. En revanche, ses caractéristiques intrinsèques se traduisent par le dégagement de particules fines particulièrement nocives pour la santé puisqu'elles peuvent, par voie sanguine, migrer depuis l'appareil respiratoire vers d'autres organes⁸. Les motoristes ont essayé de pallier cet inconvénient sanitaire par l'application d'un filtre à particules, déjà évoqué.

- 10 En relation avec l'évolution des normes Euro sur les émissions de moteurs à combustion, des systèmes de post-traitement efficaces en matière de réduction d'émissions d'hydrocarbures imbrûlés, d'hydrocarbures polyaromatiques (catalyse 3 voies et catalyse d'oxydation depuis 1996), et de particules avec les filtres à particules diesel (devenus obligatoires en 2011), la dangerosité des particules émises par les moteurs à combustion a été fortement réduite en comparaison de ce qu'elle pouvait être avant l'avènement de ces technologies. Cependant, la diminution des particules à l'émission aurait pour corollaire l'augmentation des émissions de NOx, qui peuvent se transformer rapidement en particules secondaires et contribuer à l'augmentation des niveaux de particules mesurés dans l'air ambiant. Les NOx sont aussi des précurseurs de l'ozone, autre gaz dont la teneur dans l'atmosphère est préoccupante en termes de santé publique. Il faudra attendre les résultats d'études toxicologiques et épidémiologiques effectuées à partir de l'application de ces nouveaux dispositifs pour reconnaître une innocuité plus élevée à ces émissions issues des voitures de nouvelles générations, mais une telle situation impose la précaution.
- 11 **Les raffineurs souhaiteraient favoriser les véhicules à essence tandis que les constructeurs automobiles, spécialisés dans les véhicules diesels, continuent à encourager ce mode de carburant bénéficiant d'une taxation avantageuse.** Cette contradiction n'affecte que les véhicules légers car, pour les camions, comme nous l'avons évoqué, l'utilisation du gasoil reste privilégiée. L'avantage financier accordé au diesel s'explique historiquement par le souci de ne pas augmenter le coût des transports par poids lourds. Cette sous-taxation date de l'époque où l'on cherchait à encourager et développer le transport routier que les progrès technologiques rendaient plus performants. Cette stratégie a des répercussions importantes aujourd'hui sur le fret ferroviaire qui, n'ayant pas bénéficié des investissements nécessaires, n'est plus un concurrent crédible par rapport

à la route. La timidité gouvernementale sur la taxation du transport routier (taxe à l'essieu) reflète l'importance de la place prise par le transport routier dans l'économie française. Celle-ci pourrait diminuer avec une réduction du trafic routier et l'amélioration de la performance énergétique des camions. Ce sont les véhicules légers qui, en se détournant de l'essence, amplifient le déséquilibre du raffinage français.

- 12 En termes d'emplois, les raffineries, en dépit des incertitudes qui pèsent sur la raffinerie Petroplus, représentent peu de salariés par rapport à l'industrie automobile, souvent implantée dans des bassins d'emplois touchés par la disparition de l'industrie lourde. C'est dans la perspective de sauver l'emploi automobile que la loi Grenelle, en instaurant un système de bonus/malus, entré en vigueur au 1^{er} janvier 2008, a encouragé la construction de voitures neuves, certes moins polluantes et peut-être plus performantes en termes de bilan carbone, quoique cet argument ait été contesté (F. Denwez⁹). Mais ce dispositif a favorisé aussi la mise sur le marché de véhicules diesels, renforçant ainsi le déséquilibre commercial français en matière de carburant.
- 13 D'un autre côté, d'après les pétroliers dont *Le Figaro* se fait l'écho, si la technologie du moteur Diesel a fait l'objet de développements importants, en particulier de dispositifs sophistiqués pour réduire les émissions polluantes, et permis une réduction relative des prix, « son entretien est devenu plus pointu, et donc plus coûteux que celui d'un moteur à essence... plusieurs de ces organes très perfectionnés subissent des pannes chroniques ». Les équipements nécessaires pour filtrer les particules ou réduire les émissions de NOx sont exposés à l'encrassement ou au blocage (vanne EGR¹⁰). Le concept de petites voitures citadines diesel est-il pertinent, les grosses cylindrées restant plus adaptées à la motorisation Diesel ?
- 14 **Quelle que soit l'évolution du parc, les niveaux de particules mesurés mettent la France en difficulté par rapport à l'Europe.** Le problème de la pollution n'est pas uniquement celui des émissions mais aussi celui des expositions. La pollution est liée en particulier au contexte urbain qui, par sa topographie et son architecture, concentre des masses d'oxydes d'azote et de particules élevées tout autant qu'il rassemble les populations. Plusieurs grandes aggloméra-

tions françaises dépassent les normes européennes¹¹, même si les transports ne sont pas les seuls responsables de ces niveaux élevés de particules en ville. Le chauffage au bois ou, plus largement, la combustion de biomasse, les émissions naturelles ou agricoles contribuent à l'élévation de ces niveaux, comme l'ont montré depuis quelques années de multiples travaux, évoqués précédemment.

- 15 Va-t-on vers une évolution du parc avec une diminution de la part du diesel ? De toute façon, quelle que soit l'orientation prise par les motoristes, dix ans au moins seront nécessaires pour renouveler le parc, ce qui n'implique donc qu'une amélioration très progressive de la situation, indépendamment des multiples questions encore en suspens.
- 16 Si le gasoil est, pour les pétroliers, un problème devant lequel ils sont relativement démunis, la lutte contre le changement climatique les a confrontés à un autre problème, celui des agrocarburants.

De quelle manière la question climatique et l'engagement de la France vis-à-vis des agrocarburants a-t-elle modifié le marché des carburants ?

- 17 Après avoir eu pour ambition de réduire la facture énergétique de la France (cf. l'article d'H. Scarwell), le développement des biocarburants se situe dans le cadre des engagements de la France à utiliser au moins 10 % d'énergies renouvelables dans le secteur des transports en 2020.
- 18 L'essence SP 95 intègre actuellement 6,7 % de biocarburant (pas seulement de l'éthanol), mais la cible est de 10 %. Au-delà de ce pourcentage, les moteurs, qui ne sont pas conçus spécifiquement pour ces carburants, nécessitent des réglages particuliers.
- 19 Pour l'essence, la source de biocarburant est l'éthanol qui provient essentiellement de la betterave, pour la production locale, et de la canne à sucre pour les importations. L'éthanol peut être incorporé

directement dans l'essence, sans traitement dans une raffinerie. Il peut aussi, au sein d'une raffinerie, être combiné à des isobutènes pour donner de l'ETBE (Éthyle tertio butyl éther) injecté ensuite directement dans l'essence. L'ETBE a un bon indice d'octane, il est plus « noble » que l'éthanol et ne se dissout pas dans l'eau, mais il implique une opération de raffinage alors que les autres produits sont uniquement issus de mélanges.

- 20 Pour le gasoil, c'est l'ester de colza ou de tournesol qui est utilisé comme biocarburant, mélangé directement dans le gasoil à un taux de 7 %.
- 21 La production de biocarburant échappe aux pétroliers. Ce sont les agriculteurs qui détiennent majoritairement les sociétés de fabrication de biocarburants comme SOFIPRETEOL (betteraviers). Ces sociétés concernent de gros agriculteurs qui souhaitent limiter les importations pour assurer des débouchés à leur production.
- 22 **Les biocarburants ne sont pas compétitifs sans les aides de l'État** qui se justifient par l'économie réalisée sur la consommation de combustibles fossiles. Cette aide s'effectue par l'intermédiaire d'une réduction de la TICPE au prorata du pourcentage de biocarburant contenu par litre. Au final, ce sont les automobilistes qui en supportent le coût puisque les producteurs ne vendent pas à perte. À ce surcoût estimé, selon *Le Figaro*, à 4,6 centimes par litre d'essence et à 1,2 centime par litre de gasoil, s'ajoute un surcroît de consommation. En effet, les biocarburants contiennent de l'oxygène (ils ne sont pas des hydrocarbures purs), et leur pouvoir énergétique est moindre : « *Un litre de bioéthanol pur permet de parcourir seulement 69 % de la distance parcourue avec un litre d'essence pure* ». Avec le même nombre de litres consommés, l'automobiliste parcourt moins de kilomètres. Ce différentiel a un coût qui est minime au détail mais qui, globalement, représenterait 3 milliards d'euros par an. Les automobilistes paient ainsi, sans le savoir, les biocarburants, contribuant, peut-être malgré eux, à la lutte contre l'effet de serre ! En utilisant les biocarburants, on émet moins de GES par litre, mais en kilomètres parcourus on peut se poser la question.
- 23 En outre, on s'interroge sur **les effets nocifs des biocarburants**. Ceux-ci peuvent avoir des effets délétères directs en augmentant les émissions de formaldéhyde, mais ils peuvent aussi avoir des effets

indirects dans la modification de l'utilisation des terres agricoles, ce qui pose la question de l'Analyse du Cycle de Vie (ACV). Analyse très délicate à effectuer, dont les résultats n'apparaissent pas clairement et peuvent être facilement contestés. L'ADEME affirme qu'en France les cultures effectuées pour les biocarburants n'ont pas modifié la SAU (Surface Agricole Utile). D'où, cependant, l'intérêt de la deuxième génération de biocarburants qui ne concurrencerait pas l'alimentation, mais les résultats de ces nouvelles techniques ne seront opérationnels que dans une vingtaine d'années !

- 24 L'essence avec 85 % d'Éthanol (Éthanol 85) n'est pas disponible dans toutes les stations-service. L'éthanol est plus volatile, il émet des formaldéhydes, précurseurs de l'ozone. Ce type de carburant a un pouvoir énergétique faible, ce qui contribue sans doute à expliquer qu'on est loin de sa généralisation promise il y a quelques années.
- 25 **Les gaz utilisés comme carburant.** Une tonne de pétrole brut contient 2 à 3 % de GPL (Gaz de Pétrole Liquéfié) dont les pétroliers ont essayé d'assurer la promotion car ils sont peu polluants, mais seules les réductions de taxes permettent leur commercialisation. En outre, on ne sait pas démarrer une voiture sans essence. Globalement, les quantités de GPL disponibles sont beaucoup plus faibles que celles d'essence ou de gasoil.
- 26 Le GNV (gaz naturel) est un produit propre mais il nécessite d'équiper le véhicule d'un réservoir sous pression, même si le risque n'est guère plus élevé que l'essence. Le frein vient des infrastructures qu'il faudrait mettre en place pour le distribuer. On retrouve le même problème avec l'hydrogène. Dans la région de Lacq, quand le gisement était encore en production, des flottes de véhicules roulaient au GNV avec des échanges de bonbonnes et des centres de remplissage. Le gaz de ville domestique est à une pression d'environ 2 bars, alors qu'en bouteille il est comprimé à 100 bars. Un compresseur serait donc nécessaire pour utiliser le gaz domestique dans sa voiture.
- 27 La réglementation autorise désormais que le gaz de récupération des stations d'épuration soit injecté dans le réseau. C'est un progrès considérable qui ouvre la voie à la récupération du méthane lors des opérations de compostage. L'ADEME estime qu'en 2050, le biogaz pourrait représenter 27 % du gaz consommé.

Conclusion

- 28 Les polluants émis, ceux qui sortent du tuyau d'échappement et qui sont responsables des concentrations mesurées dans l'atmosphère, résultent d'une adéquation entre les caractéristiques du moteur et celles du carburant utilisé. De ce point de vue, les progrès en matière de qualité de l'air ne peuvent venir que de l'amélioration des performances du couple carburant/moteur et, dans cette perspective, les avancées techniques sont réelles : les particules émises aujourd'hui n'ont plus les mêmes caractéristiques que celles identifiées lors des études toxicologiques et épidémiologiques antérieures sur le risque sanitaire lié aux transports. De nombreux problèmes subsistent cependant, dont le moindre n'est pas la durée de renouvellement du parc. L'espoir tient à ce que, dans un avenir aussi rapproché que possible, l'évolution des technologies tant en matière de carburant que de moteurs (voiture électrique rechargeable ou à hydrogène), soit en mesure de répondre aux besoins de mobilité sans polluer l'air ambiant ni augmenter les émissions de gaz à effet de serre. Mais d'ici là on perçoit toute l'importance de mesures de modération de l'usage de l'automobile ou des poids lourds dans l'amélioration générale de la qualité de l'air, en particulier en contexte urbain, faisant appel à d'autres paramètres que simplement techniques ou économiques, essentiellement moraux, sociaux et sanitaires : bon sens, civisme, justice, prudence, prévention.

NOTES

- 1 . *Libération*, le 1^{er} mars 2013, « Le diesel dans le collimateur de la Cour des comptes », *Le Monde* daté du 3-4 mars 2013, « Faut-il taxer plus lourdement le diesel, cette addiction française ? ».
- 2 . 3 janvier 2012, « Fin de partie pour le diesel » ; 25 janvier 2012, « La facture des biocarburants supportée par les automobilistes » ; 2 février, « Les pétroliers contre l'avantage fiscal du diesel ».
- 3 . *Science & Vie* n° 1135 - Avril 2012.
- 4 . Cf. également le reportage réalisé par Stéphane Manier pour *France 5* (novembre 2012), *Diesel, le scandale français*.

5 . Dans un communiqué du 12 juin 2012, l'OMS a annoncé que les gaz d'échappement des moteurs diesel avaient été classés cancérogènes certains pour l'homme par le CIRC (Centre international de recherche sur le cancer). Les gaz d'échappement des moteurs à essence restaient quant à eux classés peut-être cancérogènes pour l'homme (groupe 2B). Concernant la situation française, cf. Declercq C., Pascal M., Chanel O. et al. *Impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans neuf villes françaises. Résultats du projet Aphekom*, Saint-Maurice, InVS, 2012.

6 . « Les dépenses fiscales rattachées à la mission écologie, aménagement et développement durable et relatives à l'énergie », référé n° 65241 en date du 17 décembre 2012, suivi d'une réponse de D. Batho, le 22 février 2013.

7 . Il est actuellement de 18 euros par litre. Le référé de la Cour de comptes rappelle que « *La loi de finances pour 1999 avait entériné le principe de la réduction progressive de l'écart de taxation entre l'essence et le gazole pour le ramener à l'écart moyen communautaire* ».

8 . Cf. le numéro spécial de la revue *Pollution atmosphérique* (novembre 2012) intitulé « Ateliers scientifiques : pollutions par les particules, impacts sur la santé, l'air et le climat », édité en préparation des « Assises nationales de la qualité de l'air », qui rassemble un large éventail d'articles démontrant et détaillant les impacts de la pollution particulaire sur la santé. Cf. également l'ouvrage collectif édité à l'initiative du groupe opérationnel du Predit « Énergie et environnement » et des instances de recherche du programme Primequal *Pollution de l'air et transports terrestres. Dix ans de recherche*, Paris, La Documentation Française, 2012.

9 . Denhez F., *La dictature du carbone*, Paris, Fayard, 2011, 300 p.

10 . Acronyme pour *Exhaust gas recirculation*. Dispositif de diminution des émissions de NOx par réintroduction d'une part des gaz d'échappement dans la chambre à combustion.

11 . En mai 2011, La France a été assignée en justice devant la Cour de justice européenne pour non-respect des engagements communautaires concernant les niveaux de particules PM10, l'exposant à des amendes de l'ordre de plusieurs dizaines de millions d'euros. Le 22 février 2013, la commission européenne a rejeté la demande française de report de délai de respect des valeurs limites de concentration pour le dioxyde d'azote (NO2), l'exposant à une nouvelle procédure. On peut rappeler qu'en janvier 2013, la France avait déjà été menacée de nouvelles poursuites devant la CJE pour ses plans de protection de l'atmosphère.

AUTEURS

Isabelle Roussel

Professeur émérite à l'université de Lille, vice-présidente de l'APPA

Lionel Charles

Fractal