

COMMUNIQUÉ INTER-ASSOCIATIONS

LES AMIS DE LA TERRE MIDI-PYRÉNÉES, CUGNAUX EN TRANSITION, AXE VERT DE LA RAMÉE,
PAD (PENSONS L'AÉRONAUTIQUE POUR DEMAIN), PLAISANCE POUR LE CLIMAT

SAMEDI 8 AVRIL 2023

Les associations signataires de ce communiqué ont pris connaissance du projet d'aménagement d'un « Technocampus hydrogène » sur la ZAC de Francazal lors des réunions publiques du 15 février et du 9 mars 2023 à Cugnaux et au travers des différents documents mis à disposition sur les sites de la [concertation de Toulouse Métropole](#) et de [celle de la Région Occitanie](#). Notre collectif déplore un investissement public de **40 M€** pour un projet à **contresens des enjeux climatiques** auxquels nous faisons face.

Lors de la réunion publique du 9 mars, M. Turpin, Directeur de recherche au CNRS, spécialiste de l'hydrogène, a affirmé qu'il faisait de la recherche et qu'il appartenait aux citoyen·nes de définir quels étaient leurs besoins et priorités quant aux applications de ce vecteur d'énergie.

C'est à ce titre qu'un collectif d'associations a décidé de participer à la concertation et de publier un [premier communiqué](#) pour interroger le projet au regard de la situation et des besoins en matière de mobilité. Comme nombre de citoyen·nes qu'il représente et à l'aune des enjeux climatiques, de préservation de la biodiversité et de raréfaction de nos ressources, le collectif interpelle les décideurs.

Toulouse, berceau de l'aviation française et de son fleuron industriel, a fait le choix de miser sur le développement sans fin de la filière aéronautique qui a enrichi une grande partie de l'agglomération au prix de son artificialisation massive. Il est encore temps de prendre le virage de la transition énergétique et écologique, tout est une question de trajectoire.

La résilience du territoire toulousain au dérèglement climatique est-elle compatible avec une dépendance forte à un secteur industriel gros consommateur de ressources fossiles ?

Le futur vu par les industriels s'appuie sur une prévision de croissance continue avec un trafic aérien qui pourrait au moins doubler d'ici 2050 (+3,6 % par an de 2020 à 2050).

Les progrès technologiques ont certes permis de gagner beaucoup d'efficacité énergétique ces 30 dernières années en améliorant le rendement des moteurs, les fuselages et la masse des avions, mais la croissance du trafic a été telle que **l'aviation est responsable de près de 6 % du changement climatique**.

LE PROJET REPOSE SUR DEUX POSTULATS TOTALEMENT MENSONGERS : UNE TRANSITION ÉCOLOGIQUE ASSURÉE PAR UNE AVIATION DÉCARBONÉE ET LA CAPACITÉ FANTASMÉE DE L'HYDROGÈNE

Le pari de l'industrie et de la recherche associée est donc maintenant de démultiplier encore les gains en émissions de CO₂ pour diminuer l'empreinte carbone actuelle tout en doublant le trafic aérien.

Une des solutions présentées par certains industriels est basée sur l'hydrogène (H₂), qui est aujourd'hui présenté comme une filière d'avenir

incontournable car le moteur à hydrogène n'émet pas directement de CO₂. Ils sont aidés en cela par les institutions publiques à grand renfort de promesses de maintien et de développement des emplois du secteur. Le Technocampus de Francazal est l'une des pierres angulaires de ce plan. Si les responsables de la Région prennent jusque là quelques précautions oratoires, Toulouse Métropole ne fait **aucun secret de la vocation aéronautique de ce centre de recherche** présenté comme « unique et hybride ». La Région ne souhaite d'ailleurs pas concentrer sur la Métropole les capacités de recherche qui concernent le transport routier ou ferroviaire.

Mais qu'en pense la communauté scientifique ?

Selon de nombreux·ses expert·es, dont beaucoup issu·es de nos grandes écoles aéronautiques toulousaines, l'utilisation de l'hydrogène ne sera possible **que pour l'aviation régionale** car il a plusieurs défauts majeurs. N'étant que très faiblement présent dans la nature, il faut le produire principalement par électrolyse de l'eau et cela nécessite beaucoup d'électricité. Celle-ci sera dans le meilleur des cas issue de sources renouvelables, mais aussi en grande partie de centrales nucléaires afin de ne pas empirer les émissions de CO₂. Le stockage du H₂ nécessite aussi des réservoirs à très basse température pour le maintenir à l'état liquide. Enfin, il est majoritairement prévu de l'utiliser pour produire de l'électricité afin d'alimenter des moteurs électriques, ce qui demande de passer par une pile à combustible réduisant encore le rendement énergétique global.

Compte tenu de ces contraintes, l'une des conclusions des scientifiques est qu'il n'y a aucune trajectoire soutenable sans une **forte diminution du trafic aérien**. Cela fait écho au **besoin de sobriété** que le GIEC a rappelé dans son dernier rapport avec un caractère d'urgence absolue pour pouvoir maintenir la vie sur Terre.

Notre collectif alerte donc sur le fait que la priorité des investissements publics **ne doit pas être l'avion à hydrogène**. Nous proposons d'orienter ces financements vers d'autres supports comme les véhicules intermédiaires entre le vélo et la voiture, ou des **utilisations de l'hydrogène plus en adéquation avec les enjeux environnementaux**.

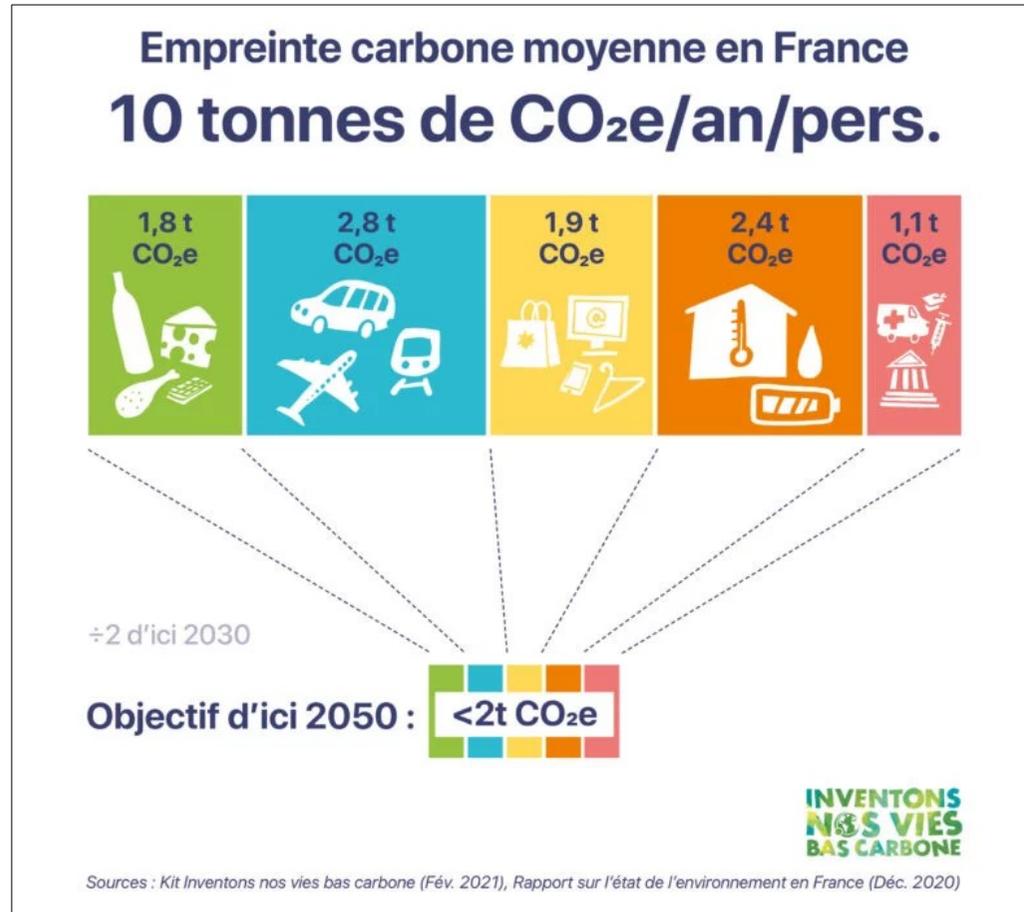
CONTACT PRESSE : COLLECTIF PAD / 0637807005

DOSSIER DE PRESSE

RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE CO₂ DU SECTEUR AÉRIEN.....	3
L'AVIATION : POUR QUI ?.....	4
POURQUOI LES CITOYEN·NES DOIVENT S'EMPARER DU SUJET.....	5
L'AVIATION À HYDROGÈNE EST LE PROJET PRINCIPALEMENT VISÉ À FRANCAZAL.....	5
HYDROGÈNE : ET SI L'ON CREUSAIT LE SUJET ?.....	6
À PROPOS DE L'AVION À HYDROGÈNE.....	7
LES SCIENTIFIQUES DOUTENT DE L'AVION À HYDROGÈNE.....	8
L'INDUSTRIE DOUTE DE L'AVION À HYDROGÈNE.....	10
LES SPÉCIALISTES DOUTENT DE L'AVION À HYDROGÈNE.....	10
LES ASSOCIATIONS DOUTENT DE L'AVION À HYDROGÈNE.....	10
UNE INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE HABITUÉE AUX PROMESSES ÉCOLOGIQUES NON TENUES.....	11
LA RÉGION OCCITANIE, TROP DÉPENDANTE DE L'AVIATION POUR CONTINUER LE DÉVELOPPEMENT DE CE SECTEUR.....	13
UN MAUVAIS INVESTISSEMENT POUR LA RÉGION OCCITANIE.....	14
DES SOLUTIONS DE MOBILITÉ ALTERNATIVES À DÉVELOPPER.....	14

RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE CO₂ DU SECTEUR AÉRIEN

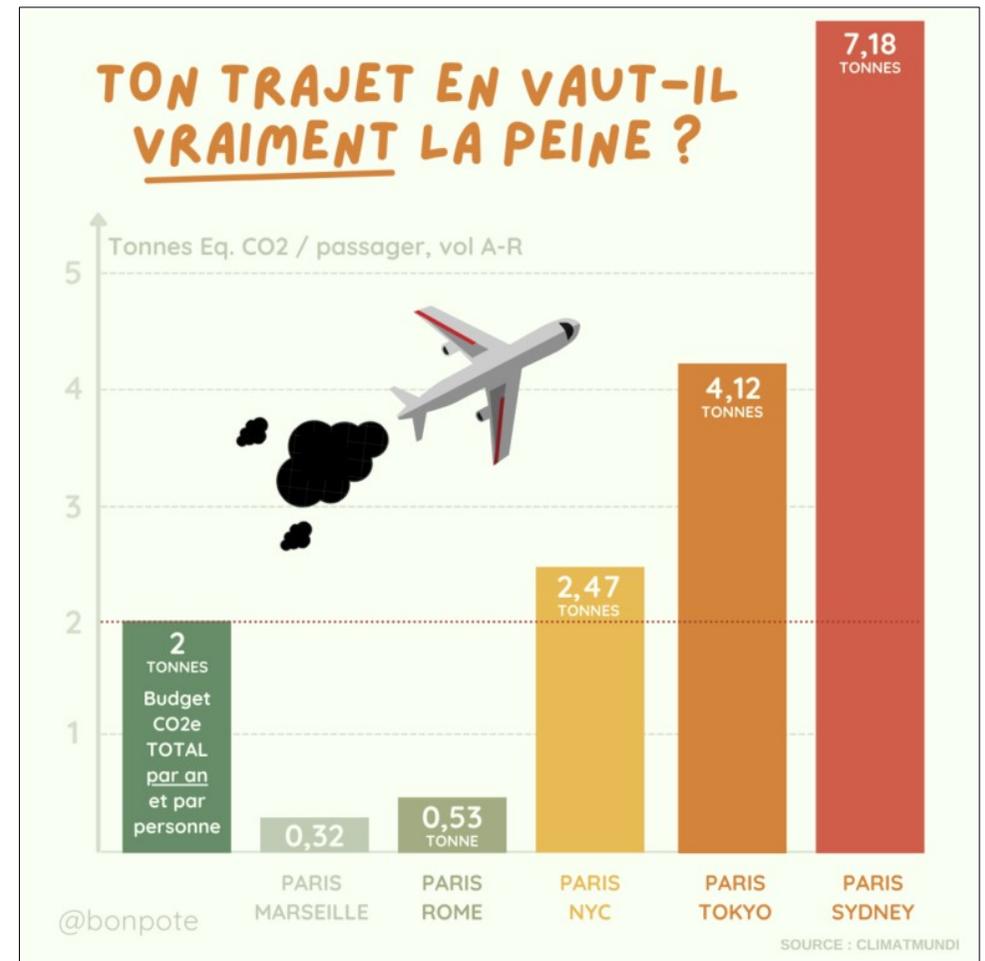
Les émissions de CO₂ moyennes des Français sont actuellement de 10 tonnes par an et par personne. Les transports en représentent environ 28 %.



Il est nécessaire, pour atteindre nos objectifs de lutte contre le changement climatique, de diviser par 5 nos émissions de CO₂ d'ici 2050, pour aller vers 2 tonnes par personne.

Le Shift Project et le collectif Supaéro Décarbo ont publié en mars 2021 un rapport sur la décarbonation du secteur aérien : [Pouvoir voler en 2050 : quelle aviation dans un monde contraint ?](#)

Nous, ingénieurs aéronautique, pilotes, contrôleurs aériens, employés de compagnies aériennes, usagers ou simples amoureux de l'aviation, las des discours clivants à son égard, signons ce rapport avec l'ambition de créer les conditions d'un débat apaisé sur sa capacité à réduire drastiquement ses émissions de gaz à effet de serre, dans des proportions compatibles avec un monde vivable en 2100.



Ils ont tenté de définir un budget carbone réservé au secteur aérien :

« Limiter l'élévation de la température à +2°C par rapport aux niveaux préindustriels avec une probabilité de 67% » est un objectif climatique conforme à l'Accord de Paris et communément pris en référence dans les publications scientifiques. **Face à cet objectif, le GIEC évalue un budget carbone mondial de 1 170 GtCO₂** ramené à 844 GtCO₂ pour la période 2018 - 2050.

Dans cette étude, le budget carbone de l'aérien est défini **au prorata des émissions du secteur en 2018, soit respectivement 536 MtCO₂ au niveau mondial et 21,6 MtCO₂ au niveau français**, sur la période 2018-2050.

AVION À HYDROGÈNE À FRANCAZAL : UN INVESTISSEMENT PERTINENT POUR LA RÉGION OCCITANIE ?

Leur conclusion est :

Nous avons soumis ces deux scénarios à l'épreuve du budget carbone précédemment établi.

Si les deux scénarios « MAVERICK » et « ICEMAN » permettent d'infléchir significativement la courbe des émissions, **aucun des deux n'est compatible avec le budget carbone dans cette hypothèse d'une croissance de trafic de 4% par an**. Au-delà des incertitudes qui pèsent sur la réalisation des objectifs technologiques du secteur, la vitesse de diffusion des innovations dans la flotte est trop faible au regard de l'urgence climatique.

A budget carbone constant, plus nous tardons, plus les conséquences sur le trafic – donc sur la santé du secteur aérien – seront importantes.

Les hypothèses choisies sont éminemment discutables et doivent être examinées, mais cette étude a le mérite d'exister et permet de lancer un débat dans la société au regard des contraintes environnementales et technologiques, des besoins exprimés par les citoyen·nes, des moyens financiers et humains disponibles, etc. Et elle a le mérite de montrer qu'avec des hypothèses de croissance que répètent à l'envi les acteurs majeurs du secteur (Airbus, etc.), le budget carbone n'est pas tenu.

Définir un budget carbone sectoriel est donc un choix politique, préalable à l'élaboration de trajectoires de réduction des GES.

Source : [Synthèse de l'étude](#)

Autres sources :

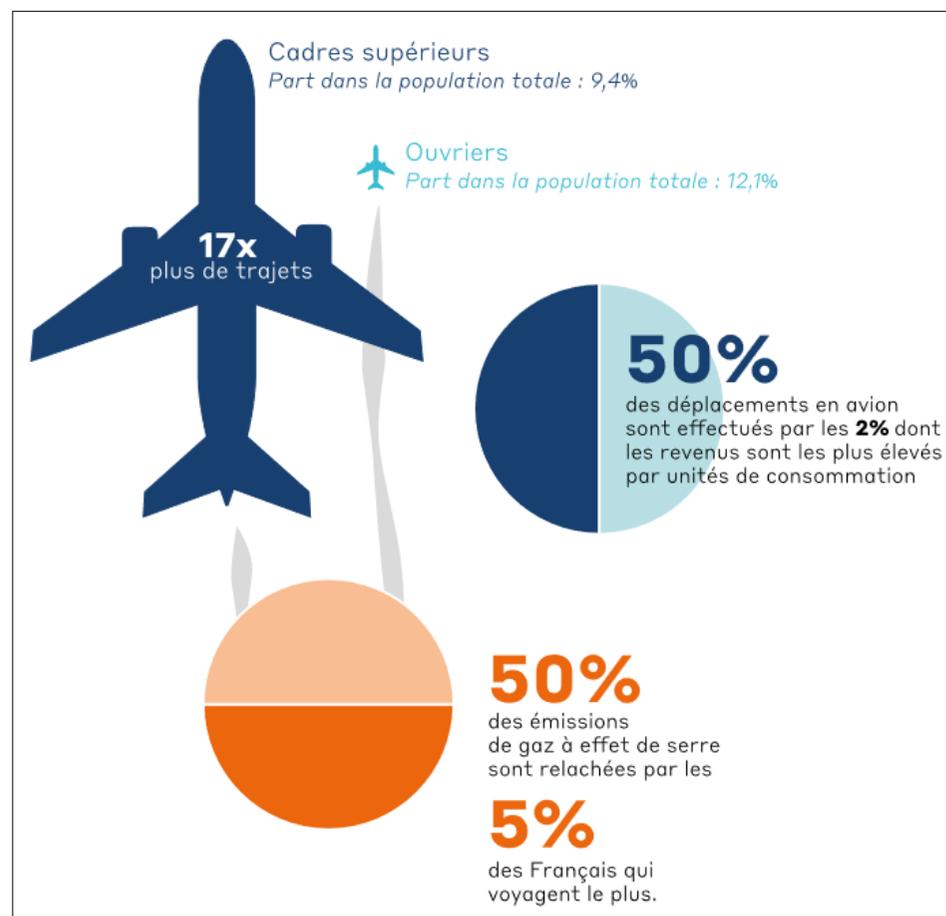
- Vidéo [Greenwashing et aviation](#) (conférence Atécopol du 15 avril 2022)
- Vidéo de [présentation du rapport Pouvoir voler en 2050](#) (3 mars 2021)

L'AVIATION : POUR QUI ?

La même étude explique :

Rappelons qu'en dépit de ses efforts de démocratisation, le transport aérien reste l'apanage d'une minorité de personnes, parmi les plus aisées. **Seule 10% de la population mondiale prend l'avion chaque année et, en 2018, 1% de la population mondiale était responsable de 50 % des émissions de l'aviation**. Ramenés au nombre de voyageurs uniques, ces niveaux d'émission prennent une toute autre dimension.

Comme le montre la figure suivante, les CSP+ (catégories socio-professionnelles disposant d'un pouvoir d'achat plus élevé que la moyenne) sont surreprésentées parmi les passagers en France :



Chercheur sur la transition énergétique des transports, Aurélien Bigo a réalisé une thèse [Les transports face au défi de la transition énergétique. Explorations entre passé et avenir, technologie et sobriété, accélération et ralentissement](#). Il explique :

20 % de la population mondiale a déjà pris l'avion.

11 % de la population mondiale a volé pendant l'année 2018, dont 4 % sur des vols internationaux

Un peu plus de 50 % des émissions liées au transport aérien sont dues à 1 % de la population mondiale.

Les émissions liées au transport aérien des 1 % des ménages européens les plus aisés sont équivalentes à 22,6 tonnes eqCO₂ par personne et par an (à comparer à l'objectif de 2 tonnes).

Même si on trouvait des solutions au défi de réduction des émissions de gaz à effet de serre du secteur aérien, qui de toute façon arriveront trop tard par rapport aux engagements, cela augmentera énormément le coût du transport aérien car les "nouvelles" technologies sont plus chères que le kérosène. **Cela pose des questions de justice sociale : qui pourra voler ?**

AVION À HYDROGÈNE À FRANCAZAL : UN INVESTISSEMENT PERTINENT POUR LA RÉGION OCCITANIE ?

Ces nouvelles technologies **reviennent à ne rien changer** tout en laissant croire qu'on réduira suffisamment nos émissions pour résoudre le défi climatique.

Source : [La mort de la voiture et l'aviation ?!](#)

POURQUOI LES CITOYEN·NES DOIVENT S'EMPARER DU SUJET

Pourquoi les citoyen·nes doivent s'exprimer sur les politiques mises en place pour réduire l'empreinte carbone de la France ?

Les citoyen·nes se mobilisent collectivement face aux urgences écologiques car agir seul·es ne suffit pas, même s'il est essentiel que chacun s'empare de ces sujets et réfléchisse à ses besoins et à leurs impacts.

Il est primordial que nous nous organisions pour définir des actions collectives à l'échelle de la ville, de la région et du pays dans le but de réduire nos émissions de gaz à effet de serre. Par exemple :

- au niveau de la ville, Cugnaux a adopté [une déclaration d'urgence climatique](#) ;
- au niveau de la Métropole, réfléchir à l'utilisation d'une ZAC comme celle de Francazal, développer le réseau express vélo ;
- au niveau de la Région, avec le financement par cette dernière de solutions telles que le RER, le train, le plan vélo régional ;
- au niveau national avec la mise en place d'une politique ambitieuse et de lois le permettant : [plan vélo](#), [plan pour le ferroviaire](#) ;
- au niveau européen, voir l'exemple de [Fit to 55](#) ;
- au niveau mondial, via les [COP](#).

Toutes ces solutions, même si elles demandent des ajustements complexes, sont les seules permettant d'envisager des réductions massives d'émissions à la hauteur des enjeux pour nos sociétés actuelles.

Aujourd'hui, il est plus qu'urgent que les citoyen·nes s'emparent de ses sujets, car les choix à faire sont politiques et ne peuvent pas être laissés aux acteurs industriels. Ces choix sont déterminants pour construire le monde dans lequel nous souhaitons vivre.

L'AVIATION À HYDROGÈNE EST LE PROJET PRINCIPALEMENT VISÉ À FRANCAZAL

Même si la Région indique vouloir travailler sur l'ensemble des mobilités à l'hydrogène :

- La littérature indique que dans le secteur des transports terrestres, les véhicules les plus prometteurs sont: poids lourds, bus, trains, VASP (véhicules aménagés spécifiques comme ambulances, bennes à ordures, etc.).
- Un train à hydrogène est développé par Alstom à Tarbes.
- Des solutions de bus à hydrogène sont développées par Safran à Albi.
- Les voitures, vélos, motos etc. sont exclus des candidats crédibles.

- Le transport maritime pourrait également être un bon candidat mais Francazal n'est peut-être pas le site le plus adapté pour cela !

Par élimination, que reste-t-il comme champ d'application, sinon l'avion à hydrogène ?

En 2020, la Région Occitanie ne se cachait d'ailleurs pas de vouloir y travailler à Francazal :

Dans son plan de relance de l'aéronautique, la région Occitanie va construire un « technocampus » de l'hydrogène appliqué aux avions verts, sur l'ancien aéroport militaire de Francazal, à Toulouse. « *Ce sera le plus grand centre de recherche, d'essais et d'innovation technologique consacré à l'hydrogène vert d'Europe* », affirme sa présidente Carole Delga (PS).

Source : [La région Occitanie va construire un campus de recherche sur l'avion à hydrogène, Les Échos, 10 décembre 2020](#)

Dans le magazine [TIM \(Toulouse Métropole\) #22 printemps 2023](#), le message délivré par Jean-Luc Moudenc, Président de Toulouse Métropole, est très différent de celui porté par la Région Occitanie lors de la réunion publique du 9 mars 2023 :

⇒ **Union sacrée autour de l'avion à hydrogène**

L'aménagement de Francazal prend une nouvelle dimension. L'État, Toulouse Métropole, le CNRS, la Région Occitanie, l'Université Toulouse III-Paul Sabatier, Toulouse INP et Airbus ont signé en janvier 2023 un protocole d'accord pour le développement et la maturation des technologies hydrogène pour des applications aéronautiques. Cet accord mobilise les compétences industrielles et académiques du futur Technocampus Hydrogène de Francazal, afin de soutenir les efforts de recherche d'Airbus dans le développement de l'avion à hydrogène décarboné. « *L'arrivée d'Airbus, leader mondial de l'aéronautique sur le Technocampus de Francazal Toulouse-Occitanie, est un signal éminemment positif. Ce choix confirme que Toulouse, capitale de l'aéronautique, est à la hauteur des ambitions portées dans le domaine des mobilités à bas carbone et place notre territoire en tête des métropoles les plus innovantes* » se félicite Jean-Luc Moudenc. [metropole.toulouse.fr](#)

Cela confirme ce qui peut être lu dans la délibération votée par Toulouse Métropole en février 2023 :

Les Parties souhaitent participer à une étude visant à comprendre la contribution du Technocampus H2 au plan de test du programme Airbus ZEROe et au programme de formation d'Airbus sur l'hydrogène.

AVION À HYDROGÈNE À FRANCAZAL : UN INVESTISSEMENT PERTINENT POUR LA RÉGION OCCITANIE ?

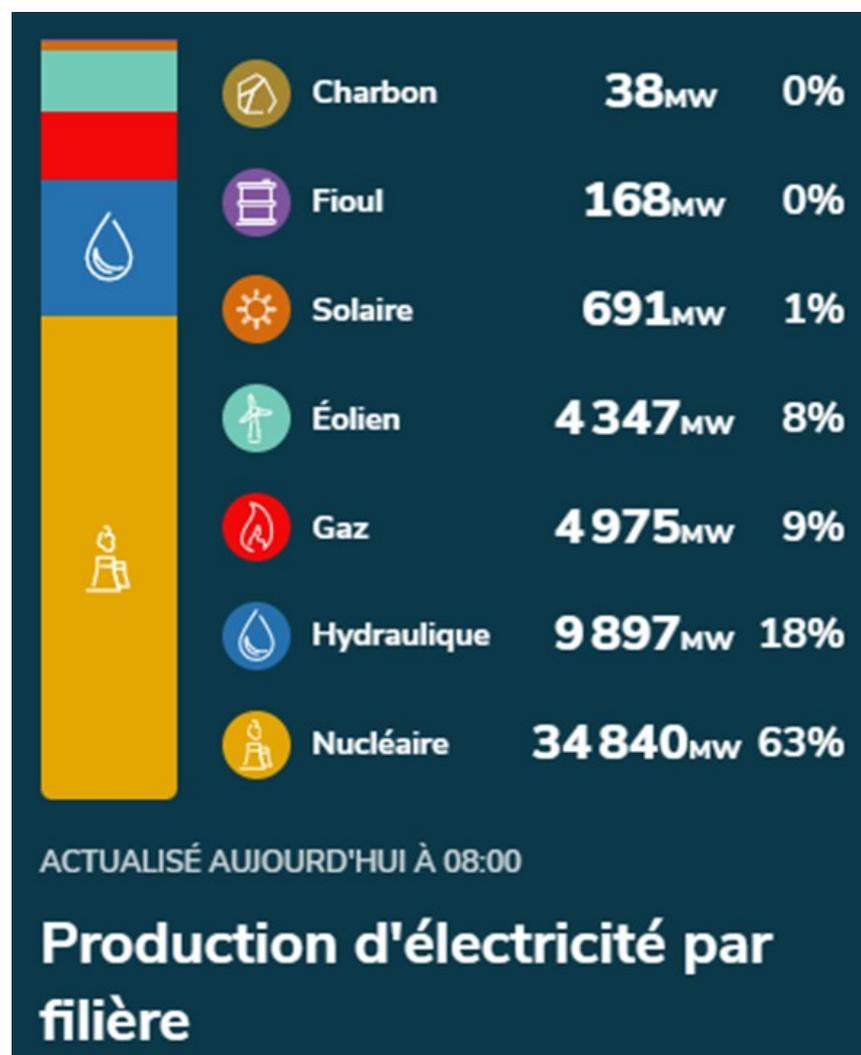
Source : [Délibération n°DEL-23-0226 - Campus Francazal : signature d'un protocole d'accord avec Airbus dans le cadre de l'avion décarboné et du développement du Campus Francazal](#)

HYDROGÈNE : ET SI L'ON CREUSAIT LE SUJET ?

Il est beaucoup question de couleur d'hydrogène, mais de quoi parle-t-on précisément ?

L'hydrogène est dit « vert » quand l'électricité utilisée pour le fabriquer est issue de sources renouvelables (éolien, photovoltaïque), et « jaune » quand elle provient de centrales nucléaires.

Or, l'électricité française est principalement d'origine nucléaire donc l'hydrogène produit sera principalement jaune (~70 %).



La consommation d'électricité doit être vue comme un tout. Cela n'a que peu de sens d'attribuer à tel ou tel usage spécifique une électricité d'origine nucléaire, renouvelable...

De la même façon si par magie nous arrivions à passer à 0 les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des transports tout en

augmentant en parallèle celles des autres secteurs, cela ne réglerait aucun problème.

Pour juger de la réussite d'une politique de réduction des émissions des gaz à effet de serre, il faut l'évaluer globalement.

Sources :

- [Production d'électricité en temps réel](#)
- [Bilan énergétique de la France, Ministère de la Transition écologique](#)
- [La France dans le monde](#)
- [Pour aller plus loin sur les différents types d'hydrogène](#)

Didier Dalmazzone résume :

- L'hydrogène gris, la méthode la plus répandue pour produire de l'hydrogène, est aussi le procédé qui présente la pire empreinte carbone.
- Il est produit par reformage à la vapeur de gaz naturel et coûte 1,5 €/kg, contre 6 €/kg pour l'hydrogène produit par électrolyse.
- La production d'hydrogène devrait être multipliée par 14 pour couvrir 20 % de la consommation énergétique mondiale, ce qui n'est pas possible actuellement avec l'hydrogène gris.
- L'énergie de l'hydrogène peut être utilisée pour fabriquer d'autres carburants, directement comme agent propulseur ou dans une pile à combustible – chaque méthode ayant ses propres défis à relever.

Source : [Pourquoi l'hydrogène est émetteur de CO₂](#)

AVION À HYDROGÈNE À FRANCAZAL : UN INVESTISSEMENT PERTINENT POUR LA RÉGION OCCITANIE ?

Johnny Deschamps explique sur le stockage :

- Même si l'hydrogène suscite de l'intérêt, on oublie souvent que son stockage représente un défi pour son utilisation.
- Ainsi à l'état liquide, l'hydrogène nécessite des réservoirs cryogéniques le conservant à $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$, ce qui demande une quantité d'énergie considérable.
- D'autres techniques de stockage sont en cours de développement, telles que le stockage par absorption ou sous forme comprimée, mais pour le moment aucune solution n'est assez économique ou pratique pour être employée de manière durable.

Source: [Le stockage, un verrou majeur de la filière hydrogène](#)

Laurent Fulcheri, à propos de la production d'hydrogène turquoise :

- L'hydrogène «turquoise» est formé à partir de méthane qui alimente un réacteur. Ce réacteur le chauffe à haute température (1000 à $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$) en l'absence d'oxygène.
- De ce procédé le méthane se décompose en hydrogène (H_2) et en noir de carbone solide (C), tout en évitant de produire du CO_2 en retour.
- L'hydrogène «gris» — qui représente 95 % de l'hydrogène produit aujourd'hui — émet $9,89\text{ kg CO}_2\text{e/kg}$. C'est donc près de 10 fois plus que l'hydrogène «turquoise»!
- Aujourd'hui, la production d'hydrogène «turquoise» se trouve à un niveau d'émission proche de l'hydrogène «vert» ($0,03$ à $0,37\text{ kg CO}_2\text{e/kg}$), mais elle est 3 fois moins gourmande en énergie, un chiffre pouvant théoriquement grimper jusqu'à 7 en améliorant les procédés.
- Si le réacteur est entièrement alimenté en biogaz issu de déchets ménagers, l'intensité carbone chute à $-5,22\text{ kg CO}_2\text{e/kg}$! Dans un scénario où le gaz fossile et le biogaz sont mélangés, seuls 10 % de biogaz suffisent pour une intensité carbone nulle.

Source : [L'hydrogène turquoise franchit une étape industrielle](#)

On note cependant déjà des problèmes liés à la production d'hydrogène « vert » :

On envisage des piles à combustible à base d'hydrogène pour le transport lourd (camions, bus, bateaux et trains) et les flottes captives. Produire l'hydrogène nécessite des catalyseurs qui ont besoin de métaux lourds de la famille du platine, puisque ce métal, rare et cher, est l'un des composants des piles à combustibles. Ce métal est essentiellement produit en Afrique du Sud, ce qui pose des questions géopolitiques.

Saviez-vous qu'une voiture à hydrogène contenait six fois plus de platine qu'un modèle diesel?

Platinum and scandium are key minerals for the electrolyzers to produce hydrogen. It is assumed these have an optimization potential of 80-90% compared to today's intensities.

The global energy transition is metal intensive. Electric vehicles, batteries, solar photovoltaic systems, wind turbines, and hydrogen technologies all require significantly more metals than their conventional alternatives to replace fossil fuel needs.

Sources :

- Risque lié à la production l'hydrogène vert: <https://www.blast-info.fr/articles/2022/le-photovoltaïque-taille-a-la-hache-les-forêts-du-sud-et-gagne-lest-10r9NKgdSbSp4CImw12BMw>
- [Le photovoltaïque taille à la hache les forêts du Sud et gagne l'est](#), Blast, 28 juillet 2022
- Besoin en platinoïdes : [L'hydrogène, un espoir pour la transition énergétique ?](#), France Bleu, 4 mai 2022
- Voiture hydrogène : [Comment l'essor de l'hydrogène a réanimé le platine](#), l'Usine nouvelle, 26 mars 2021
- Métaux dans la transition : [Metals for Clean Energy](#)

À PROPOS DE L'AVION À HYDROGÈNE

Comme l'explique le [Référentiel ISAE-SUPAERO Aviation et Climat](#), pp. 95 et suivantes :

L'hydrogène (terme générique qui désigne en fait le dihydrogène H_2) est un vecteur énergétique intéressant car il a une densité massique d'énergie trois fois plus élevée que le kérosène . Ainsi, 1 kg d'hydrogène contient autant d'énergie que 3,3 kg de kérosène, ce qui veut dire qu'il faut embarquer une masse de carburant trois fois plus faible pour fournir la même quantité d'énergie.

Néanmoins, la densité volumique d'énergie de l'hydrogène liquide est quatre fois plus faible que celle du kérosène. Pour une quantité d'énergie donnée, il faut un volume quatre fois plus important pour la stocker sous forme d'hydrogène liquide que sous forme de kérosène, ce qui nécessite de revoir l'architecture des avions pour embarquer des réservoirs plus volumineux.

L'hydrogène doit donc être embarqué sous forme liquide, ce qui nécessite de le maintenir à **-253 °C dans des réservoirs cryogéniques plus lourds que les réservoirs à kérosène.**

Comme pour l'aviation électrique, **une aviation basée sur l'hydrogène n'a de sens que si l'on développe en parallèle une production d'électricité décarbonée.**

l'impact climatique des traînées de condensation d'un avion à hydrogène est de l'ordre de 20 % plus faible que celui d'un avion conventionnel.

Ils étudient aussi des scénarios de transition vers une flotte d'avions à hydrogène avec des mises en service progressives d'avions à hydrogène à partir de 2015-2020, et aboutissent à la conclusion d'une réduction de l'impact climatique à horizon 2050 entre 15 et 50 % dans un contexte de hausse du trafic. En regard de cette hypothèse sur la date de mise en service, il est intéressant de noter qu'Airbus dans son plan ZEROe et Clean Sky dans son dernier rapport prévoient des mises en service entre 2030 et 2040.

Enfin, bien que nous n'abordions pas cette question, la sécurité est un enjeu important pour l'hydrogène, notamment en raison des risques de fuite, d'inflammabilité et de détonation.

De la même façon, des enjeux existent aussi sur le ravitaillement, le stockage (potentiellement cryogénique) et la distribution au sol (nécessitant des infrastructures) de l'hydrogène.

LES SCIENTIFIQUES DOUTENT DE L'AVION À HYDROGÈNE

Aurélien Bigo détaille à propos de l'utilisation de l'hydrogène pour les transports :

Ainsi, décarboner l'ensemble des transports terrestres (voitures, poids lourds, bus et cars, trains...) en Europe via les véhicules électriques nécessiterait l'équivalent de 43 % de l'électricité produite en 2015, et 108 % dans le cas de véhicules à hydrogène. Des chiffres qui augmentent encore en considérant la navigation et l'aérien .

Pour des raisons de rendement énergétique et de bilan carbone, l'électrique est donc à privilégier quand cela est possible, comme pour les véhicules routiers légers (deux-roues, voitures ou encore véhicules utilitaires). **L'hydrogène trouvera sa pertinence en complément de l'électrique, notamment lorsqu'il y a besoin de forts emports de charge, d'autonomies élevées et/ou de temps de recharge très courts.**

Côté ferroviaire, les trains à hydrogène pourront constituer une alternative pertinente au diesel et lorsque les trafics sont trop faibles pour justifier l'électrification de la ligne .

- L'hydrogène dans les transports doit avant tout être développé de manière pragmatique, plutôt que sur des fausses croyances et illusions technologiques, ce qui est encore trop souvent le cas.
- Surtout, comme pour les autres technologies de décarbonation, l'hydrogène ne doit pas être utilisé comme un prétexte pour cacher l'urgence de la sobriété dans les transports afin de réduire rapidement ses émissions... un argument abondamment utilisé par exemple par le secteur aérien avec l'avion à hydrogène, afin de faire diversion à la nécessaire modération de son trafic.

Source : [Polytechnique Insights, Les 10 choses à savoir sur l'hydrogène dans les transports, 15 novembre 2022](#)

Aussi :

Aurélien Bigo @AurelienBigo · 17 févr. ...

Pour autant, on doit garder en tête 2 points d'attention :

- ➔ Ne pas créer de nouveaux usages, mais venir en substitution d'usages existants, en particulier s'il n'y a pas d'alternatives plus sobres / moins impactante (ex train / TGV...)

2 6 76 9 657

Aurélien Bigo @AurelienBigo · 17 févr. ...

- ➔ Surtout, ne pas en faire un argument pour masquer le besoin de réduire le trafic aérien, en arguant que l'aviation décarbonée est à portée de main.

2 10 95 9 080

Aurélien Bigo @AurelienBigo · 17 févr. ...

- ➔ Car que cela nous plaise ou non, aucune technologie ne nous permettra de continuer à faire croître le trafic ou même le garder constant si on veut atteindre les trajectoires de l'Accord de Paris (-43 % d'émissions d'ici 2030 pour 1,5 °C, -27 % pour 2 °C)...

3 10 65 8 853

Source : [Fil Twitter sur l'avion électrique](#)

AVION À HYDROGÈNE À FRANCAZAL : UN INVESTISSEMENT PERTINENT POUR LA RÉGION OCCITANIE ?

Dans son étude [Hydrogène bas carbone : quels usages pertinents à moyen terme dans un monde décarboné ?](#), le cabinet de conseil indépendant Carbone 4, spécialisé dans la stratégie bas-carbone et l'adaptation au changement climatique :

- rappelle la contribution de l'aviation au changement climatique

En raisonnant sur les émissions de combustion, le secteur aérien émet actuellement 3 à 4% des émissions de CO₂ liées à l'énergie dans le monde (AIE, 2021). Mais rappelons que l'impact de l'aérien sur le climat ne se résume pas aux émissions de CO₂ dues à la combustion du kérosène. En ajoutant l'amont du carburant et l'effet réchauffant des traînées de condensation, **l'aérien contribue plutôt de l'ordre de 4% aux émissions réchauffantes mondiales** (Klöwer, et al., 2021). Et la tendance à la hausse demeure très forte malgré la crise sanitaire : après une croissance de 4% par an entre 2010 et 2018, **les acteurs du secteur prévoient une croissance post-covid de l'ordre de 3,6% par an** (ICAO, 2021).

[Note : une croissance de 3,6 % par an équivaut à un doublement du trafic en 23 ans.]

- compare l'hydrogène aux carburants durables d'aviation (SAF, sustainable aviation fuel) :

Les vols commerciaux long-courrier et moyen-courrier représentent à eux deux 80% des émissions du secteur. À ce jour il n'y a pas encore de perspectives claires pour l'utilisation de l'hydrogène sur ce type de vol, malgré un fort engouement, à tout le moins en France, au sujet de l'avion à hydrogène.

Nous avons analysé les feuilles de route technologiques des grands constructeurs aéronautiques dans le monde. **La plupart des constructeurs se positionnent plutôt en faveur des SAF.**

Avantage de l'H₂ vs SAF (type e-kérosène) :

Cet aspect confère un avantage supplémentaire à l'hydrogène sur les SAF de synthèse : **l'hydrogène permet une réduction des émissions plus importante ainsi qu'une utilisation plus efficiente du gisement d'électricité peu carbonée qui est limité.** De plus, **la solution serait moins coûteuse que les SAF de synthèse pour le court à moyen-courrier** (McKinsey, 2020) (ICCT, 2022).

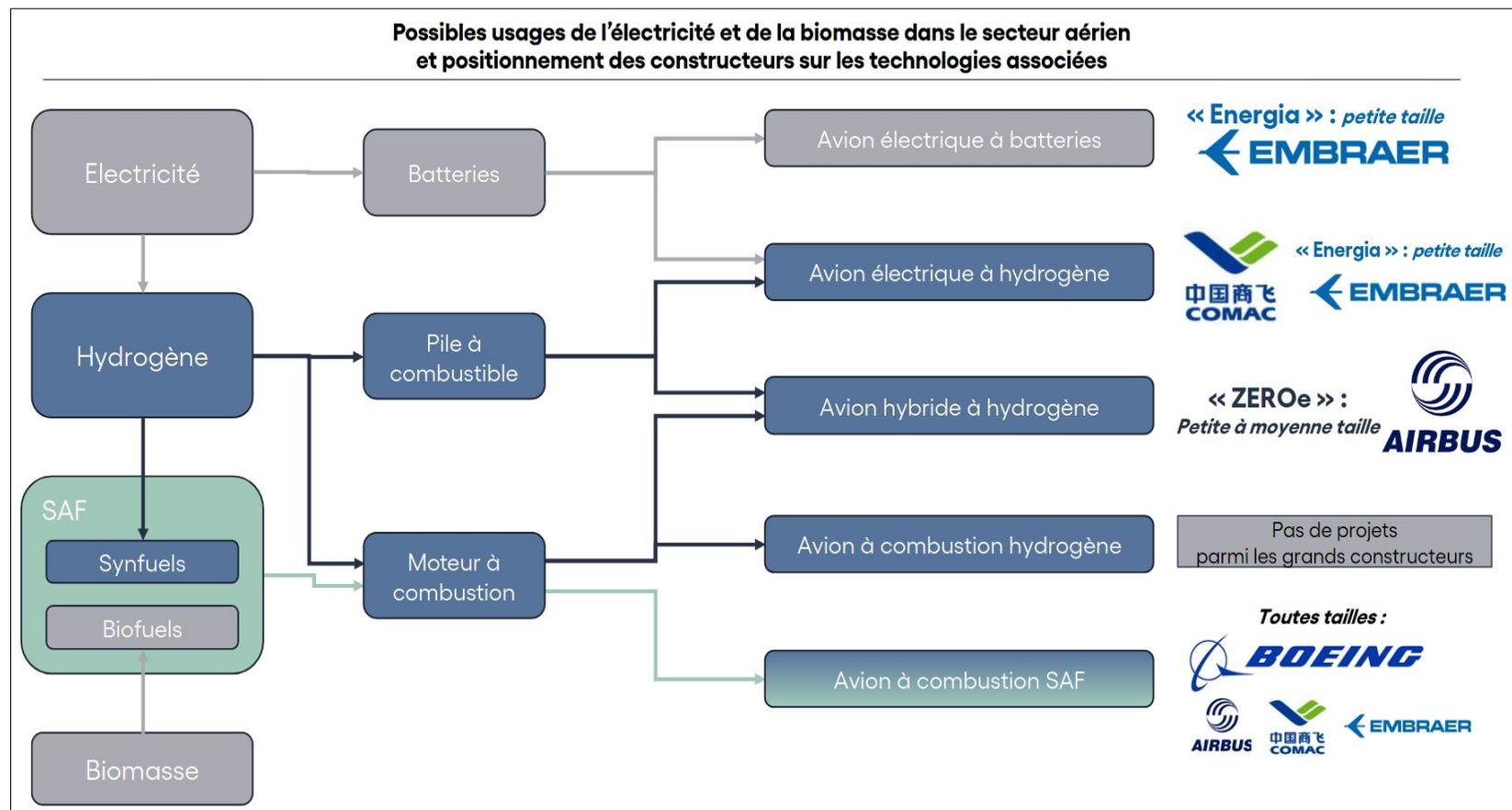
Désavantages H₂ vs SAF :

- **Les contraintes de densité énergétique volumique et de densité massique pénalisent l'hydrogène**
- **L'infrastructure** d'avitaillement dédiée aux avions à hydrogène doit nécessairement faire l'objet d'un développement uniforme et coordonné à l'échelle mondiale, car l'avion doit pouvoir être utilisé partout par les compagnies aériennes ;
- **Les enjeux de sécurité**
- **Son coût est supérieur** aux biocarburants, et aux e-fuels sur long-courriers

Carbone 4 conclut :

Ainsi, il est **très peu probable que l'hydrogène, utilisé directement comme carburant dans les avions, acquière une place significative dans le secteur aérien à long terme**, et il est **impossible de le voir émerger d'ici 2035 pour les moyens et long-courriers** car les premiers avions ne seront pas encore commercialisés.

Ainsi, **pour ces deux usages cumulés, la demande en hydrogène pourra atteindre 60 à 70 MtH₂ par an en 2050.**



AVION À HYDROGÈNE À FRANCAZAL : UN INVESTISSEMENT PERTINENT POUR LA RÉGION OCCITANIE ?

L'Atelier d'écologie politique ([Atécopol](#)) a publié un article intitulé : [Avion à hydrogène : quelques éléments de désenfumage](#).

En conséquence, la propreté des futurs avions à hydrogène dépend *uniquement* de la capacité et de l'envie de notre société de fournir des millions de litres d'hydrogène « bas-carbone » au secteur aéronautique.

En 2018, faire voler les avions au kérosène à destination et en provenance de l'aéroport de Toulouse-Blagnac a nécessité environ 2 milliards de kilowatt-heures. Cela représente une émission de 500 000 tonnes de CO₂ dans l'atmosphère. Si on voulait fournir cette énergie en hydrogène liquide, il faudrait compenser les pertes d'énergie dues à la production : électrolyse de l'eau, liquéfaction et stockage. Au total, cela représente 3,8 milliards de kilowatt-heures d'électricité, ce qui, en renouvelable, nécessiterait 190 km² de surface couverte par des éoliennes (entre 400 et 650 éoliennes suivant leur puissance) ou 37 km² par des panneaux photovoltaïques.

L'INDUSTRIE DOUTE DE L'AVION À HYDROGÈNE

Safran tout comme Boeing ne jugent pas l'avion à hydrogène comme un investissement rentable :

Trop cher, trop compliqué, l'avion à hydrogène n'est pas près de participer à la décarbonation du transport aérien. C'est l'avis tranché d'Olivier Andriès, directeur général de Safran, qui participait aux Assises de l'Industrie organisées par L'Usine Nouvelle. Des propos qui visent directement le projet d'avion à hydrogène d'Airbus.

Source : [Le patron de Safran réitère ses réserves vis-à-vis de l'avion à hydrogène d'Airbus – L'Usine nouvelle – 14 novembre 2022](#)

« Vous nous verrez être plus offensif dans l'hydrogène lorsque nous serons certains de sa capacité à réduire l'empreinte carbone des avions », confie à L'Usine Nouvelle, en aparté de l'événement, Chris Raymond, directeur du développement durable chez Boeing. Production, stockage, sécurité, distribution... Boeing s'est déjà frotté aux difficultés liées à l'exploitation de l'hydrogène. « **Cela ne veut pas dire que c'est impossible mais que cela va prendre du temps, précise encore le dirigeant. Nous ne pensons pas que l'hydrogène constituera un véritable levier de décarbonation avant 2050** ».

Hydrogène et long-courriers ne font pas bon ménage

Source : [Airbus et Boeing vraiment opposés sur l'hydrogène ? Pas si simple... - L'Usine nouvelle – 29 juin 2022](#)

LES SPÉCIALISTES DOUTENT DE L'AVION À HYDROGÈNE

Contribution de Michel Wachenheim, ambassadeur, ancien représentant de la France à l'OACI, ancien Directeur général de l'aviation civile :

L'innovation technologique permettra sans doute d'en relever un certain nombre, mais les contraintes de volume et de poids (qui relèvent des lois de la physique, valables aujourd'hui, en 2035 et au-delà !) pourront difficilement être contournées, ce qui fait que **ce type de propulsion ne pourra être envisagé à court et moyen terme que sur des avions à rayon d'action de 500 à 1000 km pour l'hydrogène gazeux, et environ jusqu'à 2000 km pour l'hydrogène liquide**, selon les chiffres avancés par les experts présents au colloque de l'Académie en mars dernier. Ainsi cette solution, pour aussi séduisante qu'elle soit, **n'impactera que très minoritairement les émissions de l'aviation dont les deux tiers proviennent des vols moyens et long-courriers.**

Faut-il donc reconsidérer l'hydrogène ?

Au vu des travaux qu'elle a menés, l'Académie de l'Air et de l'Espace recommande en effet de réexaminer la pertinence de l'effort à faire sur l'hydrogène embarqué pour l'aviation, en tenant compte du potentiel mondial de la solution PTL et des limites des ressources R&D. Il ne s'agit pas de nier la faisabilité de la solution hydrogène (même si elle n'est que partielle), mais plutôt **d'engager les décideurs publics ou privés à une gestion des priorités qui soit plus universelle et orientée vers l'urgence des décisions à prendre**. La technologie a beaucoup de réserves d'innovation et les concepteurs peuvent relever beaucoup de défis. Ceux qui n'y croient pas se trompent, mais la technologie n'est pas la seule dimension à considérer.

Source : [Il faut réexaminer la pertinence de l'hydrogène pour l'aviation](#), Michel Wachenheim, président de l'Académie de l'Air et de l'Espace, La Tribune, 7 juillet 2021

LES ASSOCIATIONS DOUTENT DE L'AVION À HYDROGÈNE

RESTER SUR TERRE - STAY GROUNDED est un réseau citoyen dédié à l'action, s'appuyant sur des bases scientifiques et regroupant plus de 190 associations et collectifs à travers le monde. Il favorise le soutien

AVION À HYDROGÈNE À FRANCAZAL : UN INVESTISSEMENT PERTINENT POUR LA RÉGION OCCITANIE ?

mutuel et les échanges d'expériences, et milite pour la réduction du transport aérien et de ses impacts négatifs. Il s'oppose également aux politiques climatiques illusoire et trompeuses comme la compensation carbone et les agrocarburants.

Il a notamment publié une [fiche permettant de résumer pourquoi l'avion à hydrogène n'est pas une solution pour décarboner l'aviation](#).

UNE INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE HABITUÉE AUX PROMESSES ÉCOLOGIQUES NON TENUES

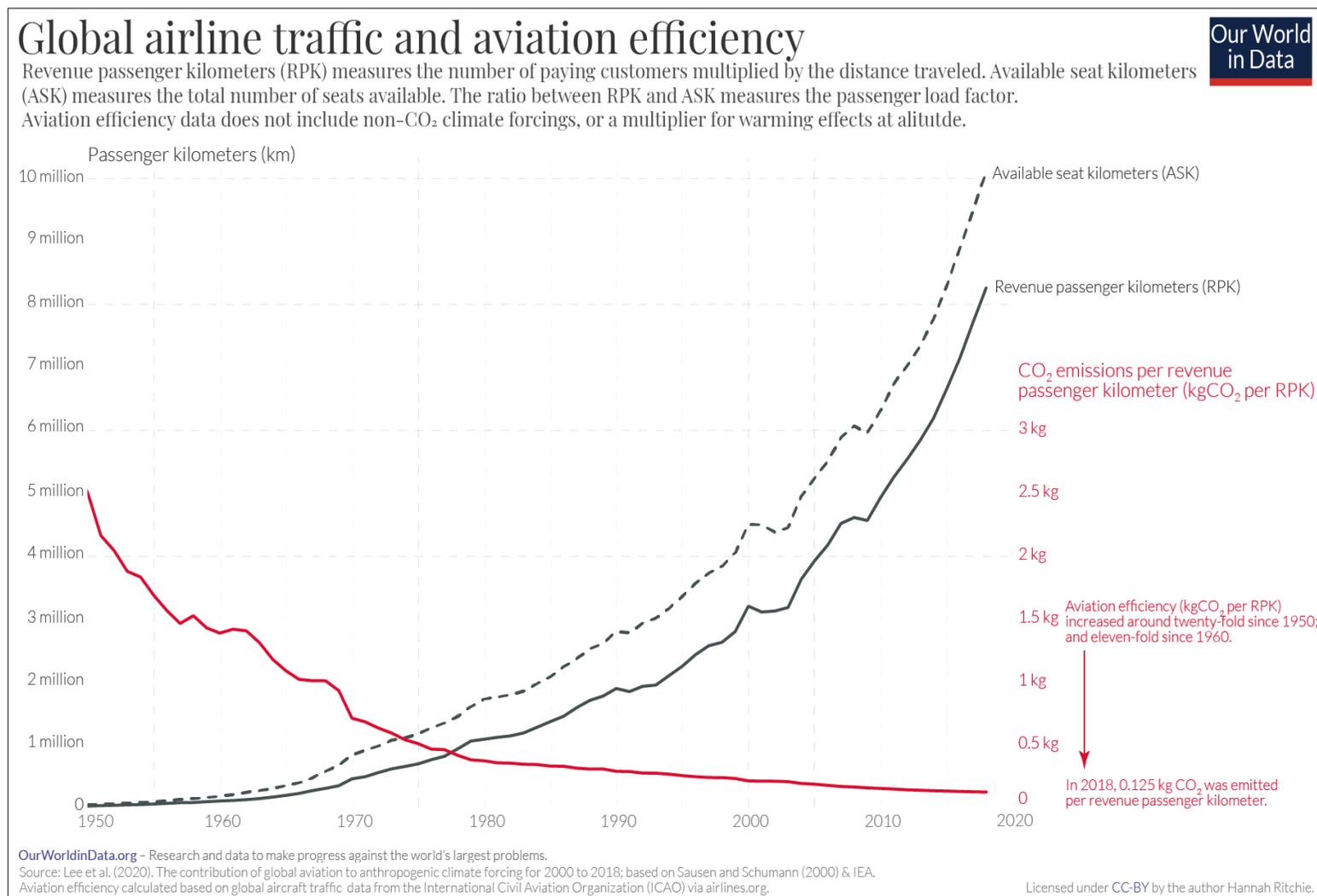
L'industrie aéronautique sait exercer un lobbying intense sur les pouvoirs publics afin d'obtenir toujours plus d'aides.

En mars 1973, Science et Vie titrait déjà sur un avion hypersonique à hydrogène. C'est une vieille promesse de l'aviation, qui revient régulièrement. L'aviation a constamment amélioré les performances de ses avions : meilleur aérodynamisme, consommation en carburant plus

faible, structures plus légères, etc. C'est le moyen de transport qui a fait le plus de progrès en terme de consommation énergétique depuis sa création.

Malgré tout ses efforts, l'empreinte carbone du secteur n'a fait qu'augmenter du fait de l'accroissement du trafic. C'est une illustration parfaite du [paradoxe de Jevons](#), cas le plus extrême de l'effet rebond : une meilleure efficacité entraîne malgré tout une augmentation des émissions de gaz à effet de serre.

Sur les effets non-CO₂, le constat est identique :



Les réductions d'émissions de CO₂ n'ont pas compensé la croissance du trafic aérien.
 source : [Climate change and flying: what share of global CO₂ emissions come from aviation?](#)

AVION À HYDROGÈNE À FRANCAZAL : UN INVESTISSEMENT PERTINENT POUR LA RÉGION OCCITANIE ?

Les scientifiques disent que l'impact climatique des traînées de vapeur, ou *contrails*, est connu depuis plus de deux décennies, l'un accusant l'industrie d'une « stratégie typique de négationnisme climatique ».

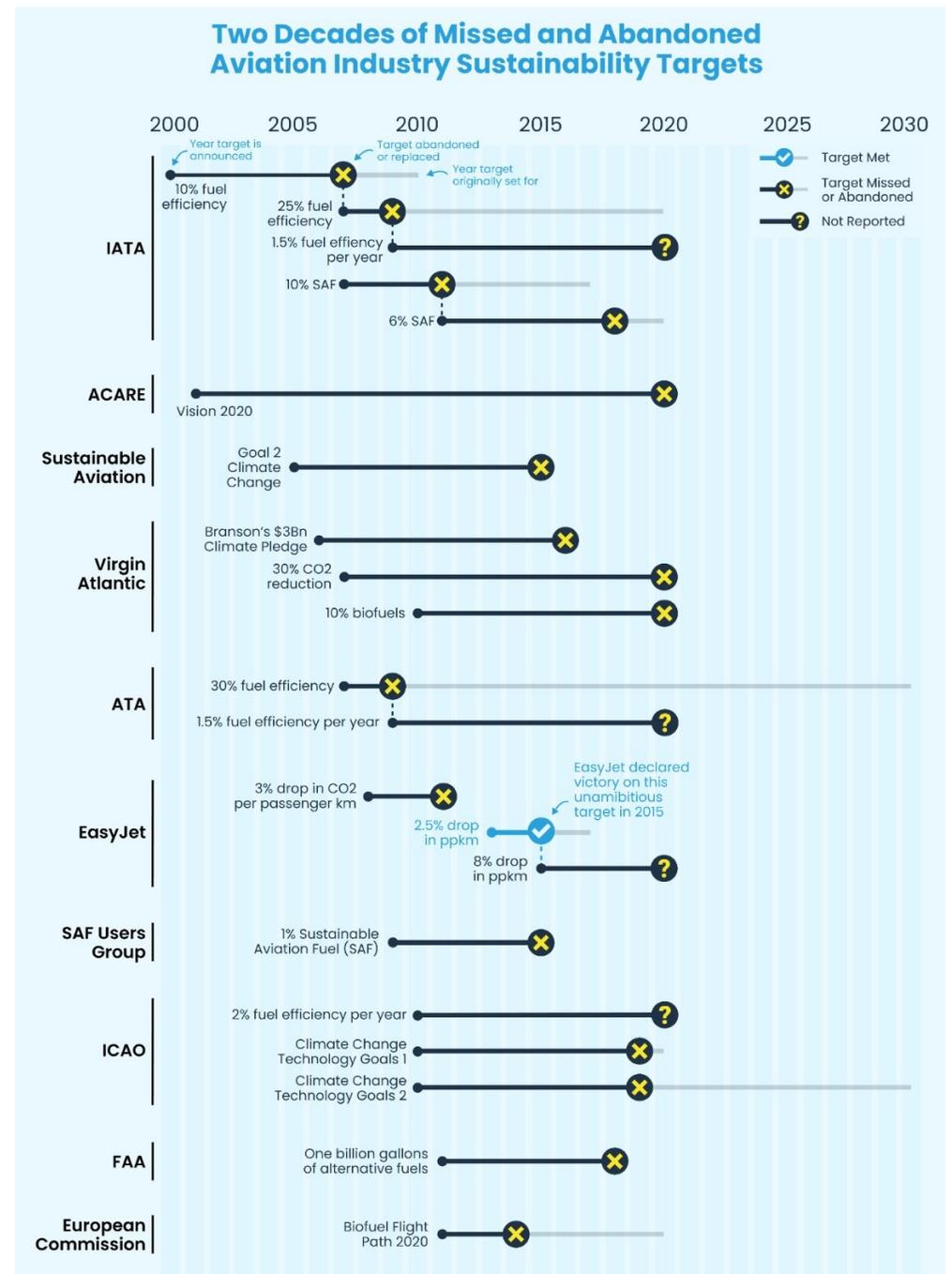
L'industrie ne doit pas se cacher derrière l'incertitude et doit agir pour réduire rapidement ses effets CO₂ et non-CO₂.

Milan Klöwer, climatologue au Massachusetts Institute of Technology, a déclaré que les compagnies aériennes adoptaient une "stratégie de négationnisme climatique typique" en exagérant le niveau d'incertitude sur les effets non liés au CO₂. Il a déclaré : « Même dans le meilleur des cas, elles doublent à peu près l'effet des émissions de CO₂ sur le climat ».

source : [The Guardian, Aviation chiefs rejected measures to curb climate impact of jet vapours, mars 2023](https://www.theguardian.com/aviation/2023/mar/aviation-chiefs-rejected-measures-to- curb-climate-impact-of-jet-vapours)

Ainsi, même si l'industrie aéronautique s'emploie à mettre en avant ses efforts de décarbonation, **elle n'atteint jamais ses objectifs environnementaux** (cf. graphique ci-après). Et au vu de l'urgence climatique, nous ne pouvons plus nous contenter de promesses ; améliorer n'est plus suffisant.

Aujourd'hui, aucun projet de décarbonation de l'aviation n'est à la hauteur des ambitions portées par l'accord de Paris.



“It is important that the airline industry is being seen to do something.” — Steve Ridgway, Virgin, 2007

source : [ONG Possible, Missed Target: A brief history of aviation climate targets](https://www.ongpossible.com/2023/03/missed-target-a-brief-history-of-aviation-climate-targets/)

Conséquence de ce fort lobbying, l'aviation pourrait intégrer la liste des activités vertes éligibles aux aides européennes.

Après le nucléaire et le gaz, qui avaient fait polémique en 2022 et divisé l'Europe, l'aviation devrait pouvoir bénéficier des investissements de la finance durable, en plein essor.

La Commission européenne aurait, en effet, décidé d'inclure ce secteur dans la taxonomie verte. Ce terme désigne une classification des activités ayant un impact favorable sur l'environnement. Elle a pour objectif d'orienter les investissements vers les activités durables, avec en ligne de mire l'objectif de la neutralité carbone en 2050.

source : [Les Échos, Taxonomie : l'aviation pourrait intégrer la liste des activités vertes, mars 2023](#)

La taxonomie ne ferait qu'apposer un label vert sur les activités habituelles de l'aviation et permettrait aux investissements verts d'affluer vers un secteur dépendant des combustibles fossiles.

Ce serait un désastre pour le climat et l'un des plus grands actes d'éco-blanchiment de l'aviation.

Les avionneurs seront fortement impactés par les critères de taxonomie. Des calculs récents de Transport & Environment (T&E) montrent que si ce critère est adopté, il pourrait verdir plus de 7 000 avions Airbus. Cela représente plus de 90 % des futures commandes d'avions d'Airbus, bien qu'ils fonctionnent toujours exclusivement au kérosène fossile au cours de la prochaine décennie.

source : [Jo Dardenne, ONG Transport & Environment, EU taxonomy for aviation: Will Von der Leyen rubber stamp the biggest act of aviation greenwashing in decades?](#)

LA RÉGION OCCITANIE, TROP DÉPENDANTE DE L'AVIATION POUR CONTINUER LE DÉVELOPPEMENT DE CE SECTEUR

Continuer à développer la dépendance de la métropole toulousaine et de la région Occitanie à la mono-industrie aéronautique n'est-il pas un risque pour le futur ? Les exemples ne manquent pas dans la région de villes sinistrées anciennement mono-industrielles : [Graulhet](#), auparavant reconnue internationalement pour le cuir, ou encore [Mazamet](#), ancienne capitale mondiale du délainage.

Comme le concèdent les patrons de l'industrie aéronautique eux-mêmes, la question est davantage de savoir quand aura lieu le point de bascule (l'inversion de la courbe) plutôt que de savoir s'il aura lieu. Comme le dit un syndicaliste CGT du secteur aéronautique dans un entretien à l'Université populaire de Toulouse, dans un tel scénario, « on sera face à un appareil productif énorme, fait pour produire de très grosses quantités et qu'il faudra sous-utiliser ; ce qui veut dire qu'on sera confrontés à une vague importante de licenciements et de fermetures d'usines. Les opérateurs du secteur regardent aussi avec inquiétude l'Asie (qui représente 40 % des commandes des 20 prochaines années), et notamment l'Asie du Sud-Est, comme potentiel « annulateur » massif de commandes ».

Une entreprise de la filière aéronautique et spatiale du Grand Sud-Ouest sur quatre travaille exclusivement pour le marché aérospatial et une sur cinq est fortement dépendante de ce marché (plus de 75 % de son chiffre d'affaires est dédié à cette filière). Une entreprise sur quatre seulement est davantage diversifiée (moins de 25 % de son chiffre d'affaires dédié à la filière).

En 2018, la filière aéronautique représentait 159 000 emplois dans le Sud-Ouest, dont 69 % en Occitanie avec la majorité en Haute-Garonne, autour de Toulouse (Airbus, Safran, ATR, Thalès, Alenia Space...) ; soit 110 000 salariés en Haute Garonne, dont 70 000 rien que sur le territoire de la métropole toulousaine. Sachant qu'un emploi industriel permet, selon l'INSEE, de créer 1,5 emploi indirect et 3 emplois induits dans le reste de l'économie, ce sont donc 165 000 emplois directs et indirects et 330 000 emplois induits, soit près de 500 000 emplois au total sur 620 000 (soit 80 % !) qui sont concernés rien que sur le département de la Haute-Garonne et 385 000 emplois sur le territoire métropolitain sur 452 000 (soit 85 % !).

Revenons au poids de l'aéronautique dans le tissu économique. Comme nous l'avons pointé, la quasi totalité de l'emploi sur Toulouse et sa région (mais pas que) dépend directement, indirectement ou de manière induite de cette filière.

Bien évidemment, l'alignement mécaniste de chiffres et de données ne suffit pas ; et peut même conduire à des contresens. Quand un emploi disparaît dans la filière dominante, les emplois indirects et induits ne sont pas immédiatement menacés. Il faut un effet de masse pour cela. Et puis, il existe des amortisseurs liés aux systèmes de protection sociale et de solidarité collective. Mais on peut déjà affirmer, sans risque de se tromper, que les pertes d'emplois directs et indirects vont se compter par dizaines de milliers dans les mois et les années qui viennent. Comme nous l'avons déjà dit, on peut craindre, sans trop se tromper et nous le répétons, un scénario proche de ceux des mines et de la sidérurgie dans les années 1970 et 1980.

Source : [Attac, Toulouse, le syndrome Déroit ? Vers une crise économique majeure dans Toulouse et sa région, 2020](#)

AVION À HYDROGÈNE À FRANCAZAL : UN INVESTISSEMENT PERTINENT POUR LA RÉGION OCCITANIE ?

La pandémie a mis en lumière la vitesse à laquelle cela pourrait se produire et l'ampleur que a pourrait prendre :

Les compagnies aériennes du groupe formé par Lufthansa, SWISS, Austrian, Brussel Airlines et Eurowings envisagent désormais la suppression de **22000 postes**. Leur flotte cumulée de 763 appareils sera réduite de 100 avions.

Source : [Le groupe Lufthansa va supprimer 22000 postes équivalent temps plein](#), Le Journal de l'aviation, 11 juin 2020

A l'instar d'American Airlines, qui a annoncé **19.000 suppressions d'emplois**, plus de la moitié des compagnies aériennes mondiales prévoient de réduire leurs effectifs dans les 12 prochains mois.

Source : [Nouvelle vague de licenciements dans le transport aérien](#), Les Échos, 25 août 2020

L'effondrement du secteur n'est pas impossible, et l'impact serait catastrophique pour la région toulousaine :

Sur **les 5.000 postes qui doivent être supprimés**, dont 3.400 à Toulouse, la mise en place de l'activité partielle de longue durée pourrait permettre d'épargner 1.500 postes. **Les syndicats espèrent éviter des licenciements secs**. Dans l'ombre d'Airbus, les suppressions d'emploi se succèdent chez les sous-traitants, souvent en silence.

Source : [Suppression d'emplois sur la région Toulousaine](#), France Bleu Toulouse, 5 octobre 2020

UN MAUVAIS INVESTISSEMENT POUR LA RÉGION OCCITANIE

Nous invitons la Région à porter un regard attentif à ces éléments, lorsqu'elle détermine les choix stratégiques de notre territoire :

- Un projet promettant de nombreux emplois peut sembler très séduisant, à condition d'avoir l'assurance que les entreprises ne délocaliseront pas un jour, comme le récent scandale de Latécoère est là pour nous le rappeler.
- Les grandes orientations en matière de recherche scientifique ont besoin d'être éclairées et évaluées par des **experts indépendants**. Il est primordial de prendre le temps d'étudier le sujet et de prendre du recul. La popularité d'un sujet ne signifie pas sa pertinence quant à l'intérêt général. L'argent public n'a pas vocation à être investi sur des sujets essentiellement sur la base de leur médiatisation comme solution miracle à une certaine problématique.

- Un autre argument est l'opportunité d'une belle vitrine du dynamisme économique et de la capacité d'innovation de notre territoire. Nous devons tirer des leçons des erreurs du passé. Le déploiement de l'Hyperloop fait partie des ces choix qui ont été faits notamment au nom du côté visionnaire. Là encore, s'appuyer sur plusieurs experts du domaine devrait permettre de limiter ce type d'écueils.
- Si un enjeu important derrière le Technocampus Hydrogène est l'engagement de la Région sur la sphère de la décarbonation des transports, en toute cohérence, il paraît nécessaire **qu'elle revoie son positionnement de soutien à l'autoroute Toulouse-Castres**, qui est un autre exemple de contresens écologique et idéologique.
- Nous demandons à la Région de **revoir le fléchage prévu du Technocampus sur l'avion à hydrogène**. D'autres projets ne sont pas déployés sur la région, et même s'ils sont moins high-tech en apparence, ils peuvent générer de manière durable des emplois, présenter une certaine vision de l'avenir, raisonnée et décarbonée, et répondre de manière assurée à l'intérêt général. En voici des exemples.

DES SOLUTIONS DE MOBILITÉ ALTERNATIVES À DÉVELOPPER

Les véhicules du futur seront légers et sobres. Le champ de recherche sur ces mobilités est immense.

Cela peut passer par notre capacité à relocaliser la production de vélos en France, cf. [Perspectives industrie, Le Made In France et la relocalisation en plein boom dans l'industrie du vélo](#) ou à faire de la recherche sur les modes d'assistance (batteries, air comprimé, rechargement en roue libre...).

Le sujet des véhicules intermédiaires entre le vélo et la voiture est en plein essor. Il s'agit des modes individuels de moins de 600 kg, entre le vélo classique et la voiture. Le chercheur Aurélien Bigo donne dans ce [fil Twitter](#) de nombreuses informations sur ces véhicules. Il explique qu'ils auront des impacts environnementaux bien plus faibles que les voitures.

Le développement du campus des mobilités innovantes et décarbonées de Franczal serait le moment et le lieu idéal pour impulser sur ce territoire une dynamique autour des mobilités actives ou assistées. De multiples axes peuvent être explorés. Voici quelques exemples :

- Fabrication de vélos cargos (en recyclage ou en création – pour particuliers ou professionnels...) :
 - à Montauban, [Miel d'Ours](#) conçoit et construit des vélos cargos ;
 - à Toulouse, [Botch Cargo Bikes](#) propose de recycler d'anciens VTT pour les transformer en vélos cargos ;
 - près de Saint-Gaudens, [Thirty One](#) a créé un vélo à assistance électrique qui se recharge à la décélération ;

UN INVESTISSEMENT PERTINENT POUR LA RÉGION OCCITANIE ?

- Conception de nouveaux véhicules intermédiaires entre vélo classique et mini-voiture :
 - L'ADEME a proposé l'[Extrême Défi](#), une démarche pour accompagner le développement de ces nouveaux modes de transport.
- Adaptation de vélos aux personnes à mobilité réduite :
 - À Toulouse, [Un vélo pour tous](#) propose des vélos adaptés aux personnes à mobilité réduite.
- Aménagement d'un tiers-lieu dédié aux mobilités actives :
 - Voir l'exemple de [Cargonomia](#) à Budapest, centre logistique de distribution de nourriture locale et bio, au moyen de vélos cargos construits sur place.
- Service de location ou de vente de vélos
- Service de réparation, vente de pièces détachées
- Création d'un espace dédié à l'apprentissage du vélo (remise en selle, vélo-école...)

Enfin, le [rétrofit électrique](#) (conversion de véhicules motorisés thermiques en électriques) est une solution qui permettrait de mieux accompagner la zone à faibles émissions.

QUELQUES VÉHICULES INTERMÉDIAIRES

Vélo à assistance électrique (VAE) Gitane	Speedelec Medeo T10	Tandem Gitane	Tricycle Damius	Vélo allongé (long tail) Respire
Vélo pliant Brompton	Vélo pliant électrique Tern	Biporteur Douze Cycles	Triporteur Nihola	Triporteur pour enfants Chike kids
Triporteur familial Wello family-up	Vélo poussette Wike Salamander	Rickshaw Amstergamer	Vélo taxi 8 enfants GoCab	Rosalie France quadricycle
Vélo modulaire Add bike	Vélo modulaire Cigogne cycle	Caddy Donkey	Remorque autotractée Toutenvélo	Porte-palette pour vélo BicyLift trailer
Vélo couché Lacka	Trike Ice Adventure	Handicycle Hase	Vélo pousseur Rollfiets	Vélo pour fauteuil roulant Benur
Tricycle pendulaire Longbike	Vélobobile Velocar type H (Mochet)	Vélobobile Frikar	Vélobobile Quest	Vélobobile Milan SL MK7
Vélo-voiture Veemo	Vélo-voiture Podride	Vélo-voiture Midipile	Vélo-voiture Triocar	Micro-voiture EV4
Quadricycle protégé EU-Live (Peugeot)	Tricycle protégé Velocipede (Torrot)	Voiturette Ami (Citroen)	Voiturette City Pack (Aixam)	Voiturette C+Pod (Toyota)
Tricycle avec cabine EEC	Mini-voiture avec pédalier Twike 5	Mini-voiture Twizy 80 (Renault)	Mini-voiture Minimó (Seat)	Mini-voiture Micro electric