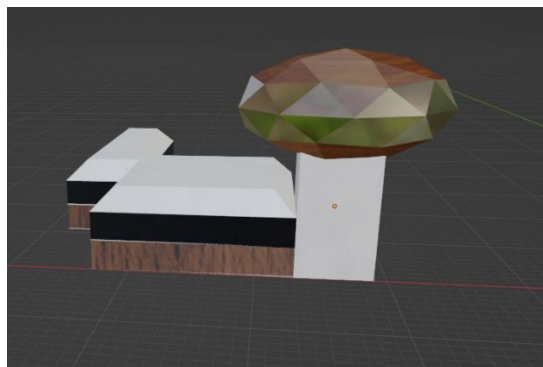


# GRAND PROJET

Comment réduire l'empreinte carbone de l'aéroport de  
Malpensa en Italie?



12 JANVIER 2023

DUMOND, THOMAS, SOARES, TORO, LONGCHE, NABAIS, PORCHERON  
IPSA

Nous avons choisi de rénover l'aéroport de Malpensa en Italie. Initialement ce site était un centre de développement pour de petits aéronefs privés. Puis celui-ci s'est développé afin de devenir une école de pilotage. Comme tous les aéroports de cette génération il fut réquisitionné et utilisé pour la seconde guerre mondiale. Dès la fin de la guerre, des industriels proches de l'aérodrome s'engagent à réhabiliter l'aéroport et en faire un nœud de développement pour l'industrie de Milan. L'aéroport se développe donc autour du commerce qui deviendra par la suite sa grande force puisque qu'il deviendra le premier aéroport en ce qui concerne le trafic de fret avec 572 774 tonnes de marchandises. Aujourd'hui il est constitué de 2 terminaux distincts T1(vols internationaux) et T2(réservé aux vols charter et aux compagnies à bas prix)

L'aéroport Malpensa est le deuxième aéroport le plus fréquenté d'Italie avec 24,7 M de voyageurs en 2018. Il est en revanche le premier aéroport de milan. Il possède 2 pistes et est actuellement en négociation pour en ouvrir une troisième mais elle est bloquée par le parc naturel (Parco lombardo della valle del ticino). Nous n'avons pas prévu d'extension pour l'instant mais seulement des rénovations des terminaux ainsi que des nouvelles technologies plus écologiques. Le but va être de rendre l'aéroport le plus neutre en carbone possible, tout en créant un maximum d'emplois. Le monde cherche à aller vers l'automatisation. Cependant cela a tendance a créé de grandes émissions de CO2. Nous privilégions l'humain qui se déplacera en transport en commun pour accéder à l'aéroport. Cela entraîne donc un bassin d'emploi important. De plus Milan est une ville attractive et l'aéroport voit énormément de passage. Notre rénovation aura donc un impact très important sur l'environnement. Nous autoriserons l'accès à l'aéroport uniquement aux avions les plus écologiques tels que l'A350, B787, et les nouveaux airbus prévus pour 2035... Cependant il faut être réaliste. Les fabricants ne sont pas capables de fournir autant d'avions en si peu de temps. C'est pour cela que nous allons mettre en place un plan de changement d'avion sur le long terme. Les compagnies vont être obligées de se débarrasser de leurs avions qui consomment énormément de carburant. Ainsi le plan va permettre d'organiser tout cela petit à petit ce qui va permettre de réorganiser l'approche de chaque avion. On ne peut pas permettre le fait que les avions restent en attente au-dessus de l'aéroport. Cela est un vrai gouffre énergétique en particulier de carbone. Nous envisageons des amendes contre les contrôleurs pour des avions qui resteraient trop en attente. Cependant comme on le sait, faire ce type de rénovation et d'innovation va faire baisser l'affluence de l'aéroport mais il est important de gérer l'affluence pour être le plus neutre en carbone possible sur une courte durée. Malheureusement le développement induit de faire des

compromis et cela en fait partie. En effet, il est indispensable de réduire l'affluence de l'aéroport au début afin de faire évoluer les choses dans le bon sens pour le futur. La perte économique induite sera comprise dans le budget.



## **Aéroport et ses alentours :**

Nous allons donc commencer par vous décrire l'aéroport et ses alentours, point important pour situer les zones de développement. Les températures moyennes de printemps jusqu'à l'automne peuvent aller jusqu'à 31°C. Les mois les plus pluvieux sont : novembre, septembre et juillet . La période de décembre à mars est froide et très humide et le soleil est très rare (température moyenne de 4°C) ; on peut prévoir que les voyageurs y seront moins nombreux. Le climat est continental. Les précipitations sont abondantes et réparties tout au long de l'année. En Italie on dit même qu'à Milan il pleut toujours. La pluie est plus présente que dans d'autres régions. Cela est un vrai plus pour notre projet car nous avons créé des zones de récupération d'eau de pluie afin de réduire les coûts énergétiques liés à l'eau. On pourra donc s'en servir pour élever les algues prévues pour faire du carburant (expliquée plus tard)

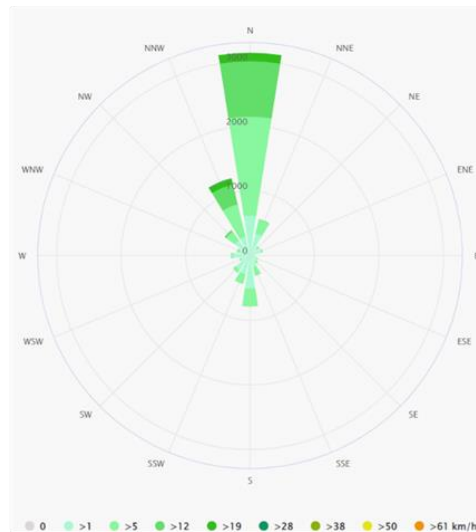
Les orages sont fréquents l'après-midi et le soir tout l'été. Dans les années 80, le brouillard était très présent, l'aéroport était même l'aéroport le plus brumeux d'Europe, mais il est aujourd'hui devenu assez rare dans toute la région. Il y a aussi de la neige chaque année mais à tendance à fondre assez vite. La vitesse du vent varie entre 5 et 7 km/h chaque année donc le vent est assez faible en moyenne. Au niveau de l'aéroport, les vents atteignent les 11km/h. Les vents y sont donc relativement faibles. On peut cependant avoir des rafales de 45km/h mais elles sont très rares. On a donc un risque moindre en termes de perte de temps due à des fortes rafales de vent. Encore une fois des innovations sont prévues à ce sujet. En effet nous allons remplir le toit de tous les bâtiments de petites éoliennes permettant un apport en électricité permanent pour compléter le manque d'énergie possible.

Les vents viennent principalement du nord et les pistes sont orientées du sud vers le nord. Les avions vont principalement décoller du sud vers le nord et vont atterrir du sud vers le nord. Nous allons créer des sortes de gros tuyaux qui sortent du sol à l'arrière des pistes pour récupérer un maximum d'air propulsé par les avions au décollage. Cet air sera redirigé sous terre et fera tourner des turbines créant de l'électricité.

On remarque un bon aménagement des pistes avec les terminaux de l'aéroport qui se trouvent à mi-distance des deux extrémités, peu importe le vent du jour, les avions ont la même distance à parcourir quand ils vont se mettre sur la piste pour ensuite effectuer le décollage. Donc une consommation en carburant moindre.

Un autre problème se pose vis-à-vis des conditions météorologiques de la zone. Il y a environ 6.7 jours de gel par an, c'est-à-dire qu'il faut penser à vérifier la piste pour être sûr qu'il n'y ait pas de verglas sur la piste, ce qui engendrerait un risque élevé d'accident voir de catastrophe si un avion fait une sortie de piste pendant la poussée ou qu'un avion s'écrase au moment de l'atterrissage dû à

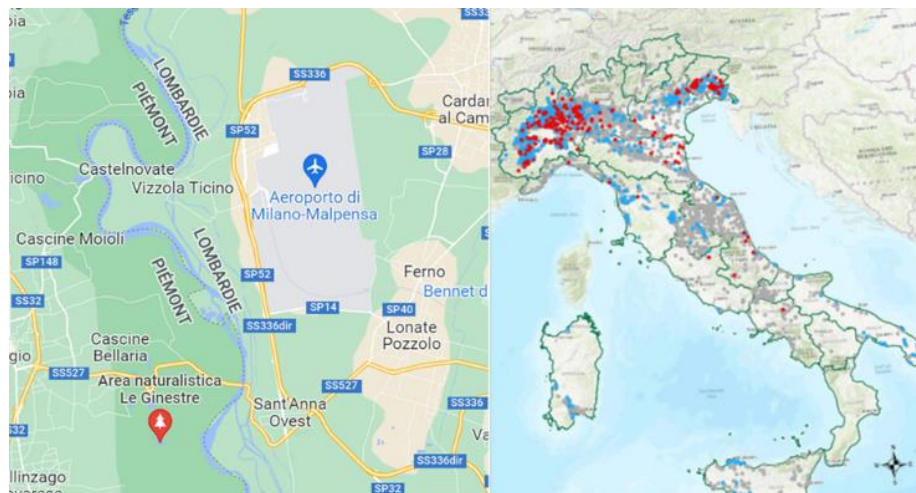
une plaque de verglas. Il faudra penser à dégeler les avions qui « dorment » dehors.



## (Annexe I)

L'aéroport est situé près des Alpes, à 50km des premières montagnes et à 60 km d'un relief massif. Son altitude est de 223m. Les nappes phréatiques sont très présentes dans la région (schéma de droite), ce qui peut favoriser l'utilisation de l'eau souterraine. Près de l'aéroport passe également le Tessin, rivière qui afflue dans le Pô. Cette rivière en suisse est beaucoup utilisée pour produire de l'électricité et en Italie sert pour l'irrigation. On peut s'en servir pour divers avantages au sein de l'aéroport comme la création d'électricité et des besoins hydrauliques. L'aéroport est accolé aux villes de Busto Arsizio et Gallarte et est à une quinzaine de kilomètres de Milan. Il y a en revanche une zone protégée à proximité (Le Gineste).





Au nord de l'aéroport, on a un gros parking pour le terminal 2. Plus quelques parkings autour du 1er terminal. On peut retirer un parking (P1) du terminal 1 pour y mettre un laboratoire pour réduire l'empreinte carbone. En effet, ce laboratoire permet la création d'un carburant plus neutre en carbone. ( le procédé complexe sera expliqué plus tard). **(Annexe 4)**

Cela permet également d'inciter les personnes à utiliser les transports en commun fournis par l'aéroport. L'autoroute dessert l'aéroport à côté, et des taxis sont évidemment disponibles. Un bus partenaire est également disponible. Il relie la ville de Milan et son aéroport. Il y a un train express : le Malpensa qui relie la ville de Milan aux 2 terminaux et un train interurbain qui dessert plus de 20 villes (Naples, Rome,...)

**(Annexe 2)**

## **Accès à l'aéroport :**

-Train : 2 ligne de train reliant le centre de Milan au terminal 1, une de la gare centrale jusqu'à l'aéroport pour 13 euros et 50 min de trajet avec des train toute les 20/40 min

La seconde ligne de la piazza cadorna à l'aéroport, 13 euros avec 30 min de trajet pour des trains toutes les 30 min.

- Bus : l'entreprise Autostradale qui propose un service permanent de bus reliant la gare centrale de Milan au 2 terminaux. Ils partent de Milan entre 4h et 23h et de l'aéroport entre 6h et 00h30. Il y en a toutes les 20 minutes et il y a une heure de trajet. Le prix est de 8 euros pour seulement un aller

ou un retour, et 14 euros pour un ticket aller-retour. Pour les enfants entre 3 et 11 ans, le ticket est de 5 euros.

- Service de transfert : Un chauffeur peut être présent à l'aéroport pour accueillir avec une pancarte portant le nom de la personne. Le prix est de 106 euros.

- Taxi : le prix est de 100 euros pour 50 minutes de trajet.

L'aéroport est déjà bien desservi par un système de navette de l'entreprise Terra Visions. Malheureusement, ces navettes ne sont pas écologiques. Il faudrait donc voir avec l'entreprise pour remplacer ces navettes par des navettes plus écologiques ou bien faire appel à une nouvelle entreprise qui elle utilise déjà des navettes plus vertes. Il est aussi possible pour l'aéroport de développer lui-même son propre système de navette verte mais cela reviendrait à un coût beaucoup trop élevé.

Dans le cas où l'entreprise passe au vert:

Il faudrait donc discuter avec l'entreprise au sujet d'un renouvellement de contrat dont le but serait la mise en place de navette verte. Ce renouvellement de contrat pourrait donner lieu à une augmentation du coût budgétaire des navettes.

Dans le cas où l'on fait appel à une nouvelle entreprise:

Pour faire du département de transport un endroit plus vert, nous pouvons faire appel à une entreprise externe telle que Gualtieri Autoservizi qui pourrait prendre en charge cette envie de passer à des transports plus verts à l'aide de leur bus plus écologique.

## **Restaurants dans aéroport :**

Nous avons la volonté d'exiger au magasin et au services de restauration de l'aéroport un bilan carbone fixé en fonction de leur taille. De plus, nous prévoyons de remplacer les grandes chaînes par des restaurants qui utilisent des produits locaux issus de production artisanale.

**Voici la liste des services de restaurations :**

**Caio Antica Pizza Romana**: artisanal

**Starbucks**: a la volonté de réduire son empreinte carbone par 2 d'ici 2030  
Engagements : verres carton, gérer écologiquement les déchets, + d'alimentation d'origine végétale

**Wagamama**: nourriture asiatique artisanale

**Obicà**: local

**Burgery by Roadhouse**: artisanal

**Mcdonald's**: améliore son empreinte carbone ou alors supprimé

**Rossopomodoro** : industriel à supprimer

**Spontini pizzeria** : industriel à supprimer

**Il Cannello Restaurant**: bistronomie

**Juice bar**: industriel supprimer

**Ferrari spazio Bollicine** : bistronomie

## **La maintenance :**

Voyons maintenant un point très important dans l'aéronautique. Le service de maintenance. Sur cet aéroport c'est «Aircraft service». C'est l'un des services de maintenance le plus répandu en Europe. En effet il est situé notamment à CDG, Orly, Lyon. Il possède 210 clients et presque 1000 employés actifs depuis 48 ans. Ils ont un service nommé Nayak. Ce service propose des vans de maintenance, qui ont des pièces de rechange. Toutes les voitures sont également équipées d'un ordinateur portable, téléphone et connexion Internet pour avoir les informations nécessaires à portée de main de l'avion. Nayak possède son propre hangar à Düsseldorf, avec une disponibilité 24h/24 et 7j/7 pour effectuer des contrôles de maintenance en base. Il y a aussi du personnel capable



d'effectuer les réparations, inspections et les modifications nécessaires sur les avions. Ils enverront une réponse sous 2 semaines. Ils ont également des ingénieurs ainsi que des équipes de secours sont disponibles partout en Europe, en maximum 3 heures. Ils proposent WaliClean, un système d'autocontrôle, qui fait s'écouler de l'eau chaude dans le système de conduite d'évacuation pour le nettoyer entièrement en une nuit. Nous leur avons donc demandé qu'ils utilisent uniquement leur voiture électrique pour intervenir sur cet aéroport. \_



## **Avancées techniques pour réduire l'émission de carbone :**

A présent nous allons vous décrire toutes les avancées scientifiques et technologiques qui vont permettre à l'aéroport de devenir indépendant énergétiquement. Tout d'abord l'aéroport de Milan Malpensa obtient la plus haute distinction climatique dans la norme mondiale de CO2 pour les aéroports .15 décembre 2021 - L'aéroport de Milan Malpensa a atteint le niveau 4+ de « Transition » de l'accréditation carbone de l'aéroport, suivant les traces de son aéroport jumeau Milano Linate, qui a reçu cette reconnaissance plus tôt cette année. L'accréditation réussie des deux aéroports, apportée par l'opérateur SEA

Group, s'inscrit dans la continuité de l'engagement de longue date du groupe dans l'action climatique. Les deux aéroports faisaient partie du groupe pionnier qui a rejoint le programme Airport Carbon Accreditation au cours de sa première année d'existence. Illustrant leur rôle de leader dans l'action climatique, l'entrée des aéroports de SEA Milano dans le programme était au niveau 3 « Optimisation ».



Atteindre le niveau 4+ représente un changement radical dans la gestion du carbone d'un aéroport. Cela nécessite la mise en place d'un objectif et d'une stratégie à long terme orientés vers des réductions d'émissions absolues, y compris une trajectoire d'émissions et des jalons intermédiaires. Les actions de l'aéroport de Milan Malpensa pour réaliser des réductions tangibles de leurs propres émissions de CO2 sont désormais alignées sur l'Accord de Paris. Le groupe SEA a également inclus des émissions plus larges dans son empreinte carbone qui incluent toutes les sources opérationnelles importantes sur et hors site. L'aéroport a également démontré qu'il s'engage activement et guide ses parties prenantes opérationnelles vers la réalisation de réductions d'émissions. Tourné vers l'avenir, le groupe SEA soutient activement la décarbonation de l'aviation en investissant dans un portefeuille de projets de

développement de carburant d'aviation durable, de production d'hydrogène vert et de mise en place d'infrastructures pour les avions électriques. Voici un aperçu des initiatives mises en œuvre par l'aéroport pour progresser vers ces objectifs ambitieux :

- Électrification du parc de véhicules terrestres
- Contrat d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables

-Amélioration continue de la gestion des infrastructures pour - réduire la consommation d'énergie

-Réduction des émissions liées au chauffage grâce au déploiement de nouveaux systèmes de pompes à chaleur (dans le cadre de la refonte du Terminal 2) et à l'utilisation du biogaz

-Accompagner le report modal des véhicules privés vers les transports en commun par l'amélioration de l'accessibilité pour les passagers et les opérateurs

-Mise en œuvre du projet UE Horizon 2020 Green Airport "OLGA" pour le premier site de production d'hydrogène à l'intérieur d'un aéroport

-Introduction de la fourniture de carburants d'aviation durables en collaboration avec des partenaires commerciaux et des compagnies aériennes

Le premier problème que nous rencontrons dans notre aéroport est comment être autonome en électricité.

L'une des solutions est d'apporter des panneaux photovoltaïques dans une grande partie du site. Pour commencer, tous les parkings seront équipés de toits de panneaux photovoltaïques comme montré ci-dessous.



Ils seront également installés sur le flanc Est de l'aéroport, comme représenté dans le rectangle rouge.



Mais alors, un problème se pose, comment faire pour que les panneaux photovoltaïques n'éblouissent pas les pilotes qui souhaitent atterrir ? Pour cela, deux solutions sont à notre disposition. La première est d'utiliser des panneaux photovoltaïques anti reflets, ce sont des panneaux plus chers mais qui permettent de bloquer les reflets. La deuxième solution est d'installer des stores qui se fermeront automatiquement ou manuellement à l'approche d'un avion. Le choix de mettre ces panneaux photovoltaïques aussi loin de la population est stratégique. Des études montrent que les panneaux photovoltaïques créent des champs magnétiques ce qui, sur une longue durée, est néfaste pour la santé. Le but est de protéger au plus possible les voyageurs mais surtout les employés qui travailleront dans l'aéroport et qui auront donc plus de chances d'attraper des tumeurs si ces panneaux ne sont pas posés à une distance

respectable.

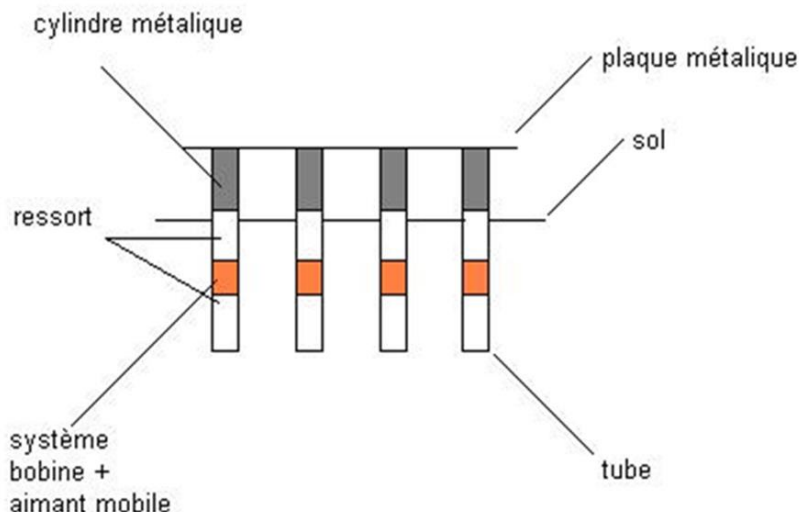
En hiver, les panneaux photovoltaïques produisent 1.09 kWh/m<sup>2</sup>/jour en hiver contre 2.44 kWh/ m<sup>2</sup>/jour en été. Sachant qu'une personne consomme en moyenne 12.5 kWh au quotidien, nous n'aurons donc aucun problème d'approvisionnement pour l'été mais en hiver, s'il y a plusieurs jours sans soleil, cela risque d'être compliqué à subvenir à la totalité des ressources électriques demandées. Le rendement maximal théorique d'un panneau photovoltaïque est de 31% de sa capacité, or aujourd'hui, les panneaux avec le meilleur rendement se situent entre 13 et 18%. Ces rendements sont « faibles » car les panneaux photovoltaïques sont en constante surchauffe. Cette surchauffe entraîne une obsolescence précoce des panneaux, en sachant que certains composants ne sont pas recyclables, notre but est d'augmenter la durée de vie de ces appareils. Pour cela, nous serons accompagnés de l'entreprise française Sunbooster. Leur technologie est de placer un tuyau au sommet des panneaux photovoltaïques pour qu'une fine couche d'eau se place sur la surface en verre des panneaux. Ces tuyaux s'activeront dès que la température du panneau solaire dépasse 25°C.



La société affirme que cette technologie peut augmenter la production d'électricité de 8% à 12%. Nous verrons plus tard en quoi cette eau utilisée pour refroidir les panneaux n'est pas un gaspillage.

Pour l'instant, continuons sur notre objectif d'être autonome en électricité.

L'entièreté des deux bâtiments principaux de l'aéroport seront équipés d'un sol monté sur ressort. Cette technologie utilise les mouvements des usagers pour produire de l'énergie. Dès qu'une masse, que ce soit une personne ou une valise, les ressorts subiront une force. Ce système utilise l'électromagnétisme, en comprimant le ressort, l'aimant sera attiré par la plaque métallique et va charger la bobine de cuivre, ce qui va produire un courant électrique, c'est ce courant que nous allons récupérer pour alimenter les luminaires intérieurs de l'aéroport. Malheureusement, aujourd'hui, cette technologie reste assez secrète sur la quantité d'énergie produite, peut-être que cette technologie peut alimenter plusieurs escalators tout au long de la journée.



Pour des soucis d'économie d'énergie, les panneaux et insignes des magasins situés à l'intérieur de l'aéroport auront interdiction de se munir de panneaux lumineux. L'éclairage sera entièrement remplacé par des panneaux LED. Ce système est beaucoup moins énergivore que le reste des lampes que l'on trouve sur le marché, l'autre avantage est que ces lampes produisent très peu de chaleur quand elles sont allumées. De plus, ces panneaux sont 100% recyclables et ont une empreinte carbone d'environ 33% moins importante qu'un éclairage classique. Continuons sur les LED, les lampadaires extérieurs seront équipés de de LED, mais également d'un mini panneau solaire sur le dessus pour recharger les batteries du lampadaire et utiliser cette énergie quand il fait nuit. Il y aura également un détecteur de mouvements sur chaque lampadaire pour qu'ils s'allument qu'aux moments opportuns.





Ces quatre éléments sont les sources de productions pour rendre l'aéroport autonome en énergie électrique.

L'aéroport sera équipé de vélos chargeurs. Ces vélos permettront de recharger votre téléphone facilement en utilisant de l'énergie humaine donc 100% propre.



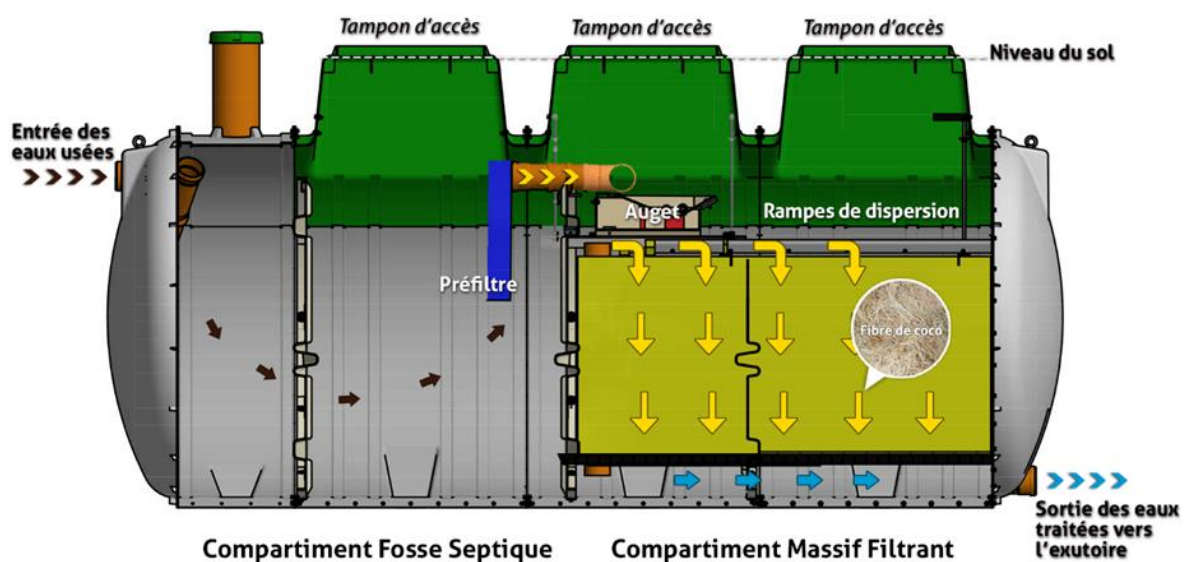
Passons maintenant au recyclage de l'eau.

Premièrement, nous récupérons l'eau de pluie avec les toits en pente des bâtiments. Cette eau de pluie sera stockée dans une cuve souterraine. Cette eau sera ensuite filtrée. Pourquoi filtrer l'eau ? Il y a deux facteurs qui entrent en jeu sur le fait de filtrer l'eau avant de l'utiliser même si cette eau n'est pas amenée à être consommée par l'homme. Le premier facteur est que la pollution rend l'eau de pluie plus « sableuse », c'est-à-dire quand l'eau s'évapore, elle laisse des traces de sable. La deuxième raison est que l'eau de pluie est considérée comme non-potable sur toute la planète depuis août 2022 car des produits chimiques



toxiques éternels (PFAS) ont été découverts dans cette eau. Cette eau sera utilisée pour laver les avions mais surtout pour refroidir les panneaux photovoltaïques avec le système de l'entreprise Sunbooster. C'est pour cela que précédemment nous avons dit que l'eau utilisée pour les panneaux ne sera pas du gaspillage. L'eau de pluie servira également à la survie des microalgues présentent à l'aéroport, nous parlerons un peu plus tard. L'eau de pluie ne sera pas utilisée pour la consommation humaine car l'eau de pluie est trop pauvre en sel minéraux, elle n'est donc pas très intéressante pour le corps.

Parlons de la composition du filtre. Dans notre aéroport, nous parlons de filtre compact. Ces filtres sont composés d'une fosse septique suivie d'un massif filtrant, le massif filtrant est un ensemble de massifs végétaux sur un lit de sable ou de gravier. Le rôle de ce massif est d'épurer des eaux usées brutes ou prétraitées selon les cas, avant d'être rejeté dans la nature. Au milieu du massif filtrant, on retrouve le média, ceci est la partie qui se change dans le filtre au cours du temps. Le média est choisi pour ses propriétés de culture bactérienne, c'est de l'épuration bactérienne. Nous pensons utiliser des médias fait d'écorce et de fibre de coco ou d'écorce de pin car ce sont deux produits écologiques, ils regroupent toutes les propriétés bactériennes nécessaires et ont une résistance à la pourriture très importante. Ce type de média est déjà énormément utilisé dans le monde, c'est donc assez simple à mettre en place au sein de l'aéroport.

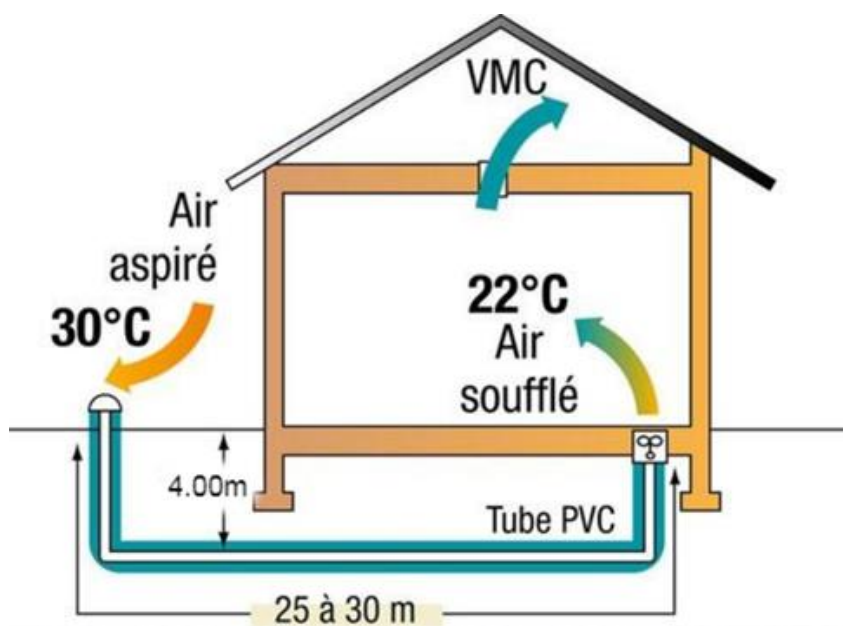


Poursuivons notre autonomie et neutralité carbone en parlant des moyens mis en œuvre pour réguler la température des bâtiments. Pour

ce fait, commençons par parler des fenêtres photochromiques. Ce sont des fenêtres qui se teintent naturellement quand la luminosité ou les rayons du Soleil sont trop importants sur la surface du verre. Cette technologie permet de refléter une partie de la chaleur qui devait initialement entrer dans les bâtiments. Ces fenêtres sont représentées par la partie noire et brillante disponible sur la modélisation.

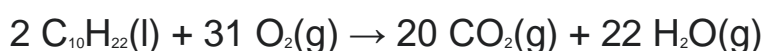


La deuxième technologie qui permettra de réguler la température des bâtiments est la mise en place de puits provençaux, cela consiste à utiliser la chaleur du sol pour réchauffer les bâtiments. Cette solution géothermique fonctionne grâce à l'aide de VMC qui vont permettre à l'air de circuler sans aucun problème. La VMC va puiser l'air extérieur, cet air va passer dans le tuyau qui, dans notre aéroport, sera placé entre 3m et 4m de profondeur pour que la température du sol soit de 19°C. En été, l'air au sein de l'aéroport sera refroidi aux alentours des 20°C ou 25°C. L'avantage de ce système est un renouvellement constant de l'air du bâtiment, une humidité dans les bâtiments très réduite et une régulation de la température de 30% à 60%.



Le kérosène est un mélange d'hydrocarbure contenant des alcanes. Il est issu d'un raffinage du pétrole en deux étapes. La première étape est appelée le point initial, c'est une distillation avec une température entre 150°C et 180°C. La deuxième étape est le point final, c'est également une distillation mais avec une température entre 225°C et 250°C. Le kérosène a un pouvoir calorifique de 42,8 MJ.kg<sup>-1</sup> contre 47,3 MJ.kg<sup>-1</sup> pour l'essence, 44,8 MJ.kg<sup>-1</sup> pour le gazole et 141,79 MJ.kg<sup>-1</sup> pour le dihydrogène. On remarque que le dihydrogène a le meilleur pouvoir calorifique. Alors, pourquoi nous n'utilisons pas le dihydrogène comme combustible pour avion?

Une des problématiques des avions est la capacité des réservoirs. Or pour un kg de kérosène, il faut 1.2 litres alors que pour 1 kg de dihydrogène, il faut 14.3 litres. Le dihydrogène n'est pas la bonne solution car trop volumineux. L'autre avantage du kérosène est qu'il a un point de congélation à -47°C, ce qui est un vrai avantage pour les avions de haute altitude. Par exemple, à 11000 m d'altitude, la température extérieure est de -56,5°C.



L'équation chimique de la réaction du kérosène nous montre bien le problème de ce combustible, il contribue au réchauffement climatique car il y a la création de deux gaz à effet de serre, dont un qui est problématique, le CO<sub>2</sub>.

## **Les remplaçants du kérosène.**

Depuis 2014, Air France utilise le biokérosène. Le biokérosène est produit à partir de la biomasse et est incorporable avec du kérosène sans besoin de transformation spécifique. Air France utilise un biokérosène issu de la fermentation de sucre de canne, ce biokérosène est notamment utilisé pour les vols entre Paris et Toulouse. D'après Air France, ce biocarburant permettrait de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 80% comparé au kérosène d'origine fossile. En 2015, l'Union Européenne a consommé 41,6 Mégatonne équivalent pétrole de kérosène et 14,2 Mégatonne équivalent pétrole de biocarburant.

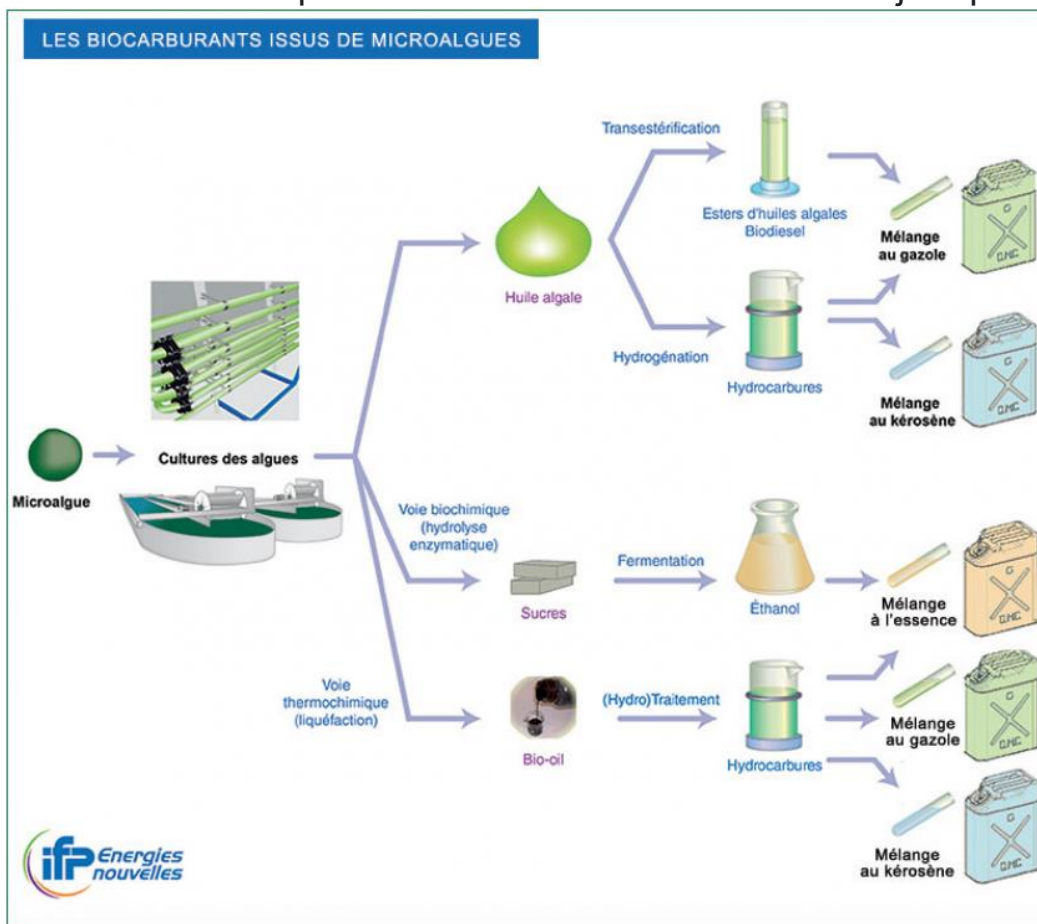
La nouveauté pour créer ce biokérosène est l'extraction de l'huile des algues.

Les algues sont le schéma le plus concret pour remplacer le kérosène d'origine fossile.

Pour commencer, les algues ont juste besoins de soleil et d'eau de mer, elles ne font aucune concurrence aux cultures agricoles car elles n'ont pas besoin d'eau douce pour leur croissance. De plus, lors du développement des algues, 100kg d'algues absorbent 182kg de CO<sub>2</sub>. Un mur de micro-algues sera installé à côté de l'aéroport car elles pourront être raffinées sur le parking 1 qui sera tout d'abord transformé en laboratoire pour mettre de façon certaine le biokérosène en tant que carburant principal pour les avions avant de se transformer en petite raffinerie pour l'aéroport. Le but du carbone zéro sur les vols d'avion commence à prendre forme.



L'autre carburant possible est l'utilisation de l'huile de jatropha. Cette



huile provient des graines du *Jatropha curcas*, c'est un arbuste d'Amérique centrale qui s'est répandu en Afrique et en Asie. L'huile de jatropha n'est pas comestible à cause d'une forte teneur en ester phorbélique.



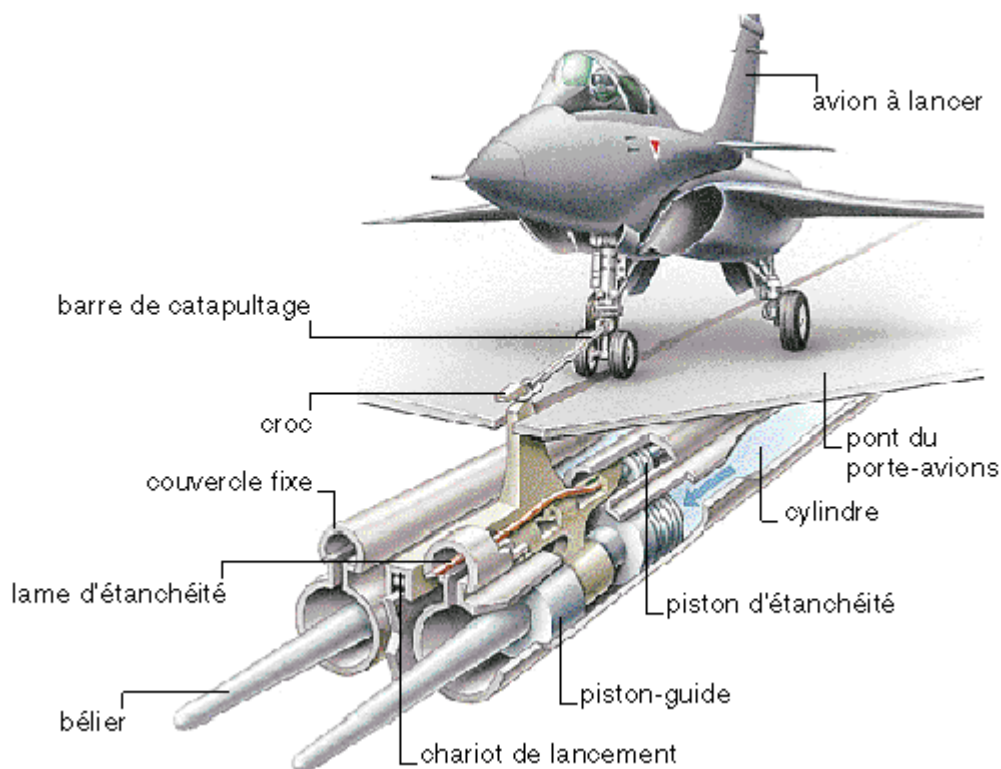
Les avantages de cet arbuste sont un rendement très important, il faut 5kg de graines pour un litre d'huile. De plus, un hectare rend 1900L d'huile, ce qui est 4 fois supérieur au rendement du soja. Il aide à la régénération du sol, il peut se développer dans des climats rudes et peut être planté dans zones où il ne concurrence pas la production de denrées alimentaires

Le premier vol effectué avec comme carburant de Jet-A1( kérosène) et du biocarburant issu de l'huile de jatropha s'est déroulé le 30 décembre 2008 entre Auckland et la Nouvelle-Zélande.

Ses inconvénients sont qu'environ 30 000 hectares de forêts et 20 000 hectares de milieux naturels ou cultivés étaient en cours de destruction mi-2010 pour y installer des plantations industrielles de jatropha au Kenya. Aucune espèce de jatropha n'a été pleinement domestiquée. La productivité est variable et l'impact à long terme de son utilisation à grande échelle sur la qualité des sols et l'environnement est inconnu malgré ses vertus de régénération du sol. La destruction de certains territoires en Afrique (l'équivalent du soja en Amérique du sud).

Pour conclure, aujourd'hui le transport aérien représente 2% des émissions polluantes des hommes soit 650 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>. Il est important de réagir pour réduire cette émission de gaz à effet de serre qui, dans quelques années, pourrait largement être réduit d'après Airbus. 30% de leurs avions voleront au biocarburant en 2030. L'or noir commence à s'épuiser, il est donc important de trouver des solutions pour créer un kérosène plus vert voir nul en émission carbone.

Nous souhaitons relancer le projet de catapulte pour les avions de ligne malgré les refus qu'il y a eu quelques années auparavant. Les avions sont énergivores au moment du décollage, si nous réussissons à catapulter les avions, la quantité de carburant utilisé sera nettement inférieure par rapport à un avion qui fait le même trajet sans être catapulté au décollage.



Sur l'image, nous avons un avions de chasse mais il faut imaginer un avion de ligne à la place.

Il est donc important de trouver des solutions pour créer un kérosène plus vert voir nul en émission carbone. Nous allons donc voir les mesures et normes mis en place par la COP 27

### **La COP 27 et les mesures prises pour l'aviation**

Lors de la table ronde COP 27, qui a réuni des chefs d'État, des premiers ministres et des chefs d'organisations internationales, M. Salvador Sciacchitano, président du Conseil de l'OACI, a insisté sur le fait que la décision de l'Assemblée de réduire à zéro les émissions nettes du transport aérien doit être prise d'ici 2050. Ces objectifs doivent être atteints collectivement, plutôt que d'imposer des obligations ou des engagements spécifiques à chaque pays pour réduire les émissions. La principale caractéristique des accords conclus est que les circonstances spécifiques des pays et leurs moyens respectifs détermineront leur capacité d'action, et cela dépend de leurs propres calendriers.

Pour réduire l'impact de l'aviation sur le climat mondial, les États, l'industrie aéronautique et toutes les autres parties prenantes ont mis en œuvre une série de mesures de réduction des émissions de CO2 par l'intermédiaire de l'OACI au fil des ans. C'est ainsi que les avions modernes



sont devenus 70 % plus silencieux et 80 % plus économes en carburant que leurs prédécesseurs. Des solutions innovantes radicales, déstabilisatrices et souvent révolutionnaires dans les technologies et les modes de fonctionnement doivent donc maintenant être employées pour parvenir à la décarbonisation mondiale nécessaire au contrôle des températures mondiales.

L'OACI a même lancé un programme d'assistance, de renforcement des capacités et de formation aux carburants d'aviation durable (ACT-SAF) en juin dernier. Le programme fournit un soutien sur mesure aux pays pour produire et déployer des carburants durables. Il met en évidence le rôle essentiel qu'ils joueront dans le processus de décarbonisation et encourage les partenariats et la collaboration dans le monde entier. Un nombre croissant de pays et d'organisations internationales y participent activement, et de nombreux autres devraient leur emboîter le pas dans les mois à venir.

### **LES DIFFÉRENTS POLLUANTS ET LEURS SOURCES:**

L'évolution du transport aérien mondial n'est pas sans graves conséquences sur l'environnement. La présence d'un aéroport induit l'apparition de nuisances, de moins en moins bien supportées par les riverains : Après le bruit des avions, la pollution atmosphérique est la nuisance la plus ressentie par les riverains d'aéroport. Mais il faut savoir que la part des avions dans la pollution totale, au niveau mondial, due à l'utilisation de combustibles fossiles, est très faible, en théorie car les recherches sur la pollution des avions sont rares, ou peu accessibles. Au niveau mondial, on parle surtout de l'action des polluants rejetés lors de la combustion du kérosène : participation à l'effet de serre et production d'oxydes d'azote en grande quantité dans la haute atmosphère, ce qui pourrait agir sur la couche d'ozone. Mais les conséquences au niveau local sont de loin les plus nuisibles, frappant directement les riverains de plate-forme aéroportuaire. Devant le bruit, la pollution de l'air est donc la première cause de dommages sanitaires en Europe. « Les zones aéroportuaires concentrent de nombreuses activités émettrices de polluants atmosphériques, non seulement celles liées au trafic aérien, mais aussi : les véhicules arrivant et repartant de la plateforme ; les divers engins et véhicules de piste [...] ; les installations de chauffage, de climatisation et de production d'énergie [...] ; la distribution de kérosène ; les essais moteurs des aéronefs... ». La combustion du kérosène dans les moteurs d'avions produit, par ordre décroissant des masses émises :

- Du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub> ou gaz carbonique).
- De la vapeur d'eau H<sub>2</sub>O. Des oxydes d'azote NO<sub>x</sub>. Des composés organiques volatiles (COV), c'est-à-dire des hydrocarbures (HC).
- Du monoxyde de carbone CO.
- Du dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>.
- Des particules solides (suies : parties grasses et noires qui recouvrent les véhicules laissés sur les parkings de plein air des aéroports et polluent les jardins des riverains).

Les hautes températures générées lors de la phase de décollage et en montée favorisent la production de NO<sub>x</sub> (oxyde d'azote) et des particules de SUIES, celles des oxydes de carbone (CO) et des hydrocarbures (HC) sont relativement faibles. Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) sont des catalyseurs qui participent à la formation de l'ozone. Au régime de ralenti et au roulage

Polluants	Sources importantes sur une plateforme aéroportuaire	Conséquences sur l'environnement	Effets sur la santé
Particules en suspension < 10µm (PM <sub>10</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- APU (résidus de combustion)</li> <li>- Réacteurs d'avion</li> <li>- Engins piste (idem)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salissures des bâtiments</li> <li>- Retombées sur les cultures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altération de la fonction respiratoire</li> <li>- Propriétés mutagènes et cancérogènes</li> </ul>
Particules en suspension < 2,5µm (PM <sub>2.5</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- APU (résidus de combustion)</li> <li>- Réacteurs d'avion</li> <li>- Engins piste (idem)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salissures des bâtiments</li> <li>- Retombées sur les cultures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altération de la fonction respiratoire</li> <li>- Propriétés mutagènes et cancérogènes</li> <li>- Risques cardiovasculaires</li> </ul>
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trafic routier</li> <li>- APU (combustion des carburants – à température de combustion élevée)</li> <li>- Engins de piste (idem)</li> <li>- Centrale d'énergie thermique (combustion de combustibles à température de combustion élevée)</li> <li>- Réacteurs d'avion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pluies acides</li> <li>- Formation d'ozone</li> <li>- Effet de serre (indirectement)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Irritation des bronches</li> <li>- Favorise les infections pulmonaires chez les enfants</li> <li>- Augmente la fréquence et la gravité des crises chez les personnes asthmatiques</li> </ul>
Composés organiques volatiles (COV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Engins de piste (combustion incomplète)</li> <li>- Ateliers de maintenance (évaporation des solvants)</li> <li>- Stockage et distribution des carburants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formation d'ozone et gaz à effet de serre (indirect)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Irritations et diminution de la capacité respiratoire</li> <li>- Certains composés sont considérés comme cancérogènes (par exemple le benzo(a)pyrène)</li> </ul>
Ozone (O <sub>3</sub> )	Polluant secondaire (réaction chimique à partir d'oxydes d'azote ou COV sous l'effet des rayons de soleil)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Effet néfaste sur la végétation</li> <li>- Contribue indirectement à l'effet de serre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toux</li> <li>- Altération pulmonaire</li> <li>- Irritations oculaires</li> </ul>

au sol, il se dégage peu d'oxyde d'azote (NO<sub>x</sub>) mais relativement beaucoup d'oxyde de carbone (CO), et d'hydrocarbure (HC).

L'inquiétude des riverains, voisins de ces infrastructures, porte essentiellement sur les particules ultra-fines (Puf). Selon l'Agence de sécurité sanitaire (Anses, 2019), elles pourraient entrer plus profondément dans le corps que les autres particules plus grosses, l'agence ayant alors « de nouvelles preuves modérées à fortes d'effets néfastes pour la santé respiratoire et cardiovasculaire et les décès anticipés ».

## **AVIONS ET COMPAGNIES ÉCOLOGIQUES:**

Un aéroport vert est forcément accompagné de transport vert mais surtout d'aéronefs les plus verts possibles. C'est donc dans cette lancée que les compagnies aériennes qui côtoient notre aéroport ont bien évidemment été sélectionné soigneusement pour leur effort écologique, j'ai cité :

En 10<sup>ème</sup> place, Lufthansa, en Allemagne, car pour réduire ses émissions de CO<sub>2</sub>, Lufthansa a investi dans des avions efficaces et des carburants alternatifs durables. En 2019, la compagnie aérienne a en effet signé avec la raffinerie Heide de Hambourg une lettre d'intention pour la production et l'acceptation de kérosène synthétique à partir d'énergie éolienne produite dans la région. C'est un processus dit Power-to-Liquid qui vise à produire un pétrole brut synthétique à partir d'électricité, d'eau et de CO<sub>2</sub> produits par régénération, et qui peut être transformé en kérosène et utilisé dans n'importe quel avion. L'avantage : lorsque le kérosène durable est brûlé, est qu'il ne libère que la quantité de CO<sub>2</sub> qui était auparavant retirée de l'atmosphère lors de la production.

En 9<sup>ème</sup> position, nous avons United Airlines, aux États-Unis, qui s'est engagée à améliorer son rendement, à réduire ses émissions, à utiliser des produits durables, à investir dans des sources de carburant durables et à créer le maintien de partenariats pour promouvoir la durabilité et protéger l'environnement. En 2018, elle a annoncé qu'elle réduirait ses émissions de carbone de 50 % d'ici à 2050.

En 8<sup>ème</sup> position, nous avons China Southern Airlines, de Chine, une compagnie aérienne qui utilise un mélange de biocarburants traditionnels et durables pour alimenter sa nouvelle flotte d'A320 Neo.

En 7<sup>ème</sup> position, nous pouvons accueillir Delta Air Lines, des États-Unis, qui prend des mesures pour améliorer son impact environnemental, principalement en ce qui concerne les émissions de carburant, mais aussi les déchets d'eau, les déchets dangereux et la mise en œuvre d'un programme de recyclage.

En 6<sup>ème</sup> position nous avons Air China, de Chine qui propose le service ECO TRAVEL Carbon Offsetting, qui permet aux passagers de participer à la compensation des émissions de carbone et de réduire l'empreinte carbone et les émissions pendant leur vol. Il permet également aux passagers de suivre les émissions de leur vol et, par l'intermédiaire de la société britannique [ClimateCare](#), leur donne la possibilité de compenser l'empreinte carbone par des projets respectueux de l'environnement.

En 5<sup>ème</sup> position, nous retrouvons Xiamen Airlines, Chine, En 2017, XiamenAir est devenue la première compagnie aérienne a signé un accord de coopération avec les Nations unies (ONU). Depuis lors, XiamenAir a adopté diverses mesures pour promouvoir le développement durable, notamment la réduction des émissions de carbone, la fourniture de mouchoirs et de gobelets en pâte de bambou aux passagers,

l'introduction de la lecture numérique dans les cabines au lieu de livres en papier, et la mise en place d'un système de libre-service dans les aéroports.

En 4<sup>ème</sup> position nous avons, Avianca, de Colombie, qui est la première compagnie aérienne d'Amérique latine à exploiter dans la région un A321 équipé de moteurs éco-efficaces. La technologie NEO permet d'économiser jusqu'à 20 % de carburant, de réduire la pollution sonore de 50 % et de diminuer les émissions annuelles de l'avion de 5 000 tonnes de CO<sub>2</sub>.

En 3<sup>ème</sup> position nous avons KLM Royal Dutch Airlines, des Pays-Bas qui depuis 2008, son plan d'action pour le climat a permis à la compagnie aérienne d'être plus durable, autant dans le ciel qu'au sol. Il s'agit de l'une des compagnies aériennes les plus écologiques. La gestion responsable des déchets, le recyclage des matériaux et l'implantation de mesures visant à réduire la pollution sonore ne sont que quelques exemples des mesures prises par KLM pour améliorer l'impact environnemental de la compagnie aérienne.

En 2<sup>ème</sup> position nous avons Air Canada, du Canada: qui a commencé à réduire son utilisation de plastiques à usage unique sur tous ses vols en 2019. La compagnie aérienne a commencé par éliminer ses couverts en plastique au profit de couverts en bois, ce qui permettra de se débarrasser de 35 millions de couverts en plastique par an.

Et enfin en 1<sup>ère</sup> position nous pouvons accueillir TUI Airways, du Royaume-Uni, qui est l'une des compagnies aériennes les plus écologiques. La compagnie aérienne est en effet l'une des plus efficaces en matière de carbone dans le ciel et s'engage à rendre ses opérations à bord aussi durables que possible. Elle a réduit son utilisation de plastique et mis en place de nombreuses autres initiatives pour réduire les déchets et intégrer des pratiques durables.

Maintenant nous allons voir un point très important dans un aéroport. C'est la sécurité des bagages.

### INTERDITS

- bagages à soute ou à main : substances explosives (feux d'artifices, pétards...) ; substances inflammables ; eau de javel, peinture à l'huile (alcool...) ; acide, poison et substances infectieuses
- bagages à main : arme à feu, objets pour se défendre (spray...) ; liquide, aérosol et du gel max 100 mL, objets tranchants et contondants

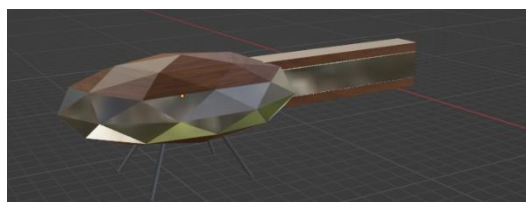
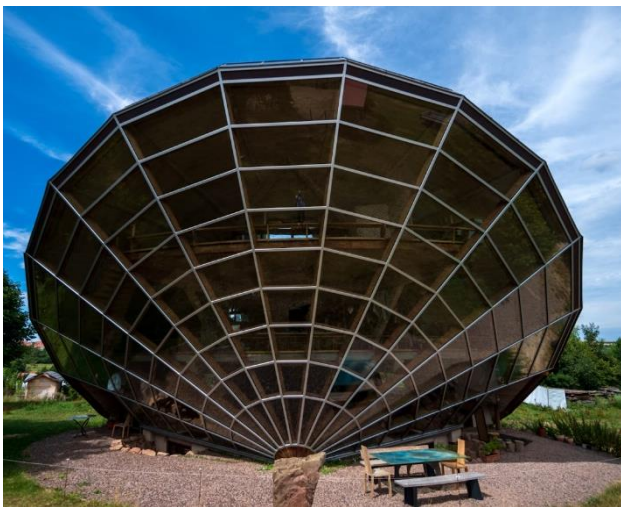
### **(Annexe 5)**

Nous allons maintenant nous intéresser à la conception des différentes rénovations.

Les bâtiments seront un mélange entre le bois et le béton pour avoir une capacité thermique stable. Le bois est très isolant, ce qui permet de bénéficier d'une performance thermique optimale, tandis que le béton offre des propriétés de compression et d'isolation phonique remarquables. Les halls d'embarquements ont une forme légèrement inspirée d'un inventeur français Eric Wasser et son héliodome. Cette maison a une forme de diamant, ce qui permet de réguler la température en été car les vitres reflètent le sol. L'orientation des vitres est un réel avantage car en reflétant le sol, les oiseaux ne se prennent pas les vitres comparé à une véranda. L'autre avantage est qu'elles se salissent peu car la pluie ne les atteint pas si il n'y a pas un vent plein sud.

L'héliodome reste une inspiration pour les halls d'embarquement car la forme des halls ne permet pas tous les avantages de l'héliodome surtout vis-à-vis des rayons du soleil et de la chaleur en été. C'est à ce moment que le mixte bois béton et les vitres photochromiques entre en jeu pour compenser les différences entre l'héliodome et les halls d'embarquement.

## **(Annexe VI)**



## **Conclusion**

Nous avons pu voir que rénover l'aéroport de Malpensa en Italie est un projet ambitieux que nous avons décidé de réaliser. Motivés par les enjeux ainsi que la portée de notre réalisation, nous avons utilisé différentes technologies. Certaines ont été créées par le groupe afin de subvenir au besoin énergétique de l'aéroport. Tout cela nous donne un projet couteux mais qui a pour ambition de faire se développer le genre partout en Europe. En effet le fait de demander aux compagnies de suivre un plan de changement de leurs avions a aussi pour but de faire une sorte de réaction en chaine où tous les avions finiraient par être écologiques. Le plus dur a été de respecter les nombreuses normes de sécurité mise en place dans l'aéronautique.

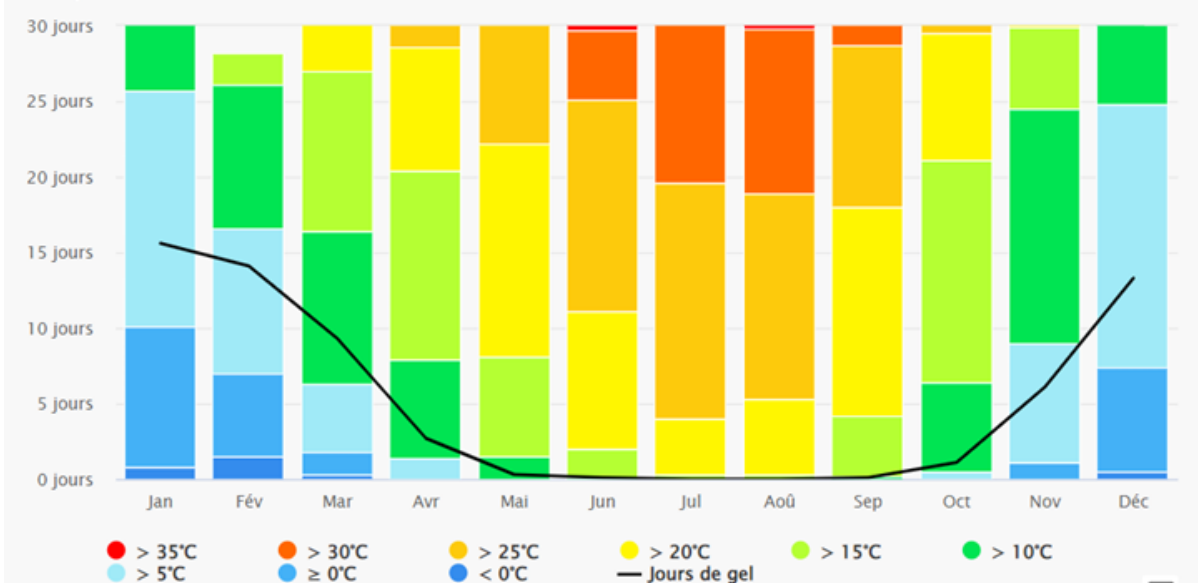
Après quelques simulations, nous estimons un budget aux alentours de 65 millions d'euros, dû aux manques de matières premières qui font flamber les prix. Il y aura plus de 60 hectares de panneaux photovoltaïques, ce qui représente un gros pourcentage de l'estimation. Nous faisons une rénovation, pas une construction. Notre objectif est d'être neutre en émission de carbone, il n'y a aucun intérêt si l'on génère trop de pollution durant des travaux et qu'il faut ensuite plus d'un siècle pour commencer à se rapprocher de la neutralité carbone.

## **Annexe**

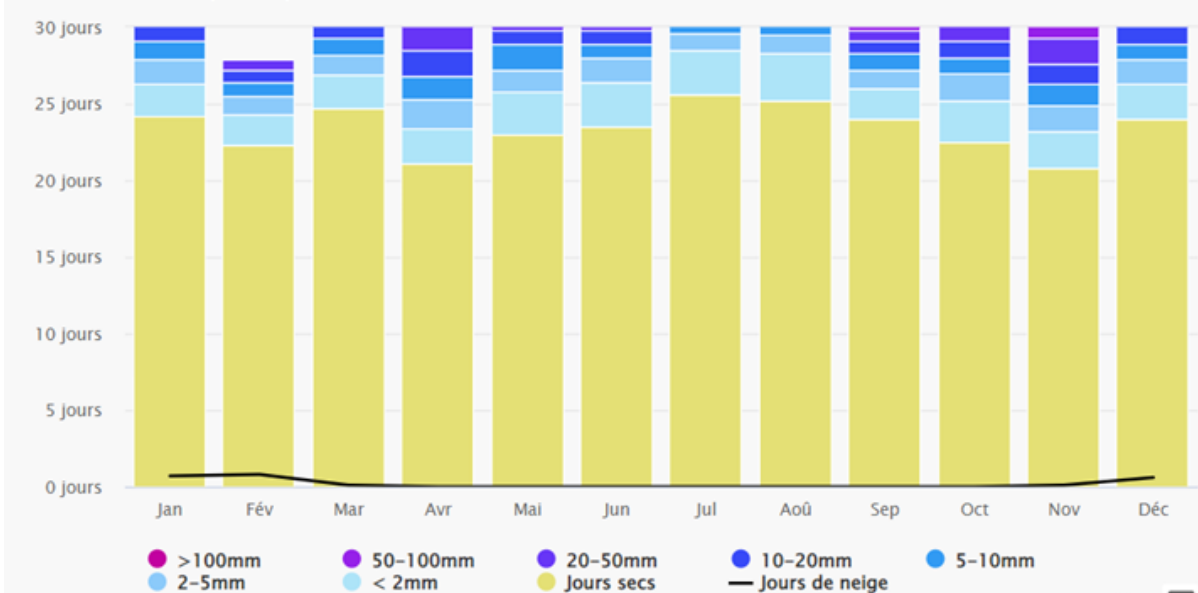


I.

## Températures maximales



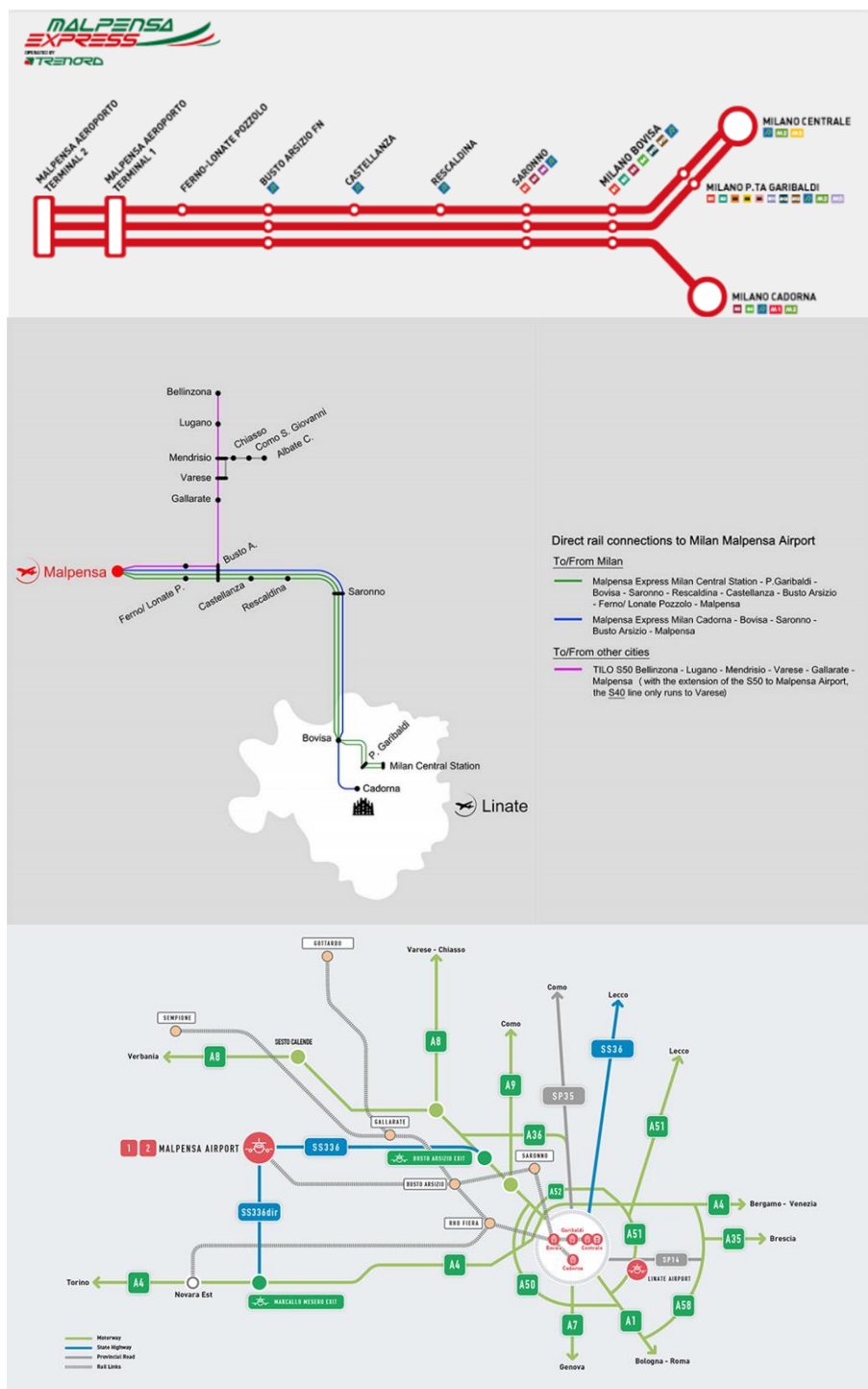
## Quantité de précipitations



## Annexe



Age Group	Percentage (%)
18-24	15
25-34	25
35-44	35
45-54	45
55-64	65
65-74	75
75+	85



# Annexe

### III.

## **Mesure contre le covid :**

### **Avant le départ:**

Vaccin, test covid

### **A l'aéroport:**

Port du masque

Le port du masque chirurgical ou de type FFP1, 2, 3 (sans valve) peut être obligatoire à bord ou à l'aéroport selon votre pays de départ ou de destination. Veuillez vérifier la réglementation pour votre voyage.

Comptoirs et bornes

Les comptoirs d'enregistrement sont équipés d'écrans de protection en plexiglas. Ils sont désinfectés régulièrement, tout comme nos bornes

Salons

Selon les aéroports et la situation sanitaire locale l'offre de restauration et de services de nos salons peut être adaptée

Distributeurs de gel hydroalcoolique

Des distributeurs de gel hydroalcoolique sont à votre disposition

### **A bord**

Port du masque

Le port du masque chirurgical ou de type FFP1, 2, 3 (sans valve) peut être obligatoire à bord ou à l'aéroport selon votre pays de départ ou de destination. Veuillez vérifier la réglementation pour votre voyage

Air renouvelé toutes les 3 minutes

Nos avions sont équipés d'un système de recyclage de l'air constitué de filtres HEPA < High Efficiency Particulate Air , identique à celui utilisé dans les blocs opératoires, qui capte 99,9 % des particules L'air est ainsi renouvelé toutes les 3 minutes.

Nettoyage quotidien et désinfection régulière

Aspiration des moquettes, des sièges et des têtes Nettoyage et désinfection de toutes les surfaces de contact tablettes, accoudoirs ceintures de sécurité écrans de divertissement, télécommandes, rack à bagages, hublots poignées de porte

### Kit sanitaire

Sur nos vols long-courriers, un Kit sanitaire est à votre disposition sur demande auprès de notre équipage. Il comprend une lingette désinfectante, un masque chirurgical et du gel hydroalcoolique. Sur nos autres vols, une lingette désinfectante est disponible dès votre arrivée à bord

## **A l'arrivée:**

### Port du masque

Le port du masque chirurgical ou de type FFP1, 2, 3 (sans valve) peut être obligatoire à bord ou à l'aéroport selon votre pays de départ ou de destination. Veuillez vérifier la réglementation pour votre voyage

### Distributeurs de gel hydroalcoolique

Des distributeurs de gel hydroalcoolique sont à votre disposition



**Durante la permanenza in aeroporto l'utilizzo della mascherina è fortemente raccomandato.**

**SEA**  
Milan Airports

Face masks are highly recommended inside the airport.

An illustration of a person with long red hair wearing a white face mask and a red sweater, sitting in a red airport-style chair. In the background, a window shows a red airplane flying in the sky.

<https://www.milanomalpensa-airport.com/it/covid-faq>

## **Plan vigipirate :**

### **Mesure au sol :**

- Avancement de l'heure limite d'enregistrement
- Entretien avec les passagers à destinations sensibles
- Vérification de la carte d'embarquement – accès restreint aux seuls passagers
- Sensibilité accrue des portiques
- Contrôles aléatoires des passagers à l'aide d'équipement de détection de traces des explosifs
- Retrait des objets interdits
- Inspection filtrage des bagages envoyés en soute (inspection par équipements et/ou par chiens détecteurs d'explosifs)
- Agents de sûreté en civil sur certains vols

### **Passagers et bagages à main :**

- modification de la liste des objets interdits et réglementés en cabine (liquides, aérosols et gels, objets contondants, coupants, armes à feu, imitations)
- augmentation de la sensibilité des portiques de détection des masses métalliques ;
- mise en place de mesures aléatoires pour certains passagers et leurs bagages à main permettant la détection des explosifs;
- inspection des liquides, aérosols et gels qui peuvent être conservés par les passagers.

### **Accès à la zone réservée :**

- diminuer le nombre des points d'accès,
- améliorer la gestion des titres de circulation, la réalisation des vérifications des antécédents et la sécurité des titres de circulation,
- réaliser une inspection filtrage des personnes entrant dans la zone de sûreté à accès réglementé,

### **Accès aux avions :**

- le passager qui embarque : il doit bien être celui qui s'est présenté à l'enregistrement et ne peut entrer en contact avec une personne non soumise à l'inspection filtrage,
- les personnes qui s'approchent d'un avion : elles doivent être autorisées pour intervenir dans son exploitation,
- les produits mis à bord pour l'exploitation d'un aéronef : ils doivent être impérativement sécurisés.

## **Annexe**

# Annexe

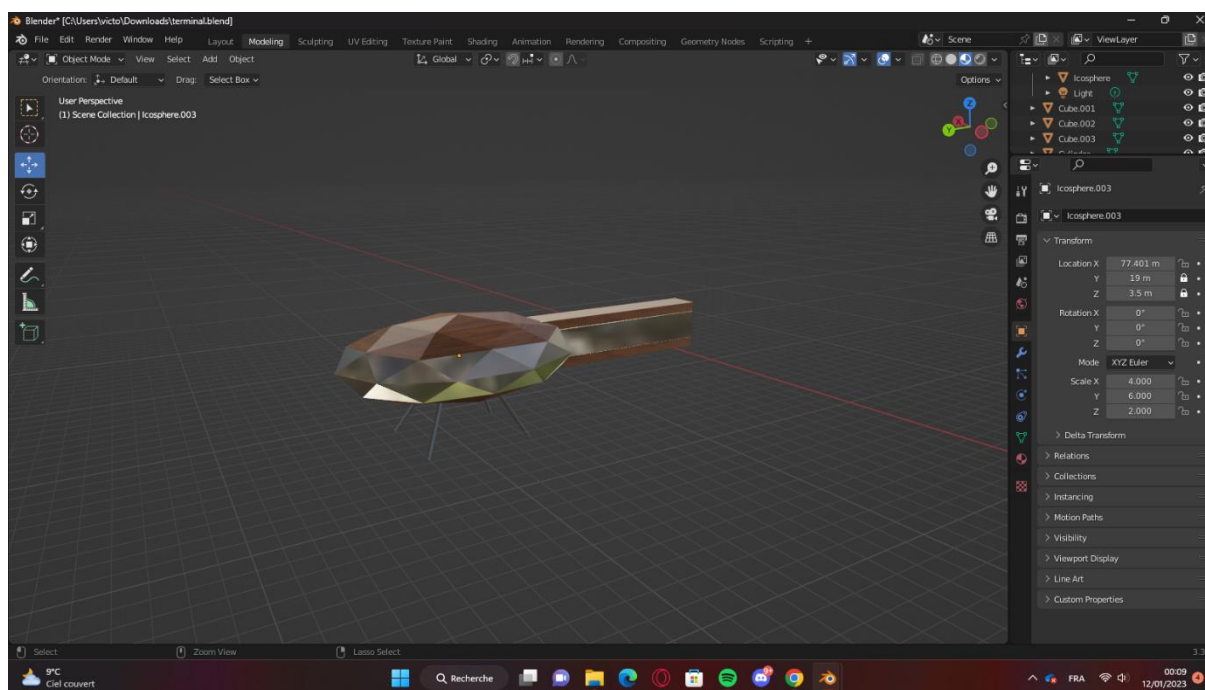
## IV.



# Annexe V.



# Annexe VI.





Aéroport actuel

