

Proposition de thèse CIFRE :

Transition de l'Aéroport de Toulouse-Blagnac vers un aéroport 100% autonome et 100% énergie renouvelable : optimisation d'un smart grid multi-flux (électricité-chaleur-hydrogène).

Introduction

Contexte

Avec près de 2% de la part des émissions de gaz à effet de serre (GES) mondiales, le transport aérien doit aujourd'hui évoluer et effectuer une transition énergétique conséquente afin que l'avion devienne un mode de transport durable. Pour cela, tout le transport aérien doit évoluer : aéroport, compagnies aériennes, sous-traitants aéroportuaires, fournisseurs, etc.

Ainsi, lors du congrès annuel de l'Airports Council International Europe (ACI EUROPE) en 2019, les aéroports européens se sont engagés à ramener d'ici à 2050 leurs émissions de carbone au niveau zéro (« Net Zero carbon emissions »). Ils ont, à la même occasion, appelé l'ensemble des acteurs du transport aérien à compléter et renforcer les engagements déjà pris à ce jour et à porter très rapidement une ambition, une vision et une feuille de route devant conduire l'écosystème du transport aérien dans sa totalité aux émissions zéro carbone.

Qu'est-ce que le Net Zéro ?

Le Net Zéro fait référence à la réduction des émissions carbone jusqu'à un niveau aussi proche que possible de zéro. Les émissions qui ne sauraient être réduites à zéro doivent être éliminées de l'atmosphère grâce à des processus naturels (puits de carbone comme les forêts) ou à des technologies dédiées (capture du carbone et son stockage).

L'Aéroport Toulouse-Blagnac

ATB est engagé dans la décarbonation de son activité depuis 2010 à travers la démarche Airport Carbon Accreditation (ACA), démarche volontaire lancée par l'ACI Europe. Au cours des dernières années ATB a réduit de 40% ses émissions de CO2 brutes et a atteint le niveau 3+ de l'ACA, soit le niveau de neutralité carbone avec compensation. L'objectif est désormais d'atteindre le niveau Net Zéro avant 2050.

De plus, ATB souhaite évaluer la faisabilité d'une trajectoire encore plus ambitieuse : devenir un aéroport complètement autonome énergétiquement et utilisant 100% d'énergies renouvelables (EnR). Ce challenge est porté par ATB au sein du projet Stargate, projet retenu par la Commission Européenne dans le cadre de son Green Deal.

L'objectif du projet Stargate est de développer des projets de recherche et d'innovation destinés à accélérer la décarbonation des aéroports. Le projet est piloté par l'aéroport de Bruxelles et les aéroports d'Athènes, Budapest et Toulouse-Blagnac sont partenaires.

C'est dans le cadre de ce projet qu'un thésard est sollicité.

Domaines impactés

Tous les domaines sont impactés par la transition énergétique et tous doivent avoir pour ambition le Net Zéro d'ici 2050. Néanmoins, ATB gère la plate-forme aéroportuaire qui accueille une centaine d'entreprises. Il ne peut être seul, l'acteur de tous les changements et il est nécessaire de définir où sont les leviers d'actions de l'entreprise et de ses partenaires.

Afin de comprendre quels sont les domaines sur lesquels se concentrer, il est nécessaire de présenter un état des usages énergétiques de la plateforme et ses émissions de GES.

Les sources d'énergie actuelles sont les suivantes : gaz, électricité, chaleur, carburants, kérosène. Les catégories d'usage générales d'une plate-forme aéroportuaire sont : CVC (Chauffage Ventilation Climatisation), éclairage, usages spécifiques à l'activité aéroportuaire (incluant le tri-bagages, les commerces, et autres consommations non catégorisées), les mobilités côté piste et côté ville, l'activité aérienne.

Chacune de ces catégories contribue aux émissions de la plate-forme que l'on peut quantifier.

Les émissions directes d'ATB et celles indirectement liées à la production d'énergie d'ATB représentent seulement 2% des émissions globales de la plateforme. Ces 2% sont composés en majeure partie des véhicules de l'entreprise, des chaudières, des groupes électrogènes et de la production d'électricité. ATB a donc l'obligation de rendre ces domaines Net Zéro d'ici 2050.

Par ailleurs, les 98% d'émissions restant sont composés majoritairement par les avions, la mobilité des tiers et des passagers, les déchets et les équipements des tiers.

Bien que les compagnies, les tiers et les passagers soient les principaux acteurs de ces émissions, ATB a un rôle à jouer. En effet, l'aéroport a des leviers d'action sur le traitement des avions au sol, sur la gestion des déchets et sur la mobilité des passagers. Pour ce qui est du traitement des avions, ATB peut par exemple contribuer à optimiser le cycle LTO (Landing Take-Off), le roulage, l'utilisation des APU (Auxiliary Power Unit) et accélérer la décarbonation des GSE (Ground Support Equipment) et des véhicules des tiers.

Dans tous les cas, la décarbonation des activités est un enjeu partagé par toutes les entreprises du site. Aujourd'hui il s'agit d'un engagement volontaire qui peut très rapidement devenir une obligation.

Thématiques

Les questions soulevées par la thèse sont les suivantes : Un aéroport peut-il être autonome énergétiquement et satisfaire à tous ses besoins en utilisant seulement des EnR ? Si tel est le cas, quels sont les moyens à disposition de l'aéroport pour engager cette transition et dans quelle temporalité s'inscrit cet objectif ? Au contraire, si cet aéroport 100% autonome et renouvelable est en fait une utopie, comment l'approcher au mieux et aller bien au-delà de la décarbonation pour aller aussi vers une indépendance énergétique et une maîtrise des coûts ?

Afin de répondre à ces interrogations, le travail du thésard pourra se décomposer en plusieurs « chapitres », chacun engageant des problématiques bien spécifiques. Cependant, ces chapitres seront toujours interconnectés et une vision holistique de toutes les thématiques sera donc indispensable au travail du thésard. Une liste non exhaustive des potentiels chapitres est présentée ci-dessous.

- Diminution des émissions maîtrisées directement par ATB et évolution du mix énergétique vers du 100% décarboné, renouvelable : achat et production d'électricité, achat et production de chaleur, transition de la flotte de véhicules, achat et production de carburant, gestion des bâtiments, de l'éclairage, de la CVC. Production d'EnR sur site, stockage de ces énergies, passage à des technologies et des équipements décarbonés et plus efficaces.
- Evaluer les nouveaux besoins d'énergie en particulier liés à l'électrification d'un certain nombre d'usages et à l'électrification côté ville (mobilité, IRVE, technologie V2G) et côté piste (IRVE, transition des GSE, recharge

des engins spéciaux, prise en charge des besoins nouveaux autour de l'avion avec ACU (Air Conditioning Unit), APU-off, GPU, etc).

- Capacité des infrastructures et réseaux de l'aéroport à répondre aux évolutions attendues (électrique, réseau de chaleur, ...)
- Nouvelles énergies liées aux nouveaux avions et leur impact sur la plateforme aéroportuaire : développement des SAF et de l'hydrogène en fonction de la production/ distribution de ces énergies sur site ou à proximité.
- Réflexion sur l'impact du smart grid, de la technologie V2G,...
- Stockage d'énergie sur site.
- Compensation des émissions résiduelles sur site, travail sur des puits de carbone naturels et/ou technologiques.

Méthodologie - Approches scientifiques

Le travail du thésard se fera en plusieurs étapes pour progresser vers la co-optimisation (conception par optimisation intégrant dimensionnement et gestion de l'énergie du réseau multiflux) :

1. Une première étape de diagnostic et d'appréhension des usages (consommations multi-flux), des contraintes (impactant la conception du réseau multi-flux) et des ressources (gisements disponibles et contraintes EnR, EnR) de la plateforme sera nécessaire. Il s'agira ensuite de faire des projections des besoins et des consommations de l'aéroport à court, moyen et long terme. L'évolution du trafic aérien, du climat, des passagers, etc seront entre autres des facteurs à prendre en compte. L'objectif de cette première étape consiste à disposer d'une base de données d'entrées et de contraintes fonctionnelles et environnementales permettant de spécifier le cahier des charges pour le co-optimisation
2. Ensuite, le thésard devra aborder la problématique des indicateurs technico-économiques et environnementaux qui constitueront les fonctions objectifs de la co-optimisation: sur le plan technico économique, il s'agira d'estimer au moins grossièrement (en intégrant des marges d'incertitudes) les CAPEX/OPEX des technologies candidates pour l'électrification des usages et de la production d'énergie en intégrant le vecteur hydrogène (avec ses capacités de cogénération électricité chaleur) et autres technologies de stockage (batterie notamment). Comme pour l'ensemble des données, des projections moyen long terme de ces indicateurs économiques seront à mener. Sur le plan environnemental, les indicateurs devront exprimer l'objectif de la décarbonation pour chaque domaine sur lequel ATB a un impact : des indicateurs globaux tel que le "Global Warming Potential (GWP)¹. Enfin, le 100% autonome et renouvelable pourra être établi comme contrainte de la co-optimisation.
3. La troisième étape, d'importance majeure, concernera le modèle du smart grid multi-flux : il s'agira ici de bâtir une base de modèle permettant de représenter les sources, stockeurs (électrochimiques et hydrogène) et les usages multi-flux (électricité, chaleur, hydrogène) en incluant la mobilité. Les capacités de cogénération électricité-chaleur propres au vecteur hydrogène feront partie intégrante du modèle systémique. Tout au long de ses investigations, le thésard pourra utiliser le jumeau numérique du projet STARGATE comme outil de référence qu'il complètera pour bâtir ses propres modèles de conception afin de simuler ses scénarii et ses projections. Cette base modèle constituera le cœur de l'outil de co-optimisation qui constitue l'étape ultime.
4. La dernière étape visera en effet à finaliser la démarche et l'outil de co-optimisation qui permettra de relier les données d'entrées (étape 1) aux indicateurs et contraintes de conception (étape 2) à travers la base de modèles de conception (étape 3).

Le thésard appréhendera la faisabilité de chaque solution trouvée et en déduira trois scénarii majeurs. Chaque scénario pourra présenter un mix énergétique différent avec des solutions et technologies différentes mais en gardant comme objectif le 100% autonome et renouvelable ou, a minima, l'objectif de décarbonation totale.

¹ This global indicator is one of the most commonly used and measures the equivalent greenhouse gases emissions during the life cycle in kilogram of carbon dioxide equivalent (kgCO₂eq).

Cet objectif 100% renouvelable et autonome étant porté au sein du projet Européen Stargate, il sera aussi nécessaire d'effectuer un travail sur la répliquabilité des scénarii sur d'autres aéroports : ceci signifie que l'approche méthodologique et l'outil de co-optimisation devra être suffisamment évolutif et modulaire pour permettre de répliquer le cas Toulousain sur d'autres aéroports. En périphérie du travail de thèse, des études de cas macro sur les aéroports de Bruxelles, Athènes et Budapest pourront être réalisées.

Enfin, le thésard devra mettre les scénarii proposés en parallèle avec les perspectives économiques de l'aéroport et travailler sur la temporalité (vision projetée) des solutions à mettre en œuvre.

Informations complémentaires

- **Contrat ATB** : CDD CIFRE de 3 ans à partir d'Octobre/Novembre 2023.
- **Compétences demandées** : bon niveau d'anglais requis (niveau B2 voire plus). Connaissances des principales technologies et mécanismes de conversion d'énergie au moins avec une vision système.
- **Salaire brut annuel** : à partir de 32.000 €.
- **Statut** : cadre
- **Horaires de travail** : Forfait jours. Partage du temps de travail entre le laboratoire LAPLACE (site ENSEIHT, Toulouse centre-ville) et l'entreprise ATB (aéroport).
- **Avantages** : RTT, tickets restaurants, mutuelle d'entreprise famille, prévoyance, retraite complémentaire, intéressement, participation, télétravail, forfait mobilités durables, prise en charge des abonnements de transport en commun, CESU.

Contacts :

- Pour toutes **questions complémentaires** sur le contenu de l'offre, vous pouvez contacter directement :
 - Laboratoire Laplace : xavier.roboam@laplace.univ-tlse.fr
 - ATB : k.besnard@toulouse.aeroport.fr
- Les **dossiers de candidature**, constitués d'une lettre de motivation ainsi que d'un CV à jour, devront être transmis directement en ligne via : <https://www.toulouse.aeroport.fr/societe/metiers-et-recrutement>

Encourageant l'inclusion et la diversité, Aéroport Toulouse-Blagnac s'engage en faveur de l'emploi des personnes en situation de handicap, et à lutter contre toutes les formes de discrimination dans l'accès à l'emploi, à la formation, à la promotion, et plus largement dans nos environnements et cadres de travail.

Cette offre de CDD est donc ouverte à toutes et à tous.