

**PhD in Aerospace Engineering**  
**“Contribution à l’étude du transport multi-modal, Aérien-Rail”**  
**Financement : Allocations Doctorales Interdisciplinaires [ADI 2021],**  
**Université Fédérale de Toulouse**

## 1. Avertissement

Cette annonce est une prise de contact avec les candidat.e.s intéressé.e.s mais le financement ne sera sécurisé que courant 2021, pour un **démarrage de thèse vers septembre 2021**.

## 2. Sujet de thèse

L’aviation n’a pas bonne presse : même si son usage s’est largement démocratisé, dans les pays développés et certains émergents tout au moins, il lui est notamment reproché son empreinte carbone (voyage en avion Paris – Bordeaux émet 92 kg de CO<sub>2</sub> contre 1,8 kg pour le TGV ; stats lisea - 2017) ; de fait, des appels fleurissent pour limiter le recours à ce mode de transport notamment pour les plus courtes distances. A l’échelle d’un territoire comme la France, cela signifie un possible processus de translation de l’aérien vers le TGV, processus largement entamé (baisse du ¼ de l’activité aérienne en 2018 suite à la mise en place de la LGV dans le cas de la liaison Bordeaux-Orly).

La crise du Covid apparaît comme un facteur de fragilisation supplémentaire tant en gênant la production qu’en ayant cloué au sol les compagnies aériennes clientes. Parallèlement la soutenabilité environnementale de l’aviation est remise en cause comme le montre le nombre d’articles de la presse grand public. Ceci stimule de nouvelles initiatives dans le monde aéronautique, tout en déstabilisant les schémas de transport et de production aéronautique traditionnels.

Ainsi, il est légitime de revisiter les schémas de base d’organisation du transport aérien afin d’évaluer des besoins, et usages émergents, de nouveaux schémas de transport, et de solutions technologiques répondant aux enjeux sociétaux et environnementaux. Cette étude se donc propose de choisir l’angle spécifique du transport multi-modal aérien-ferroviaire, avec pour motivation de réévaluer le potentiel de complémentarité des modes de transport [1] [2] [3] [4], et ce dans le cadre d’une approche territorialisée et des ressources, potentiels et contraintes ou freins (sociaux économiques, fonciers ... ) sur le terrain. Cet éclairage sur l’impact local fait particulièrement sens pour d’autres raisons qui pourraient se révéler essentielles pour le secteur du transport, sur le court et moyen terme : (1) certaines régions se positionnent actuellement sur le développement de réseaux d’énergie et de transport basé sur l’hydrogène, (2) la crise sanitaire tend à accélérer la transformation de secteurs industriels, comme le montre la crise de l’aéronautique dans la région Occitanie (entre autre). Ce contexte renouvelé représente donc une opportunité de réfléchir à l’idée de ressources locales et des opportunités de développement économique de territoires, pas seulement pour les lieux de conception/production de moyens de transport en synergie, mais aussi pour les lieux qui participent à leur utilisation et à leur opérationnalité.

Le projet inspire à analyser les apports et conditions de faisabilité du transport multi-modal aérien, en proposant une méthodologie plus générale qu’actuellement considérée. Un point de vue plus global, incorporant d’autres moyens de transport, est rarement étudié de manière multidisciplinaire au moment de la conception préliminaire, par exemple comme critère de faisabilité. De plus, d’un point de vue technologique, le développement de l’aviation à très faible impact environnemental apparaît maintenant comme assez probable, avec des performances d’avions électriques compatibles avec des routes de l’ordre de 200 km, voire plus par des extensions thermiques avec des impacts modérés [5]. L’ensemble rend donc possible l’évaluation technique de nouvelles formes de transport aérien, intégrée dans un ensemble plus vaste de contraintes de connectivité (temps par exemple), sous forte contrainte d’impact environnemental (Fig 1), dans une plateforme open-source [6] à élargir méthodologiquement [7] [8]. Ce type d’approche repose cependant sur le développement de modèles disciplinaires adaptés, dont beaucoup sont encore à adapter à l’étude proposée (par exemple travaux de Floden [9]).

[1] CHEN, Minghui. Analyse de la concurrence intermodale: l'évaluation de la qualité des dessertes ferroviaires et aériennes. 2019. Thèse de doctorat. Université de Lyon.

- [2] ZHANG, Fangni, GRAHAM, Daniel J., et WONG, Mark Siu Chun. Quantifying the substitutability and complementarity between high-speed rail and air transport. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2018, vol. 118, p. 191-215.
- [3] CHIAMBARETTO, Paul et DECKER, Christopher. Air–rail intermodal agreements: Balancing the competition and environmental effects. *Journal of Air Transport Management*, 2012, vol. 23, p. 36-40.
- [4] GIVONI, Moshe et BANISTER, David. Airline and railway integration. *Transport policy*, 2006, vol. 13, no 5, p. 386-397.
- [5] G. Atanasov, J. van Wensveen, F. Peter, T. Zill (2020). Electric commuter transport concept enabled by combustion engine range extender. In *CEAS Aeronautical Journal*.
- [6] Delbecq S., Bénard E., Budinger V., David C., Defoort S., Schmollgruber P. (2020). From FAST to FAST-OAD: An open source framework for rapid overall aircraft design. EASN on-line conference
- [7] Flodén, J. (2010). A systems view of the intermodal transport system. MINT -Model and decision support system for evaluation of intermodal terminal networks. Deliverable WP 2.1 Development of a conceptual model for the intermodal terminal network. ERA-NET.
- [8] Price, M., Raghunathan, S., & Curran, R. (2006). An integrated systems engineering approach to aircraft design. *Progress in Aerospace Sciences*, 42(4), 331-376.
- [9] Flodén, J., & Williamsson, J. (2016). Business models for sustainable biofuel transport: the potential for intermodal transport. *Journal of Cleaner Production*, 113, 426-437.

### 3. Originalité visée et organisation de la thèse

La thèse proposée repose sur une volonté de faire émerger un thème de recherche commun, multidisciplinaire, permettant d'explorer les conditions de l'émergence d'une nouvelle forme du transport aérien sur la base de la synergie aérien-rail.

Pour atteindre cet objectif de haut niveau, il est envisagé de répondre plus particulièrement aux thématiques suivantes:

- Synthèse des ressources disponibles, traitant des flux respectifs, des occurrences géographiques
- Analyses des usages et besoins, et de l'offre à l'échelon national et local;
- Evaluation des opportunités créées par une grande proximité des plateformes train & rail : synergie de plateformes communes afin de réduire les temps de transit et de diminuer l'empreinte sol, problématique des dessertes aéroportuaires ;
- Analyse spécifique de l'impact environnemental des combinaisons de transport par prise en compte des contributions directes et indirectes (infrastructures, par exemple);
- Modèles économiques associés au transport ferroviaire, et aérien (adapté aux schémas de transport : transport intra-urbain étendu, inter-urbain, régional ?)
- Critères de viabilité technique: caractéristiques du transport aérien émergent (électrique, hybride, hydrogène, montée des bio-carburants..) en termes de capacité d'emport, d'autonomie, de coût et d'impact environnemental. Mise en place d'une plateforme de conception avion intégrée ; focus sur émissions CO2 & impact (ACV intégrée à l'évaluation du design), et en particulier bruit car potentiellement dépendance à routes « critiques » ;
- Critères d'acceptation sociétale de mode de transport émergent : quels sont les temps de transport critiques – rendant l'option aéronautique viable -, suivant cible (usagers – entreprises);
- Etude de 2 ou 3 cas tests : problème de mobilité au travers d'obstacles physiques (mer, montagne...).

### 4. Ambition et équipe d'encadrement

Ce projet sera encadré par l'équipe suivante :

- ISAE-SUPAERO-DCAS

<https://www.isae-supaero.fr/en/research/departments/department-of-aerospace-vehicles-design-and-control-dcas-95/department-of-aerospace-vehicles-design-and-control-dcas/>

- UNIVERSITE DE TOULOUSE 2, JEAN JAURES, LABORATOIRE LISST :

<https://lisst.univ-tlse2.fr/>

- Ecole doctorale de rattachement envisagée : ED-AA

## 5. Profil du Candidat

- Ingénieur/Master/Master Spécialisé en Aéronautique
- Connaissances fortement souhaitables : secteur aéronautique, thématiques du transport (ferroviaire) & infrastructure, impact climatique du transport, fort intérêt pour le développement territorial, mobilités et commerce, bases de données et à la cartographie appliquée aux transports, bonne capacité à coder en Python, être à l'aise dans la rédaction en Anglais

## 6. Contact

Pour tous renseignements:

[emmanuel.benard@isae-supaero.fr](mailto:emmanuel.benard@isae-supaero.fr)