



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



JOURNÉE TECHNIQUE DU STAC

13 JUIN 2023



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



BIODIVERSITÉ ET TRANSPORT AÉRIEN

Biodiversité et Transport aérien

Animation: Odile Chérel, conseillère chargée de la transition écologique au cabinet du DGAC

1. Ornithologie en milieu aéroportuaire : améliorer la connaissance des agents sur le terrain

Marta Giordano, ornithologue – division Prévention du risque animalier, STAC/ESSOP/ENV/PRA

Guillaume Voisin, responsable de la formation continue aéroportuaire, département Transport aérien/ENAC

2. Biodiversité en milieu aéroportuaire : accompagner les gestionnaires d'aéroports

Constance Anelli, ingénieure d'études, STAC/ESSOP/ENV/PRA

Maxime Lefèvre, chargé de projet biodiversité, STAC/ESSOP/ENV/PRA

Clément Fauger, référent biodiversité, DSAC Sud-Ouest

Honorine Roche, coordinatrice de projets biodiversité, Aéro Biodiversité

3. Cohabitation entre activités aériennes et faunes : Zones de sensibilité majeure et aviation légère

Constance Anelli, ingénieure d'études, STAC/ESSOP/ENV/PRA

Arnaud Delbary, chargé de mission, DREAL Nouvelle-Aquitaine

4. Plateforme de compostage à proximité d'un aéroport : Problématiques et possibles solutions

Marta Giordano, ornithologue – division Prévention du risque animalier, STAC/ESSOP/ENV/PRA

François Lebailly, délégué, DSAC Sud-Est



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Ornithologie en milieu aéroportuaire

Améliorer les connaissances des agents sur le terrain

Marta Giordano, ornithologue – division prévention du risque animalier, STAC/ESSOP/ENV/PRA

Guillaume Voisin, responsable de la formation continue aéroportuaire, département transport aérien, ENAC

Sommaire

1

L'évaluation du risque animalier sur les aérodromes

2

PIAF - Plateforme d'Information Aviaire en France

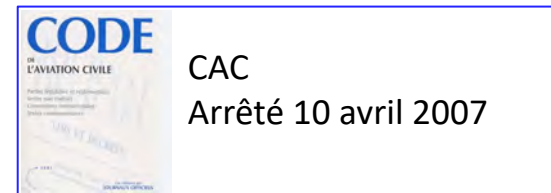
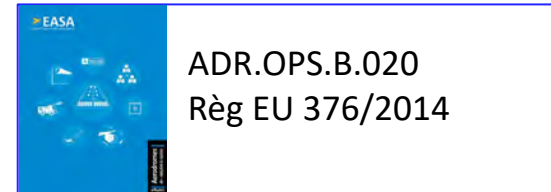
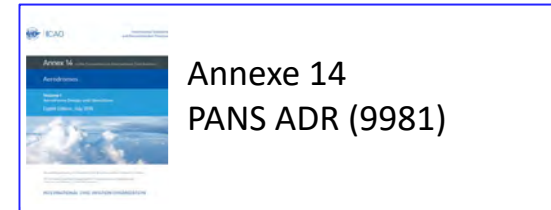
3

La formation des agents

L'évaluation du risque animalier

L'évaluation du risque animalier sur les aéroports et à leur proximité, est encadrée par plusieurs textes réglementaires nationaux et internationaux.

Une évaluation du risque animalier pertinente repose sur **une bonne connaissance de la présence animalière** au cours de l'année sur et aux alentours de la plateforme aéroportuaire.



L'évaluation du risque animalier

Le recensement des espèces d'oiseaux sédentaires est effectuée par le Service de Prévention du Risque Animalier. L'appréciation de la présence d'oiseaux migrateurs est plus complexe.

Le STAC a développé **PIAF**, un outil d'information sur la présence et les mouvements des oiseaux migrateurs sur le territoire métropolitain français, en collaboration avec la LPO.



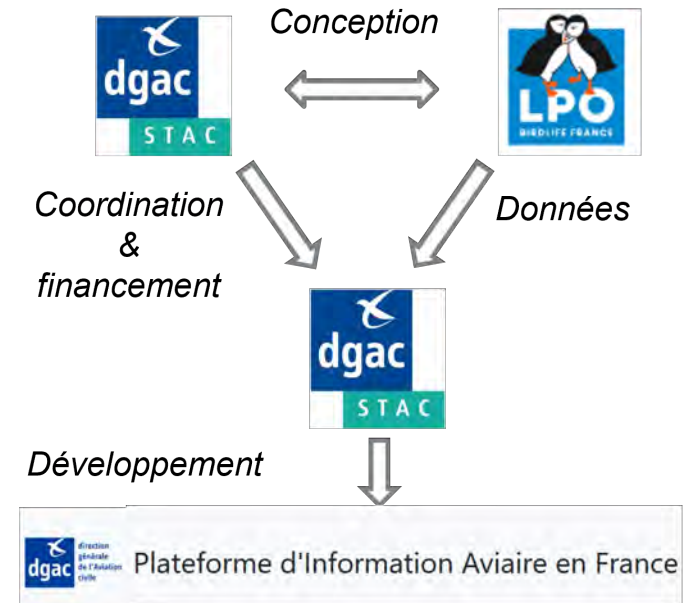
PIAF - Plateforme d'Information Aviaire en France

2018 : Échanges avec la LPO

2019-2020 : Partage de données STAC/ LPO

2021-2022 : Développement par le département
ASID du STAC

2023 : Lancement de la plateforme en ligne



PIAF - Plateforme d'Information Aviaire en France

43 espèces d'oiseaux migrateurs -> données Pica

- Fiche descriptive
- Cartes de la migration pré et postnuptiale
- Carte de répartition

The screenshot shows the PIAF website interface. At the top, there are logos for the French Ministry of Transport and DGAC, along with the title 'Plateforme d'Information Aviaire en France'. Below this is a navigation menu with 'Espèces migratrices', 'Aérodromes', and 'Liens utiles'. A search bar is present with the placeholder text 'Rechercher une espèce ou un aéroport...'. The main content area features a 'Bienvenue sur PIAF' section with a brief description of the platform's purpose and a 'Rechercher un aéroport' button. Below this is a section titled 'Espèces survolant l'Hexagone ce mois-ci' which displays three bird species: 'Goéland cendré', 'Hirondelle de fenêtre', and 'Goéland argenté'. Each species is accompanied by a photograph and a short text description.

PIAF - Plateforme d'Information Aviaire en France

Fiche descriptive :

- Photo
- Description du comportement
- Phénologie
- Nombre de collisions

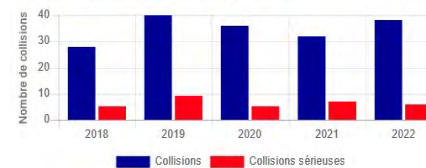
Buteo buteo, 800 g, migration diurne

Rapace extrêmement commun dans tout l'Europe de l'Ouest, la Buse variable est un migrateur partiel. Les populations les plus méridionales sont sédentaires, alors que les oiseaux se reproduisant en Europe du Nord sont largement migrateurs : une partie importante de la population scandinave passe notamment par la Métropole. Les nicheurs français sont essentiellement sédentaires. La Buse variable est très éclectique dans le choix de son habitat pour peu qu'elle y trouve sa ressource alimentaire. En migration, elle est susceptible d'effectuer des haltes dans tous milieux plus ou moins ouverts, y compris en moyenne altitude. Les oiseaux migrent de jour, seuls ou en petits groupes lâches, formant ponctuellement des rassemblements dans les ascendances thermiques ou sur les zones de chasse.

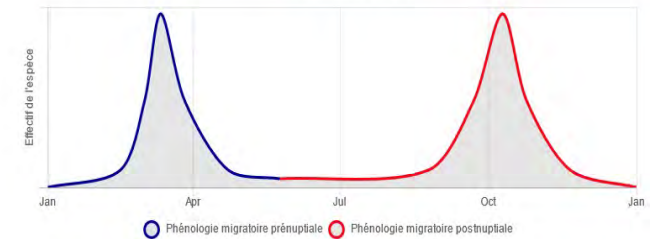


© Alain Boullah | LPO

Nombre de collisions aériennes enregistrées : (*)



(*) Les collisions incluent les collisions sérieuses.



PIAF - Plateforme d'Information Aviaire en France

Cartes de la migration pré et postnuptiale :

- Couloirs principaux et secondaires de migration
- Description du comportement migratoire

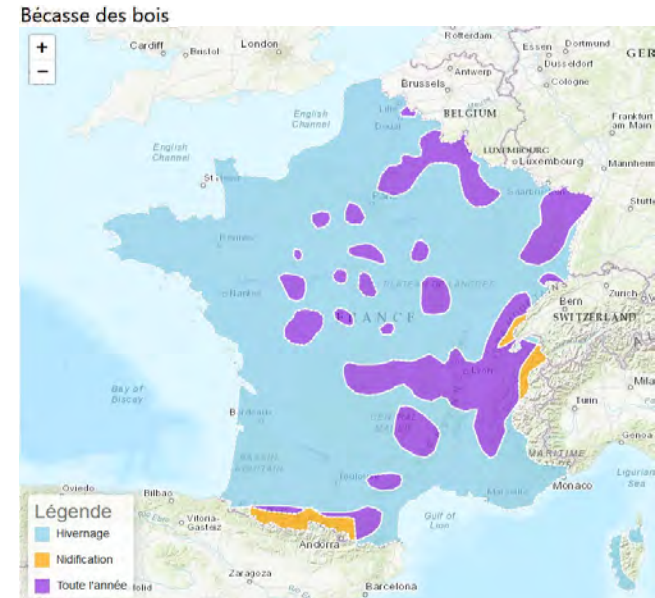
Etourneau sansonnet



PIAF - Plateforme d'Information Aviaire en France

Carte de répartition :

- Distribution de l'espèce au cours de l'année



PIAF - Plateforme d'Information Aviaire en France

Classification des espèces par :

- Aéroport
- Mois de passage
- Niveau de danger (basé sur le comportement migratoire et la masse de l'espèce)

Caille des blés

Danger faible

Espèce à migration nocturne

[En savoir plus sur l'espèce](#)



Guépier d'Europe

Danger élevé

Espèce à migration diurne

[En savoir plus sur l'espèce](#)



Martinet noir

Danger moyen

Espèce à migration diurne

[En savoir plus sur l'espèce](#)



PIAF - Plateforme d'Information Aviaire en France

Bulletin mensuel :

- Arrivée/ départs de différentes espèces
- Focus sur certaines espèces

Actualités - Mai 2023

Les guêpiers sont arrivés

Les premiers guêpiers d'Europe rejoignent la France à partir de la mi-avril en traversant la Méditerranée entre le littoral catalan et l'Italie. Un deuxième flux d'oiseaux, moins massif, passe par les Pyrénées et suit la côte atlantique jusqu'en Bretagne.

Le 2 mai, un groupe d'au moins 15 individus a été observé dans le Sud-Ouest, près de Banyuls-sur-Mer (66) et plusieurs guêpiers ont été signalés aux alentours de Carcassonne (11). Le même jour, quelques groupes de guêpiers (> 10 individus) a survolé les régions PACA (La Turbie (06)) et Auvergne-Rhône-Alpes (Valence (26)).

Au cours des deux premières semaines de mai, la migration a poursuivi vers le Nord de la France. Des guêpiers d'Europe ont été observés en Bourgogne-Franche-Comté (Besançon (25) et Dornecy (58)), en Centre-Val-de-Loire (Bourges (18)) et en Nouvelle-Aquitaine (Angoulême (16)).



Une approche pédagogique modulaire

Le contexte :

- Amélioration continue de la sécurité et préservation de la biodiversité
- Un cadre de plus en plus exigeant en matière de suivi des formations (ADR.OR.D.017)
- Un enjeu d'efficacité et d'efficience

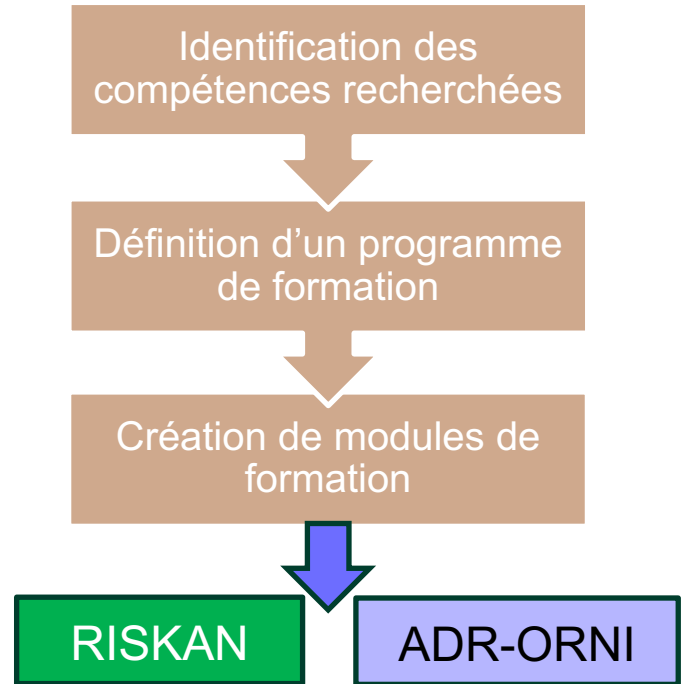


©Richard Metzger/DGAC-STAC

Evaluation et gestion du risque animalier

Cela implique :

- Une connaissance de l'emprise aéroportuaire et des zones à proximité
- Des calculs de risques
- Une fiabilisation des données de base



La différence est-elle toujours évidente?



Caractéristiques de la formation ADR-ORNI (2 jours)

Finalité

- Reconnaître les oiseaux
- Mieux comprendre le comportement des oiseaux

Pour qui ?

- Agent SPPA ou référent SPPA

Quelques thèmes de formation

- Espèces impliquées dans les collisions
- Espèces qui fréquentent les aérodromes
- Critères d'identification des différentes espèces (morphologie, masse, forme, couleur, comportement...)
- Utilisation du matériel d'observation et d'identification
- Report des observations et notification des collisions

Où se déroule la formation ?

- ENAC Montpellier
- + Aéroport de Montpellier
- + Institut de botanique (Université de Montpellier)



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Merci de votre attention

Marta Giordano – marta.giordano@aviation-civile.gouv.fr

Guillaume Voisin – guillaume.voisin@enac.fr



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Biodiversité en milieu aéroportuaire

Accompagner les gestionnaires d'aéroports

Constance Anelli, ingénieure d'études– division prévention du risque animalier, STAC/ESSOP/ENV/PRA

Maxime Lefèvre, chargé de projet biodiversité - division prévention du risque animalier,
STAC/ESSOP/ENV/PRA

Clément Fauger, référent biodiversité – DSAC Sud Ouest

Honorine Roche, coordinatrice de projets biodiversité – Aéro Biodiversité



MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS

*Liberté
Égalité
Fraternité*



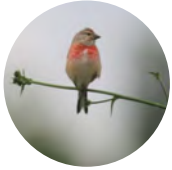
direction
générale
de l'Aviation
civile

La biodiversité en milieu aéroportuaire

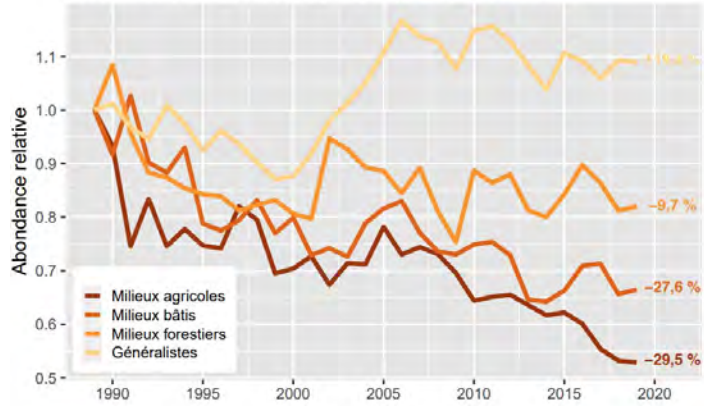
Une richesse à préserver



La biodiversité et son déclin



Evolution des indicateurs par groupe de spécialisation



Fontaine et al. Suivi des oiseaux communs en France 1989-2019 : 30 ans de suivis participatifs. MNHN-Centre d'Écologie et des Sciences de la Conservation, LPO BirdLife France

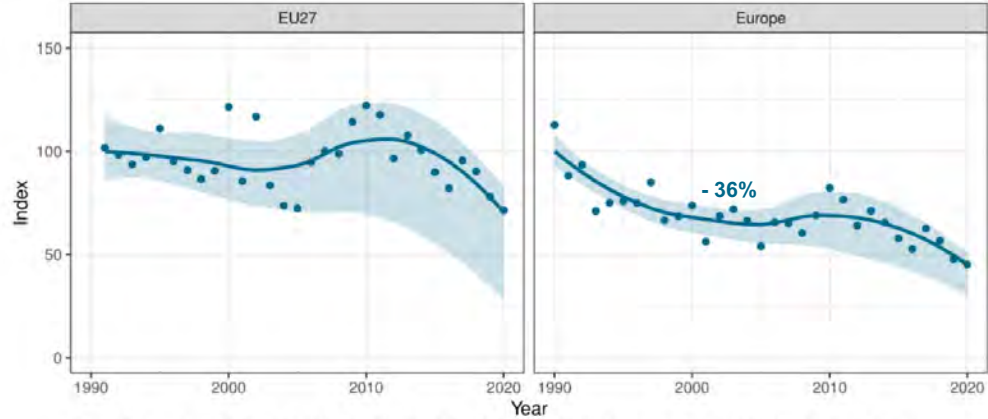


Figure 6: Grassland butterfly indicators for EU27 and Europe. Shaded areas represent 95% confidence intervals.

van Swaay et al. European Grassland Butterfly Indicator 1990-2020: Technical report. Butterfly Conservation Europe & ABLE/eBMS

L'intérêt des prairies aéroportuaires

Les prairies permanentes

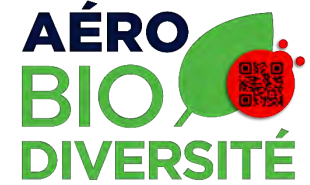
- Milieux ouverts, non labourés
- Régression des prairies permanentes en France et en Europe
- Causes : artificialisation, intensification des pratiques agricoles...



Les aéroports et aérodromes

- Entre 70% et 75% d'espaces verts
- Grande majorité de prairies de fauche
- Refuges pour la biodiversité

L'association Aéro Biodiversité



1/ Connaître la biodiversité



2/ Sensibiliser



3/ Donner des préconisations
de gestion





MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS

*Liberté
Égalité
Fraternité*



direction
générale
de l'Aviation
civile

La fauche en milieu aéroportuaire

Entre enjeux de sécurité et de biodiversité

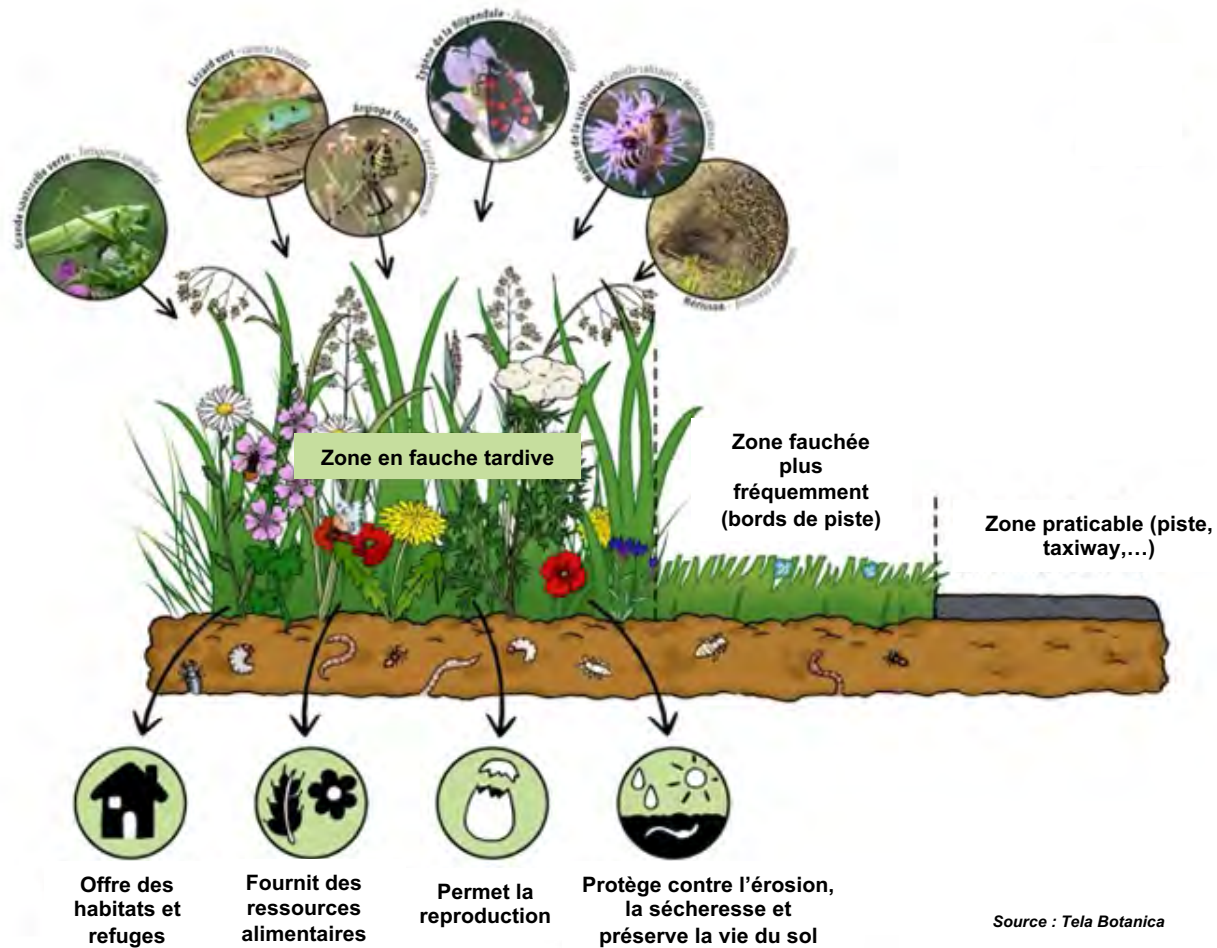


Publication d'un guide technique



Amener les exploitants à se questionner sur leurs pratiques :

- Aller vers une gestion plus vertueuse des espaces verts
- Passer d'une logique d'élimination du danger à une logique de gestion du risque



➤ **Composition**
du couvert
végétal



➤ **Pratiques** de
fauche



Des axes de réflexion

- Favoriser la diversité botanique
 - Récolter et semer des graines locales (Pictagraine)
 - Éliminer les espèces invasives et exotiques envahissantes
 - Protéger les espèces endémiques et/ou rares
 - Réaliser des inventaires habitats, faune, flore
-
- Valoriser des résidus de fauche
 - Période/fréquence/hauteur de fauche
 - Matériel de fauche
 - Circuit de fauche
 - Zones refuges

Conception d'un plan de gestion des espaces verts

Inventaires & Objectifs fonctionnels



Equipements



Inventaire



Clôtures



Bandes de piste

Matériel
Tondre / Broyer
Barre d'effarouchement ?
Conditionneur ?

Période, fréquence hauteur
Faucher avant trafic aérien bas
Faucher haut/moins souvent/tardivement
Créer des zones refuges

Couvert herbacé
Privilégier graines locales
Éliminer les EEE

Traitement des résidus
Valoriser les résidus de fauche



Sécurité / Biodiversité

Modalités par secteur



Broyage bas



Fauchage haut



Zones refuges



Fauche différenciée



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



direction
générale
de l'Aviation
civile

Accompagnement large des exploitants

Recensement des actions par la DSAC



Action en cours de la DSAC

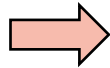
Recensement des mesures prises par les exploitants :

- Diffusion nationale d'un questionnaire en ligne
- Etablissement un état des lieux précis et exhaustif
- Mesure de l'évolution dans l'avenir

Action en cours de la DSAC

Principaux résultats du recensement national :

- Environ 430 exploitants d'aérodromes sollicités 200 réponses (46%)
- 86 déclarent avoir déjà réalisé un inventaire des espèces présentes
- 90 déclarent mettre en œuvre des mesures en faveur de la biodiversité



Environ 20% des aérodromes investis dans la préservation de la biodiversité

Action en cours de la DSAC

Principaux résultats du recensement national :

- Mesures déclarées (conformes aux impératifs de sécurité et de sûreté) :
 - adaptation de la fauche (11%) dont plan de fauche (2%) (% en DSAC-SO)
 - zéro phyto
 - sanctuarisation de zone refuge
 - plantation de haie
 - création de mare
 - gestion des espèces exotiques envahissantes
 - soin des oiseaux sauvages

Action en cours de la DSAC

Principaux résultats du recensement national :

- Risque de « fausse bonne idée » :
 - ruches
 - semis plantes mellifères non locales
 - éco-pâturage



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Merci de votre attention

Constance Anelli – constance.aneli@aviation-civile.gouv.fr

Maxime Lefèvre – maxime.lefevre@aviation-civile.gouv.fr

Clément Fauger – clement.fauger@aviation-civile.gouv.fr

Honorine Roche - honorine.roche@aerobiodiversite.org



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Cohabitation entre activités aériennes et faune

Zones de Sensibilité Majeure et aviation légère

Constance Anelli, ingénieure d'études– division prévention du risque animalier,
STAC/ESSOP/ENV/PRA

Arnaud Delbary, chargé de mission – DREAL Nouvelle-Aquitaine



1. Contexte

- a. Grands rapaces et aviation civile
- b. Plans Nationaux d'Actions
- c. Zones de Sensibilité Majeure

2. Réalisation et publication de cartes

- a. Objectifs
 - b. Réalisation des cartes
 - c. Publication des cartes – SIA
 - d. Publication des cartes – STAC
-

Contexte

Grands rapaces et Aviation civile

- **Sécurité aérienne**

Publication en 2017 d'une Note d'Information Technique, à la suite de plusieurs collisions mortelles en Espagne.

- **Biodiversité**

Consultation du STAC dans la rédaction du Plan National d'Action (PNA) du Vautour Moine pour les volets relatifs à l'aviation civile.



Contexte

Plans Nationaux d'Actions

Contexte réglementaire

- **Tous les grands rapaces sont protégés au niveau national** (arrêté ministériel du 29 octobre 2009).

Pour ces espèces : « *La perturbation intentionnelle des oiseaux, notamment en période de reproduction et de dépendance* » est interdite (Art. 3).

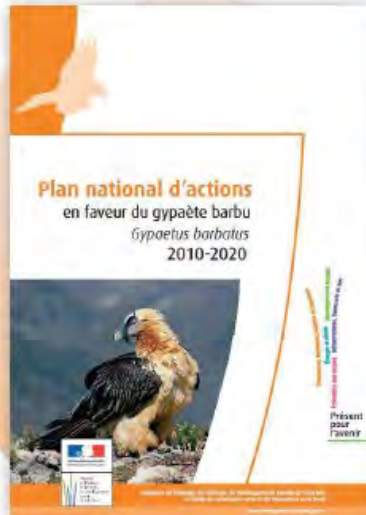
§ Article L411-1 du code de l'environnement édicte les principales interdictions lorsqu'un intérêt scientifique particulier ou que les nécessités de la préservation du patrimoine biologique justifient la conservation d'espèces animales.

- Arrêté du 12 décembre 2005 (modifié en 2013) interdisant la perturbation intentionnelle du Gypaète barbu.
- Réglementation des survols dans les espaces protégés (Parcs Nationaux, Réserves naturelles).

§ Article L411-3 du code de l'environnement édicte la mise en œuvre de **PNA** plans nationaux d'actions opérationnels pour la conservation ou le rétablissement des espèces visées aux articles L. 411-1 et L. 411-2.

Contexte

Plans Nationaux d'Actions



Renouvellement du PNA Gypaète barbu en cours



AGIR pour la
BIODIVERSITÉ



3 objectifs du PNA Gypaète barbu :

- Préserver, restaurer et améliorer l'habitat, à la fois en limitant les dérangements sur les sites de nidification et en améliorant la disponibilité alimentaire.
- Réduire les facteurs de mortalité anthropiques liés à la présence de câbles, à des intoxications ou à des tirs.
- Étendre l'aire de répartition de l'espèce et favoriser les échanges d'individus entre populations.

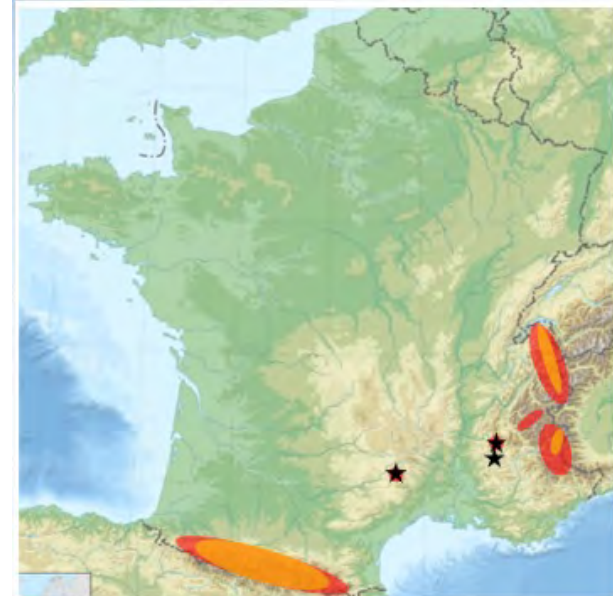
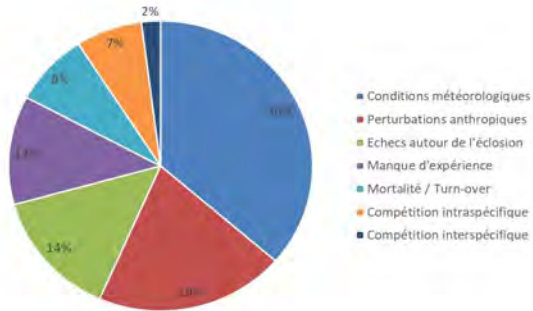
Contexte

Plans Nationaux d'Actions

Effectifs faibles : 80 couples cantonnés sur le territoire en 2022

Productivité faible : 0,37 jeune/couple/an

Effectif de la population nationale en augmentation sur la durée du PNA



63% des perturbations anthropiques proviennent de survols d'aéronefs motorisés

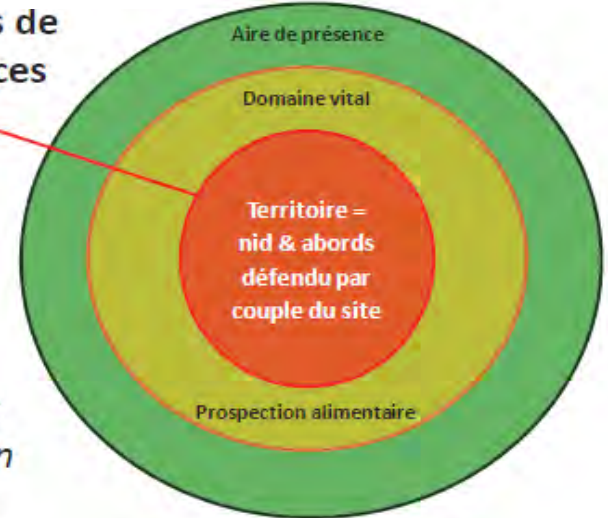
Contexte

Zones de Sensibilité Majeure

Outil de concertation ZSM
inscrit dans le PNA

Cartographie des ZSM sur
le territoire national

- ✓ Périmètre de « mise en défense »
tracé autour des aires de
nidification des rapaces



*Objectif : Contribuer à
l'augmentation du succès de
reproduction par la restriction
des activités humaines aux
abords du nid*

Contexte

Zones de Sensibilité Majeure (ZSM)

ZSM & survols aériens



Il est demandé
aux pilotes
**d'éviter le survol
des ZSM actives,
sauf cas de force
majeure.**

Les ZSM sont à prendre en compte pendant la période
de reproduction du Gypaète barbu, **entre le 1^{er}
novembre et le 31 août.**

Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Aucun survol	Aucun survol	Aucun survol						Survol libres	Survol libres	Aucun survol	Aucun survol

Réalisation et publication des cartes

Objectifs

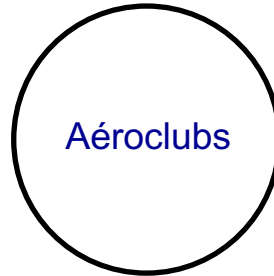
Constat : Très peu voire aucune connaissance des ZSM.

→ Mettre à disposition les ZSM à l'ensemble des pilotes par des canaux de diffusion au standard des informations aéronautiques.

→ Mener des actions de communication et de sensibilisation.

Réalisation et publication des cartes

Réalisation des cartes



Réalisation et publication des cartes

Réalisation des cartes

SIA

- Zones réglementées de survol,
- Aéroports.

Géoportail

- Zones bâties;
- Rivières, fleuves;
- Glaciers;
- Routes;
- Etc.

Cartographie

Geomatika

- ZSM

Autres

Mise en page



Réalisation et publication des cartes

Publication des cartes - SIA

Création d'une sous-section dédiée dans l'AIP
ENR 5.6.

ACTUALITÉS

[Toutes les actualités](#)

Zones de Sensibilité Majeure



Les Zones de Sensibilité Majeure de certains grands rapaces sont désormais accessibles sur l'AIP, section ENR 5.6-A.

Consultez les cartes dans le cadre de la préparation de vos vols !

Publié le 4 novembre 2022

[Replier](#)

AIP FRANCE

ENR 5.6-1
03 NOV 2022

ENR 5.6-1 ZONES DE SENSIBILITÉ MAJEURE - GRANDS RAPACES AREAS OF MAJOR SENSITIVITY - LARGE RAPTORS

Les Plans Nationaux d'Actions (PNA) sont des outils stratégiques opérationnels qui visent à assurer la conservation ou le rétablissement dans un état de conservation favorable d'espèces de faune et de flore sauvages menacées ou faisant l'objet d'un intérêt particulier.

Parmi les espèces concernées par des PNA, certains grands rapaces, tels que le Gypaète barbu et le Vautour pérorcypère représentent un enjeu particulier compte-tenu du risque important qu'ils peuvent générer en matière de sécurité aérienne.

Mais au-delà de la seule problématique de la sécurité aérienne, l'activité humaine, et notamment l'activité aérienne, peut représenter un dérangement pouvant entrer en conflit avec les objectifs de conservation fixés dans les PNA. Dans ce cadre, les pouvoirs publics répertorient des sites spécifiques, appelés Zones de Sensibilité Majeure (ZSM) qui représentent un enjeu crucial pour la protection de ces espèces. Elles correspondent en particulier aux sites de reproduction, à certains dortoirs ou sites de réintroduction.

En fonction de la période de l'année, les ZSM sont actives ou inactives. En cas d'activation, il s'agit de zones à contourner autant que possible par les usagers de l'espace aérien. En cas d'impossibilité, il est recommandé de respecter les limites altitudinales suivantes :

- 1000m au-dessus du point le plus haut de la ZSM pour les survols motorisés,
- 600m au-dessus du point le plus haut de la ZSM pour les survols non motorisés.

Les cartes suivantes présentent les différents secteurs du Massif Central, des Alpes, des Pyrénées et de la Corse concernés par les ZSM.

La désactivation des zones étant adaptée à la reproduction effective des rapaces, se reporter au site <https://www.stac aviation-civile.gouv.fr/zsm> pour les cartes détaillées par secteur.

Les rapaces sont protégés en application de l'article L411-1 du Code de l'environnement et par l'arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

National Action Plans (NAPs) are strategic operational tools that aim to ensure the conservation or restoration to a favourable conservation status of threatened or particularly interesting species of wild fauna and flora.

Among the species concerned by the NAPs, certain large raptors, such as the Bearded Vulture and the Egyptian Vulture, represent a particular challenge due to the significant risk they can generate in terms of air safety.

But beyond the sole issue of air safety, human activity, and in particular air activity, can represent a disturbance that can conflict with the conservation objectives set in the NAPs. In this context, the public authorities have listed specific sites, called Major Sensitivity Areas (MSAs), which represent a crucial challenge for the protection of these species. They correspond in particular to breeding sites, certain dormitories or reintroduction sites.

Depending on the time of year, the MSAs are active or inactive. If active, they are areas to be avoided as far as possible by airspace users. If this is not possible, it is recommended that the following altitudinal limits be respected:

- 1000m above the highest point of the MSA for motorised flights,
- 600m above the highest point of the MSA for non-motorised flights.

The following maps show the different sectors of the Massif Central, the Alps, the Pyrenees and Corsica affected by the MSAs.

As the deactivation of the zones is adapted to the actual reproduction of birds of prey, please refer to the website <https://www.stac aviation-civile.gouv.fr/zsm> for detailed maps by sector.

Raptors are protected under Article L411-1 of the Environmental Code and by the decree of October 29, 2009 establishing the list of birds protected on the whole territory and the terms of their protection.

Réalisation et publication des cartes

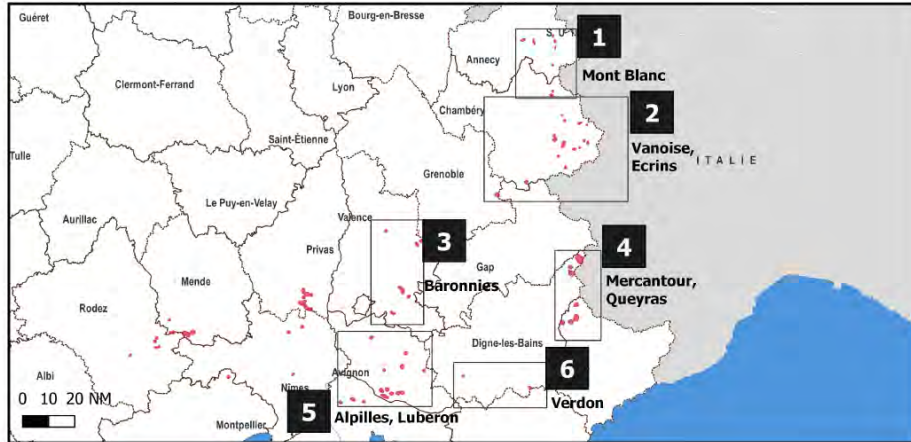
Publication des cartes - SIA

AIP FRANCE

ENR 5.6-3
03 NOV 2022

ENR 5.6-A ZONES DE SENSIBILITÉ MAJEURE - GRANDS RAPACES
AREAS OF MAJOR SENSITIVITY - LARGE RAPTORS

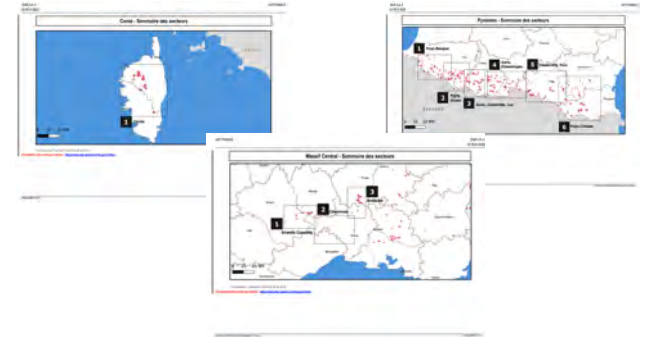
Alpes - Sommaire des secteurs



Fond cartographique : Natural Earth, IGN, BD Cartho, BD Topo, BD Alti

Consultation des cartes par secteur : <https://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/zsm>

Sommaire des secteurs par massif, avec rappel du renvoi vers le site du STAC pour cartes détaillées.



Réalisation et publication des cartes

Publication des cartes - STAC

Création d'une section dédiée.

Texte explicatif, téléchargement du document « Principes de ZSM », téléchargement des cartes.

<https://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/zsm>

ENVIRONNEMENT
ZONES DE SENSIBILITÉ MAJEURE (ZSM)
AÉROPORTS ET CHANGEMENT CLIMATIQUE
Outil d'évaluation de la vulnérabilité au changement climatique
AÉROPORTS ET BIODIVERSITÉ
AVIATION ET POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE
Activités du STAC dans le domaine de la qualité de l'air
La réglementation sur l'air
Mesurer la qualité de l'air
DÉGIVRAGE - DÉVERGLAÇAGE
Études et recherches sur les procédures opérationnelles et sur les produits de dégivrage et de déverglacement
Qualification des produits de déverglacement
Eaux et Aéroports
Sols et aéroports
MOYENS D'ACTION CONTRE LE BRUIT
Les missions du STAC dans le domaine du bruit
PUBLICATIONS
Évaluation et suivi de la biodiversité sur un aéroport
Le dispositif de mesure de bruit et de suivi des trajectoires des avions

Accueil > Environnement >

Zones de Sensibilité Majeure (ZSM)

ZONES DE SENSIBILITÉ MAJEURE - GRANDS RAPACES

Les Plans Nationaux d'Actions (PNA) sont des outils stratégiques opérationnels qui visent à assurer la conservation ou le rétablissement dans un état de conservation favorable d'espèces de faune et de flore sauvages menacées ou faisant l'objet d'un intérêt particulier.

Parmi les espèces concernées par des PNA, certains grands rapaces, tels que le Gypaète barbu et le Vautour péronoptère représentent un enjeu particulier compte-tenu du risque important qu'ils peuvent générer en matière de sécurité aérienne.

Mais au-delà de la seule problématique de la sécurité aérienne, l'activité humaine, et notamment l'activité aérienne, peut représenter un dérangement pouvant entrer en conflit avec les objectifs de conservation fixés dans les PNA. Dans ce cadre, les pouvoirs publics répertorient des sites spécifiques, appelés Zones de Sensibilité Majeure (ZSM) qui représentent un enjeu crucial pour la protection de ces espèces. Elles correspondent en particulier aux sites de reproduction, à certains dortoirs ou sites de réintroduction.

En fonction de la période de l'année, les ZSM sont actives ou inactives. En cas d'activation, il s'agit de zones à contourner autant que possible par les usagers de l'espace aérien. En cas d'impossibilité, il est recommandé de respecter les limites altitudinales suivantes :

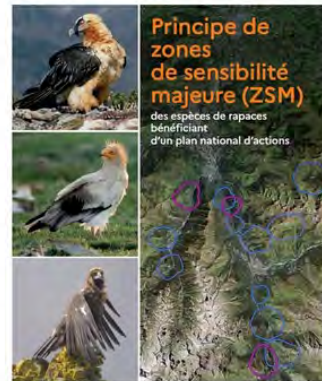
- 1000m au-dessus du point le plus haut de la ZSM pour les survols motorisés,
- 600m au-dessus du point le plus haut de la ZSM pour les survols non motorisés.

Le Massif Central, les Alpes, les Pyrénées et la Corse sont concernés par ces zones. Les cartes suivantes géolocalisent les ZSM actives sur ces massifs.

Les rapaces sont protégés en application de l'article L411-1 du Code de l'environnement et par l'arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

Téléchargement cartes :

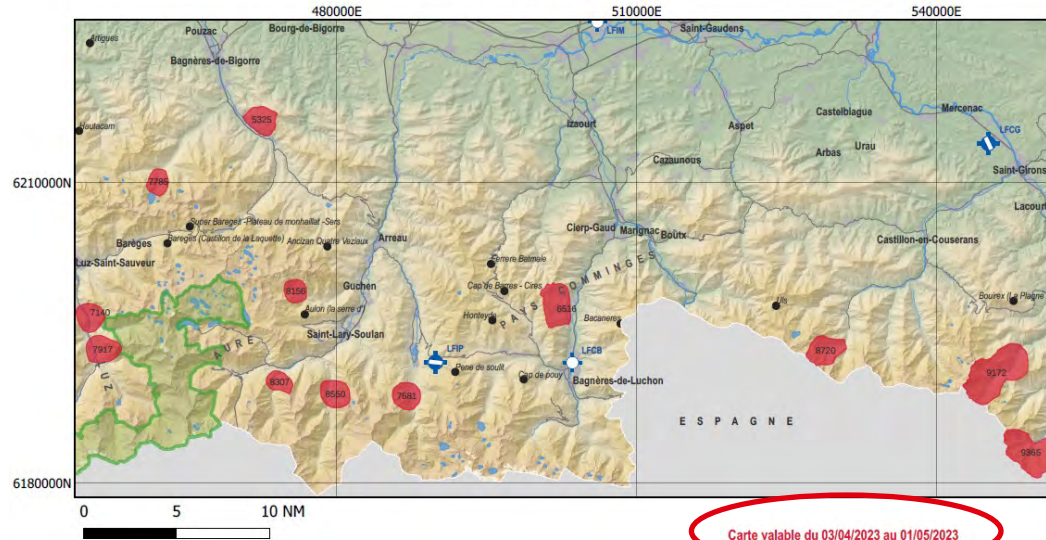
ZSM_ALPES_011122_280223
ZSM_CORSE_011122_280223
ZSM_MASSIF CENTRAL_011122_280223
ZSM_PYRENEES_011122_280223



Réalisation et publication des cartes

Publication des cartes - STAC

4. Aure, Comminges



Carte détaillée par secteur affichant les ZSM actives pendant la période indiquée.

- ZSM actives
- 9134 Altitude maximale de la ZSM en pieds (ft)

Réalisation et publication des cartes

Publication des cartes - STAC

Données de téléchargement :

	Nov 22	Déc 22	Janv 23	Fév 23	Mars 23	Avr 23	TOTAL
Principes ZSM	39	0	11	5	11	19	85
Alpes	133	74	69	29	120	99	524
Corse	26	13	11	1	22	13	86
Massif Central	59	34	20	13	50	22	198
Pyrénées	84	60	53	22	58	25	302
TOTAL	341	181	164	70	261	178	1195



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Merci de votre attention

Constance Anelli – constance.anelli@aviation-civile.gouv.fr

Arnaud Delbary – arnaud.delbary@developpement-durable.gouv.fr



MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Plateforme de compostage à proximité d'un aérodrome

Problématiques et solutions

Marta Giordano, ornithologue – division prévention du risque animalier, STAC/ESSOP/ENV/PRA

François Lebailly, délégué, DSAC Sud Est

Sommaire

Les installations de traitement des déchets

1. Typologies et problématiques

Société Balagne Recyclage

1. Prémices
2. Crise
3. Résolutions du problème

Les installations de traitement de déchets

1. Typologies et problématiques

Les typologies d'installation

Déchèteries: dépôt de métaux, verre, cartons et papier, plastique, déchets verts...
Les ordures ménagères résiduelles non recyclables ne sont pas collectées



Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND): dépôt et enfouissement de déchets organiques e non-organiques

Plateformes de compostage: collecte et traitement de déchets verts ou biodéchets pour la production de compost

Plateformes de tri et valorisation des déchets: collecte de déchets organiques et valorisables (valorisation matière et production biogaz)



Les problématiques liées à ces installations

Les activités inhérentes au traitement des déchets peuvent attirer des animaux: oiseaux généralistes (Laridés, Corvidés) et charognards (Rapaces), rongeurs, ragondins et autres mammifères (si absence de clôtures).

Les animaux sont particulièrement attirés par la présence de déchets fermentescibles.

Si ces installations se trouvent à proximité d'un aérodrome, elles peuvent présenter un risque pour la navigation aérienne, notamment pour les avions présents dans les circuits d'approche ou de décollage à basse altitude.

Les plateformes de compostage

Typologies de déchets utilisés pour la production de compost : déchets verts, biodéchets.

Modalités de compostage des déchets : à l'air libre (en andains), en casiers avec aération forcée ou en tubes de fermentation avec aération forcée.

Problématiques: les biodéchets peuvent attirer les oiseaux et d'autres animaux si sont stockés à l'air libre.

Biodéchets: « [...] déchets non dangereux biodégradables de jardin, ou de parc, les déchets alimentaires ou de cuisine provenant des ménages, des bureaux, des restaurants, [...] ainsi que les déchets comparables provenant des usines de transformation de denrées alimentaires »

Art L. 541-1-1 Code de l'environnement

Société Balagne Recyclage

1. Prémices

Une demande rejetée en 2016

Refus motivé par :

- Éléments insuffisants pour une analyse sécurisée ;
- Pas de certitude de la compatibilité avec la sécurité de la navigation aérienne.



Société Balagne Recyclage

2. Crise

Une explosion des populations de Laridés début 2022

Alerte de l'exploitant d'aéroport sur la présence de plusieurs dizaines de Laridés

➤ Site d'attraction tout d'abord introuvable

- Renforcement des moyens SPPA ;
- Surveillance RFFS également renforcée ;
- Information du sous-Préfet ;
- Interrogation des services (DREAL, DDTM) ;
- Surveillance du trafic aérien et report systématique à la DSAC-SE.

➤ Site d'attraction repéré (après 3 semaines de recherches)

- Site recyclage biodéchets (zone orange) ;
- Marché SYVADEC attribué à Balagne Recyclage ;
- Dossier approuvé par DREAL, sans tenir compte de l'avis DGAC.



Une explosion des populations de Laridés début 2022

Analyse de la situation et mesures correctives immédiates STAC & DSAC

➤ Traitement des biodéchets en andain découverts

- Arrêt immédiat du traitement en andains ;
- EISA exploitant d'aéroport pour mettre en œuvre les actions correctives immédiates ;
 - Renforcement de la surveillance RFFS ;
 - Coordination avec exploitant Balagne Recyclage sur les bonnes pratiques ;
 - Prélèvements plus importants.

Mise en péril de l'activité

- Réunion en préfecture de HAUTE-CORSE, montrant :
 - L'autorisation donnée par la DREAL sans concertation avec la DSAC-SE ;
 - L'attitude peu coopérative du SYVADEC (syndicat de valorisation des déchets de la Corse) ;
 - L'attitude des services de l'Etat (police de l'eau) qui ont donné un avis favorable initial et se sont ravisés dès l'intervention DSAC-SE.

L'Agence de Commerce et d'Industrie de Corse	Système de Gestion de la Sécurité Aéroport de Calvi Sainte Catherine	FIC-003 /SGS/DCA- CLY	Page 1 sur 21
	Evaluation d'Impact sur la Sécurité Aéroportuaire	V 4.0 du 03/05/2021	

EVALUATION D'IMPACT SUR LA SÉCURITÉ AÉROPORTUAIRE EISA

« Présence d'un site de compostage de biodéchets et
stockage de déchets végétaux hors de l'emprise aéroportuaire
»

Référence de l'étude : 2022-02

Version initiale et mise à jour

Rédigé par : Dominique Biaggi Responsable maintenance/Chargé d'affaire Date : 28/05/2022 Signature :	Vérifié par : Adrien Gandolfi Chef du service technique Date : 28/05/2022 Signature :	Approuvé pour le Dirigeant Responsable : Pierre François Novella Directeur des Concessions Aéroportuaires, Représentant le Dirigeant Responsable Date : 28/05/2022 Signature :
---	--	---

Société Balagne Recyclage

3. Résolution

Les solutions à court, moyen et long termes

Traitement immédiats des andains

- Recouvrement des andains par des broyats de palettes
 - Effet immédiat sur les populations de Laridés ;
 - EISA exploitant pour mettre en œuvre les actions correctives.

Coordination de moyen terme

- Coordination STAC constante sur le dossier avec un première analyse en juillet 2022 sur pratiques acceptables ;
- Coordination exploitant d'aéroport sur surveillance de l'activité et de la situation aviaire ;
- Coordination avec l'exploitant Balagne Recyclage sur l'installation d'une solution pérenne ;
- Rapport au préfet et signature d'un arrêté préfectoral 2B-2022-07-01-00001 cadrant les modalités temporaires de gestion, jusqu'en décembre 2022.
- Mise en œuvre d'une solution définitive pour 2023.



Figure 2. Localisation du site d'exploitation : en vert clair la plateforme de compostage, en rouge la zone de broyage, de criblage et stockage des matériaux internes de déconstruction (source : Balagne Recyclage).

Les solutions à court, moyen et long termes

L'installation finale

- Installation de 2 bio-tunnels d'une société polonaise ;
- Sortie quotidienne de 50t de matériaux inertes pour l'attraction aviaire ;
- L'installation a fait l'objet de deux visites (2 DSAC-SE et une DSCA-SE/STAC).

Les prévisions 2023

- Installation d'une chargeur couvert en remplacement du chargeur aérien

Conclusion

- L'installation permet de ne générer aucun attrait pour les populations de Laridés



Les solutions à court, moyen et long termes

Les exigences et propositions réglementaires

- Règlement n° 139/2014 du 12 février 2014 établissant des exigences et des procédures administratives relatives aux aéroports conformément au règlement (CE) n° 216/2008 du Parlement européen et du Conseil :
 - article 9 - Surveillance des abords de l'aéroport – obligation des Etats
 - article ADR.OPS.B.020 Réduction des dangers liés aux impacts d'animaux – obligation des exploitants d'aéroport
- Rapport n° 010245-03 établi par Christian ASSAILLY, Gérard LEHOUX (coordonnateur) et Philippe SCHMIT en novembre 2015 sur la gestion des déchets au regard du risque aviaire aéronautique. Les recommandations suivantes pourraient aider à mieux traiter ce type de dossier:
 - Modifier l'arrêté du 9 septembre 1997 relatif aux installations de stockage de déchets non dangereux pour introduire des dispositions sur les contraintes de la sécurité aérienne pour leur implantation. (DGPR).
 - La mission recommande de revoir la réglementation ICPE afin que tout porteur de projet d'ISDND ait l'obligation de consulter les services locaux de la DGAC pour la création d'une ISDND à moins de 30 km d'un aéroport commercial avant le dépôt d'un dossier de demande d'autorisation ICPE(DGPR).
 - La mission recommande que l'avis de la DGAC sur un projet d'ISDND soit formalisé dans la procédure et que l'autorisation d'ICPE délivrée par le préfet repose un avis favorable de la DGAC ou le respect des conditions qu'elle aurait posées.
 - La mission recommande d'imposer une étude de risque à l'exploitant dans la procédure d'ICPE, pour les sites localisés à l'intérieur d'un cercle de 13 km centré sur l'aéroport.(DGPR).



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Merci de votre attention

Marta Giordano – marta.giordano@aviation-civile.gouv.fr

François Lebailly - francois.lebailly@aviation-civile.gouv.fr



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



POUR UNE GESTION PLUS SOBRE DES RESSOURCES

Pour une gestion plus sobre des ressources

Animation : Thierry Decot, directeur du Laboratoire ADP

1. La nouvelle planche d'essais du STAC dédiée à l'étude du recyclage

Lucy Travailleur, cheffe de la division Sécurité, structure et éco-conception; STAC/SA/SSE

Simon Platelle, responsable technique Ile de France; Eiffage

2. Etude de l'impact du réchauffement climatique sur la durée de vie des chaussées

Michael Broutin, chef du département Structures et adhérence (STAC/SA)

Julien Lhopital, responsable infrastructures extérieures, balisage, espaces verts et Prévention du risque animalier; Lyon Aéroport

3. Alléger les réseaux électriques: nouvelles technologies pour l'alimentation des feux de balisage aéroportuaire

Bernard Duriez, chargé d'affaires de la subdivision énergie et balisage lumineux des aéroports; STAC/SE/EBA

Christian Perrotti, responsable de la promotion et des ventes; TKH Airport

4. Amélioration de la durée de vie des chaussées: Essai d'ovalisation pour caractériser les interfaces

Michael Broutin, chef du département Structures et adhérence; STAC/SA

Emile Crayssac, ingénieur maîtrise d'ouvrage délégué; Groupe ADP

5. Amélioration de la durée de vie des chaussées: Relevés de dégradations automatisés par caméras bas-coût et utilisation d'IA

Gabrielle Lehureau, chargée de mission innovation et matériels de mesure; STAC/SA/L2E

Fabien Menant, chef de projets de recherche et d'expertise; MAST/Univ Eiffel

Lancer Loua, expert infrastructures; Groupe ADP



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



EIFFAGE

ROUTE



direction
générale
de l'Aviation
civile

Planche expérimentale en matériaux recyclés

Simon PLATELLE, Service technique d'Eiffage Route
Responsable technique Ile-de-France
simon.platelle@eiffage.com

Lucy TRAVAILLEUR, STAC
Cheffe de la division Sécurité-Structures & Eco-conception
lucy.travailleur@aviation-civile.gouv.fr

Plan de présentation

- 1. Présentation du projet**
- 2. Réalisation et programme expérimental**
- 3. Projet AERICA, lauréat de l'appel à projets FEREC 2022**

1. Présentation du projet



Contexte et objectifs

Mise à jour du guide d'application des normes du STAC

Volonté d'augmenter les taux maximum de recyclage recommandés :

- En couche de base
- En couche de roulement

Composants de l'agrégat d'enrobé	Liant bitumineux	Teneur	TL _{NS}	TL ₂	TL ₁	
		Pénétrabilité ou TBA	B _{NS}	B ₂	B ₁	
	Granulats	Granularité	G _{NS}	G ₂		G ₁
Caractéristiques intrinsèques		R _{NS}	R ₁	R _{NS}	R ₁	
CT1 et CT2	Couche de roulement	0 %	20 %	0 %	20 %	
	Couche de liaison	0 %	30 %			
	Couche d'assise	10 %	20 %	30 %	40 %	
CT3 et CT4	Couche de roulement	0 %	10 %	0 %	10 %	
	Couche de liaison		10 %		20 %	
	Couche d'assise	10 %	20 %	40 %		
CT5	Couche de roulement	0 %	0 %	0 %	10 %	
	Couche de liaison	0 %	10 %	0 %	10 %	
	Couche d'assise	0 %	20 %	0 %	20 %	



Pas de retours d'expérience en aéronautique

Nécessité d'expérimenter à l'échelle 1:1

- Simulation d'un trafic avions
- Suivi du comportement dans le temps



Source : Rapport d'étude HTPT, 2011

Programme HTPT : véhicule de simulation

Nécessité de faire une étude comparative

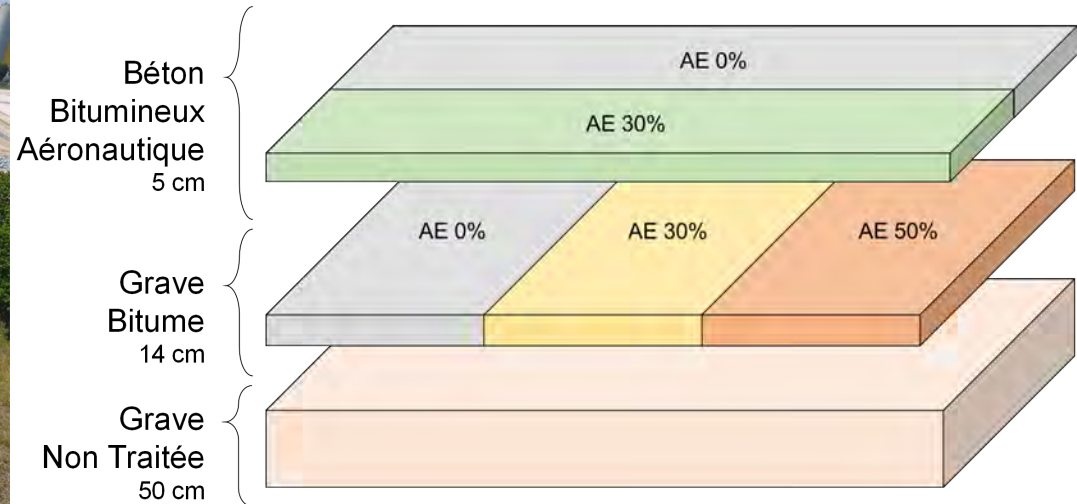
- Comparaison entre planches intégrant des agrégats d'enrobés (AE), et planche de référence

Description du projet

Réalisation d'une planche d'essais expérimentale sur le site de Bonneuil

Conception de 6 sous-plates avec taux différenciés en :

- Couche de roulement : 0% et 30 %
- Couche de base : 0%, 30% et 50%.



2. Réalisation et programme expérimental



Réalisation de la planche

Agrégats d'Enrobés AE

- Origine : excédents de production
- Élaboration : concassage-criblage
- 30 % AE : TL1-B1-G1-R1
- 50 % AE : TL0-B0-G0

Épreuves de formulation

- Études de niveau 3 sur les formules sans AE
- Reconstitution des formules avec AE
 - Même courbe granulo et même TL
 - Iso-consistance du bitume



Formule	0 % AE	30 % AE	50 % AE
BBA	35/50	50/70	
GB	35/50	50/70	70/100

Réalisation de la planche

Terrassement

- Décaissement
- Couche de forme
- Grève de recyclage
- Objectif PF2



Structure aéronautique souple

- Couche de fondation en GNT B (GRH) 0/31,5
- Calcaire dur Stinkal (62)



Réalisation de la planche

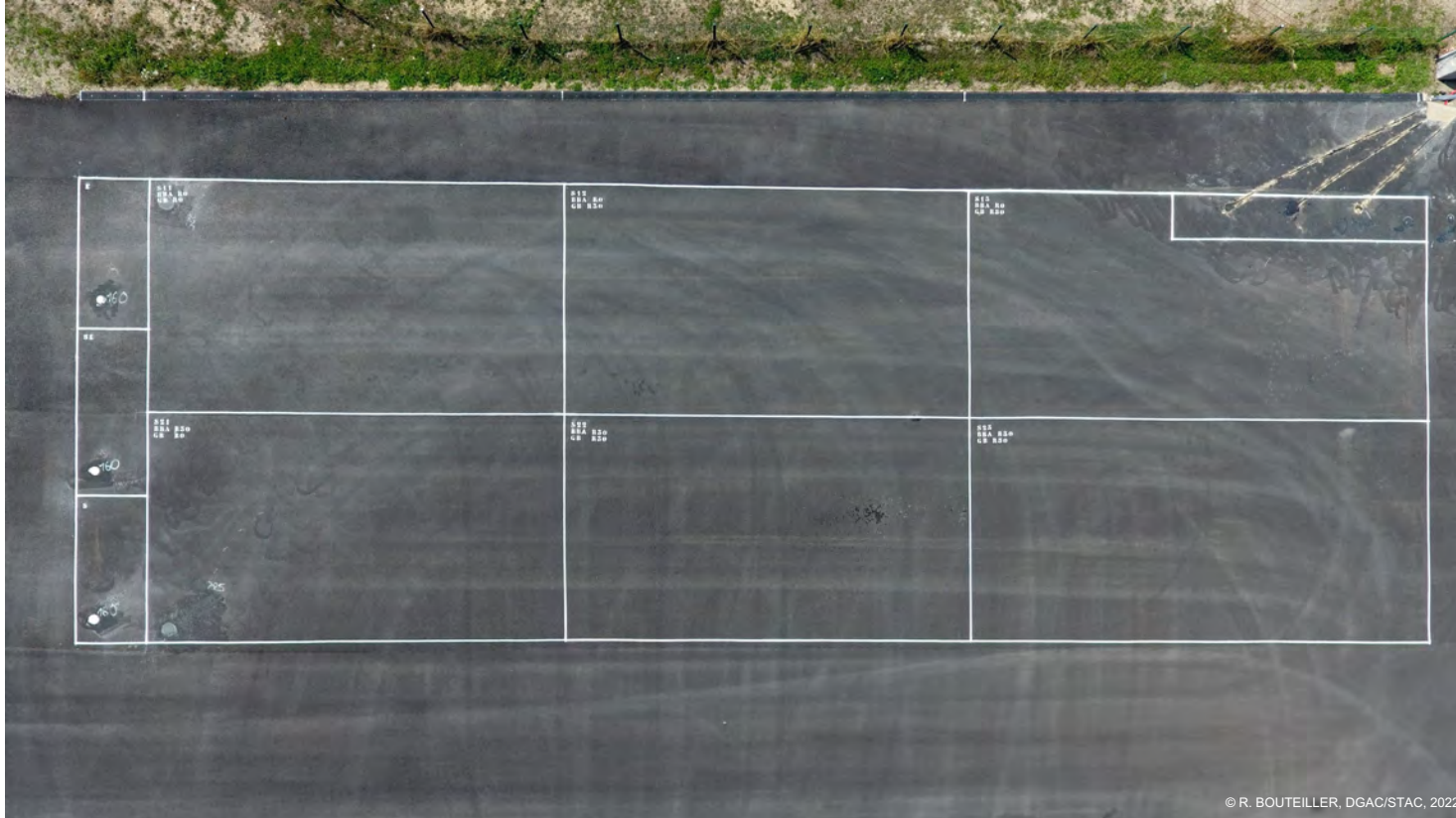
Structure aéronautique souple

- GB3 0/14 et BBAD3 0/14
- Fabrication BONNEUIL ENROBES





Réalisation de la planche



Programme expérimental

Essais in-situ : simulation d'un trafic avions

- Remorque de portance du STAC
- Cycles de chargement / déchargement



Auscultation périodique

- Mesures de déflexion : HWD
- Suivi de l'orniérage et de la fissuration

Programme expérimental

Essais in-situ : simulation d'un trafic avions

Auscultation périodique

Caractérisation des matériaux issus des planches en laboratoire

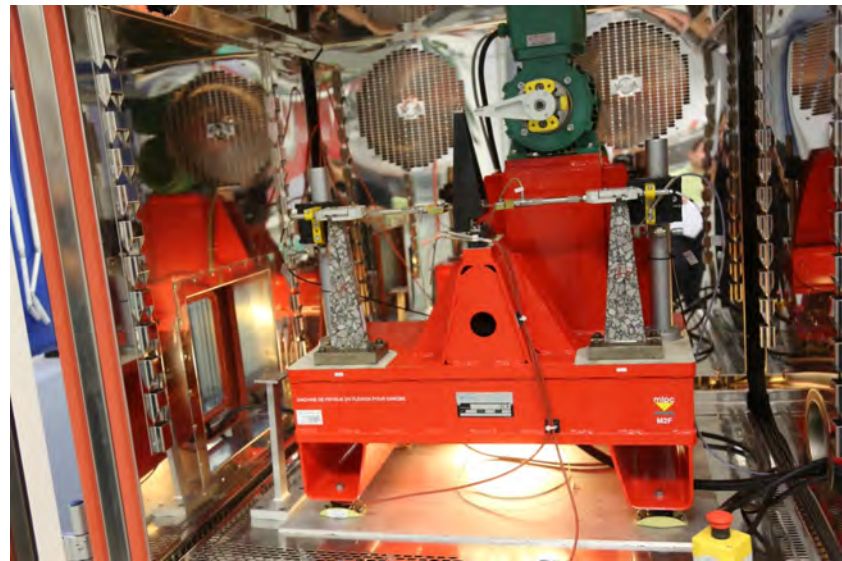
- Campagne d'essais inter-laboratoires : RILEM
- **Projet AERICA « Agrégats d'Enrobés Recyclés Introduits dans les Chaussées Aéronautiques » en partenariat avec Eiffage**

3. Projet AERICA, lauréat FEREC 2022



Partenariat STAC - Eiffage Route

Lauréat 2022



Poursuite des essais initiés sur la planche recyclage

- Prélèvements de plaques sur les planches de GB
- Mesures de module et de fatigue en laboratoire (niv. 4)
- Essais sur GB à fort taux d'AE et liant végétal

Résultats

Matériaux	Liant	Origine	Module	Fatigue		
			E (MPa) (15°C, 10 Hz)			% vides
BBA R0	35/50	Labo	13600	4,5	-	-
GB R0	35/50	Labo	12700	7,2	-	-
GB R0	35/50	Chantier	16100	1,4	129	1.4
GB R30	50/70	Chantier	13800	2,0	129	2,0
GB R50	70/100	Chantier	12300	2,7	119	2,7
	Biophalt	Labo	14600	7,3	92	7,3

Commentaires

Matériaux	Liant	Origine	Module		Fatigue	
			E (MPa) (15°C, 10 Hz)	% vides	ϵ_6 (μdef)	% vides
GB R0	35/50	Labo	12700	7,2	-	-
GB R0	35/50	Chantier	16100	1,4	129	1.4

- Bonne corrélation labo/chantier aux mêmes conditions de % vides (≈ 500 MPa / %)
- A venir : essai de fatigue différé sur GB R50 liant végétal (temps de mûrissement)



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



direction
générale
de l'Aviation
civile

Merci de votre attention



simon.platelle@eiffage.com
lucy.travailleur@aviation-civile.gouv.fr



MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Etude de l'impact du réchauffement climatique sur la durée de vie des chaussées

Michaël Broutin, chef du département Structures-Adhérence; STAC/SA

Julien Lhopital, responsable infrastructures extérieures, balisage, espaces verts et Prévention du risque animalier; Lyon Aéroport

Plan de présentation

1. Contexte et objectifs

2. Etude de sensibilité de la température sur le dimensionnement mécanique

Dommages/durées de vie vs. température équivalente

3. Etude de l'évolution des températures de chaussée

Base de données de la planche d'essais du STAC (Bonneuil-sur-Marne)

4. Instrumentation in-situ : piste 17L-35R

Alimentation de la présente étude et utilisations opérationnelles

1. Contexte et objectifs

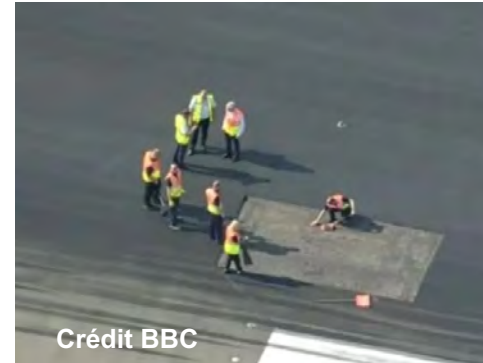


Impacts prévisibles du réchauffement climatique

- Fissuration thermique
- Fluage des enrobés
- Conditions de transfert entre dalles béton
- Courbure des dalles et conditions d'appui
- Dimensionnement mécanique
- ...

-> Présente présentation axée sur l'incidence de la température sur le dimensionnement mécanique des chaussées souples

- Utilisation de la méthode rationnelle de dimensionnement neuf
- Guide STAC (2014), librement et gratuitement téléchargeable

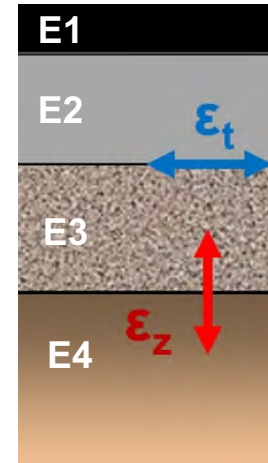


Crédit BBC



Rappels des principes du dimensionnement

- Modèle multicouche linéaire élastique
- 2 critères de dimensionnement :
 - Fatigue des enrobés
 - Déformations permanentes du sol support
- Pour chaque critère :
 - Calcul des déformations induites par le trafic
 - Implémentation de lois d'endommagement
- Influence de la température :
 - Enrobés thermosensibles : diminution des modules élastiques (E_i) avec la température et modification en conséquence des déformations et dommages
 - Température prise en compte via le paramètre « température équivalente » (T_{eq})



Concept de température équivalente

- « Température constante conduisant au même endommagement des enrobés que la somme des endommagements élémentaires cumulés, calculés aux températures réelles dans les matériaux bitumineux à chaque passage d'aéronef »
- **!! Ne correspond pas à la température moyenne dans le temps dans les enrobés** ; notamment poids plus important dans le calcul des évènements extrêmes
- Valeurs préconisées par le STAC (valeurs transposées de la méthode routière) :
 - France métropolitaine : 15°C
 - DOM-TOM : 25°C
 - Guyane : 28°C

Objectifs de la présente étude

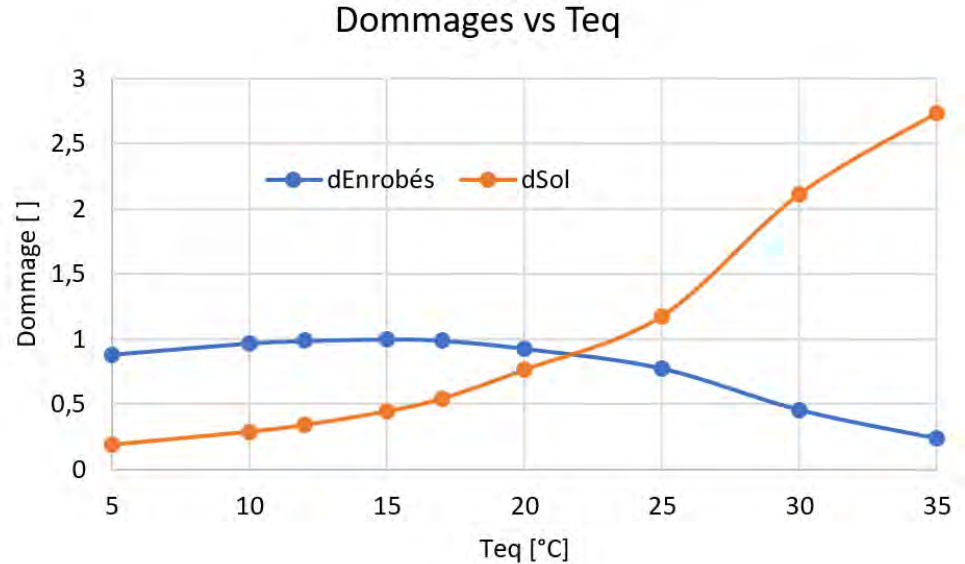
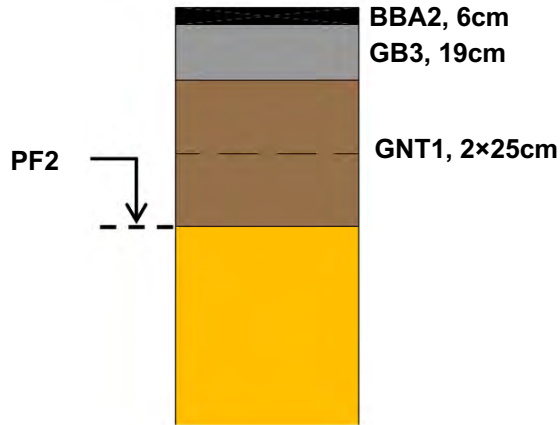
- Evaluer l'impact du réchauffement climatique sur les dimensionnements mécaniques
- Approche retenue :
 - Etude de sensibilité : influence de la valeur de Teq sur les dommages « enrobés » et « sol »
 - Calcul de l'évolution de Teq : Utilisation de données terrain (issues de la planche d'essais instrumentée du STAC ou instrumentation de plateformes) sur plusieurs années
- S'inscrit dans le cadre d'une étude plus générale sur la validation des valeurs préconisées pour le paramètre Teq

2. Etude de sensibilité sur le dimensionnement mécanique

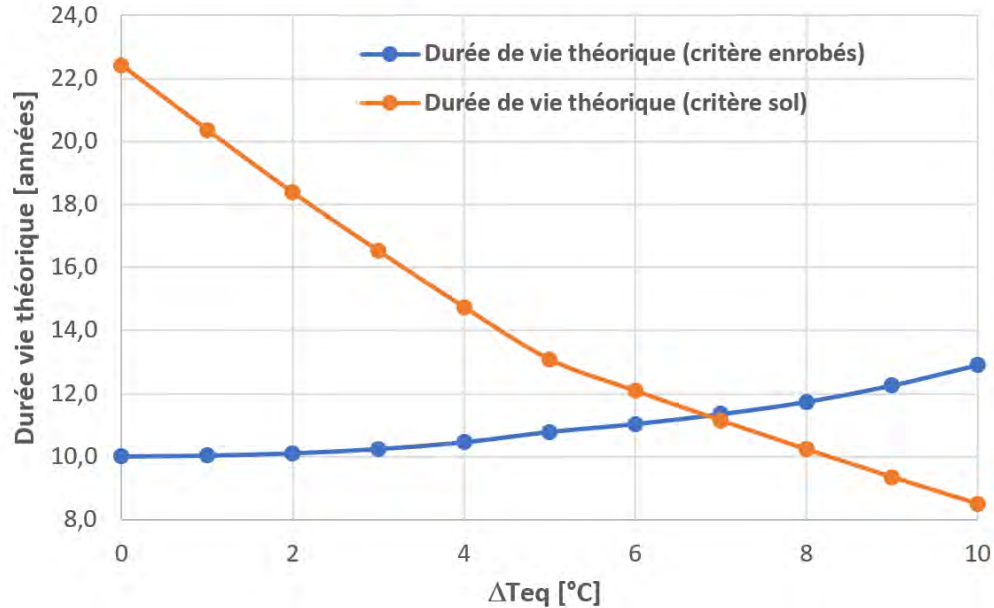


Evolution des dommages en fonction de T_{eq}

- Hypothèses de dimensionnement :
 - Structure : Planche d'essais Bonneuil
 - Trafic fictif : $RSI_{HWD}(r=0.225 \text{ m}; F=475 \text{ kN})$, 10 mvts/j pendant 10 ans
 - Paramètres piste ($V=100 \text{ km/h}; S_{Bal}=1,5 \text{ m}$)



Traduction en termes de durée vie théorique

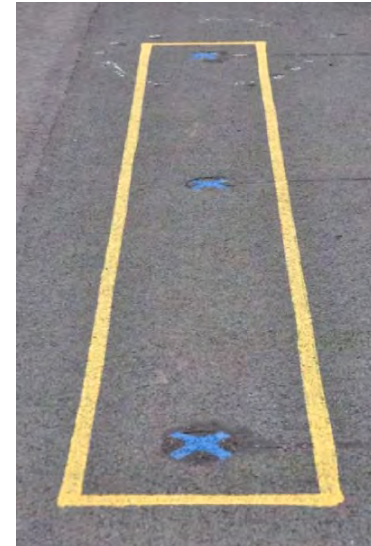


3. Etude de l'évolution des températures de chaussée



Instrumentation de chaussées ; planche Bonneuil

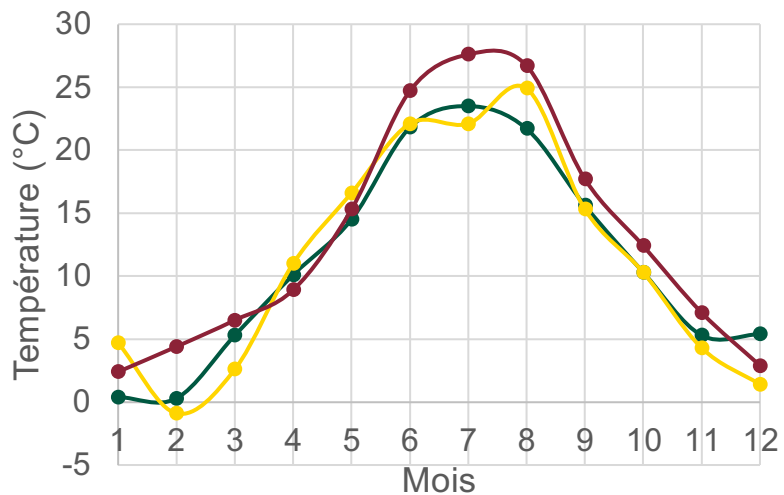
- Mise en place de sondes de température sur l'ensemble de la couche bitumineuse (3 profils ; instrumentation de carottes, rescellées au liant bitumineux)
- Acquisition en continu (1 mes / 10 min) depuis 2007



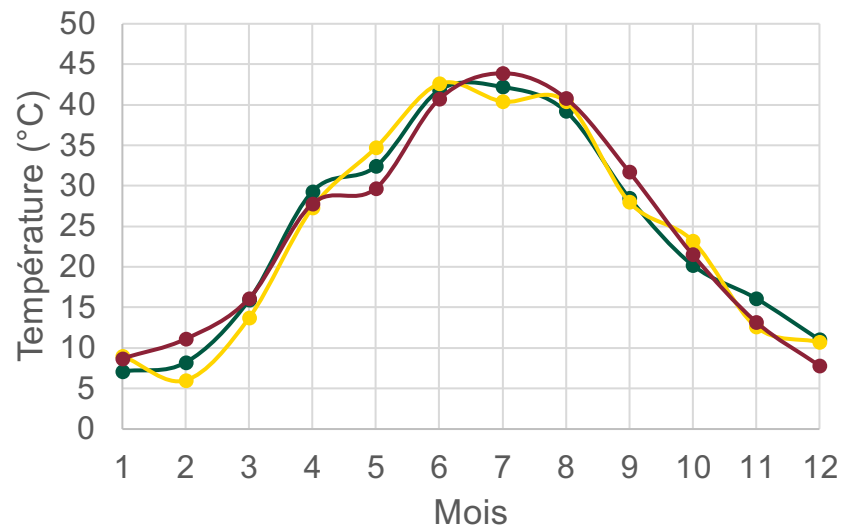
Evolution des températures

Evolution des évènements extrêmes (1^{er} et dernier décile)

1^{er} décile



Dernier décile



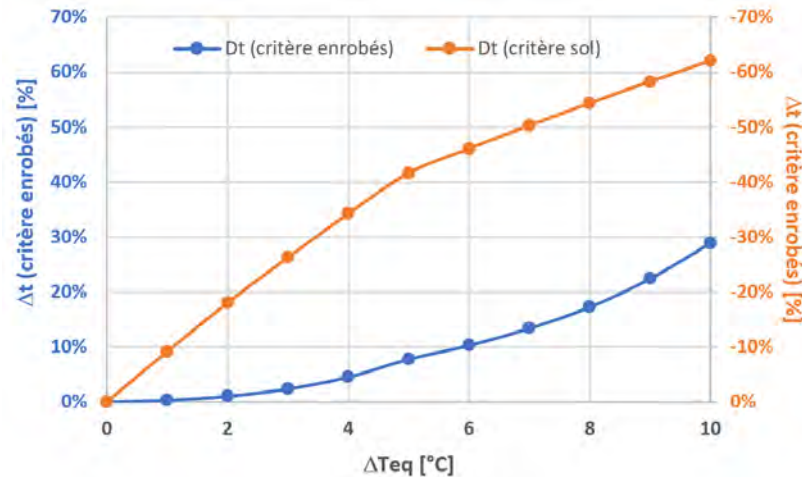
Calcul de température équivalente

Croisement :

- Des données de température de la planche de Bonneuil
- D'un trafic fictif constitué de RSI_{HWD} (30t) réparties de manière réaliste dans le temps : utilisation d'une année de trafic ATB avec remplacement de chaque aéronef par la charge RSI_{HWD}

Résultats :

- 2014 : 22,1°C
- 2018 : 23,2°C
- 2022 : 24,6°C



4. Instrumentation in-situ : piste ADL 17L-35R



Enjeux opérationnels

Disposer de températures permettant de créer des seuils d'alerte :

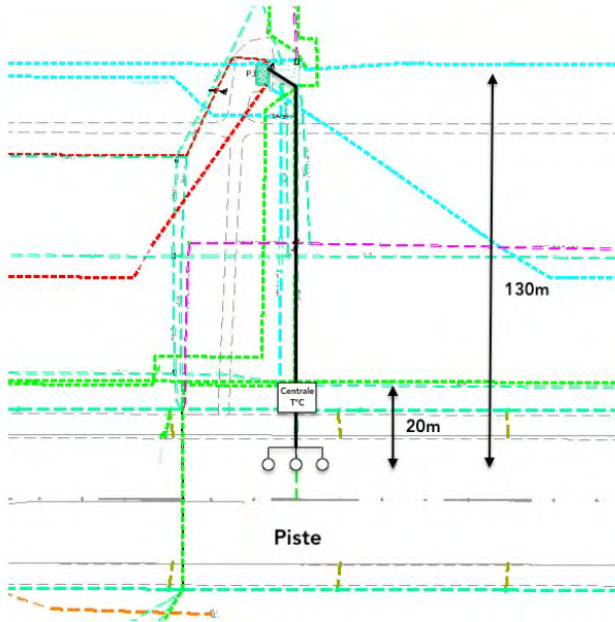
- Température de surface trop basse : anticiper risques de gel
- Températures du corps de chaussée trop élevées : risques d'arrachements sur sorties rapides

Mise en place des sondes (été 2018)



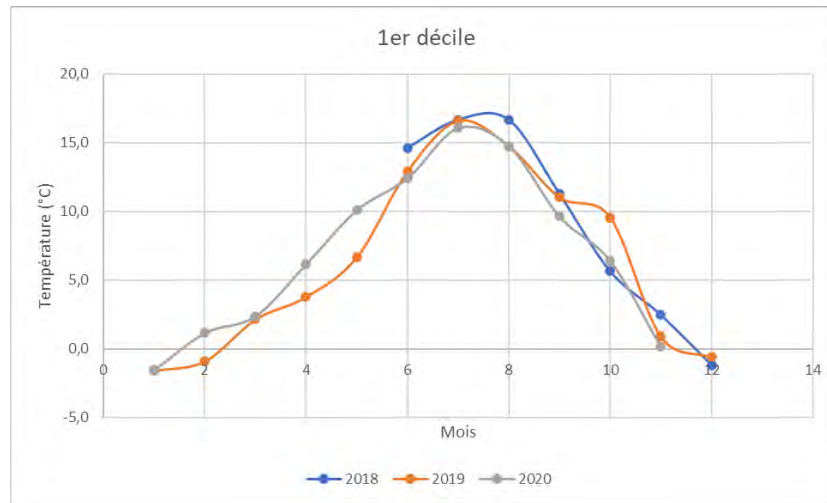
Mise en place centrale / fonctionnement

Choix de l'emplacement de l'instrumentation: proche poste électrique ; liaison RJ45



Premiers résultats

Résultats bruts



Analyses: à venir

4. Conclusions



Conclusions

- Les premières analyses semblent permettre de déceler une tendance à l'augmentation des températures dans le corps de chaussée sur ces dernières années
- Impacts non négligeable sur le dimensionnement mécanique
- Résultats à conforter :
 - En augmentant la plage d'analyse (poursuite des acquisitions et analyses sur les prochaines années)
 - En élargissant la base de données utilisée pour l'étude : réalisation d'autres instrumentations (structures différentes, autres zones géographiques, ..)



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Merci de votre attention

Michaël Broutin - michael.broutin@aviation-civile.gouv.fr

Julien Lhopital - julien.lhopital@lyonaeroports.com



MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Alléger les réseaux électriques

Nouvelles technologies pour l'alimentation des feux de balisage aéroportuaire

Bernard Duriez, chargé d'affaires de la subdivision énergie et balisage lumineux des aéroports;
STAC/SE/EBA

Christian Perrotti, responsable de la promotion et des ventes; TKH Airport

Sommaire

1. Présentation des circuits d'alimentation classiques du balisage lumineux aéroportuaire ;
2. Feux de balisage à technologie LED ;
3. Economies d'énergie électrique lors du remplacement des feux halogènes par des feux LED ;
4. Travaux du STAC (évaluation de nouvelles technologies proposées par des constructeurs).

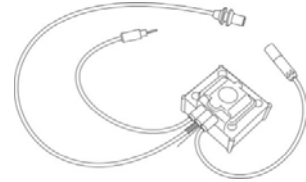
1 . Présentation des circuits d'alimentation classiques du balisage lumineux aéroportuaire

Circuits d'alimentation classiques du balisage lumineux aéroportuaire (6,6 A)

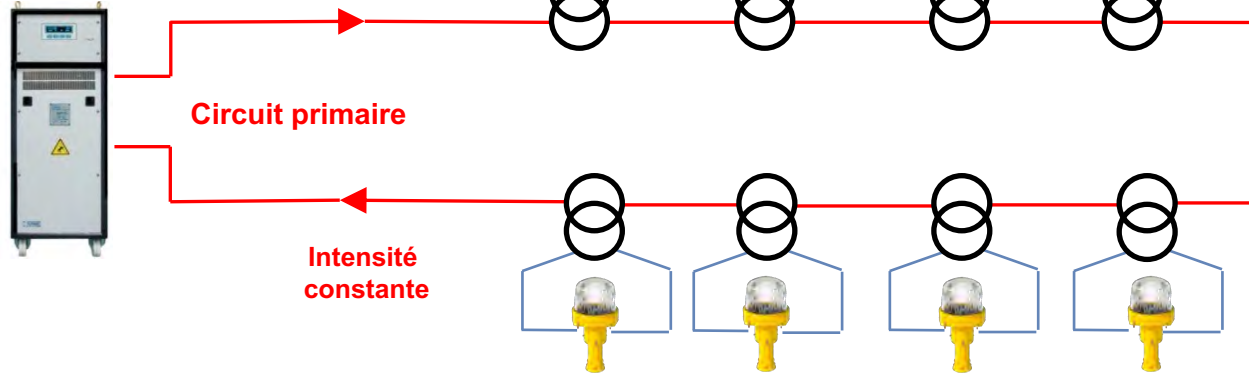
Connecteurs circuits secondaires



Transformateur
d'isolement



Circuits
secondaires



Connecteurs boucles primaires



Câbles unipolaire boucles
primaires

Circuits d'alimentation classiques du balisage lumineux aéroportuaire (6,6 A)

Très fortes consommations électriques :

- Lampes à incandescence (halogène) à très forte puissance électrique ;
- Grandes longueurs de câbles (pertes en lignes importantes) ;
- Nombreux transformateurs d'isolement consommateurs d'énergie ;
- Défauts d'isolement (fuites de courants) ;
- Régulateurs à courant constant (consommation de puissances réactives).

Circuits d'alimentation classiques du balisage lumineux aéroportuaire (6,6 A)

Exemple de puissance électrique totale :

- Approche de précision cat III sur un seul QFU ;
- 30 boucles de balisage lumineux ;
- Environ 1600 points lumineux de technologie Halogène ;
- Intensités lumineuses maximales pour l'ensemble des fonctions de balisage.

Environ 300 kVA



2 . Feux de balisage à technologie LED

Développement de la technologie LED

- Première émission par un semi-conducteur en 1907 ;
- Première LED rouge en 1962 ;
- Avant 2000, principalement utilisé pour la signalétique ;
- Depuis, utilisation des LED pour l'éclairage (éclairage domestique, éclairage d'ambiance) ;



Développement de la technologie LED

- 2000 : Apparition des LED pour le balisage aéroportuaire, (principalement pour les fonctions voies de circulation) ;
- 2010 : Utilisation des LED pour le balisage aéroportuaire type "haute intensité" (feux de bord, d'axe, de seuil, d'extrémité de piste, TDZ et rampes d'approche).



Avantage de la technologie LED

Un rendement lumineux très élevé

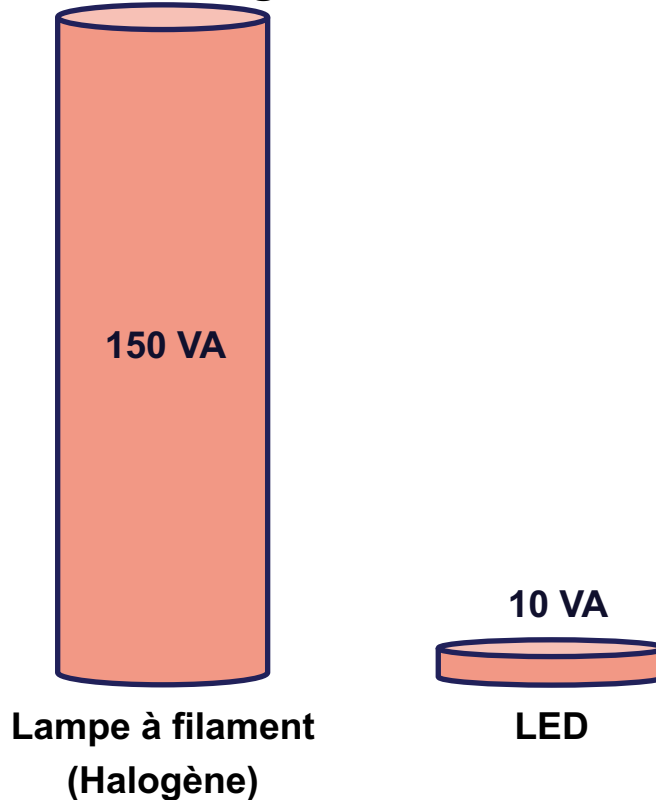


faible consommation d'énergie électrique

3 . Economies d'énergie électrique lors du remplacement des feux de balisage lumineux halogènes par des feux LED ;

Comparaison entre lampe halogène et LED pour des feux de balisage lumineux

*Exemple de puissances
électriques pour des feux de
bord de piste blancs de
10000 candélas
(OACI, EASA, CHEA)*



Besoin de compatibilité avec les systèmes d'alimentation électrique existants

- La LED est un composant devant être alimenté en très basse tension ;
- L'alimentation disponible est réalisée par un générateur de courant (entre 2,8 et 6,6 A),

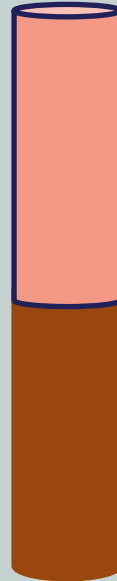
**Nécessité d'un module interface :
(convertisseur électronique installé dans chaque feu)**

Comparatif des consommations électriques pour une boucle de balisage

*Feux halogènes
associés aux circuits
d'alimentation
classiques 6,6A*

*Rendement électrique entre
0,4 et 0,7*

*Lampe
halogène*



*Éléments du
circuit*

*LED
Convertisseur
électronique*



*Éléments du
circuit*

*Feux LED
associés aux circuits
d'alimentation
classiques 6,6A*

*Rendement électrique
inférieur à 0,1*

Besoins pour l'avenir

Développement de nouveaux dispositifs d'alimentation électrique plus adaptés à la technologie LED permettant de réduire les pertes électriques.

- dans les circuits ;
- dans les convertisseurs électroniques des feux.

Développement de nouveaux dispositifs assurant une plus grande souplesse de commande des feux de balisage.

- extinction éventuelle des feux non nécessaires.

4 . Travaux du STAC en cours

Travaux du STAC en cours

- Etude d'impact du remplacement des feux de balisage halogènes par des feux LED sur la consommation réelle d'énergie ;
- Evaluation et rédaction d'avis technique sur des nouveaux dispositifs proposés par des constructeurs.
 - ADB : APS ou DPS ;
 - TKH : CEDD.



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Merci de votre attention

Bernard Duriez - bernard.duriez@aviation-civile.gouv.fr

ALLÈGEMENT DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES GRÂCE AU **BALISAGE** **AÉROPORTUAIRE CEDD**

TKH Airport Solutions

Christian Perrotti, Responsable Ventes France

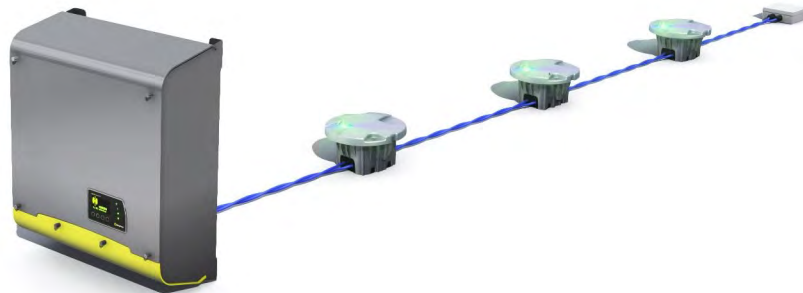
le 13 juin 2023





UNE AVANCÉE DANS LE BALISAGE DES AÉRODROMES

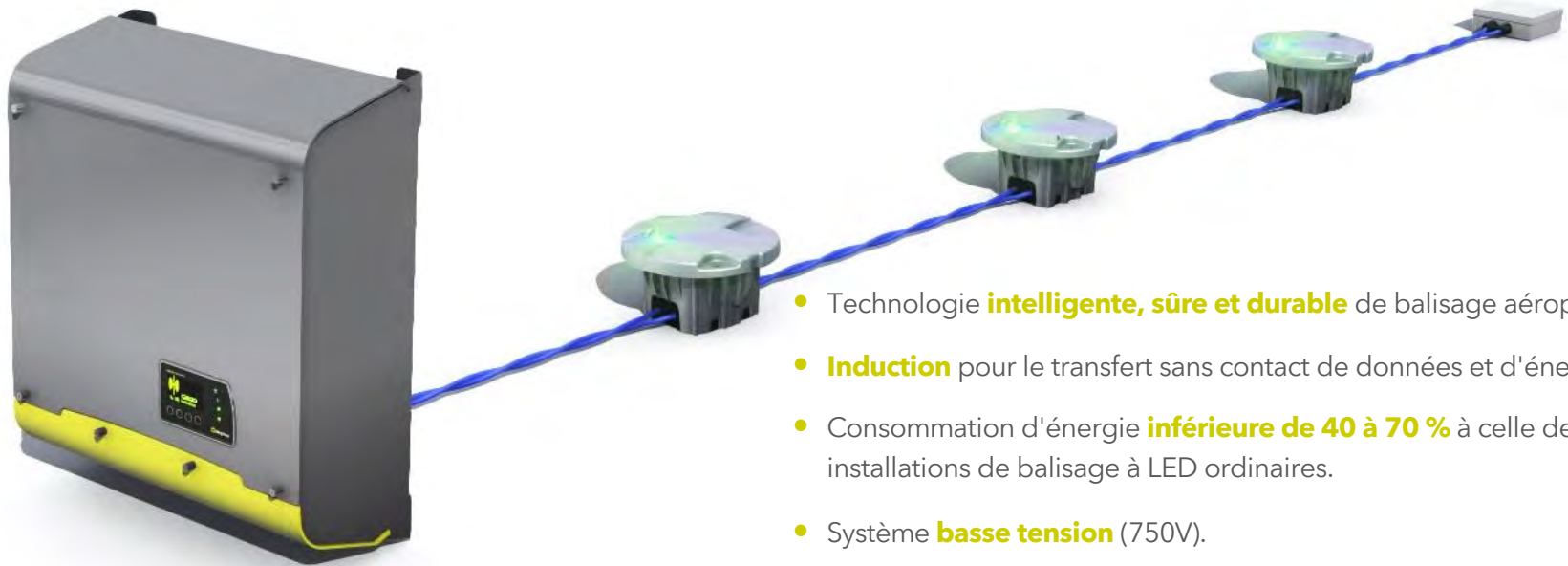
- Nouvelle technologie de balisage, **adaptée aux feux LED**
- Distribution d'énergie et transfert de données **sans contact**



BALISAGE CEDD

Contactless **E**nergy & **D**ata **D**istribution

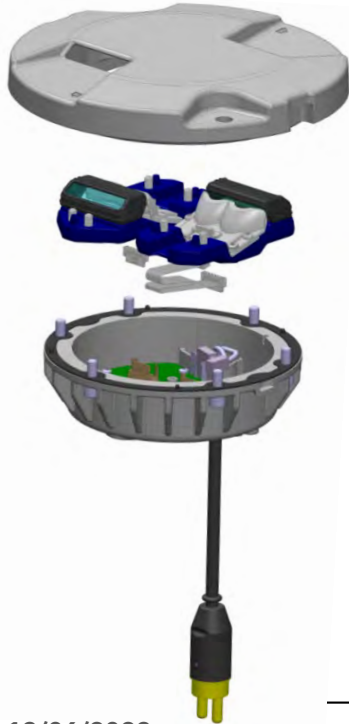
Distribution d'Énergie et de Données sans Contacts



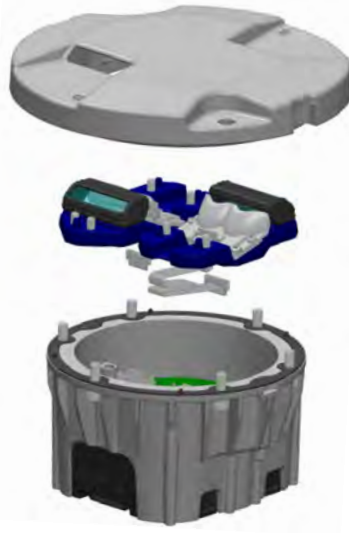
- Technologie **intelligente, sûre et durable** de balisage aéroportuaire.
- **Induction** pour le transfert sans contact de données et d'énergie.
- Consommation d'énergie **inférieure de 40 à 70 %** à celle des installations de balisage à LED ordinaires.
- Système **basse tension** (750V).
- Contrôle et surveillance **individuels** des balises
- Balises **intelligentes et rapides**

BALISES CEDD

6.6 A



CEDD



- ✓ **Concept modulaire**, éléments interchangeables
- ✓ Partie supérieure identique à celle d'une balise à LED de 6,6 A
- ✓ Partie inférieure avec module CEDD
 - ✓ **Sans contact**
 - ✓ **Sans transformateur**
 - ✓ **Sans module ILCMS** additionnel

MOINS DE COMPLEXITÉ - MOINS DE PANNES PLUS DE FONCTIONNALITÉS



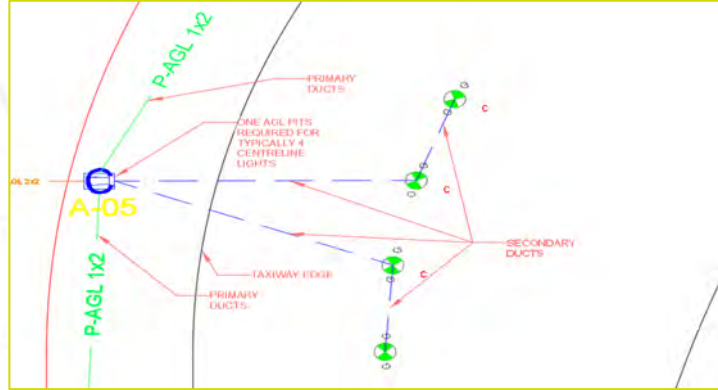
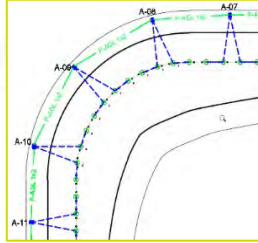


BALISAGE AEROPORTUAIRE DURABLE

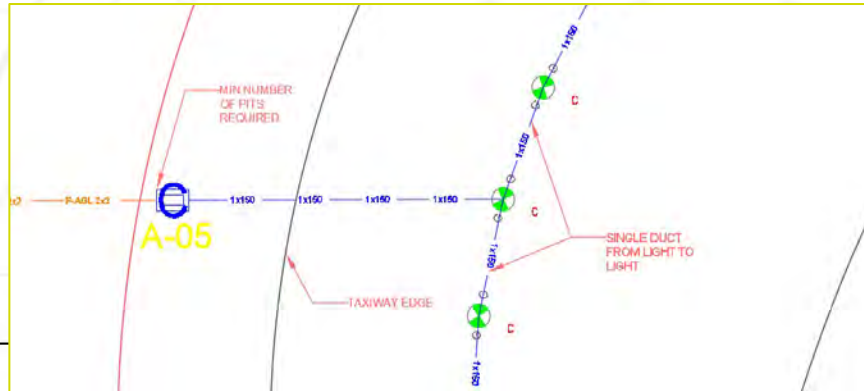
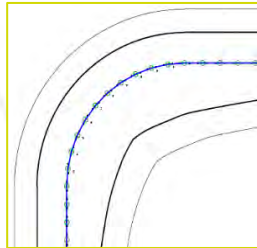
- Solution durable - réduction de la consommation d'énergie **jusqu'à 70 %** par rapport à la consommation d'un balisage traditionnel à LED.
- Compatible avec la technologie 'Follow-The-Greens', permettant une réduction significative des émissions de **NO_x et de CO₂** sur l'aéroport grâce à l'amélioration de la fluidité du trafic

ANALYSE DE RENTABILITÉ COMPARAISON LED 6.6A VS CEDD

Circuit 6.6A



Circuit CEDD



ANALYSE DE RENTABILITÉ

COMPARAISON LED 6.6A VS CEDD

CEDD vs Traditionnel		System alimenté à 100% intensité (W)	Consommation moyenne d'énergie par feu d'axe de voie de circulation à 100% (W)
CEDD	Basestation 1	994 W	24,85 W
	Basestation 2	971 W	24,25 W
	Basestation 3	961 W	24,00 W
	Basestation 4	950 W	23,75 W
	Total	3.876 W	24,21 W
6.6 A LED	CCR 1	4.059 W	54 W
	CCR 2	4.010 W	54 W
	Total	8.069 W	54 W

CEDD RÉSUMÉ DES AVANTAGES

- **Réduction** du coût d'installation de 38 %.
- **Réduction** de la consommation électrique jusqu'à 70 %.
- **Moins de travaux** de génie civil.
- **Réduction** des temps d'installation.
- **Réduction** des besoins en entretien.
- **Réduction** du temps de mise en service.
- **Amélioration de la stabilité** des circuits électriques (pas d'harmoniques, etc.)
- **Dépannage** simplifié par la diminution de points de défaillance potentiels.
- **Contrôle et monitoring** fiables (compatible avec la technologie « Follow the Greens »)



MERCI POUR VOTRE ATTENTION!

Christian Perrotti | Regional Sales Manager
c.perrotti@tkh-airportsolutions.com

www.tkh-airportsolutions.com





MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Amélioration de la durée de vie des chaussées

Essai d'ovalisation pour caractériser les interfaces

Michaël Broutin, chef du département Structures-Adhérence; STAC/SA

Emile Crayssac, ingénieur maîtrise d'ouvrage déléguée, Groupe ADP

Plan de présentation

1. Contexte et objectifs

2. Etude de sensibilité de la température sur le dimensionnement mécanique

Dommmages/durées de vie vs. température équivalente

3. Etude de l'évolution des températures de chaussée

Base de données de la planche d'essais du STAC (Bonneuil-sur-Marne)

4. Instrumentation in-situ : piste 17L-35R

Alimentation de la présente étude et utilisations opérationnelles

Plan de présentation

1. Contexte et objectifs

2. Développement d'un système de mesure...

...Et de méthodes d'analyse avancées

3. Application opérationnelle

Validation d'une structure bas-carbone (structure inverse) dans le cadre du projet de réhabilitation de CDG1

1. Contexte et objectifs

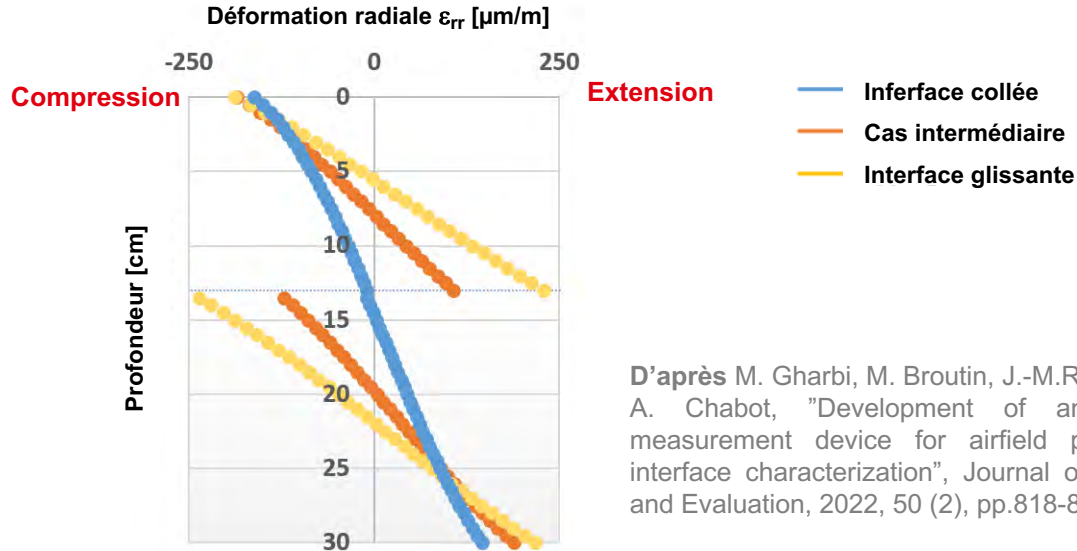


Enjeux de la caractérisation des interfaces

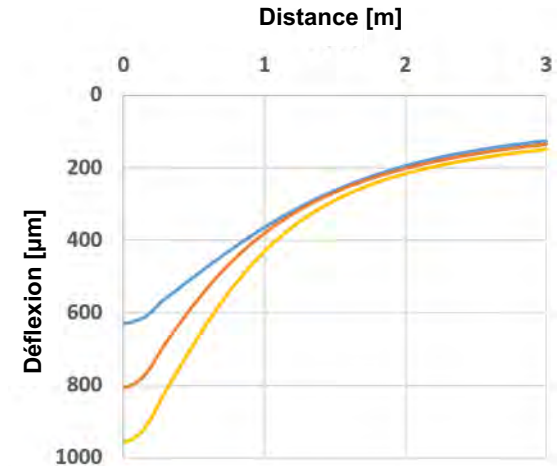
- Nécessité d'un diagnostic régulier des chaussées pour une gestion de patrimoine optimisée
 - Pour anticiper et optimiser les travaux de maintenance/réhabilitation
 - Pour répondre au mieux aux enjeux économiques et de développement durable
- Qualité des interfaces = paramètre prépondérant
 - Gros impact sur le comportement mécanique de la structure
 - Les problèmes structurels rencontrés proviennent souvent de défauts d'interface
- Les appareils d'auscultation structurelle non destructive (ex: HWD) ne permettent pas, seuls, d'évaluer les interfaces

Influence des interfaces sur les déformations et déflexions (Etude numérique)

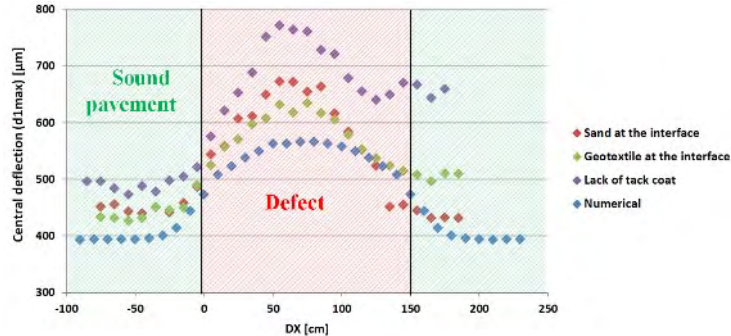
- Structure souple, 30cm d'enrobés, interface à -13 cm
- Etude de la réponse de la chaussée sous chargement HWD



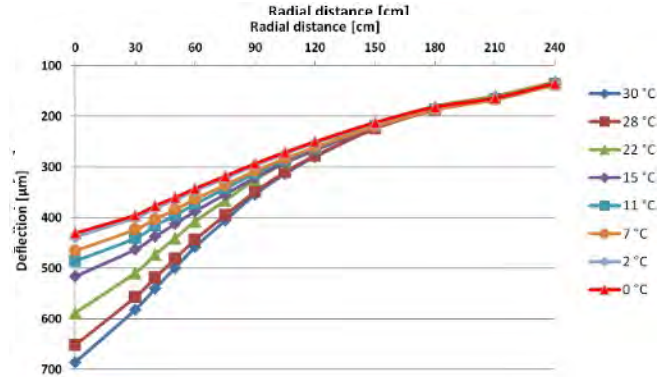
D'après M. Gharbi, M. Broutin, J.-M. Roussel et A. Chabot, "Development of an in-situ measurement device for airfield pavement interface characterization", Journal of Testing and Evaluation, 2022, 50 (2), pp.818-835.



Influence sur les déflexions des interfaces.. vs modules des enrobés (Résultats expérimentaux)



Extrait de A. Sadoun, M. Broutin, and J-M. Simonin, "Assessment of HWD Ability to Detect Debonding of Pavement Layer Interfaces", (RILEM Bookseries, Vol. 13, Springer Netherlands, Dordrecht, 2016), 763–769



Extrait de M. Broutin, and A. Duprey, "Towards Improved Temperature Correction for NDT Data Analyses", in *International Airfield and Highway Pavement Conference*, (ASCE, 2017)



Pas de signature spécifique d'un défaut d'interface



Dans les 2 cas : déflexions centrales uniquement affectées; mêmes niveaux de variations



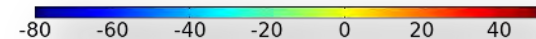
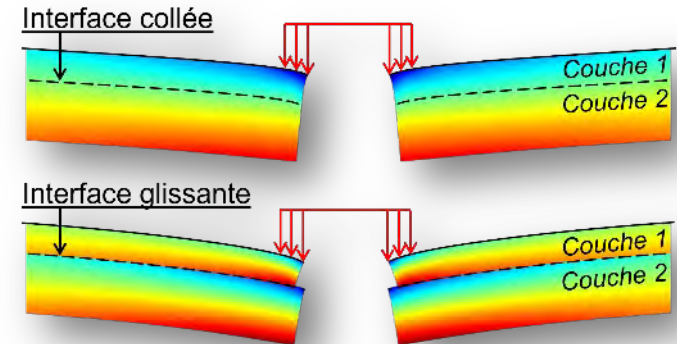
Nécessité de développer un matériel d'essais dédié à l'étude des interfaces, en complément des autres outils d'auscultation

Essai d'ovalisation

- Conçu par le Cerema dans les années 70
- Principe :
 - Mesure de la déformation d'un trou de carotte sous chargement
 - Comparaison de la variation de diamètre au-dessus et en dessous de l'interface
- Matériel adapté aux chaussées routières, une seule profondeur de mesure simultanément ; mesures en surface et base impossibles; mise en place fastidieuse



Extrait de H. Goacolou, P. Keryell, R. Kobisch, and J. Poilane, "Utilisation de l'ovalisation en auscultation des chaussées", *BLPC*, no. 128 (1983) : 65–75



Déplacement horizontal [μm]



Développement par le STAC d'un système moderne dédié aux chaussées aéronautiques

2. Développement d'un système de mesure et de méthodes d'analyse



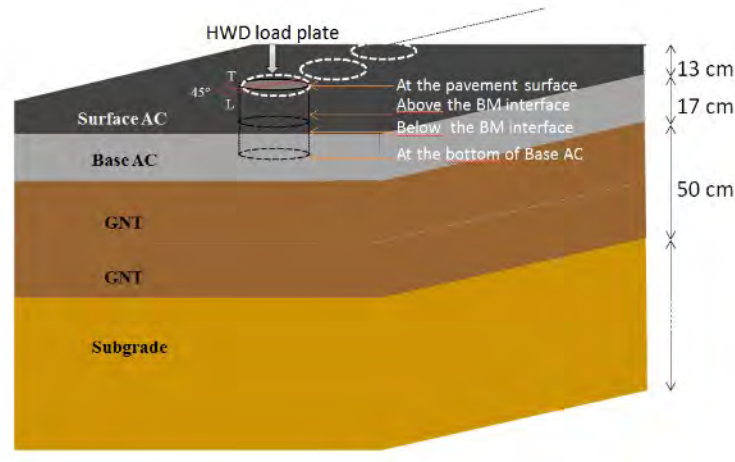
Spécifications techniques du système de mesure

Développement d'un système qui permet :

- La mesure de la déformation du trou de carotte **sous diverses sollicitations** mécaniques : chargements statiques, charges roulantes, ou chargements impulsions HWD (y.c. plaque de chargement centrée) ce qui implique :
 - Une fréquence d'acquisition adaptée
 - Un système mécanique stable (pas de vibrations parasites)
 - Un système sans fil
- La **mesure simultanée à plusieurs profondeurs** : a minima au dessus et en dessous de l'interface ; à terme 4 profondeurs (= surface et base matériaux traités en plus)
- Une **mise en place facilitée**

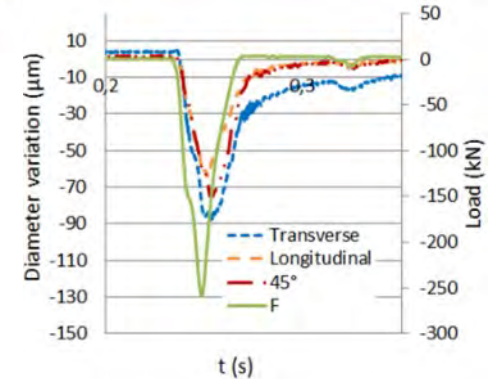
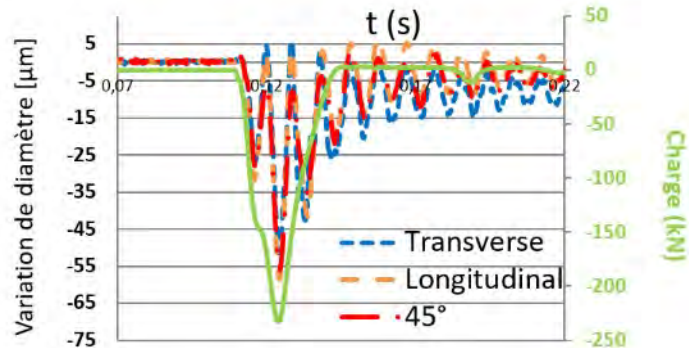
Validation expérimentale

- Planche instrumentée du STAC (Bonneuil-sur-Marne, France)
- Equipée de trous de carotte ($\varnothing 160$ and $\varnothing 300$)
- Chargements HWD à différentes distances de la carotte



Prototypes de 1^{ère} génération (2018-21)

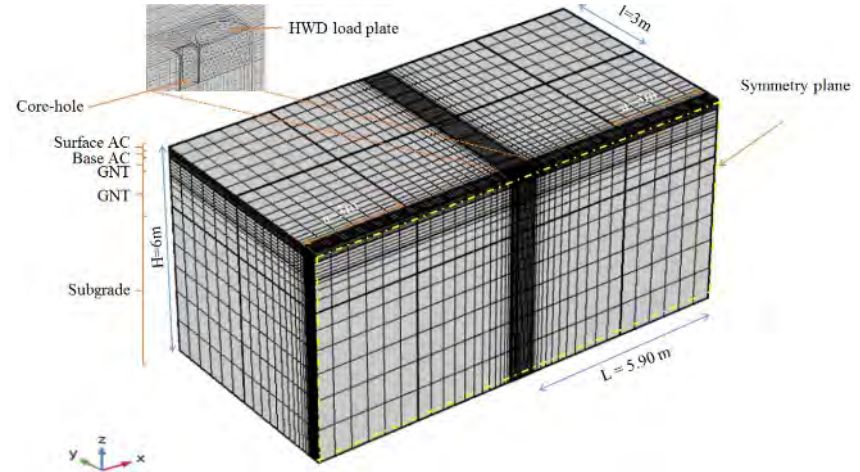
- Systèmes de mesure mono-niveau plateau auto-porteur + 6 capteurs de déplacement
- Version 1 **(Abandonnée)**
- Version 2 **(Validée)**



Validation expérimentale vs. modélisations

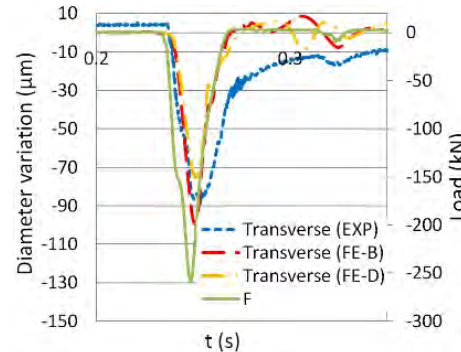
- Modèle EF 3D, dynamique, linéaire élastique :
 - Charges roulantes ou chargements HWD
 - Position de plaque HWD ajustable

- Interfaces parfaitement collées, parfaitement glissantes, ou implémentation de comportements plus complexes



Validation expérimentale vs modélisations

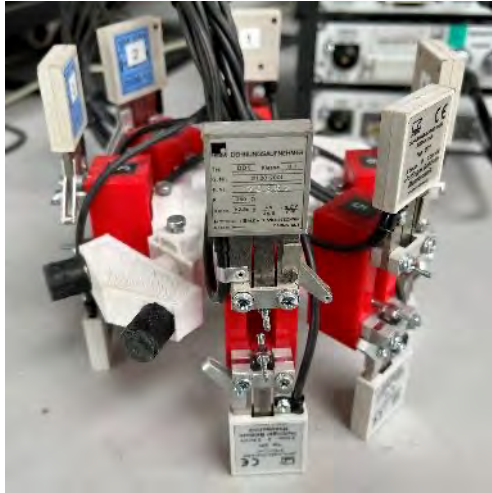
- Plaque HWD adjacente au trou de carotte
- Comparaison avec résultats numériques (interface parfaitement collée ou glissante)



- Pic :
 - Très bonne cohérence entre numérique et expérimental
 - Résultats expérimentaux situés entre les 2 modélisations
- Partie descendante : retour à zéro expérimental plus lent ; mise en évidence de comportements viscoélastiques ?

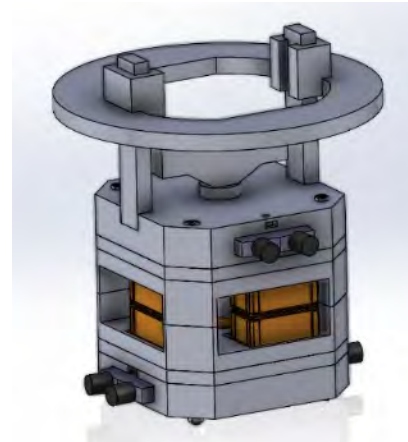
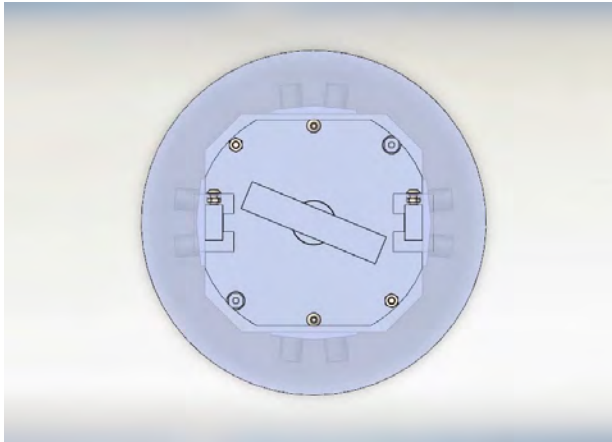
Prototype de 2^{ème} génération (2022)

Même concept que 1^{ère} génération, mais bi-niveau : possibilité de mesure simultanée au dessus et en dessous de l'interface étudiée



Prototype de 3^{ème} génération (en développement)

- Bi-niveau
- Capteurs sans-contact
- Meilleure précision
- Système de mise en place automatisé



Prochaines étapes

- Amélioration continue du système de mesure et des modélisations
- Etude de sensibilité :
 - Influence de la température de chaussée
 - Influence du diamètre du trou de carotte
- Utilisation in-situ / retours d'expérience
 - Dans le cadre du projet Diagnostic Global Raisonné (DGR),
 - Dans le cadre d'expertises

3. Application opérationnelle



Ambition du projet piste 1 CDG



Réhabilitation et mise en conformité aéronautique de la piste 1 et de l'ensemble des 23 taxiways

Projet se déroulant sur plusieurs années :

- La première phase de travaux (en **bleu** ci-dessus) a eu lieu de juillet à octobre 2022
- La deuxième phase de travaux (en **rouge** ci-dessus) aura lieu de juillet à octobre 2023
- La troisième phase de travaux aura lieu en 2025.

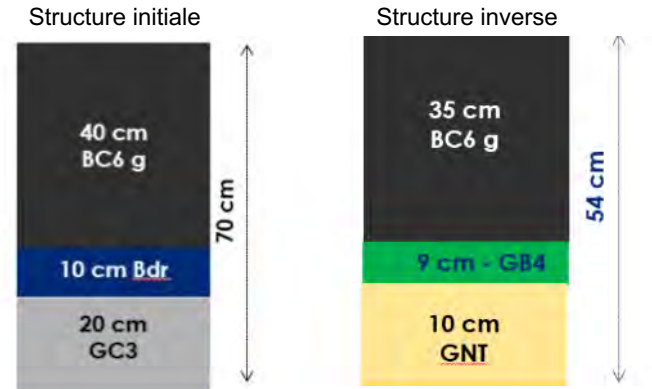
Partenariat étroit groupe ADP/STAC : Work Package *Green runway renovation* du projet OLGA.

Feuille de route *2025 Pioneers* du groupe ADP : « Être pionnier dans nos modes de construction »

Application des essais d'ovalisation

Mise en œuvre d'une structure de chaussée aéronautique atypique : **Structure inverse**

- Pas de méthode de dimensionnement dédiée
- Utilisation du logiciel de calcul rationnel : Alizé
- Vérification de la note de calcul de l'entreprise



Point clé du dimensionnement : qualité de l'interface Béton / enrobé

Lancement d'une campagne expérimentale sur une chaussée inverse existante (aire à matériel)

Application de l'essai d'ovalisation pour caractériser l'interface béton/enrobé

Réalisation des essais



© Y. FERREIRA
7 ADP



Béton
hydraulique

Interface
à caractériser

Grave
Bitume

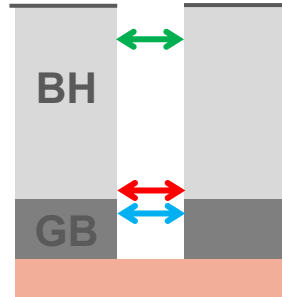
Réalisation des essais

- Contraction en partie supérieure
- Ovalisations similaires de part et d'autre de l'interface
- Plus grande extension sous l'interface

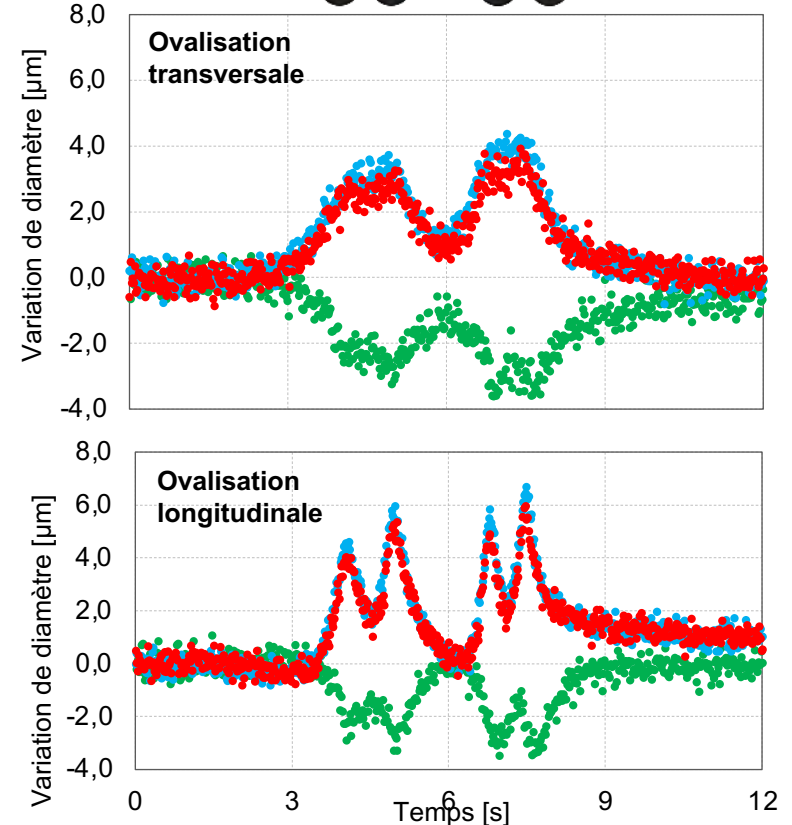
→ Bonne transmission des efforts à travers l'interface

Simulations numériques très proches des mesures

→ Hypothèse de collage validée



3. Application opérationnelle



Réalisation des travaux à l'été 2022





**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Merci de votre attention

Michael Broutin – michael.broutin@aviation-civile.gouv.fr

Emile Crayssac – emile.crayssac@adp.fr



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



 **Université
Gustave Eiffel**



EASY-(DAI)²

Economical & Automated System for Distress Detection on Airfields Infrastructure with Artificial Intelligence

Lauréat de l'appel à projet FEREC

Gabrielle Lehureau, chargée de mission innovation et matériels de mesure, STAC/SA/L2E

Fabien Menant, chef de projets de recherche et d'expertise, MAST/Univ Eiffel

Lancer Loua, expert infrastructures, Groupe ADP

Sommaire

1. Présentation des objectifs
2. Mode opératoire et zones de tests
3. Modèle d'Intelligence Artificielle
4. Conclusions et Perspectives

1. Présentation des objectifs

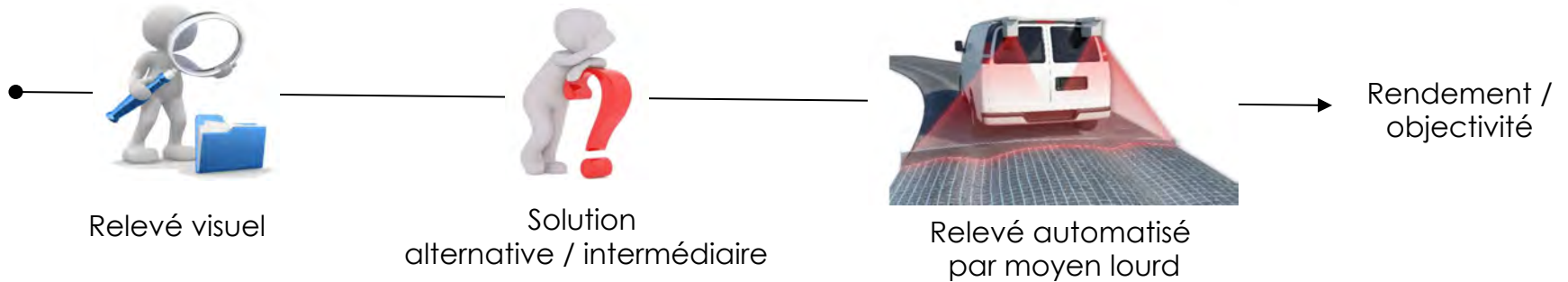


Gestion de patrimoine

- Surveillance des plateformes aéroportuaires
- La France : un des plus gros patrimoine aéroportuaire européen
 - 160 aéroports civils et militaires
 - Pistes revêtues, taxiway, parking, voie de dégagement...
- Des millions de m² de chaussées aéroportuaires à surveiller et entretenir
- Méthode historique : Indice de Service
 - Méthode visuelle de relevé de dégradation
 - Contraintes de sécurité et d'objectivité de l'opérateur



Auscultation des chaussées aéroportuaires à grand rendement



Emergence de nouvelles technologies : des appareils de mesure à grand rendement (jusqu'à 100km/h), mais dont les logiciels sont sous brevet et très coûteux !

=> Besoin de développer un outil à grand rendement simple, « fait maison » et peu coûteux !

2. Zones de tests

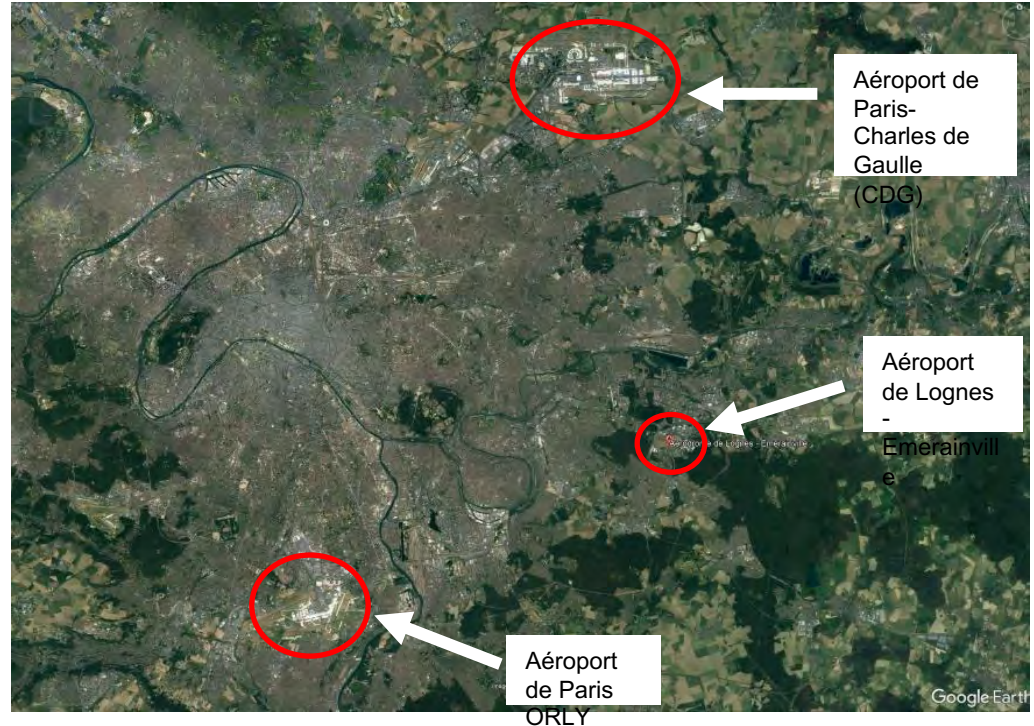


Présentation de la zone de test

❑ Choix des zones de test

3 zones ont fait l'objet de plusieurs expérimentations

- Piste 08/26 de l'aéroport de Lognes-Emerainville
- Voies MIKE et Charlie de l'aéroport de Paris Charles de Gaulle
- Piste 02/20 et voie W47 de l'aéroport de Paris ORLY



Présentation de la zone de test

□ Présence de dégradations et Intérêt d'étudier ces zones

Ces aires ont été retenues en raison de la présence de divers typologies de dégradations (fissurations transversales de retrait, fissuration longitudinale, joint) permettant un meilleur entraînement du réseau de neurone sur deux types de chaussées :

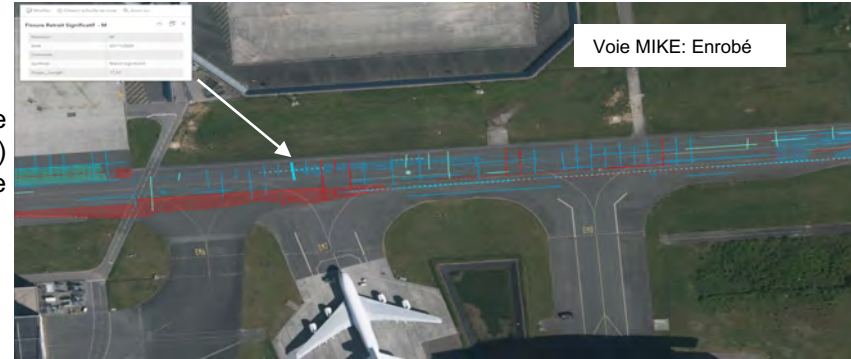
1. Chaussée Enrobé → Voie MIKE sur CDG
2. Chaussée Béton → Voie CHARLIE/CDG et sud de la Piste 02/20

Sur les chaussées béton, les dégradations ont une spécificité de qualification.

Ainsi donc, dans un 1^{er} temps, les fissures, fissures de coins de dalles et les joints ont essentiellement été ciblées.

Les données des zones d'expérimentations sur la Piste 02/20 et la voie W47 de l'aéroport de Paris ORLY sont toujours en cours d'exploitation

Dégradations présentes selon la méthode traditionnelle.
Etat avant l'expérimentation



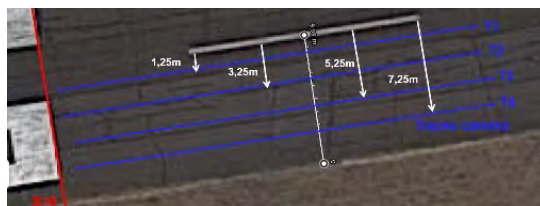
Présentation de la zone de test

❑ Mode opératoire

Plusieurs tests ont été nécessaires pour obtenir un bon compromis **entre la résolution, surface au sol et vitesse d'acquisition**. Une 1^{ère} phase d'expérimentation a permis de définir les paramètres d'acquisition pour disposer d'une **bonne qualité d'image** exploitable :

Caméra à 2,50m/sol avec des dimensions de couverture de 3m (sens transverse) x 1,60m (sens longitudinal) → **~4,8 m²**

- traces tous les 2 mètres
- 3 vitesses: 3; 30 et 70 km/h – « Expérimentation Orly à 20 km/h »
- Données exploitées par l'UGE
- 2 dispositifs font l'objet de collecte (STAC/ADP). **Cette différence de dispositif permet de vérifier la reproductibilité du système.**
- La procédure reste la même: une image tous **les 1,5 m** et une **trace tous les 2 mètres** afin d'avoir un recouvrement.



Exemple de trace pour recouvrement

❑ Dispositif STAC



❑ Dispositif ADP



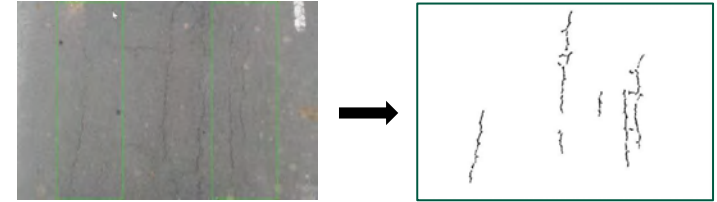
3. Modèle d'Intelligence Artificielle et résultats



Les solutions pour analyser les images

Des méthodes analytiques (sans IA) / outils existants qui fonctionnent :

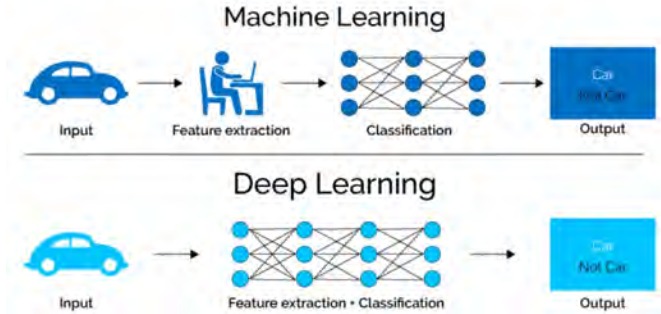
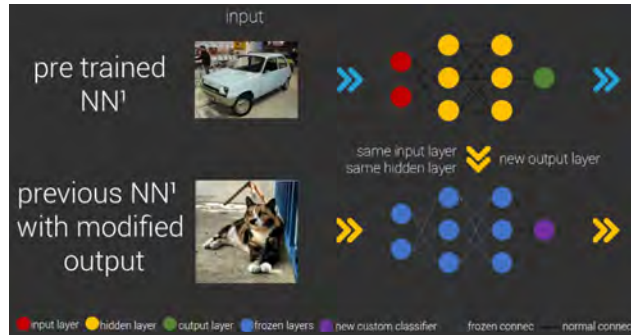
Mais....



- Nécessitent très souvent un paramétrage / réglage au cas par cas et à la main
- Résultats perfectibles en présence d'ombres portées, de flou de bougé, d'objets particuliers (ex : joint de dalle)
- Règles de classification des objets segmentés pas si évidentes à mettre en place (gestion des « bouts de fissure », orientation de la fissure, fissures isolées ou faïençage, etc.)
- Temps de calcul / image parfois (trop) long

La technique d'IA utilisée dans le projet

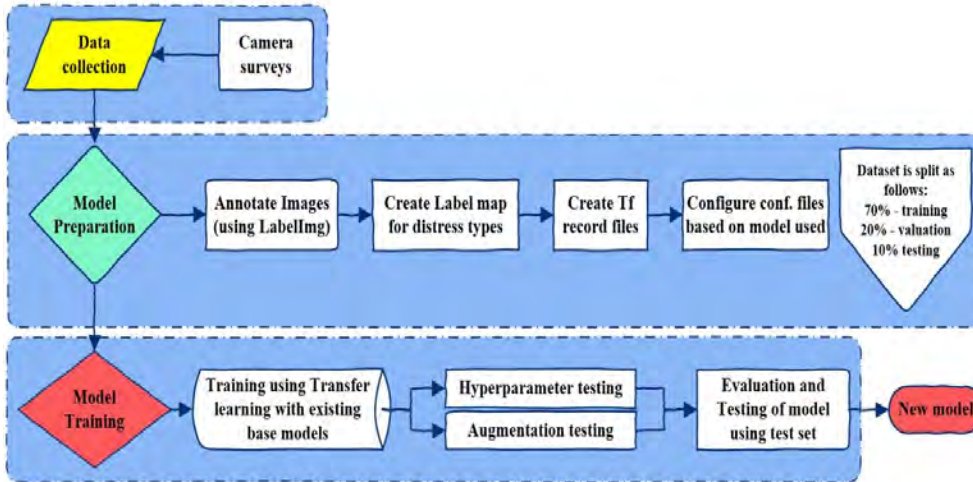
- Explorer les méthodes de traitement offertes par l'IA, les appliquer et les évaluer (robustesse, exactitude, automatisation, etc.)
- Méthode d'apprentissage profond (Deep Learning) par réseaux de neurones
- Ré-emploi de modèles de DL pré-entraînés (« transfer learning »)



- Tester la transférabilité de modèles de DL développés pour des applications routières (ex : modèle pour dégradations sur chaussée souple entraîné sur ~ 6000 images routières)

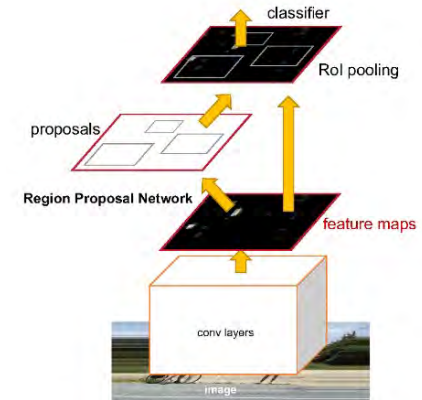
Les modèles de DL et le cadre de développement

- Développements réalisés avec l'outil TensorFlow en prog. Python



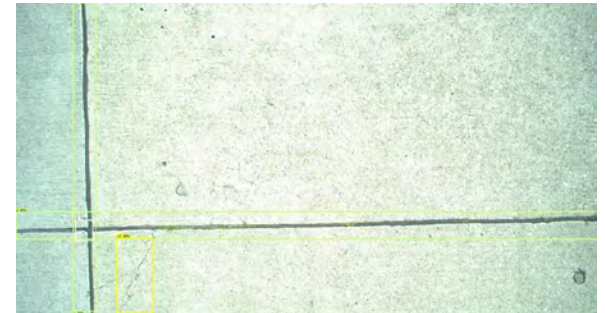
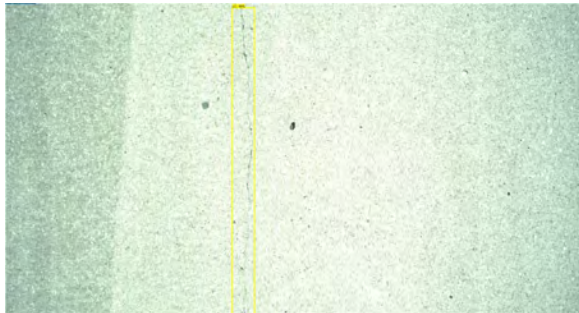
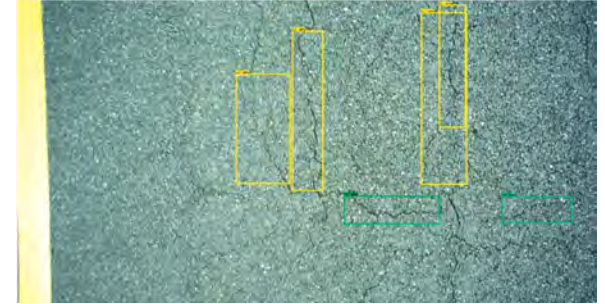
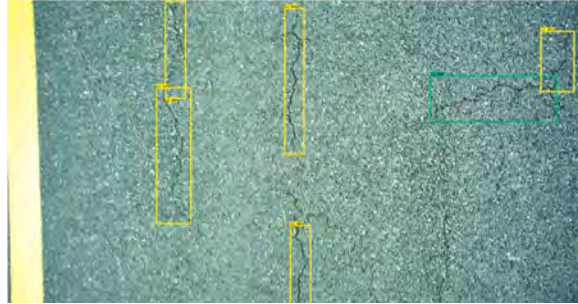
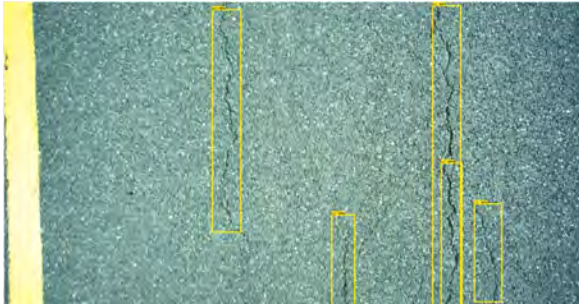
Travaux de Ronald A. Roberts (Université Gustave Eiffel)

- Développements de plusieurs types de modèles :
 - One-shot models (ssd mobilenet, ssd_inception...)
 - Region-Based models (Faster-RCNN,)



Applications des modèles

- Cibles : 2 structures de chaussées (souple & rigide) x plusieurs classes (FL, FT, Fai., Fissures pontées, joints et coins de dalle)



Résultats quantifiés

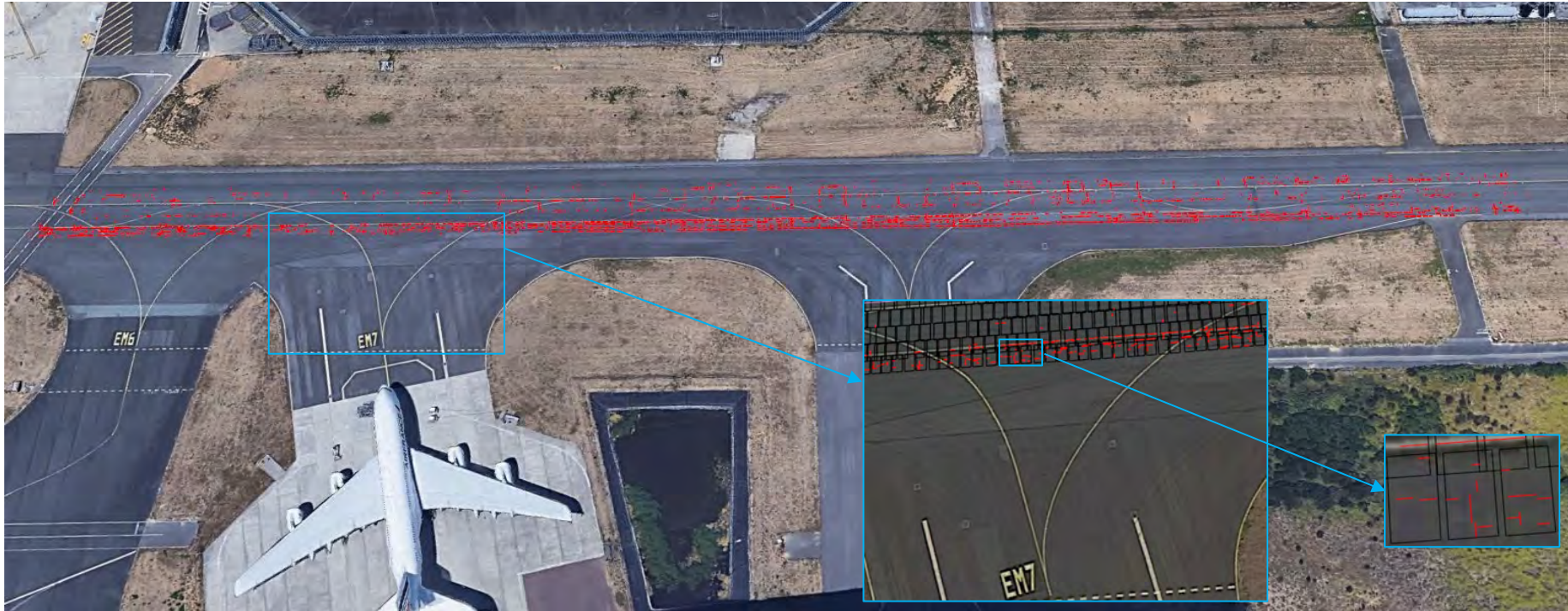
Exemple : Matrice de confusion sur quelques « bandes » de mesure sur chaussée rigide (relevés sur piste CDG)

	Vrais Positifs	Faux Positifs	Faux Négatifs	Précision	Rappel	F1-score
Fiss. Long.	213	58	59	79%	78%	78%
Fiss. Transv.	100	32	29	76%	78%	77%
Joint	88	2	3	98%	97%	97%
Coin de dalle	21	0	1	100%	95%	98%

Exemple : Linéaire de fissuration sur quelques « bandes » de mesure sur chaussée souple (relevés sur piste CDG)

	Longueur de fissuration correctement détectée (m)	Vérité terrain sur longueur de fissuration (m)	Ratio détection / vérité terrain (%)
Fissuration longitudinale	744.75	1080.33	69%
Fissuration transversale	632.76	638.47	99%
Total fissuration	1377.51	1718.8	80%

Cartographie des résultats



4. Conclusions et Perspectives



Conclusions

- ✓ Preuve de faisabilité d'auscultation des chaussées aéroportuaires avec des caméras bas-coût
- ✓ Intérêt d'utiliser l'Intelligence Artificielle pour la détection de dégradations
- ✓ Des résultats satisfaisants, mais besoin d'étoffer le catalogue des dégradations détectées

Perspectives

- Les expérimentations continueront en 2023 et 2024 sur d'autres aéroports
- Travailler le post traitement, rendu graphique : mapping, géoreferencement des imgettes et des dégradations
- Capacité du logiciel de faire une double/triple acquisition d'image avec au moins 2 caméras montées.
- Possibilité de déclencher les pas d'acquisition d'image via une roue codeuse en plus du GPS.



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Merci de votre attention

Gabrielle Lehureau : gabrielle.lehureau@aviation-civile.gouv.fr

Fabien Menant : fabien.menant@univ-eiffel.fr

Lancer Loua : lancer.loua@adp.fr



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



RÉDUCTION DES NUISANCES

Réduction des nuisances

Animation : Kevin Guittet, sous-directeur du développement durable, DTA/SDD

1. Réduire les nuisances sonores : Mesures en environnement et expertise monitoring

Julien Lepoutre, chef de la subdivision Etudes, Analyse et Modélisation acoustique, STAC/ESSOP/ENV/EAMA

Frédéric Séguret, chef de la subdivision planification et développement durable, DSAC SE

2. Réduire les nuisances sonores et les émissions de gaz à effet de serre : Déploiement du concept PBN-to-ILS

Alexandre Gama, chef de projet – responsable activités capacité, STAC/ESSOP/S2P

Iris de Dinechin, chargée de mission, DTA/SDD

3. Nouvelles mobilités aériennes et nuisances sonores : eVTOL et drones

Thierry Cabannes, chef de la subdivision Mesures acoustiques, STAC/ESSOP/ENV/MA

Denis Weber, chef de programme CALIPSO, STAC/ESSOP/ENV/EAMA

Joran Le Nabat, ingénieur acousticien, RATP

5. Nouvelles mobilités aériennes et infrastructures : recommandations techniques pour les concepteurs de vertiports

Alexy Berger, chef de projet, STAC/ESSOP/S2P

Thomas Iacono, chef de pôle sécurité aéroportuaire, DSAC/ERS/SA



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Réduire les nuisances sonores

Mesures en environnement et expertise monitoring

Julien Lepoutre, chef de la subdivision Etudes, Analyse et Modélisation acoustique,
STAC/ESSOP/ENV/EAMA

Frédéric Séguret, chef de la subdivision planification et développement durable, DSAC SE

Sommaire

1. Les défis en DSAC

- a. Missions des DSAC
- b. Problématique du bruit

2. Les solutions du STAC

- a. Moyens
- b. Méthodologie

3. Un exemple d'étude

- a. Contexte
- b. Protocole
- c. Finalités

1. Les défis en DSAC



La protection de l'environnement aéroportuaire mobilise de nombreuses compétences

Maîtriser les émissions au sol

- Démarche Airport carbon accreditation
- Limitation de l'utilisation des APU
- Actions PPA
- Actions pics de pollution

Réduire la pollution des eaux

- Zéro Phyto
- Substitution des mousses d'extinction contenant des PFAS

Protéger la biodiversité

- Inventaires
- Protection des habitats

Maîtriser le bruit des aéronefs

- PEB : maîtrise de l'urbanisation
- Réduction du bruit à la source : changement de classe CALIPSO, aviation électrique
- Maîtrise des trajectoires, circuit, zones à éviter...
- Restrictions d'utilisation

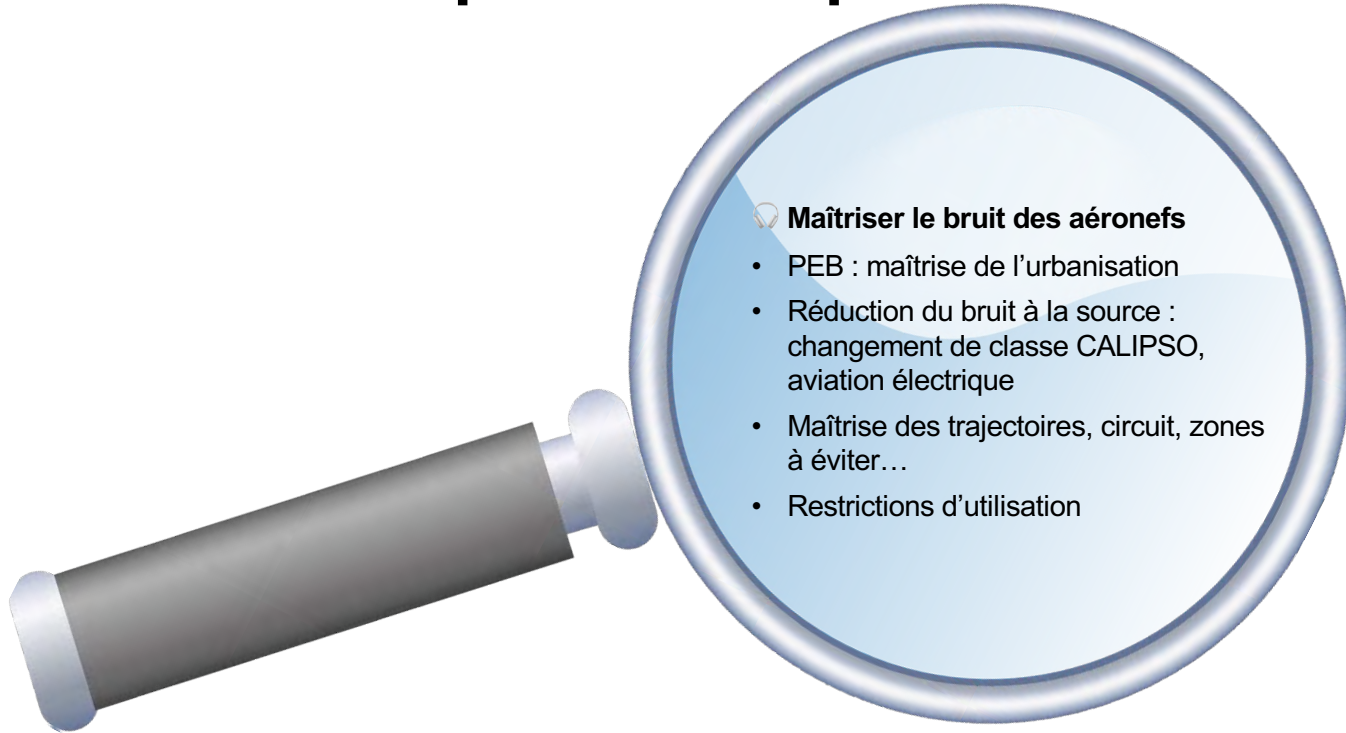
Savoir concerter et informer

- Réunions d'information et de concertation sous la responsabilité des acteurs aéroportuares
- CCE
- Visualisation du trafic
- Réponse aux plaintes et demandes d'information

Maîtriser la communication sensible

- Ce que nous savons / ce que nous faisons / ce à quoi nous veillons
- Prévenir en cas d'activité inhabituelle
- Éviter l'effet boomerang

Zoom sur la problématique bruit



💡 Maîtriser le bruit des aéronefs

- PEB : maîtrise de l'urbanisation
- Réduction du bruit à la source : changement de classe CALIPSO, aviation électrique
- Maîtrise des trajectoires, circuit, zones à éviter...
- Restrictions d'utilisation

2. Les solutions du STAC



Moyens du Laboratoire acoustique

Agents

Une 10^{aine} de contrôleurs techniques avec une solide expérience de la mesure acoustique.

Les qualifications et habilitations des agents font l'objet d'un suivi personnalisé et sont mises à jour chaque année.

Des formations régulières permettent l'actualisation constante des connaissances.

Matériels

Un parc matériel conséquent :

- 3 véhicules dédiés
- 10 sonomètres et frontaux d'acquisition acoustiques
- 4 stations météorologiques
- 1 système de trajectométrie de précision DGPS
- 6 mâts télescopiques
- 2 batteries au méthanol permettant une autonomie complète de plusieurs semaines

Maintenance et vérification

Annuellement, conformément à la réglementation applicable, le matériel de mesure acoustique est vérifié par le Laboratoire national d'essai (LNE).

Au début de chaque mesure, une auto-vérification de la chaîne acoustique est systématiquement effectuée au moyen de calibreurs.

Méthodologie des mesures

Afin de garantir une impartialité et une qualité de service optimum, le Laboratoire a obtenu l'**accréditation « COFRAC » en 2015**.

Il s'appuie sur les **normes en vigueur** pour effectuer ses mesures, en particulier sur la norme « Caractérisation des bruits d'aéronefs perçus dans l'environnement » (NF S31-190).

Cette norme s'applique aux activités aéronautiques aussi bien civiles que militaires.

Les mesures réalisées par le Laboratoire peuvent être **de courte durée** (quelques heures) ou **de longue durée** (de plusieurs jours à plusieurs mois) en fonction de la demande et du besoin.

Les mesures en **présence d'opérateur(s)** sont privilégiées dans la mesure du possible. La détection, le codage et la classification de l'événement aéronautique sont ainsi réalisés par l'opérateur.

Avant toutes mesures, une équipe du Laboratoire se rend sur les lieux envisagés, pour analyser l'environnement physique et acoustique et valider ou non le choix de positionnement de la station de mesures.

A l'issue des mesures, le Laboratoire du STAC fournit systématiquement un **rapport d'analyse des mesures**.

Il reste à la disposition du demandeur pour l'accompagner dans sa communication et expliciter les résultats.

3. Un exemple d'étude



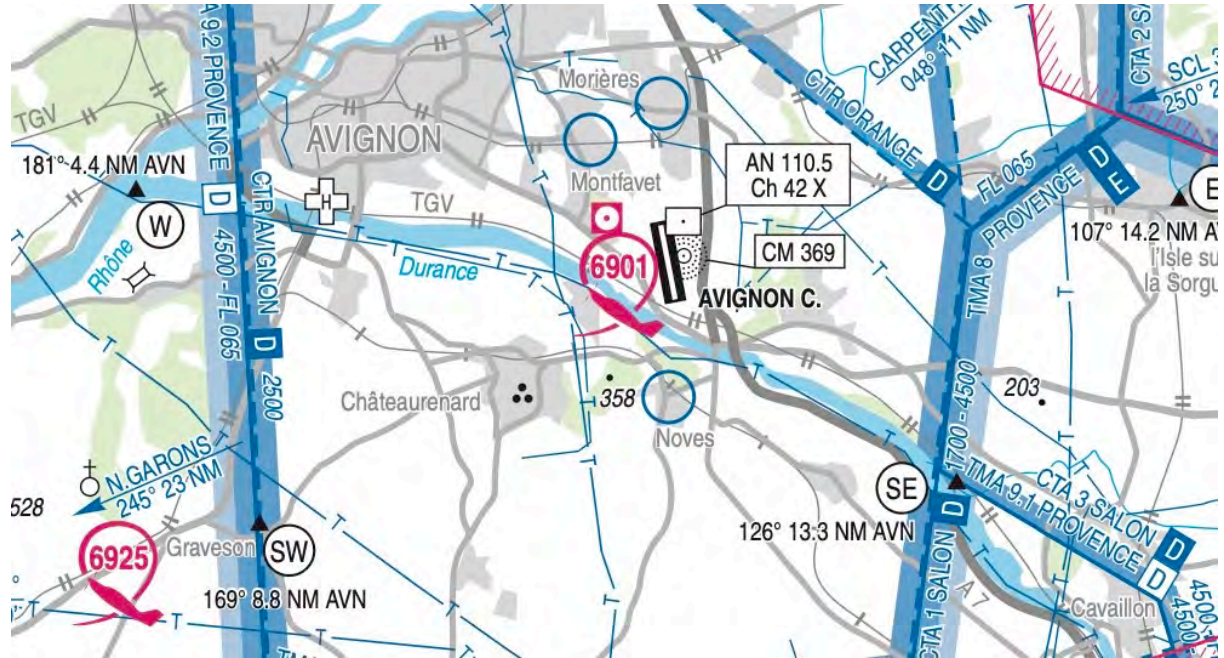
stationnement
parachutage
APU électrique
drones
légère
ligne
aviation
reverse
avions
dirigeables
hélioptères
voltige

Aéroport d'Avignon Provence: une multi-exposition

Aéroport international français situé à Montfavet, sur la commune d'Avignon, dans le département de Vaucluse en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Cet aéroport civil est ouvert au **trafic commercial** – régulier ou charters, à **l'aviation d'affaires** et à **l'aviation générale**, aux IFR et aux VFR.

Il est dédié à l'accueil d'entreprises dans les domaines de l'aviation, l'aéronautique, la défense et la sécurité. Plus de 57 sociétés accueillant **580 emplois** sont implantées sur le site.



Un contexte bruit dégradé nécessitant un état des lieux initial

Faible maîtrise de l'urbanisation des sols :
PEB ancien et inadapté.

Faible connaissance du bruit à la source :
peu d'aéronefs classés CALIPSO.

Activité voltige contestée mais nécessaire.

Trajectoires de circuit d'aérodrome non
connues ni concertées par l'exploitant
avec les usagers basés.

Communication et concertation :

- Réponses aux plaintes et demandes
d'information focalisée sur les RDA et
non sur la maîtrise du bruit
- CCE non réunie depuis 5 ans

Il est difficile d'identifier les pratiques les
plus problématiques en vue de les
améliorer.

La présence d'un axe de voltige crée un
irritant supplémentaire, mais les
évolutions conventionnelles sont parfois
confondues avec de la voltige.

Ni le dialogue, ni l'analyse des plaintes,
ne permettent de se faire une idée précise
de la contribution des différentes activités
à la gêne sonore.

Il est difficile de se représenter si les
nuisances excèdent celles qui sont
normales au voisinage d'un aérodrome de
cette catégorie.

Un état des lieux acoustique semble
pertinent pour :

- Identifier la contribution de la voltige
aux nuisances
- Améliorer la connaissance des
émissions sonores dues à l'aviation et
de leur émergence par rapport au bruit
ambiant
- Envisager des pistes d'actions pour
améliorer le cadre de vie des riverains

Protocole mis en place

Plusieurs phases sont prévues pour cette campagne acoustique:

- Réunions de concertation avec la DSAC, les associations de riverains et l'aéroport
-> Objectif: définir / se mettre d'accord sur le besoin, définir les conditions représentatives des mesures acoustiques (période, emplacement, ...)
- Mesures:
 - 5 stations de mesure
 - 2 périodes distinctes (avec et sans affluence)
 - Environ 70 heures de mesure
- Dépouillement et analyse
-> Caractérisation d'un état initial, utilisation d'indicateurs moyens énergétiques et d'indicateurs quantitatifs, statistiques
- Rapport de campagne d'étude et présentation des résultats

Finalités de cette étude

Court terme

Résultats prévus pour 2024

L'objectif est de fournir des données tangibles afin d'aider la DSAC et l'exploitant dans la gestion du dialogue entre usagers et riverains.

Moyen terme

Caractérisation des sources les plus génératrices de nuisances sonores.

Collaboration pour trouver des aménagements qui réduiraient la gêne.

Long terme

Nouvelles mesures à la suite de la mise en place de plans d'actions.

Comparaison avec l'état initial et affinage des solutions.



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Merci de votre attention

Julien Lepoutre – julien.lepoutre@aviation-civile.gouv.fr

Frédéric Séguret – frederic.seguret@aviation-civile.gouv.fr



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Réduire les nuisances sonores et les émissions de gaz à effet de serre

Déploiement du concept PBN-to-ILS

Alexandre Gama, chef de projet – responsable activités capacité, STAC/ESSOP/S2P

Iris de Denichin, chargée de mission, DTA/SDD



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



direction
générale
de l'Aviation
civile

Déploiement de procédures PBN-to-ILS

Etude d'impacts environnementaux



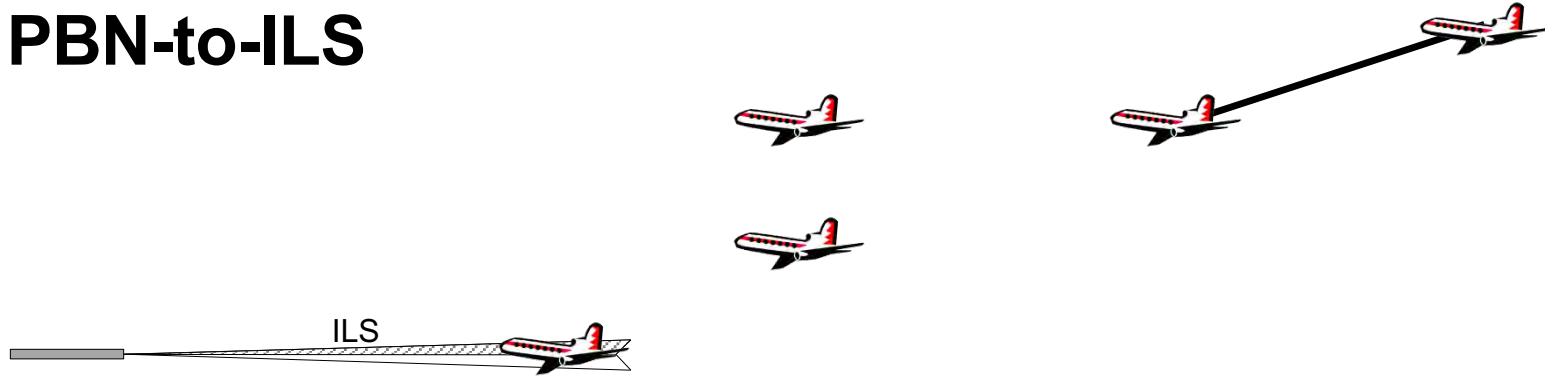
Sommaire

1. Le concept PBN-to-ILS
2. Simulations de trafic et de trajectoires et évaluation d'impacts

1. Le concept PBN TO ILS



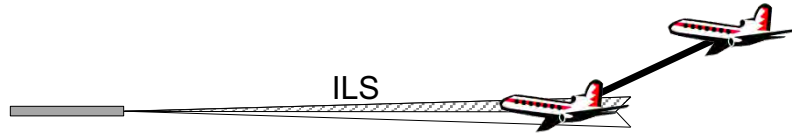
Concept PBN-to-ILS



- Précision variable fonction des conditions
- Nombreuses instructions du contrôle aérien
- Forte dispersion des trajectoires

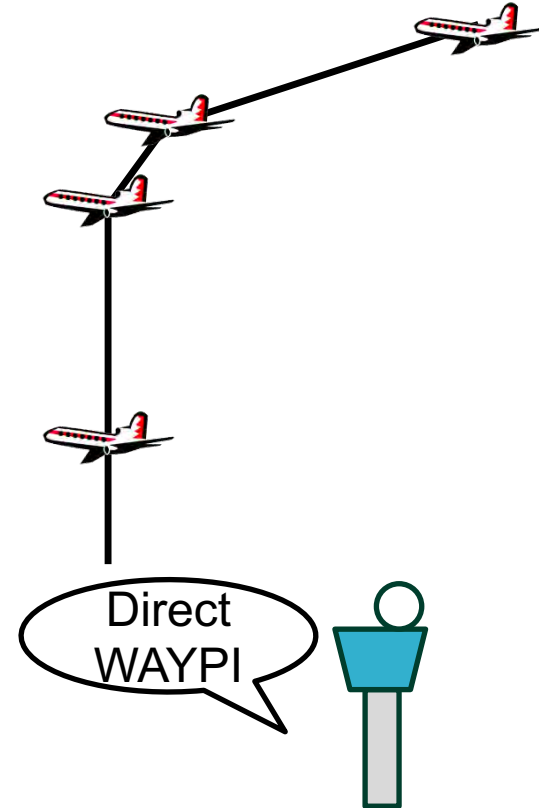
Guidage radar « traditionnel » vers un ILS

Concept PBN-to-ILS

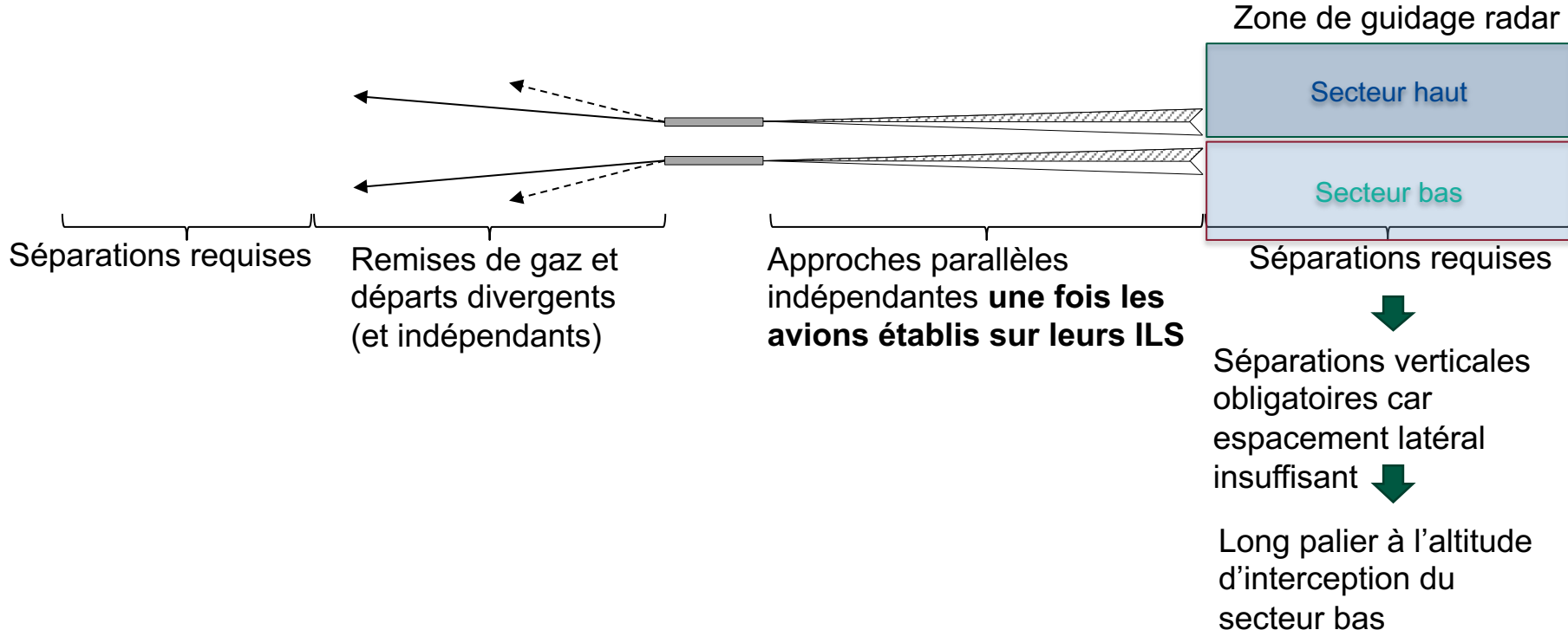


- Précision élevée, forte reproductibilité des trajectoires
- Moins d'instructions du contrôle aérien requises
- Plus faible dispersion des trajectoires

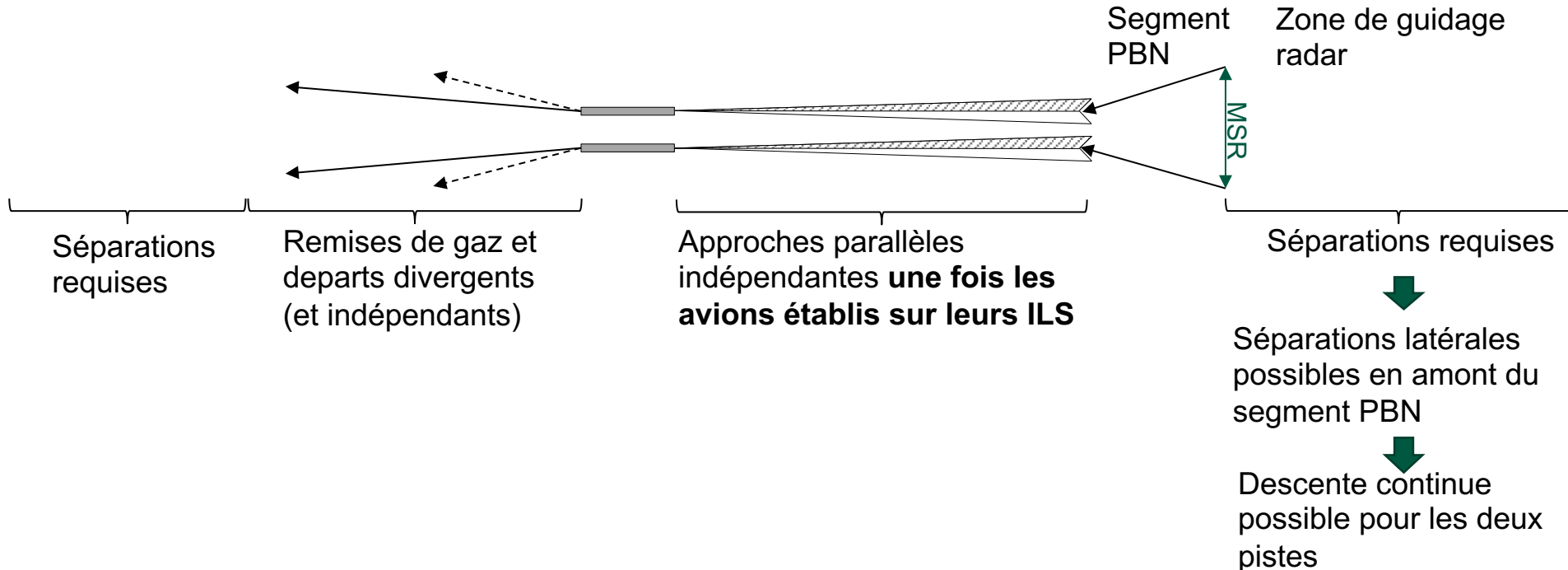
Guidage radar PBN-to-ILS



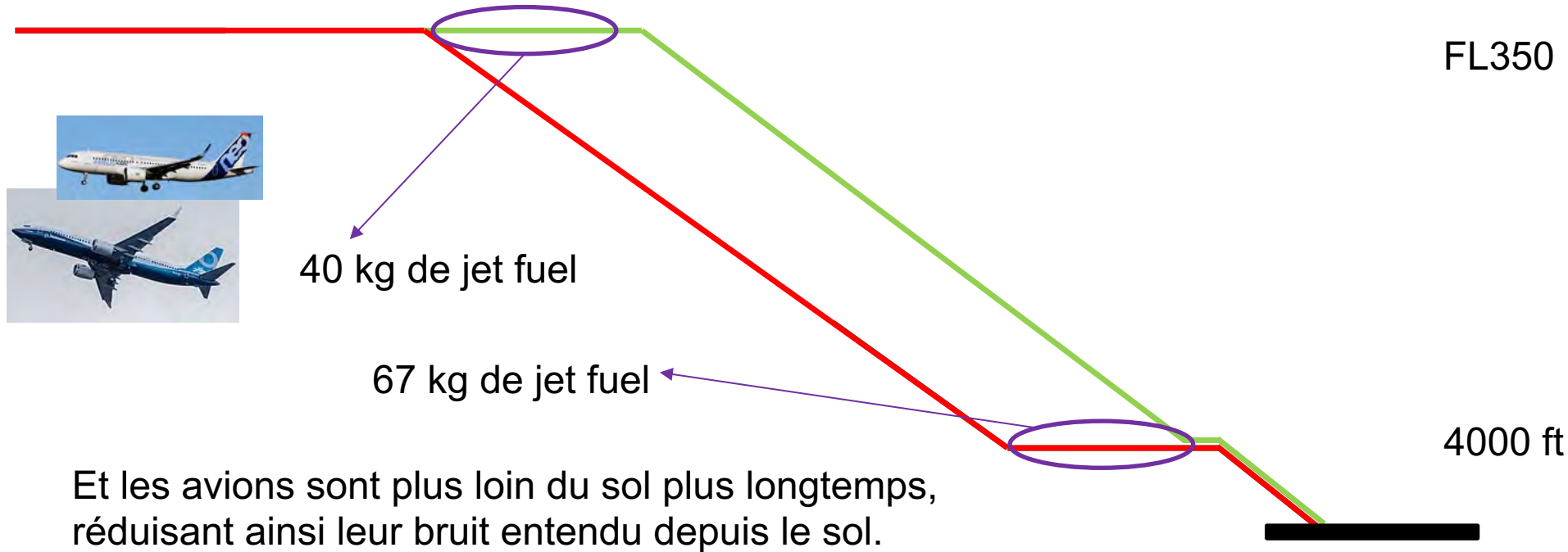
Cas des approches parallèles sans PBN-to-ILS



Approches parallèles avec PBN-to-ILS



Avantages de la descente continue



2. Simulations de trafic et de trajectoires



Simulations AirTOP et évaluation d'impact sur les consommations de carburant et émissions de CO₂

Déterminer les impacts environnementaux afin d'alimenter l'analyse coût bénéfice du projet :

- Différences de consommation de carburant entre différents scénarios
 - Dans l'espace aérien
 - Et au sol lors du roulage des avions
- Emissions de CO₂ associées





[303k]
FL130
A380(MEDIUM)

[296k]
FL115
B77W(MEDIUM)

[315k]
FL110
A320(MEDIUM)

[326k]
FL94
A318(LONG)

[419k]
FL230
B738(LONG)

[1098k]
2564h
B738(MEDIUM)

[218k]
5143h
B772(MEDIUM)

[229k]
4328h
B77W(MEDIUM)

[294k]
5747h
A320(MEDIUM)

[356k]
FL130
B77W(MEDIUM)

[372k]
FL150
B772(MEDIUM)

[1000k]
FL77
A312(MEDIUM)

[320k]
FL-4
B77W(MEDIUM)

[244k]
FL150
A321(MEDIUM)

[334k]
FL125
A330(MEDIUM)

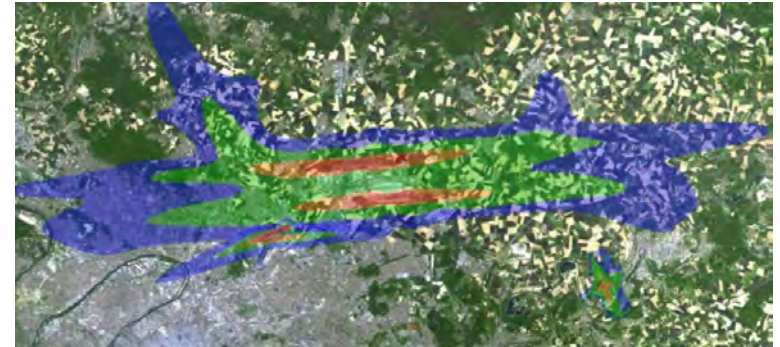
[157k]
FL-3
A321(MEDIUM)

[399k]
FL177
A320(LONG)

Simulation d'empreintes sonores

Déterminer le niveau de gêne et les populations impactées par la modification des procédures

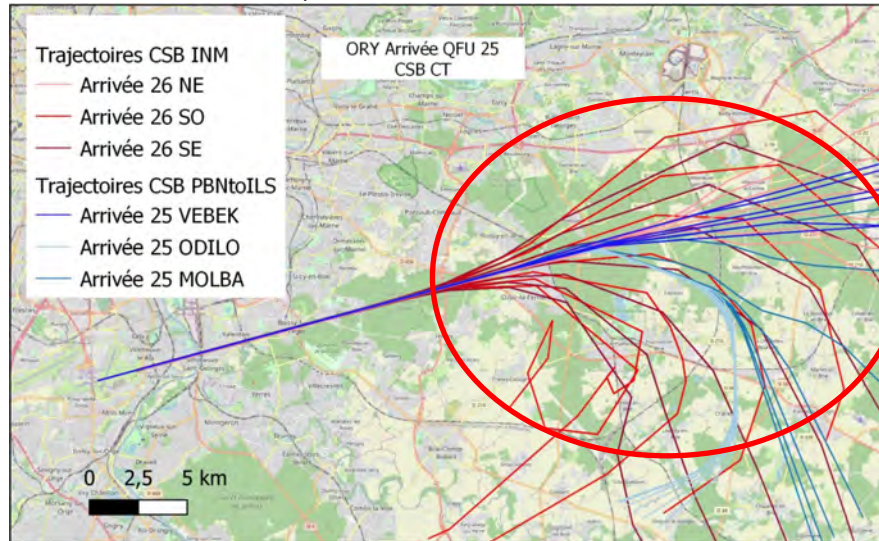
- Types de cartes : CSB (Lden et Ln) et PGS
- Modélisation avec l'outil IMPACT
- Trajectoires 2D construites à partir des trajectoires PBN to ILS simulées
- Etude sur CDG et ORY



PBN-to-ILS : ORY

Prise en compte des 3 nouvelles procédures d'atterrissages face à l'ouest piste 25
ODILO, MOLBA et VEBEK

Exemple des CSB court-terme d'ORLY



Diminution de la dispersion
latérale au-delà de la Lden 55

PBN-to-ILS : ORY – résultats

Méthode :

- Recalcul des CSB d'Orly, modélisées avec INM, avec le logiciel IMPACT en conservant les hypothèses
- Prise en compte des trajectoires des trois nouvelles procédures PBN to ILS en piste 25



Superposition des CSB CT remodelées avec IMPACT et des CSB CT avec prise en compte de PBN to ILS (en Lden) (source : STAC)

PBN-to-ILS : ORY – résultats

Méthode :

- Recalcul des CSB d'Orly, modélisées avec INM, avec le logiciel IMPACT en conservant les hypothèses
- Prise en compte des trajectoires des trois nouvelles procédures PBN to ILS en piste 25



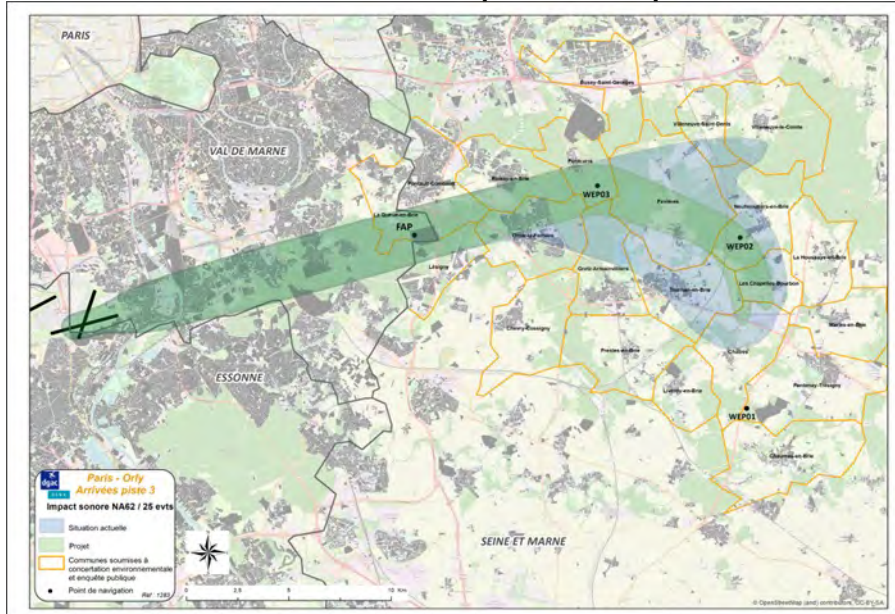
Superposition des CSB CT remodélisées avec IMPACT et des CSB CT avec prise en compte du PBN to ILS (en Lden) (source : STAC)

		Recalcul IMPACT	PBN to ILS	Différence (en km ²)
Surfaces (km ²)	CT Lden	101,87	101,96	0,09
	CT Nlight	35,10	35,12	0,02
	LT Lden	84,89	84,91	0,03
	LT Nlight	15,88	15,86	-0,03

➤ Le projet PBN to ILS entraîne très peu de différences pour les surfaces totales impactées (moins de 0,2 % pour chacune des 4 cartes).

Etude d'impact de la circulation aérienne (EICA) de la DSNA

Des indicateurs acoustiques complémentaires :



Source : DSNA-Mission Environnement

➤ NA62 / 25 évènements

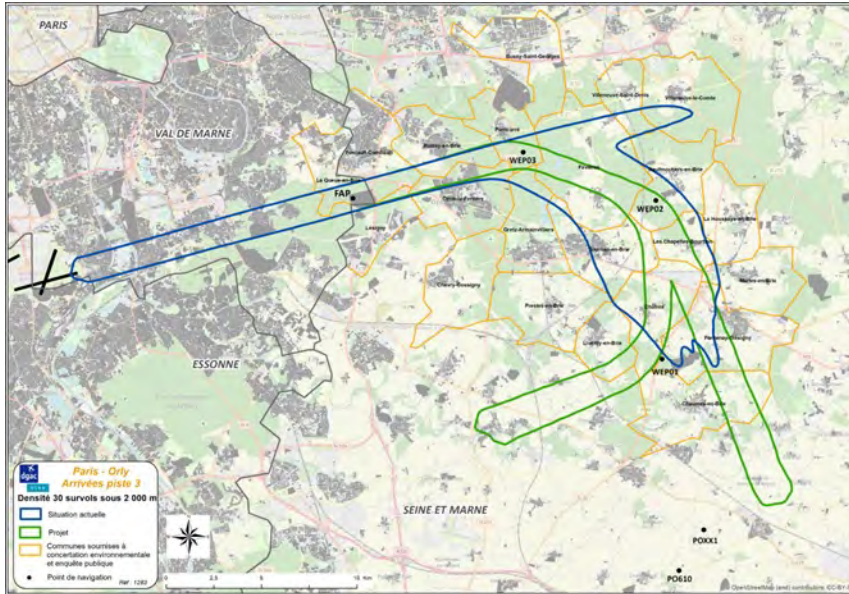
L'indicateur NA (*Number of events Above*) indique le nombre de mouvements d'avions qui dépassent un certain niveau de bruit durant une période donnée. Ici le niveau de bruit est le niveau sonore maximum lors d'un passage d'un avion (L_{Amax}).

Il est exprimé en dB (A), l'unité de mesure pour les bruits environnementaux.

NA62 / 25 correspond à au moins 25 évènements ayant dépassé un seuil de bruit de 62 dB.

Etude d'impact de la circulation aérienne (EICA) de la DSNA

Des indicateurs visuels complémentaires :



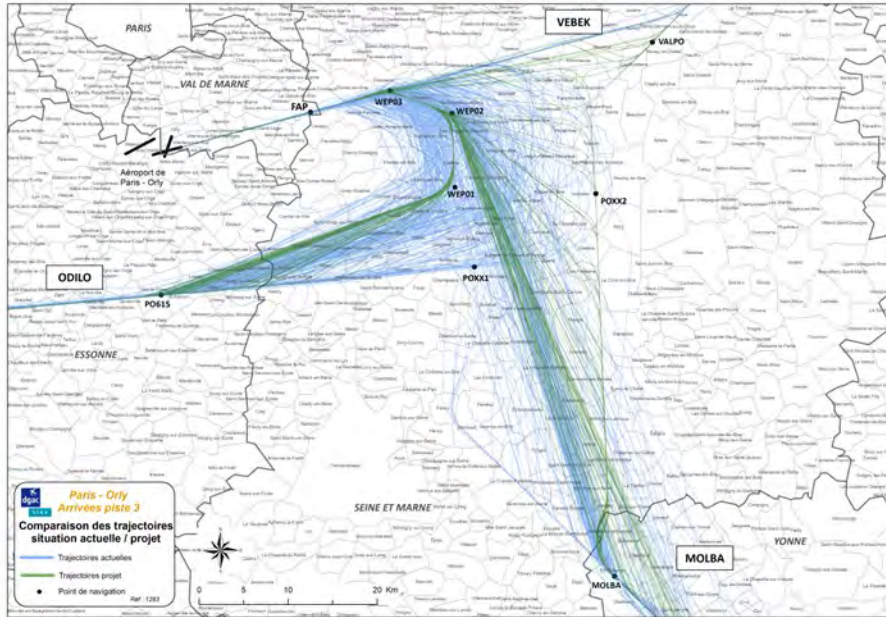
Source : DSNA-Mission Environnement

➤ Densité de survols sous 2000 mètres > 30 vols / jour

L'indicateur « densité de survols » permet de rendre compte de l'impact visuel des nouvelles conditions de survol des territoires.

Les cartes de densités de 30 survols sous 2 000 mètres identifient les zones survolées par au moins 30 vols sous 2 000 mètres par jour.

PBN-to-ILS : concentration vs. dispersion des trajectoires



Source : DSNA-Mission Environnement

Deux effets majeurs :

- Diminution du nombre de personnes survolées
- Concentration des trajectoires en dessous de 2 000 mètres



MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Expérimentation sur les nuisances sonores des drones

« Catégorie spécifique »

Thierry Cabannes, chef de la subdivision Mesures acoustiques, STAC/ESSOP/ENV/MA

Denis Weber, chef de programme CALIPSO, STAC/ESSOP/ENV/MA

Contexte



European Union Aviation Safety Agency
**Guidelines on Noise Measurement of
Unmanned Aircraft Systems Lighter than 600 kg
Operating in the Specific Category (Low and
Medium Risk)**
Public Consultation

- Vu le développement des drones dans le monde, il est devenu important de traiter la partie relative au bruit.



EASA
European Aviation Safety Agency

(Agence Européenne de la Sécurité Aérienne) a présenté un projet de mesures acoustiques des drones sans pilote (UAS Unmanned Aircraft System) (Octobre 2022) :



Projet de Guide pour Mesures de bruit

- ✓ Pour Drone (sans pilote)
- ✓ Masse maximale au décollage < 600 kg
- ✓ Catégorie spécifique (risque faible et moyen)



Le Laboratoire de Mesures Acoustiques du STAC

10 Agents

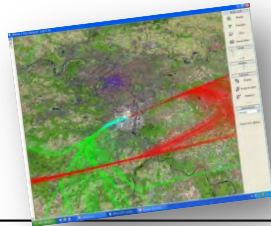
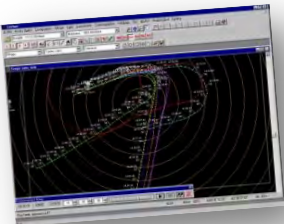
Télémetrie

- Laboratoire mobile
- Station de mesures météo
- Systèmes de communication
- Système de radio sondage



Modélisation & Trajectographie

- DGPS
- ELVIRA
- IMPACT



ACCREDITATION N° 1-5966
PORTÉE DISPONIBLE
SUR WWW.COFRAC.FR

Acoustique & Météorologie

- Sonomètres
- Enregistreurs—
analyseurs acoustiques
- Station de mesures
météo



L'Expérimentation UAS

Objectifs :

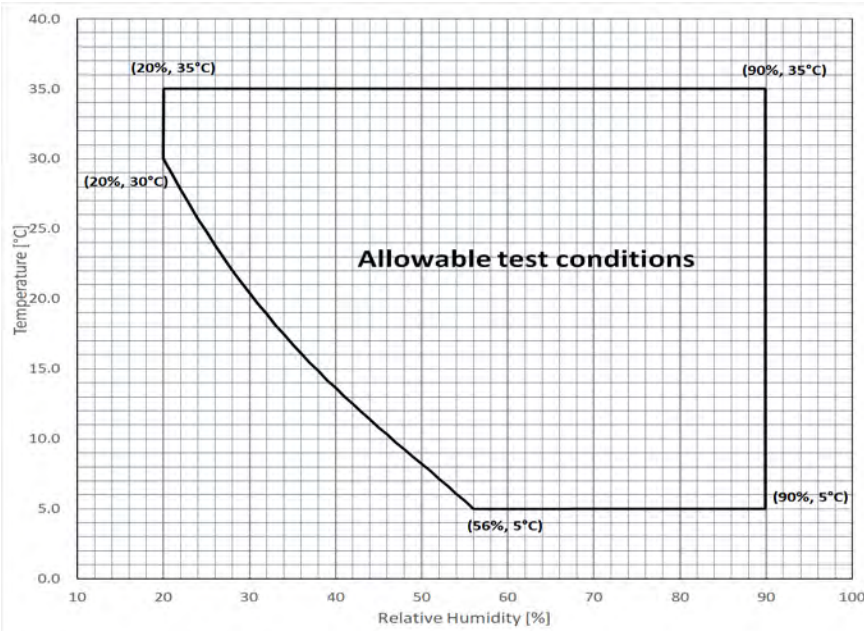
- Expérimenter les phases de mesure et de dépouillement de la proposition de l'AESA afin de conforter la réalisation de ces mesures.
- UAS à masse max et vitesse max
- Mesures complémentaires aux masses et vitesses intermédiaires.
(Etude d'impact de la masse et de la vitesse sur le bruit engendré)

Matériels de mesure :

- Plaque au sol, micro de pression (type certification acoustique aéronaf)
- Capteurs météorologiques
- Système trajectométrie ayant une précision centimétrique
- Balances



Conditions Météorologiques

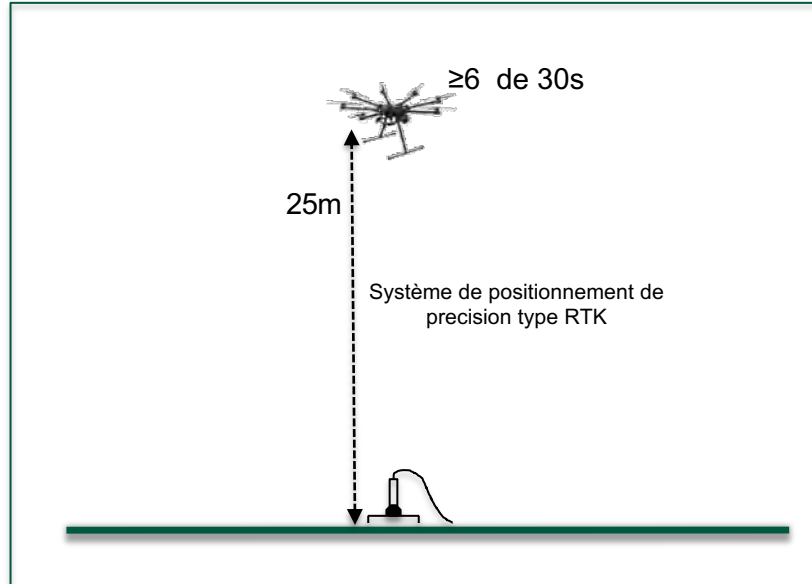


- 5 à 35°C, 56 à 90% d'humidité.
- Restriction possible de 20 à 56% d'humidité
- Vent moyen sur 30s ramené ou à 10m
Global : $\leq 4,1$ m/s (8 kts, 15 km/h)
Traversier : $\leq 2,1$ m/s (4 kts, 7,5km/h)
(Version Octobre 2022)



Si vent mesuré à 1,6m, correction 1,3 :
Global : $\leq 3,1$ m/s (6,1 kts, 11,5 km/h)
Traversier : $\leq 1,6$ m/s (3 kts, 5,7km/h)

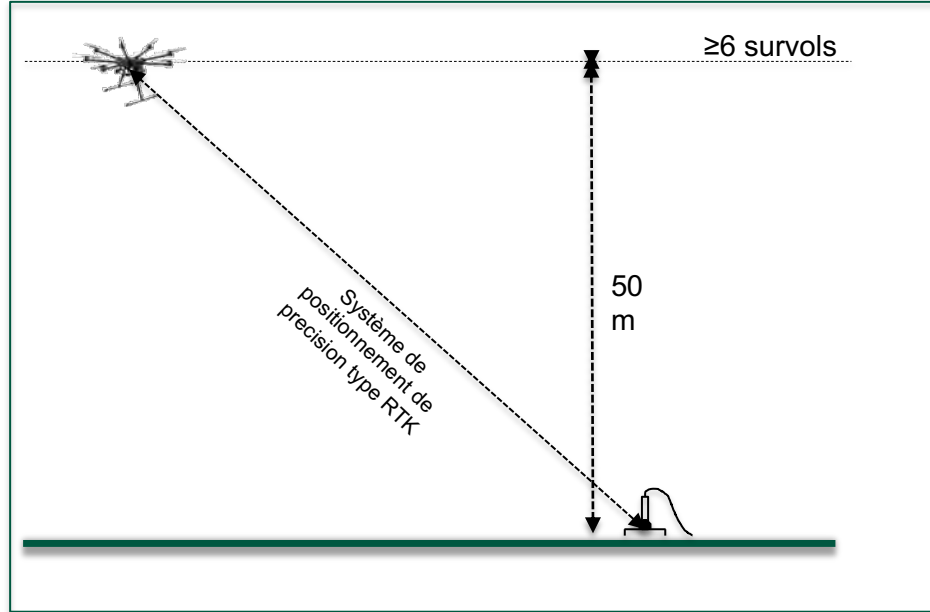
Mesure : Mode Stationnaire




Le LAeq ou **niveau sonore équivalent** : C'est la donnée qui caractérise le mieux un bruit fluctuant dans le temps. Ici, il s'agit du niveau énergétique moyen sur une période de **30s** exprimé en dB(A)

- Minimum de 6 stationnaires de 30s
(Tolérance : hauteur de 12 à 50m, latéral 6°)
- Indicateur retenu leaq30s de chaque stationnaire.

Mesure : Mode Survol



- Minimum de 6 survols valides
(Tolérance : hauteur de 17 à 150m, latéral 10°)
- Indicateur retenu : Lae (SEL) pour de chaque survol.

 Le **SEL** (Sound Exposure Level) **représente** le niveau de bruit émis pendant **1 seconde** qui aurait été produit avec la même énergie que le bruit réellement perçu pendant toute la durée du survol exprimé en dB(A).

Expérimentations



- Terrain privé dans le Gers en zone Ouverte
- Calme et tranquillité ont été trouvés 😊
- Premières mesures réalisées avec de petits drones 2 & 9 kg, cela à différentes masses et vitesses.
- Fourniture à l'EASA des premières constatations de ces mesures.
- Le Laboratoire devrait disposer en septembre 2023 d'un système de positionnement précis (RTK, précision centimétrique) embarquable sur les différents drones pour les prochaines mesures

Expérimentations



Merci de votre Attention



Denis Weber : denis.weber@aviation-civile.gouv.fr

Thierry Cabannes : thierry.cabannes@aviation-civile.gouv.fr



MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Mobilité Aérienne Urbaine : Acceptabilité d'un eVTOL

Mesures acoustiques et vibratoires – Aéroport de Pontoise du 21 au 25 mars 2022

Thierry Cabannes, chef de la subdivision Mesures acoustiques, STAC/ESSOP/ENV/MA

Denis Weber, chef de programme CALIPSO, STAC/ESSOP/ENV/MA

Joran Le Nabat, ingénieur acousticien, RATP

Contexte

- Groupe ADP et la RATP portent le projet d'expérimentation des Taxis eVTOL lors des Jeux Olympiques et Paralympiques de Paris 2024.
- 3 lignes sont envisagées :
 - Héliport Issy-les-Moulineaux ↔ Aérodrome Saint-Cyr l'Ecole
 - Héliport Issy-les-Moulineaux ↔ Vertiport dans l'est de Paris sur la Seine
 - Aéroport Le Bourget ↔ Aéroport Roissy Charles De Gaulle
- Machine retenue « VoloCity » de la société allemande : Volocopter
- ADP a équipé l'aéroport de Pontoise - Cormeilles-en-Vexin (LFPT) pour réaliser tous les essais nécessaires en vue de cette expérimentation.

Road Map

2022

2023

2024

Mesurer

Prédire (macro)

Quantifier

Prédire (micro)

Mesurer



Objectifs de ces mesures

- Disposer de niveaux sonores de référence pour des avions de type eVTOL,
- Améliorer la prévision du bruit des avions de type eVTOL,
- Comparer aux données de certification d'autres appareils (hélico, ...),
- Réaliser des premiers tests perceptifs pour définir des critères d'acceptabilité relatifs à ce type de véhicules, ...
- Tester une solution de monitoring du bruit des eVTOL qui pourrait être déployée à proximité des vertiports et sous les trajectoires.
- Prédire l'impact acoustique et vibratoire d'un eVTOL à l'échelle du territoire, du quartier et du véhicule,

Participation

- La campagne s'est déroulée du 21 au 23 mars 2022 à Pontoise
- Le eVTOL (Electrical Take Off & Vertical Landing) : VC-2X (avec pilote)
- Les laboratoires participants :
 - ✓ ONERA
 - ✓ RATP
 - ✓ BruitParif
 - ✓ STAC



Choix de Pontoise

- ✓ Proche de Paris
- ✓ Faible activité
- ✓ Facilité (hangar,..)

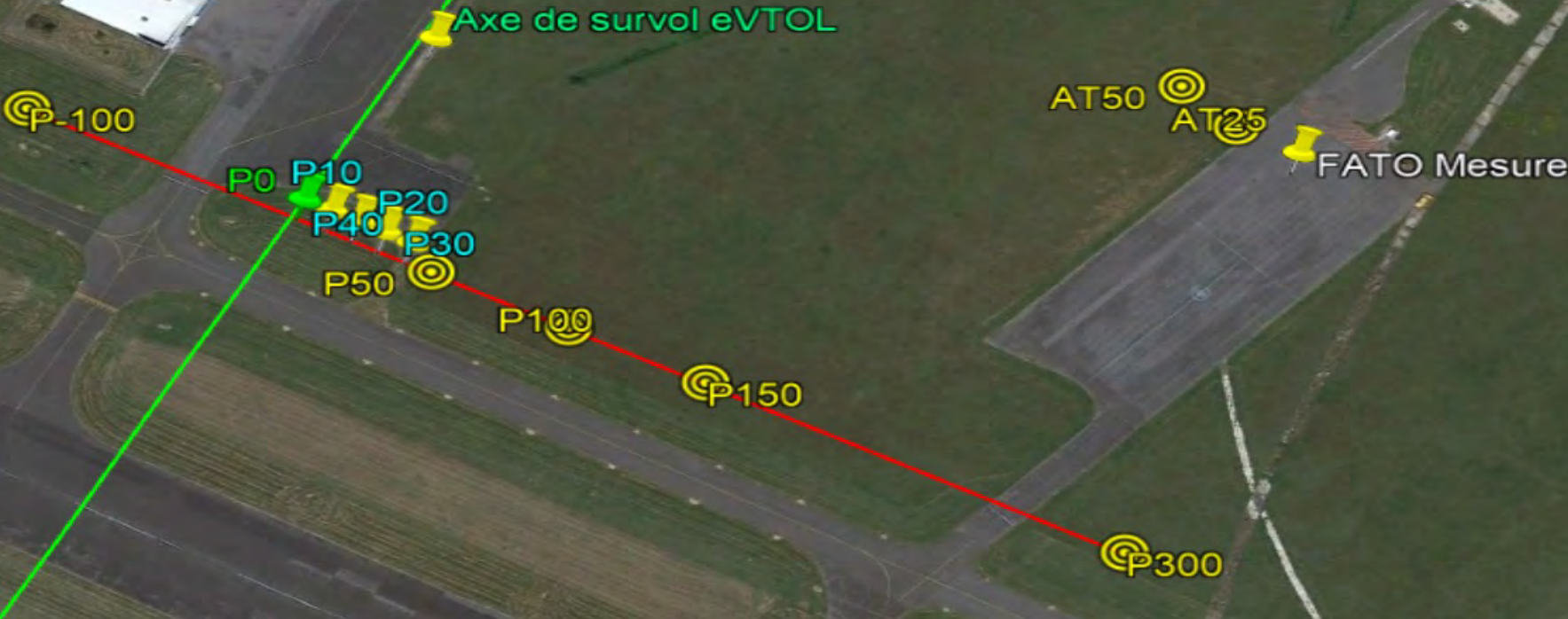


Capteurs utilisés

- Acoustiques :
 - Sonomètres et microphones alignés
 - Système Medusa de BruitParif
- Autres :
 - Capteurs météorologiques (Température / Humidité relative / Pression Atmosphérique / Force et direction du vent)
 - Caméras
 - Système de radiosondage
 - Récepteur GPS
 - Camion poste de contrôle



Points de mesures



Préparation avant mesures



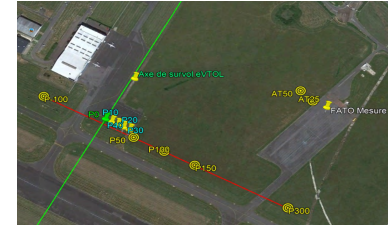
Lignes de microphones et sonomètres



Méthodologie

- Trajectoires issues de l'Annexe 16 de l'OACI : Chapitre 8 (Hélicoptère)
 - Survol (Axe vert)
 - Simulation décollage
 - Simulation atterrissage

- Trajectoire particulière : Stationnaire à une hauteur fixe / sol
 - Rotation à 360° Mesures de directivité



Note : Suivi des trajectoires avec un système de guidage GPS personnalisé



Contributions du Laboratoire STAC

Participation active aux différentes réunions

- J - 30
 - Vérification de l'intégration du système de trajectographie DGPS dans le VC-2X. (Bruchsal, Germany), ainsi que l'absence d'interférence
 - Adaptation du système de guidage et de télémétrie.

- J - 3
 - Géolocalisation centimétrique des 12 points de mesures.

- J (21-23 Mars 2022)
 - Garant des données météo (Température, humidité, Pression, Vent ...).
 - Garant des données de positionnement du VC-2X.
 - 2 points de mesures acoustiques sous trace (plaque au sol & 1,2m).

Conclusions

- Suite à ces mesures,
 - Certains objectifs ont été accomplis
 - Les autres sont en cours d'être atteints



- **Résultats :**

Tous les mesures brutes et résultats obtenus sont **confidentiels**. Un accord sur la non divulgation des données / résultats (NDA) a été signé entre la société Volocopter et les différentes sociétés intervenantes (ONERA/BruitParif/ADP/DGAC)



MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS

*Liberté
Égalité
Fraternité*



NOUVELLES MOBILITÉS AÉRIENNES ET INFRASTRUCTURES

Recommandations techniques pour les
concepteurs de vertiports

Thomas Iacono, , chef de pôle sécurité aéroportuaire, DSAC/ERS/SA
Alexy Berger, chef de projet, STAC/ESSOP/SPP



1. VTOL et Vertiports





Qu'est-ce qu'un vertiport ?

Aéronef VTOL (Vertical Take-Off and Landing) : Aéronef plus lourd que l'air, autre qu'un avion ou un hélicoptère, capable d'effectuer un décollage et un atterrissage verticaux au moyen de plus de deux unités de levage/poussée qui sont utilisées pour assurer la sustentation pendant le décollage et l'atterrissage.

Aéronef VTOL - catégorie *Small* :

- Nombre de propulseurs utilisés au décollage ou l'atterrissage vertical ≥ 2
- Nombre de sièges passagers : $N_{\text{Pax}} \leq 9$
- Masse maximale au décollage : $\text{MMD} \leq 3\,175 \text{ kg}$.

Vertiport : Surface ou structure utilisée ou destinée à être utilisée pour le décollage et l'atterrissage des aéronefs VTOL.



VoloCity (Source : Volocopter)

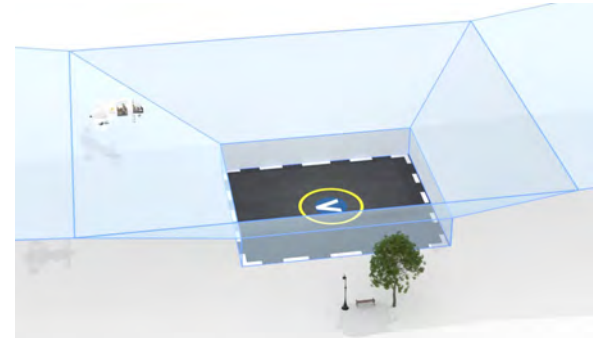


Illustration d'un vertiport (Source : AESA)

2. Recommandations techniques de l'AESA



Les prémices d'une réglementation européenne

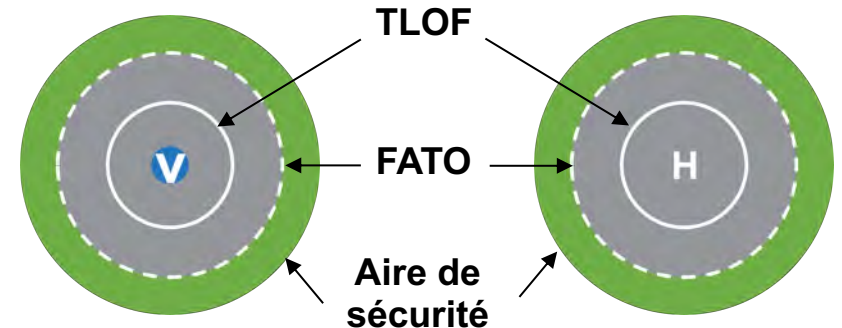
PTS-VPT-DSN

En mars 2022, l'AESA publie un document de recommandations pour la conception de vertiports.

Objectif : Assurer un développement sécuritaire et homogène en Europe des infrastructures dédiées aux mobilités urbaines aériennes

Des similitudes avec une hélistation :

- Aire de prise de contact et d'envol (TLOF) ;
- Aire d'approche finale et de décollage (FATO) ; et
- Aire de sécurité.



Des volumes de dégagement redessinés

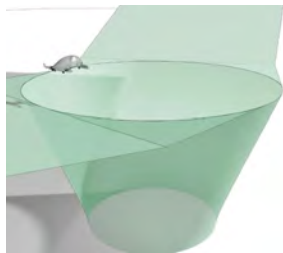
En lien avec les procédures d'atterrissage/décollage verticales, de nouveaux volumes de dégagement ont été conçus (OFV – *Obstacle Free Volume*).

Objectifs :

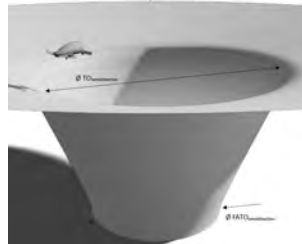
- Objectif n°1 : Permettre une implantation des vertiports en zones urbaines
- Objectif n°2 : S'adapter aux performances des aéronefs VTOL

Les volumes de dégagement dépendent de **10 paramètres**

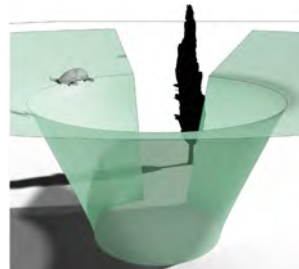
- Objectif n°3 : S'adapter à l'environnement
- Il existe 4 types de volumes de dégagement.



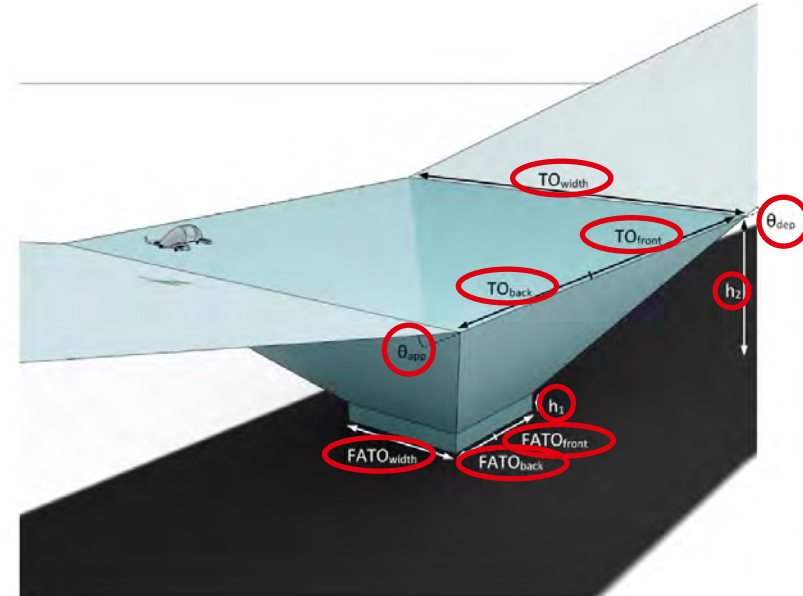
Bidirectionnel désaxé



Omnidirectionnel



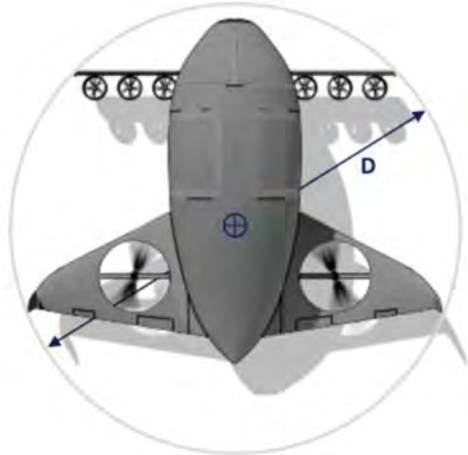
Omnidirectionnel avec
secteur prohibé



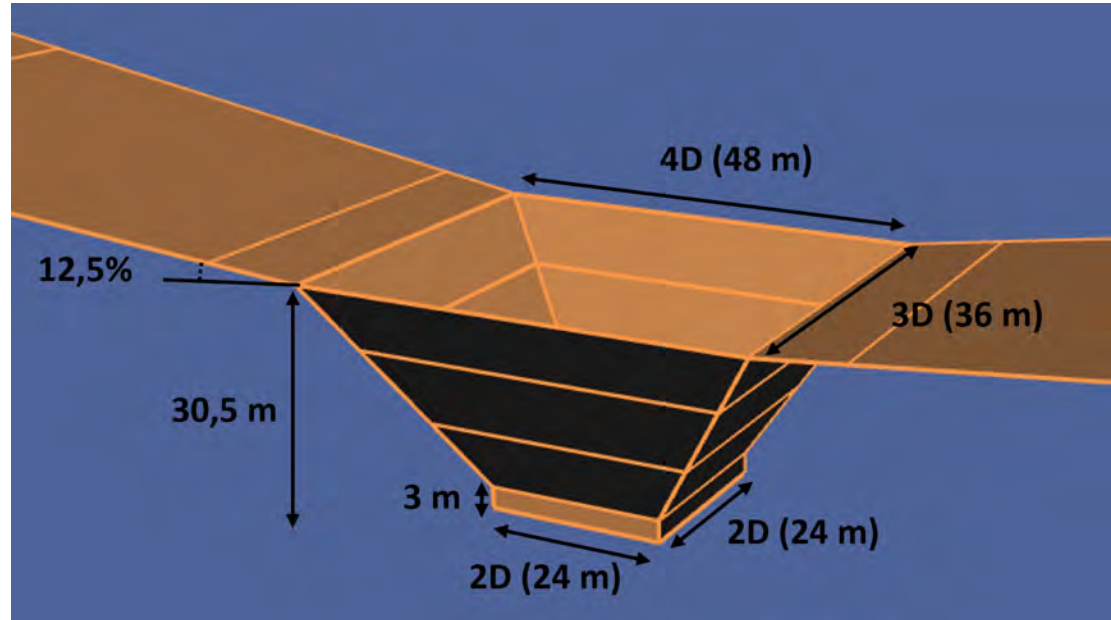
Bidirectionnel

OFV bidirectionnel

Exemple de volume considérant une dimension $D = 12\text{m}$ de l'aéronef VTOL



Dimension D d'un aéronef VTOL

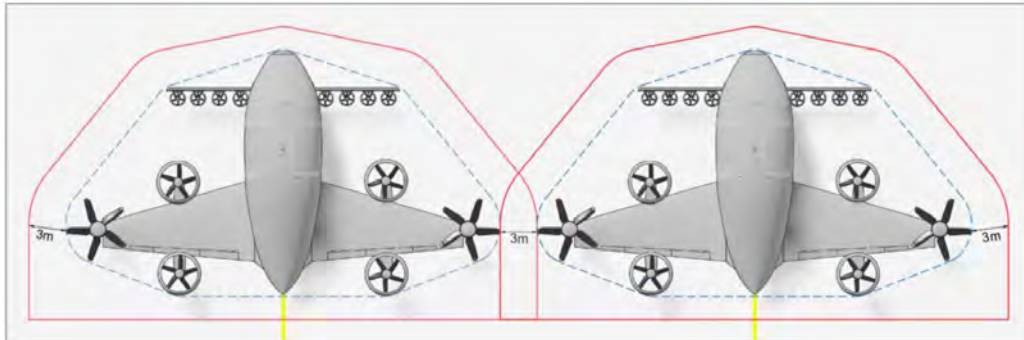
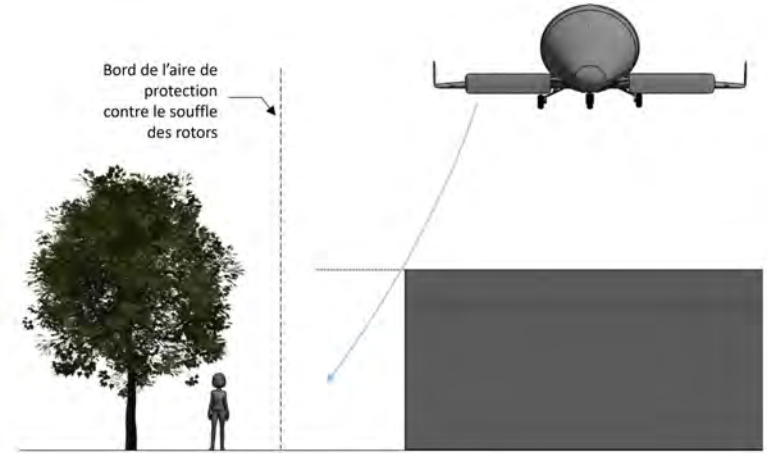


D'autres concepts novateurs

Les PTS-VPT-DSN présentent également d'autres concepts novateurs tels que :

- **Aire de protection contre le souffle des rotors :**

Cercle de diamètre égal à $2D$ et situé au-dessus de la FATO permettant d'intégrer les risques liés au souffle des rotors dans la conception du vertiport



- **Dimensionnement des postes de stationnement selon la géométrie des aéronefs VTOL :**

Permet de réduire l'emplacement nécessaire au sol pour les postes de stationnement lorsque certaines conditions sont remplies

Lutte contre les incendies d'aéronefs VTOL

Lors de l'élaboration des PTS-VPT-DSN, nous avons dû faire face à divers constats :

- La majorité des projets d'aéronefs VTOL sont électriques
- Les vertiports devraient accueillir des locaux de recharge de batteries amovibles
- La communauté aéronautique ne dispose pas d'éléments, réglementations ou recommandations, en lien avec les services de lutte contre l'incendie des aéronefs électriques.



Pack de batteries du VoloCity (Source : Vertical Flight Society)



Groupes de travail en cours



3. La réglementation



Adaptation de l'arrêté du 6 mai 1995

L'arrêté du 24 avril 2022 a introduit la possibilité, au cas par cas et sur autorisation préfectorale sur avis de la DSAC/IR, qu'un aéronef VTOL puisse décoller/atterrir sur une hélisation à l'article 1-1 de l'arrêté du 6 mai 1995.

Cette possibilité n'a pas été introduite pour les hélisturfaces.

Expérimentation pour les Jeux Olympiques et Paralympiques de Paris 2024

Les PTS-VPT-DSN sont utilisés par la DSAC pour la création des vertiports JOP2024.

Sur le projet de vertiport à Austerlitz, deux nouveaux concepts introduits par les PTS-VPT sont utilisés :

- La notion d'**OFV** – *Obstacle Free Volume*
- La notion de **secteur interdit** du fait du percement de l'OFV.

Après cette étape et un RETEX satisfaisant, un arrêté sanctuarisant des conditions techniques de création des vertiports pourra être préparé.



Illustration d'un concept de vertiport à Roissy-CDG
(Source : ADP)

Nouveau groupe de travail à l'OACI



Un nouveau groupe de travail a été créé à l'OACI : **VDSG** (*Vertiport Design Sub-Group*)

Champ d'application : Transports de passagers et de fret sur des vertiports ouverts à la circulation publique internationale

Objectifs du groupe :

- Élaborer des dispositions permettant d'assurer la sécurité des opérations des aéronefs VTOL en tenant compte de la grande variété de concepts VTOL, et des performances des aéronefs.
- Évaluer la compatibilité des opérations VTOL sur les hélistations existantes et l'intégration des opérations VTOL dans les aéroports existants.

Les mobilités urbaines aériennes étant particulièrement novatrices et en évolution perpétuelle, **un travail en collaboration avec les industriels sera nécessaire.**



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Merci de votre attention

Thomas Iacono – thomas.iacono@aviation-civile.gouv.fr

Alexy Berger – alex.berget@aviation-civile.gouv.fr



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



FOCUS SUR QUELQUES OUTILS INNOVANTS

Focus sur quelques outils innovants

Animation: Claire Baritaud, directrice de la MINT/DGITM & coordinatrice de l'AIT

1. Le PIF de demain: Facteurs humains et Intelligence artificielle dans la sûreté

Marie Aïdonidis, cheffe de la subdivision Méthodes et Actions Internationales, STAC/SE/MAI

Denis Mezzetta, représentant du Syndicat des entreprises de sûreté aéroportuaire (SESA)

2. Visualisation des surfaces de dégagement aéronautique en 3D : Présentation de l'outil APPSA3D

Alexy Berger, chef de projet, STAC/ESSOP/S2P

Christophe Jousselin, référent national infrastructures aéroportuaires, DSAC/ANA/AER

3. Facteurs humains et sécurité des systèmes: présentation de l'outil HAMSTERS

Thierry Jeanson, chef de programme, STAC/ESSOP/S2P

Philippe Palanque, professeur des universités de classe exceptionnelle en informatique, IRIT/Université Paul Sabatier



MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Le PIF de demain

Facteurs humains et Intelligence Artificielle dans la sûreté

Marie Aïdonidis, cheffe de la subdivision Méthodes et Actions Internationales, STAC/SE/MAI

Denis Mezzetta, représentant du Syndicat des entreprises de sûreté aéroportuaire (SESA)



1. L'interaction Homme-Machine sur le PIF*

*Poste d'Inspection Filtrage



Challenges pour les Agents de Sûreté (ADS)

Aujourd'hui « challenges » opérateurs sur la facilitation (rendements attendus, équipements en place...).

Les ADS sont en attente de solutions nouvelles et de technologies leur apportant une aide dans la détection.
Exemples :

- Les EDS (*Explosive Detection Systems*) : équipements radioscopiques avec détection automatique d'explosifs,
- Les systèmes APID (*Automated Prohibited Items Detection*) : logiciels de détection automatique d'articles prohibés,
- etc.



Arrivée des EDS cabine :

- Amélioration de la productivité et de la facilitation
- Moins de contraintes sûreté pour les passagers
- Une meilleure détection.

Au niveau du Facteur Humain : besoin d'accompagnement et de formations adaptées afin de permettre aux ADS de mieux appréhender ce système d'inspection filtrage.

Tester – Evaluer – Expérimenter

Pourquoi ces études sur les APIDS (IA) ?

Pour mieux les appréhender et pouvoir répondre à un certain nombre de questions, le plus tôt possible :

- Comment intégrer ces systèmes, dans le futur, en opérationnel ?
- Quelle détection en attend-on ?
- Comment les utiliser ? Comment former les ADS à les utiliser ?
- Quelle certification possible pour les ADS face à ces nouveaux systèmes ?



2. Approche « Facteurs Humains » dans la sûreté



Développement de solutions IA



Évaluations de solutions APIDS par le STAC



Prise en compte des Facteurs Humains

Mise en place de deux études FH/IA

➤ Développement de solutions fondées sur l'IA : *Automated Prohibited Items Detection Systems (APIDS)*



➤ 1 semaine – 2 études

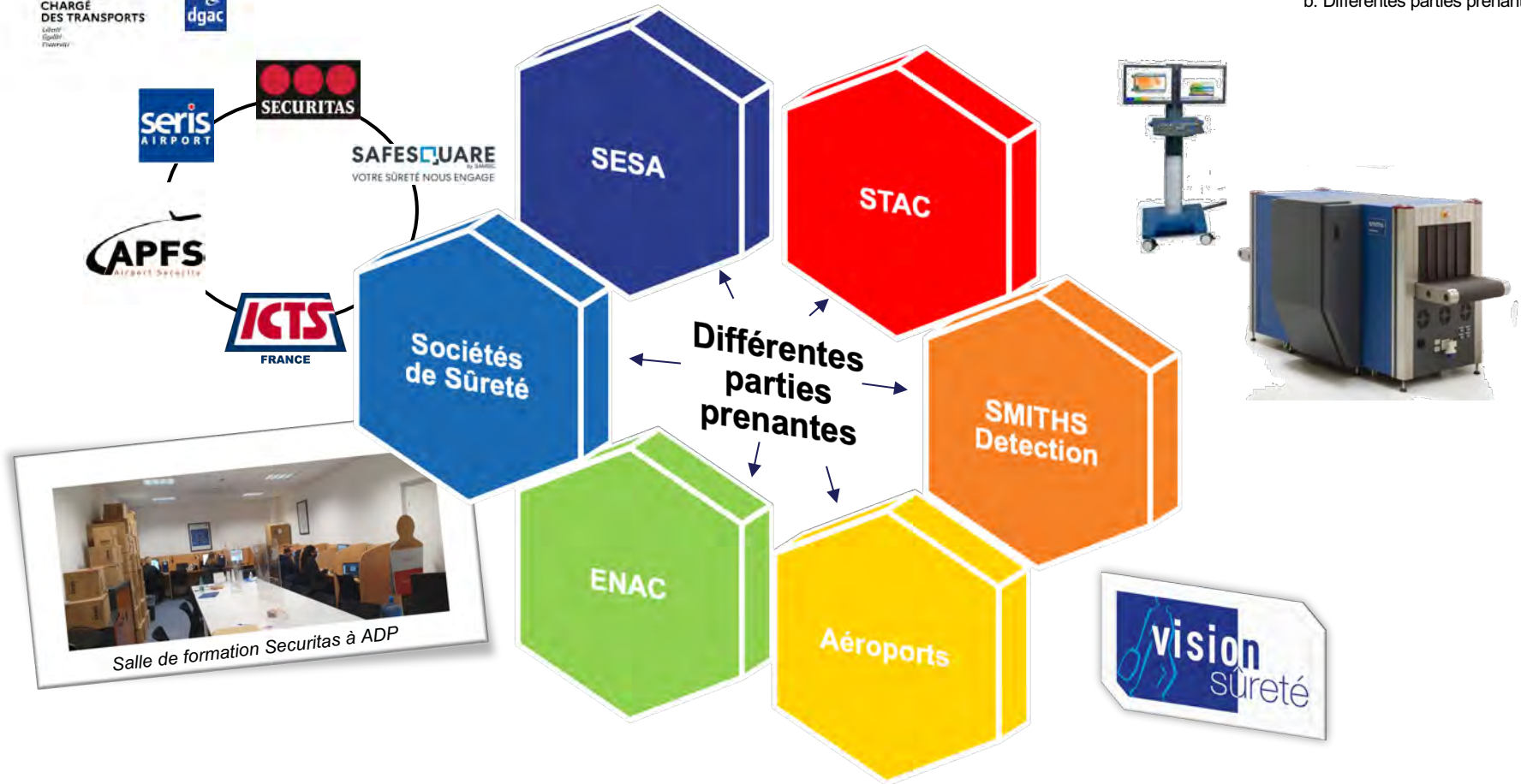
- 📅 1 journée de formation des agents de sûreté (ADS)
- 🕒 1^{ère} étude : « *Performance APIDS vs. ADS* »
- 🔍 2nde étude : « *Impact de l'affichage des alarmes APIDS* »

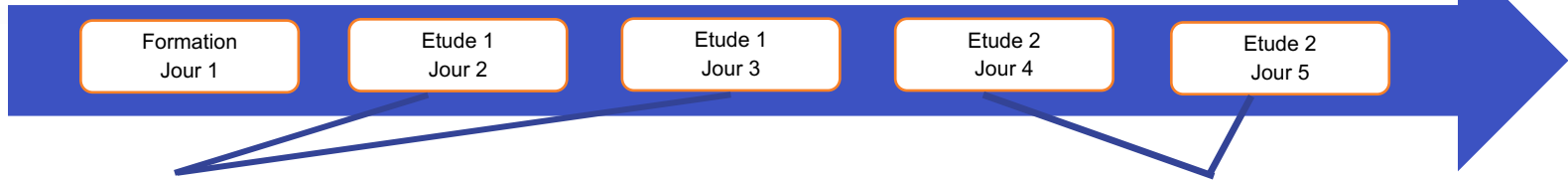
➤ Conditions « laboratoire » mais proche de la réalité du terrain

- 👥 30+ Agents de sûreté
- 👤 Profils variés
- 🎓 Formés sur EDS CB (ou pas), expérience sur la « double-vue » (ou pas)
- 🕒 1 session = 20' + 10' de pause + 20'
- 💾 20 bases de données, 1200 images

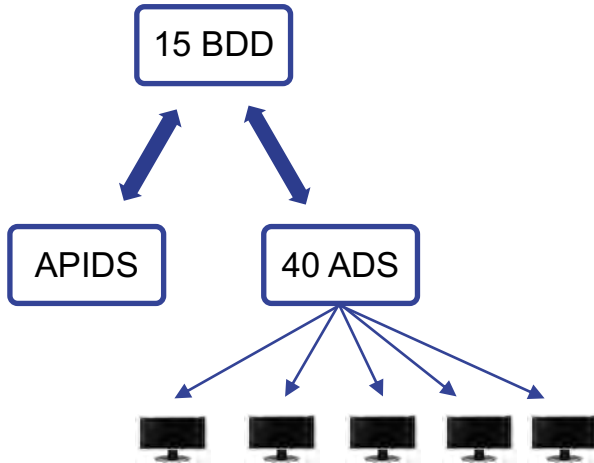


Exemple d'alarme APIDS

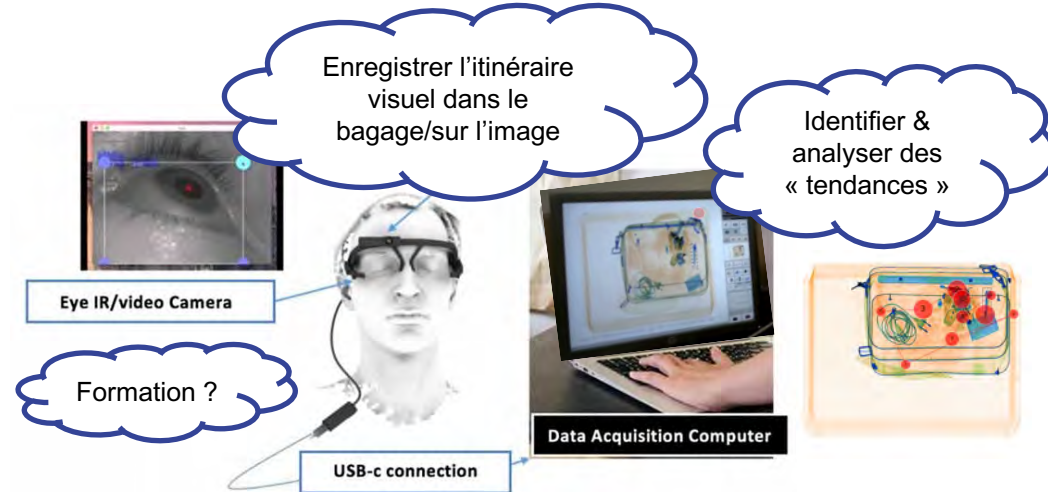




Performance APIDS vs. ADS

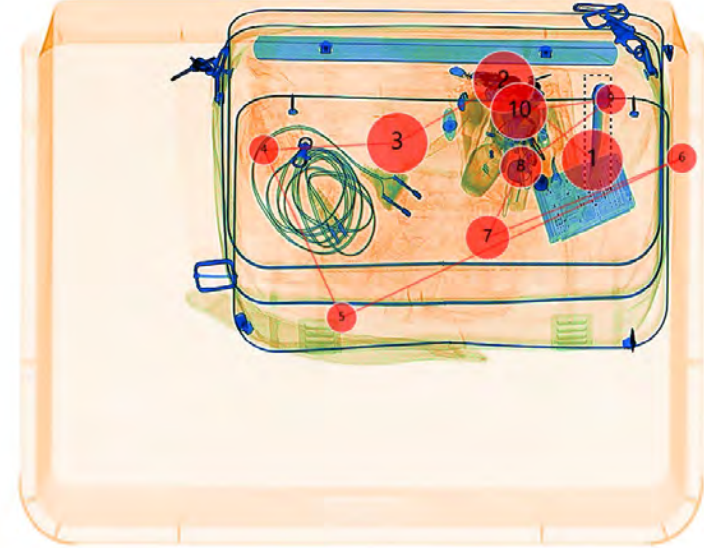


Impact de l'affichage des alarmes APIDS



✓ Où et comment les opérateurs regardent-ils / examinent-ils les images ?

Démonstration de l'Eye Tracker



Exemple de « gaze plots » obtenu à partir de l'analyse des vidéos issues de l'Eye Tracker « Tobii Pro Glasses 3 »

◀ *Utilisation d'un Eye Tracker pour enregistrer le parcours visuel des ADS lors de la seconde étude*

Bilan des études et perspectives



REX à chaud des ADS : heureux d'avoir été sollicités, sans être jugés ni notés, ont apprécié la double-vue



Taux de détection ? Taux de fausses alarmes ?
Temps sur les menaces ? Temps sur le reste du bagage ?



Analyse des « gaze plots » pour la prise en compte des futures formations des agents de sûreté



Poursuite du développement de plusieurs solutions APIDS par les industriels



Mise en place d'expérimentations sur le terrain pour avoir les premiers retours opérationnels en France



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Merci de votre attention

Marie Aïdonidis – marie.aidonidis@aviation-civile.gouv.fr

Denis Mezetta – denis.mezetta@sesa-surete.com



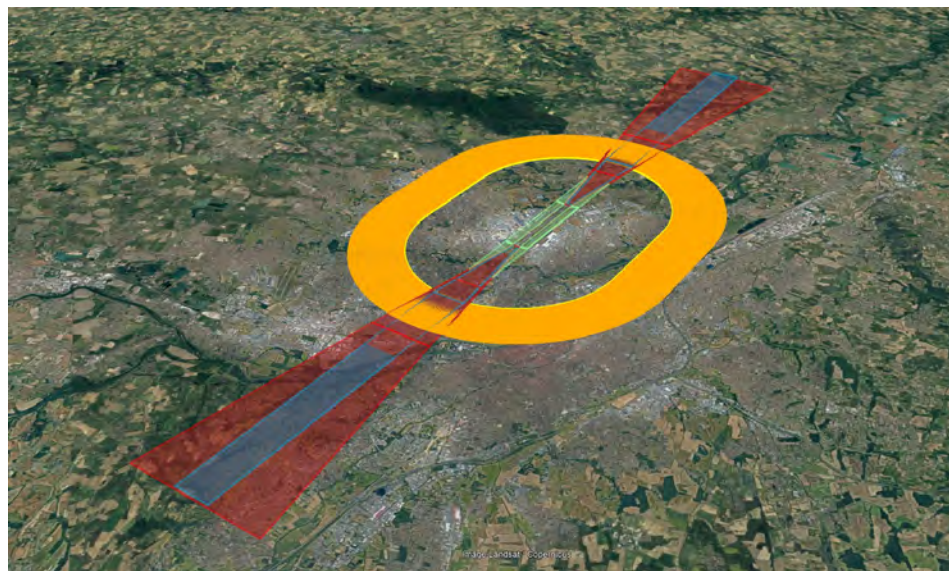
MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS

*Liberté
Égalité
Fraternité*



APPSA3D

Outil de visualisation en 3D des
surfaces de dégagement d'un
aérodrome



Alexy Berger – chef de projet, STAC/ESSOP/S2P

Christophe Jousselin – référent national infrastructures aéroportuaires, DSAC/ANA/AER

La surveillance des obstacles

Deux types de réglementation :

- ↪ Arrêté CHEA pour AD non certifiés européens
- ↪ IR-ADR (139/2014) pour AD certifiés européens



Deux types d'obligation pour l'exploitant :

- ↪ Recueil des données d'obstacles
- ↪ Surveillance des obstacles

Rôle de la DSAC

Surveiller :

- ↪ Les procédures de contrôle des obstacles de l'exploitant
- ↪ L'application des surfaces de dégagement aéronautique
- ↪ L'information aéronautique concernant les obstacles

1. Présentation de l'outil



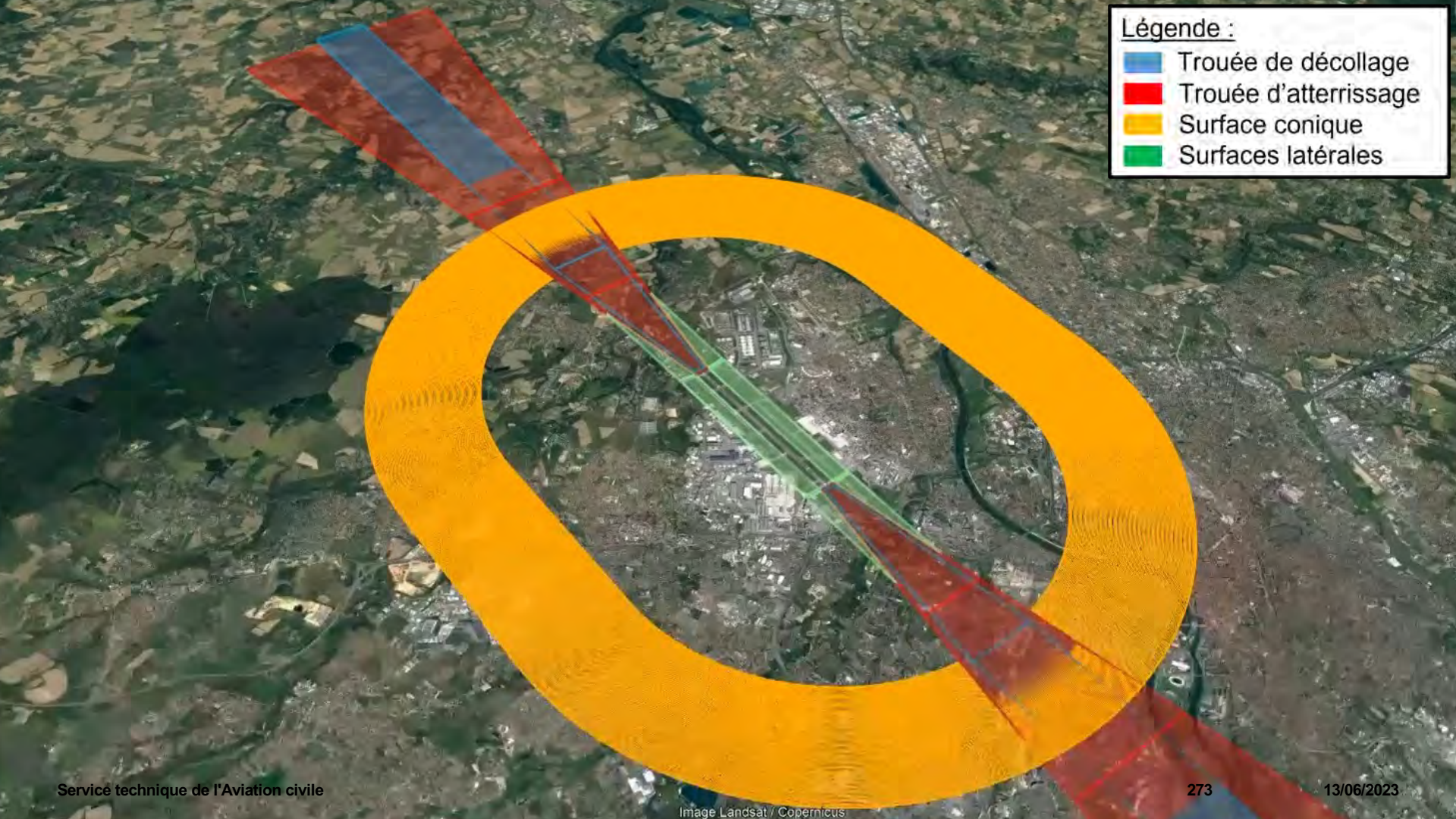
Objectifs de l'outil

Visualisation en 3D des surfaces
de dégagement



Insertion d'obstacles et calcul de
percement des surfaces de dégagement



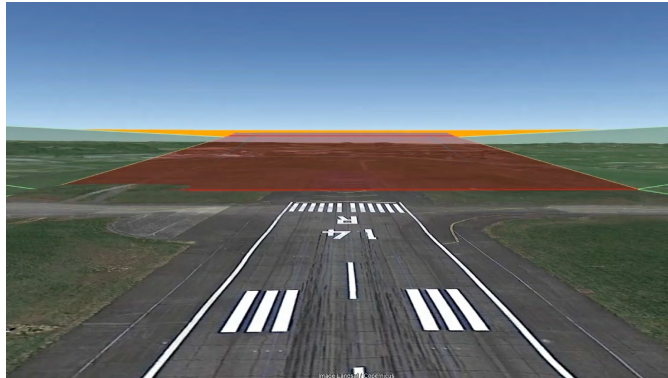


Légende :

- Trouée de décollage
- Trouée d'atterrissage
- Surface conique
- Surfaces latérales

Objectifs de l'outil

Visualisation en 3D des surfaces
de dégagement



Insertion d'obstacles et calcul de
percement des surfaces de dégagement





Trouée de décollage

Obstacle perçant

Obstacle non perçant

2 > 2.72m

1 > 0m

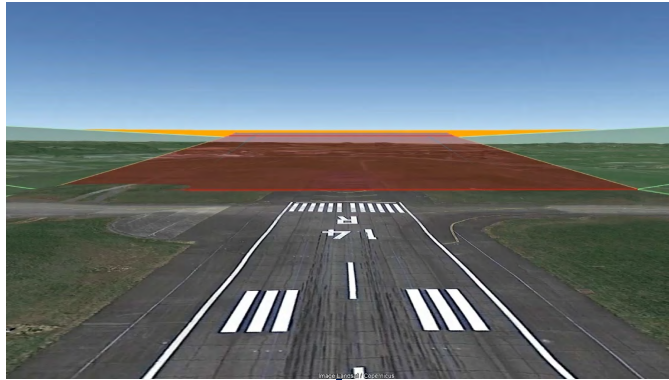
Surfaces latérales

Surface de protection liée à la phase de recul

Trouée d'atterrissage

Objectifs de l'outil

Visualisation en 3D des surfaces
de dégagement



APPSA3D est un outil d'aide à la décision.
APPSA3D n'a aucune valeur juridique.
Il ne remplace en aucun cas l'expertise du
STAC, du SNIA et des DSAC-IR.

Insertion d'obstacles et calcul de
perçement des surfaces de dégagement



**Faciliter le traitement des obstacles et la prise
de décision**

Fonctionnement de l'outil



Connaissance de la réglementation
(TAC-CHEA et EASA)

Stockage de données sur les aérodromes
Données provenant de l'AIP

Calcul de toutes les surfaces de dégagement

Calcul du percement des obstacles
(jusqu'à 30 000 obstacles en même temps)

Visualisation en 3D :

- De la piste ou de l'hélistation
- Des surfaces de dégagement
- Des obstacles

Bénéficier des fonctionnalités de Google Earth :

- Affichage des reliefs et des bâtiments en 3D
- Utilisation des prises de vue satellites

2. Prise en main de l'outil



Les fiches réflexes

Il s'agit d'un ensemble de fiches courtes et didactiques traitant chacune d'un seul thème et rédigée pour **faciliter la prise en main de l'outil**.

Exemples de thèmes abordés :

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Création d'une piste | 5. Construction des OCS et VSS |
| 2. Création d'une hélistation | 6. Insertion d'obstacles |
| 3. Construction des trouées courbes | 7. Visualisation sur Google Earth |
| 4. Construction des OFZ | |

Mise à jour des fiches

Ces fiches sont mises à jour en même temps que l'outil, permettant ainsi une bonne prise en main des nouvelles fonctionnalités.

APPSA3D

RECUEIL DES FICHES REFLEXES - PISTES

PIS 1

PIS 1 : CREATION D'UNE PISTE

OBJECTIFS

- Définir les principales caractéristiques d'une piste d'aérodrome sur APPSA3D
- Utiliser les données du SIA


PREAMBULE

APPSA3D est un outil permettant de modéliser et de visualiser les surfaces **d'une seule piste à la fois**. En conséquence, le processus décrit dans cette fiche devra être effectué autant que de fois que l'aérodrome compte de pistes.

PROCEDURE

Les étapes ci-dessous indiquent la procédure à suivre pour créer une piste d'aérodrome sur APPSA3D à partir de la feuille de calcul « **Entrée Aero** ».

En premier lieu, l'utilisateur devra sélectionner « **Aérodrome** » ou « **Aérodrome et Hélistation** » pour le type de la plate-forme.

 **Note :** « **Aérodrome et Hélistation** » permet de visualiser sur un même fichier les surfaces de dégagement d'un aérodrome et d'une hélistation.

L'étape suivante consiste à renseigner les informations essentielles de la piste. Cette étape peut être effectuée de deux manières différentes :

- En utilisant les données du SIA stockées par APPSA3D ; ou
- En renseignant les données manuellement.

Utilisation des données du SIA


APPSA3D dispose des informations du SIA que l'on retrouve dans les AIP des aérodromes. Ces informations permettent de faciliter la création de la piste dans l'outil.

Pour utiliser ces données, l'utilisateur devra :

- **Etape 1 :** Rechercher la piste voulue à l'aide du champ prévu à cet effet
- **Etape 2 :** Sélectionner la piste
- **Etape 3 :** Cliquer sur le bouton « **Remplir fiche** »



Dès lors, tous les champs renseignés jusque-là seront supprimés et remplacés par les données de la piste sélectionnée. Les données des obstacles seront également supprimées, et Google Earth se lancera automatiquement permettant à l'utilisateur d'avoir une première visualisation des surfaces de dégagement.

 Le code chiffre et le mode d'exploitation sont purement théoriques et peuvent donc être faussés.
De plus, les coordonnées WGS84 de la base de données du SIA ne sont pas forcément à jour. Pour ces raisons, il est demandé à l'utilisateur de les vérifier et de les modifier si nécessaire.

Téléchargement de l'outil

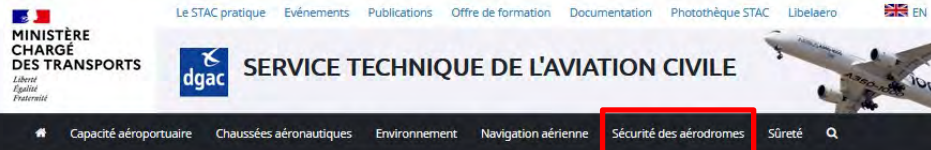
Site du STAC

L'outil et les fiches réflexes sont téléchargeables directement depuis le site du STAC (Onglet Sécurité des aéroports)

Lien : <https://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/fr/securite-aerodromes/outil-representation-surfaces-degagements-aeronautiques>

Contact

En cas de problèmes, vous pourrez entrer en contact directement avec le STAC grâce à la rubrique dédiée.



1



3. L'avenir d'APPSA3D

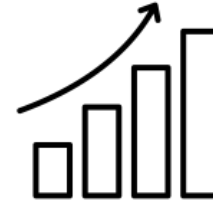


APPSA3D : Un outil en constante évolution

Des mises à jour régulières

Version actuelle de l'outil : V14.2

Dans le cadre d'une **démarche d'amélioration continue de l'outil**, le STAC met régulièrement à jour APPSA3D selon les retours d'expériences de ses utilisateurs.



Passage à une application web

Afin d'assurer la continuité de l'outil à long-terme, une transposition d'APPSA3D en application web est en cours.

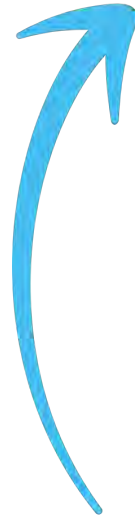
Ce changement permettra d'inclure de nombreuses fonctionnalités nouvelles à l'outil.



Webinaire APPSA3D

Le STAC et la DSAC organisent un webinaire dédié à APPSA3D le **mercredi 28 juin de 14h à 16h30.**

Thème : Présentation de l'outil et de son fonctionnement pour les pistes d'aérodromes



Scan me



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Merci de votre attention

Alexy Berger– alexey.berger@aviation-civile.gouv.fr

Christophe Jousselin– christophe.jousselin@aviation-civile.gouv.fr



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Facteurs humains et sécurité des systèmes

Présentation de l'outil HAMSTERS

Thierry Jeanson, chef de programme, STAC/ESSOP/S2P

Philippe Palanque, professeur des universités de classe exceptionnelle en informatique, ICS-IRIT/Université Paul Sabatier (Toulouse 3)

Sommaire

1. L'origine du besoin pour le STAC
2. L'outil HAMSTERS
3. Conclusions et perspectives



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



1 . L'origine du besoin



L'origine des besoins du STAC

- Le STAC participe à la surveillance des systèmes du contrôle aérien (études de sécurité/DSAC).
- 4-FLIGHT => identification d'une forte composante **Facteurs Humains** dans l'étude de sécurité
- Un système de contrôle est un système complexe de nature sociotechnique, c'est à dire avec une forte interaction entre un opérateur et un équipement fonctionnel via une Interface Homme Machine (IHM);
 - Système simple versus Système compliqué versus **Système complexe**
- Apport de la norme « ISO 9241-210 conception centrée opérateur » pour garantir l'**utilisabilité** du système par l'adéquation entre les équipements et les opérateur en termes :
 - De performance (dont la sécurité est partie prenante)
 - D'efficacité
 - De satisfaction

⇒ **La base : l'analyse exhaustive des tâches des opérateurs dans leur environnement de travail**
- Le STAC a identifié la nécessité d'un outil pour l'analyse des tâches => outil **HAMSTERS** développé par **l'IRIT (appliqué au domaine aérospatial, médical, ...)**



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

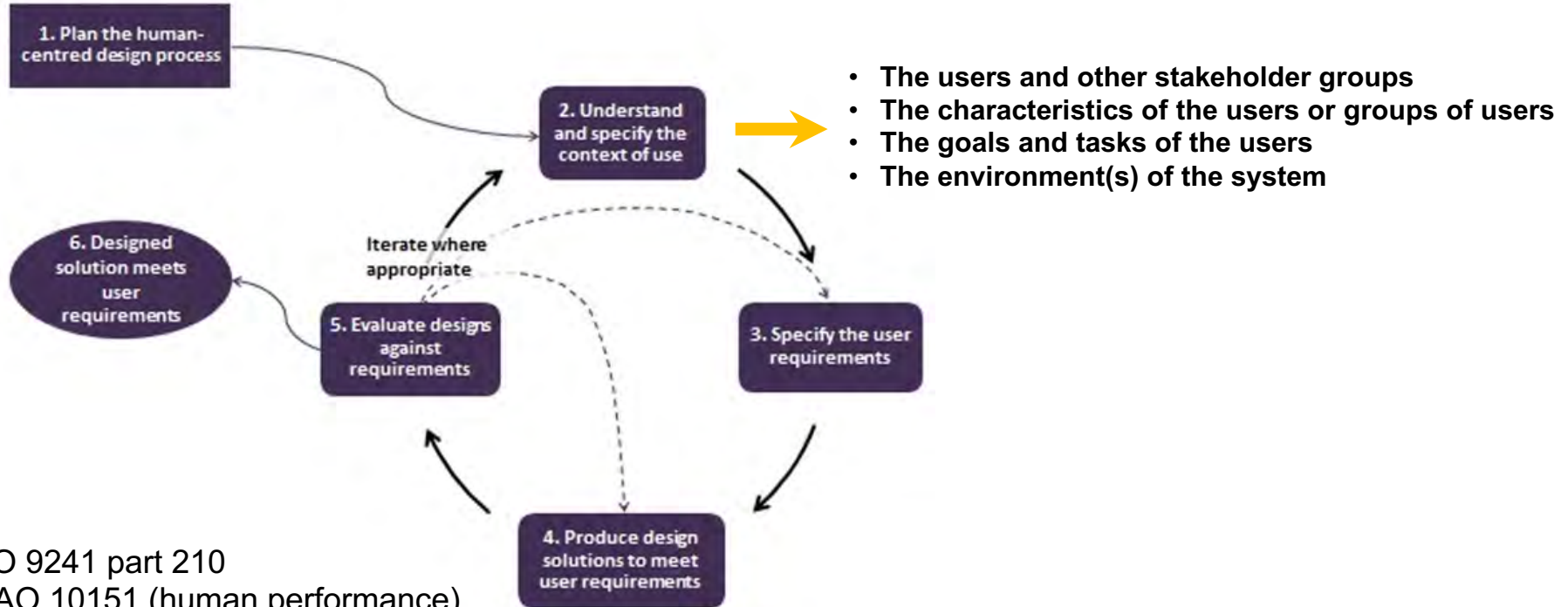
*Liberté
Égalité
Fraternité*



2 . Présentation d'HAMSTERS

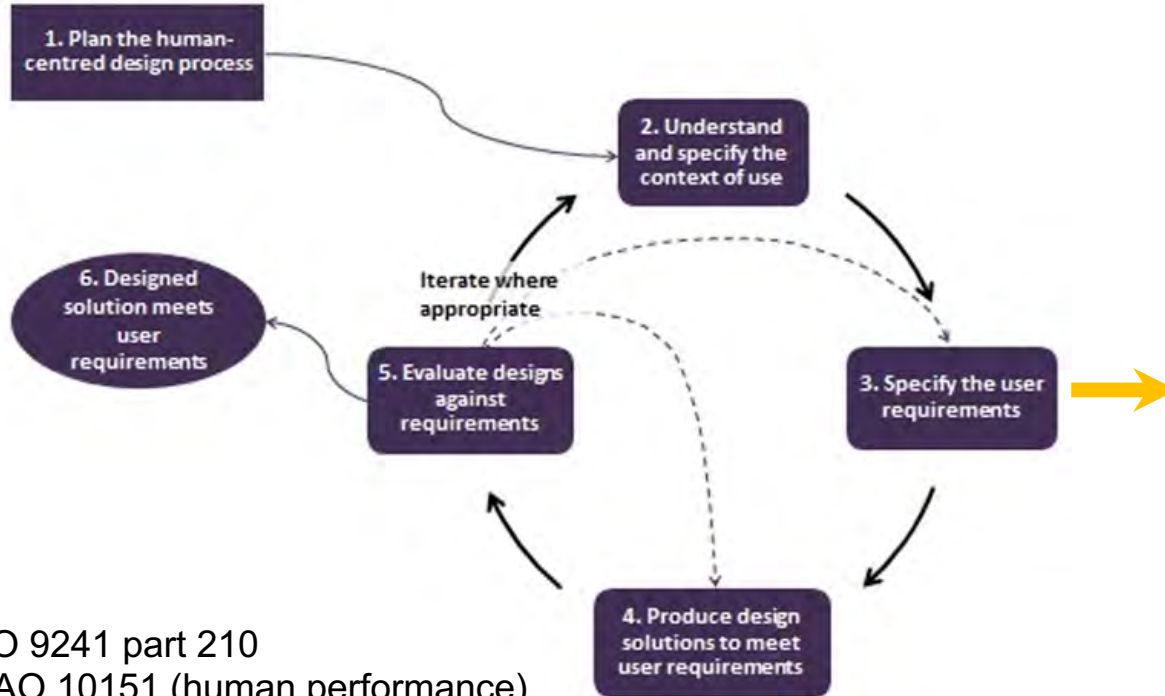


La conception centrée utilisateur (UCD)



ISO 9241 part 210
ICAO 10151 (human performance)

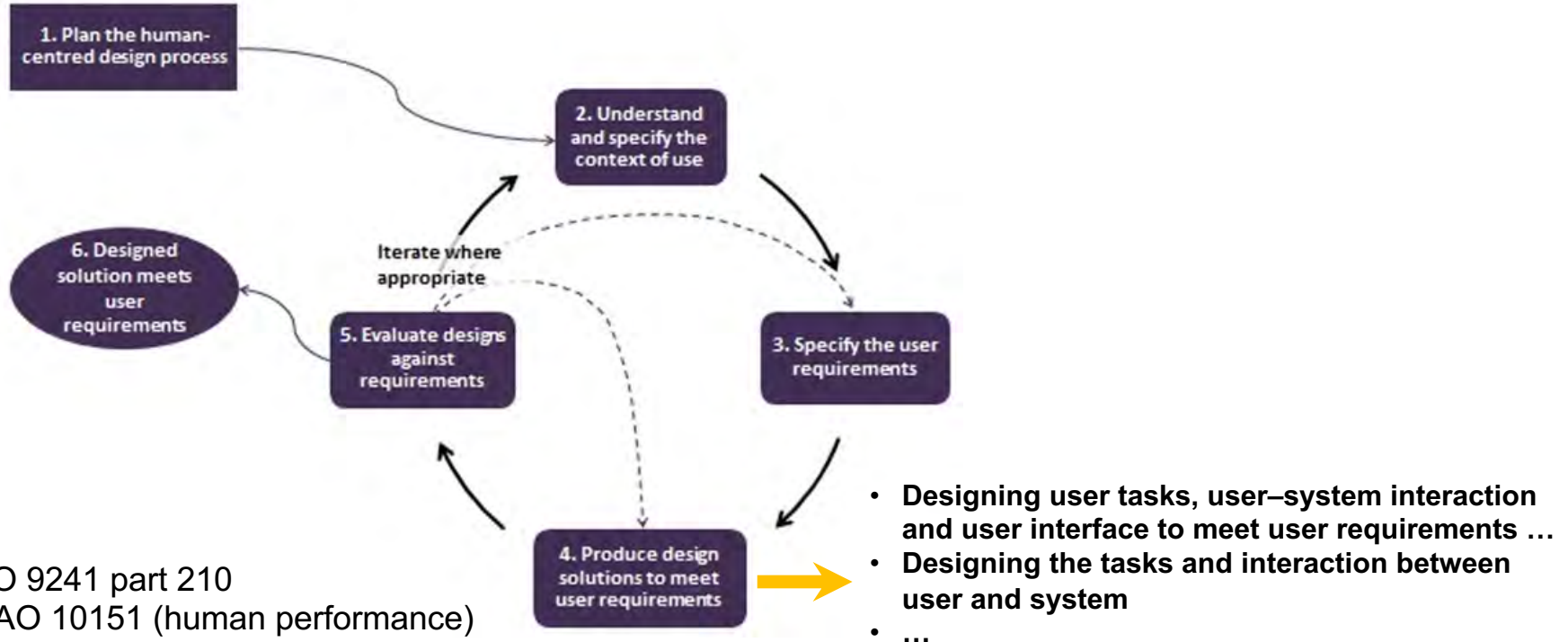
La conception centrée utilisateur (UCD)



- Identifying user and other stakeholder needs
- Deriving user requirements
- Resolving trade-offs between user requirements
- Ensuring the quality of user requirements specifications:

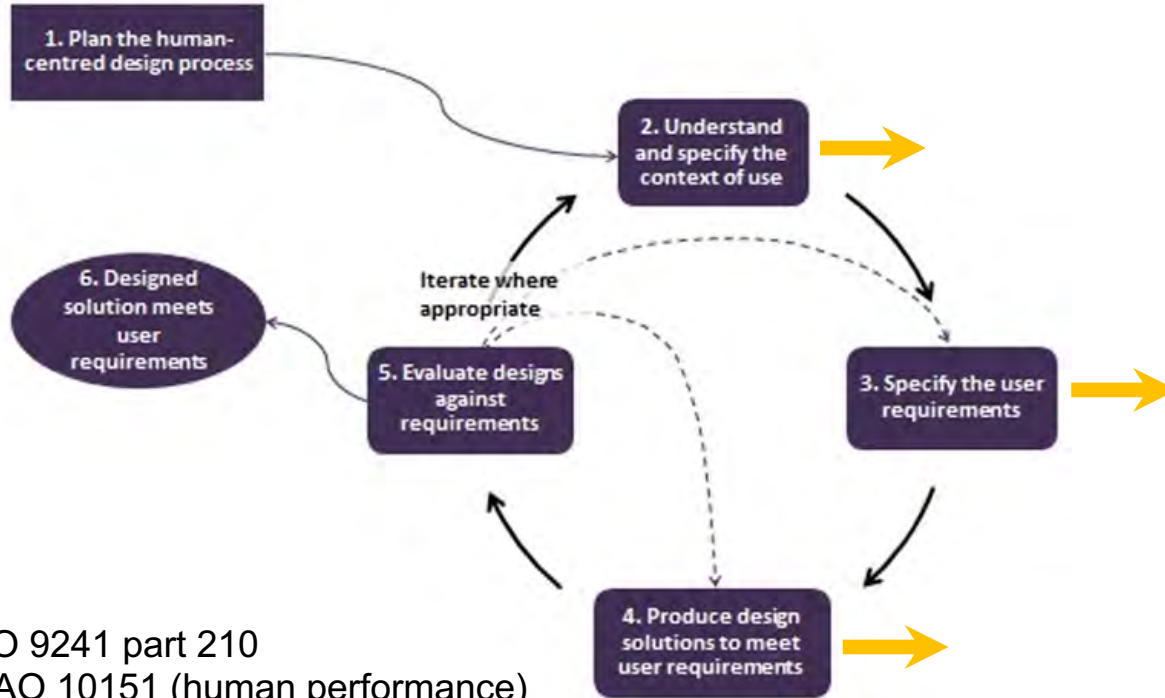
ISO 9241 part 210
ICAO 10151 (human performance)

La conception centrée utilisateur (UCD)



ISO 9241 part 210
ICAO 10151 (human performance)

La conception centrée utilisateur (UCD)



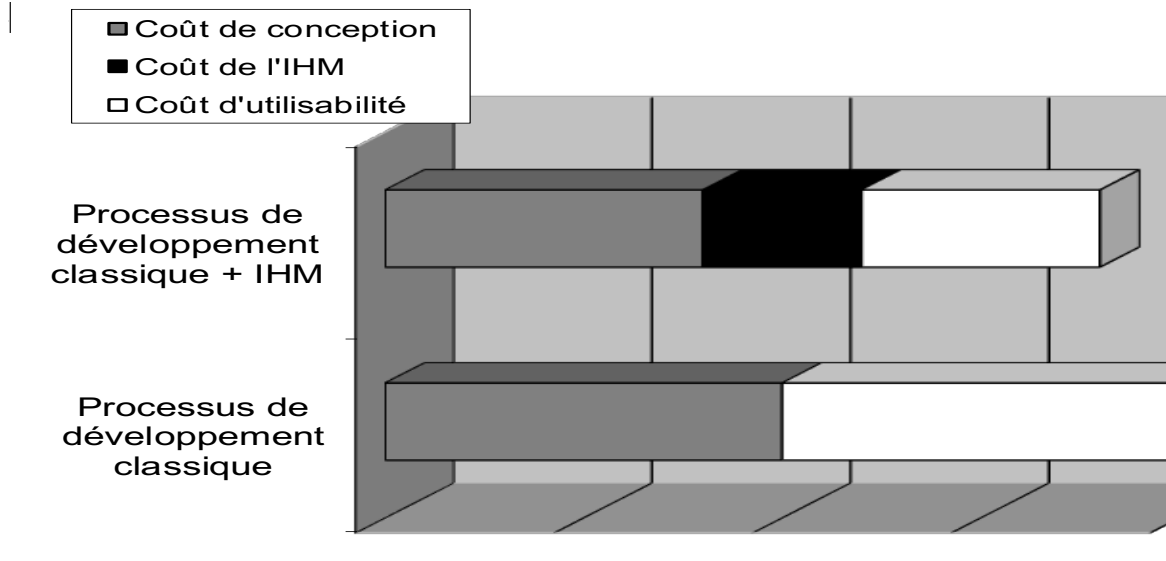
L'analyse, la compréhension, la modélisation et l'exploitation des tâches

comme pierre angulaire

de la conception, du développement et de l'évaluation de systèmes sociotechniques

ISO 9241 part 210
ICAO 10151 (human performance)

Bénéfices de la conception centrée utilisateur



- Approche visant à la qualité des produits
- Approche itérative en conception uniquement
- Approche pour des produits dont les coûts d'utilisation sont élevés

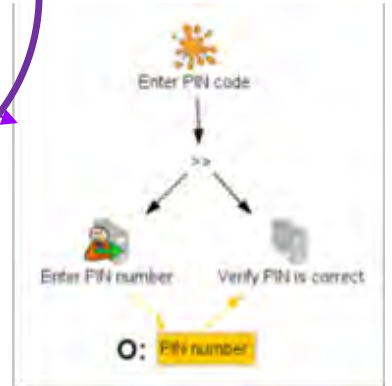
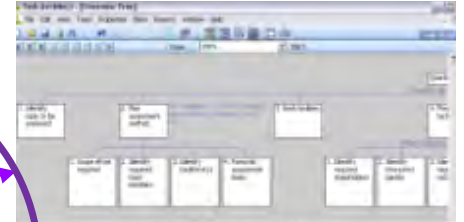
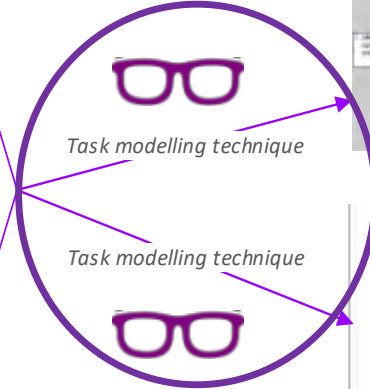
Analyse et modélisation des tâches



Real work



Description of the
assumed real work

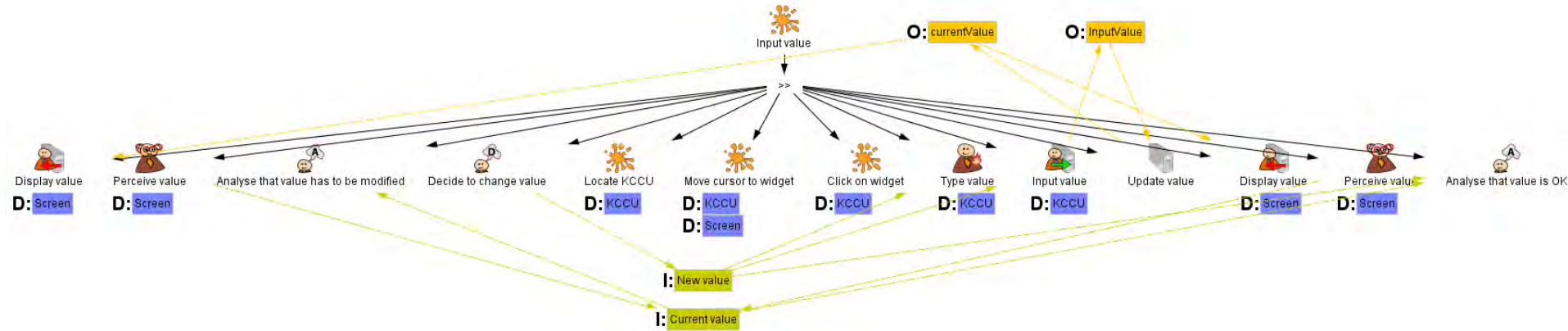


Task models of the assumed
real work

Exemple cockpit interactifs

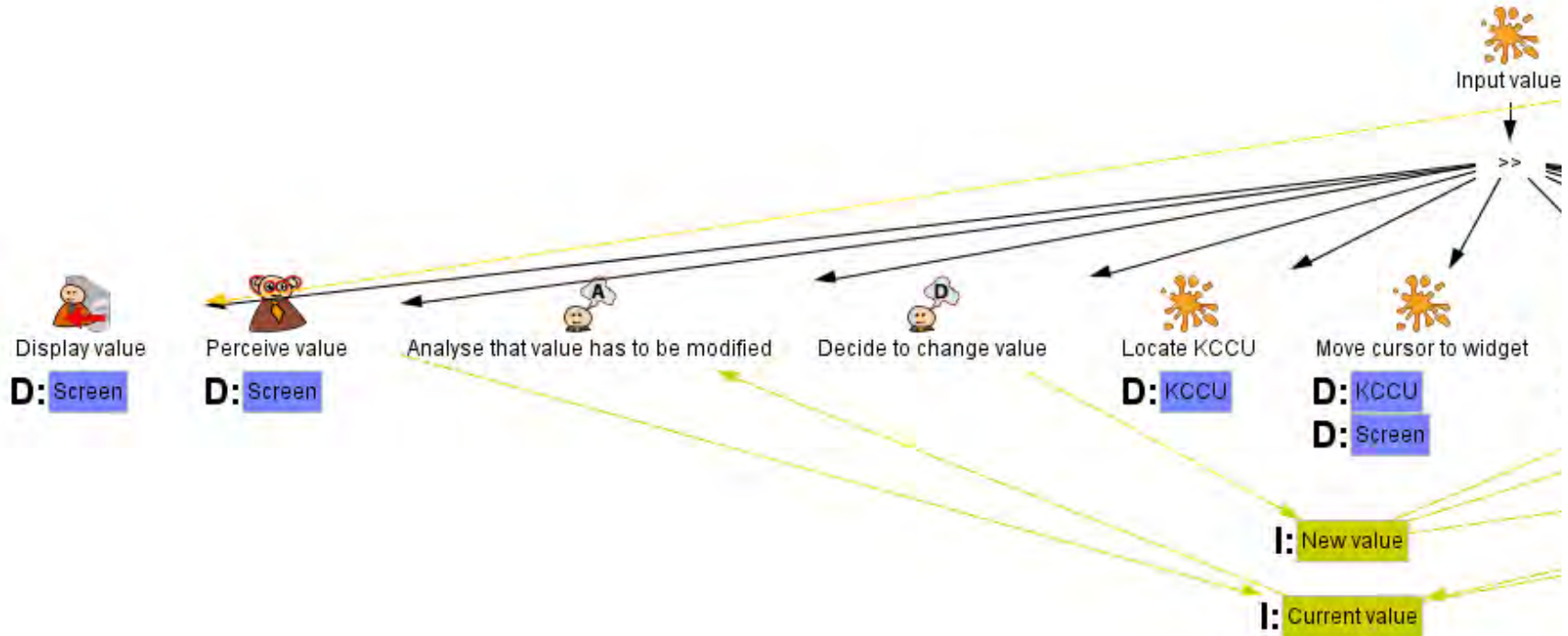


Contenu d'un modèle de tâches



Saisie de donnée par un pilote dans un cockpit d'avion type A380/ A350

Contenu d'un modèle de tâches



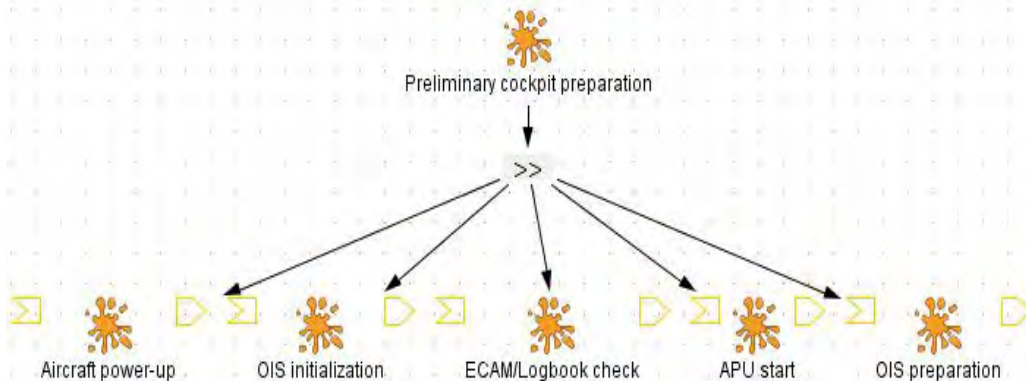
Préparation cockpit A350 WXB



991 tâches

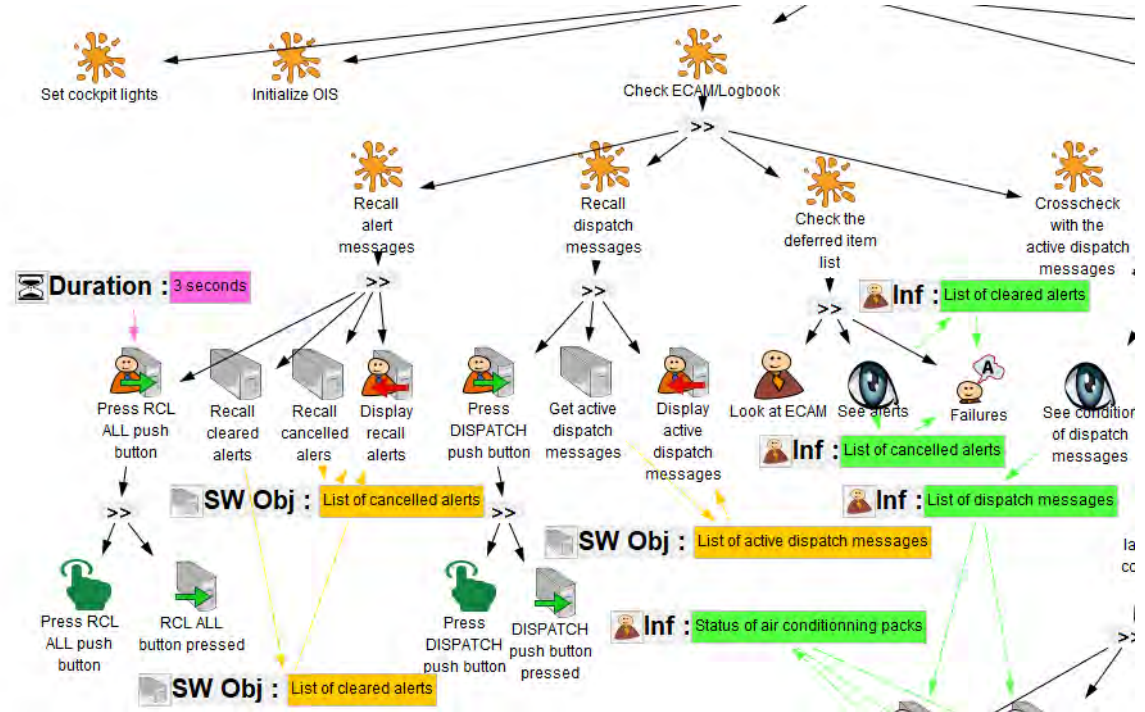
Passage à l'échelle

Validation du modèle (par rapport à la réalité)



Task Models	
All Files	
Total Task :	991
Total Operator :	366
>> :	236
[> :	8
:	75
[] :	40
> :	0
=: :	7
Total DODs :	414
Declarative K. :	15
Strategic K. :	0
Situational K. :	0
Input Device :	0
Output Device :	6
I/O Device :	154
Information :	177
Object :	21
Physical O. :	9
Software :	31
Time :	1

Préparation cockpit A350 WXB



991 tâches

Passage à l'échelle

Validation du modèle (par rapport à la réalité)

L'outil HAMSTERS

HAMSTERS-XLE v1.0

File Edit View Team Tools Window Help

atmclnt - WithdrawMoneywithTactileScreen | atmclnt - WithdrawMoneywithHardkeys | atmclntbd - WithdrawMoneywithTactileScreen

Visual Table View Source HE Corres History

Search (Ctrl+I)

Projects | Files | Services

Hamsters Files

- Roles
 - atmclnt
 - WithdrawMoneywithHardkeys
 - WithdrawMoneywithTactileScre
 - atmclntbd
 - WithdrawMoneywithTactileScre
 - WithdrawMoneywithTactileScre
 - newTaskModel
- Subroutines
- Component
- Concept Map
- Scenarios
- Actor
- Trainee
- Practical sessions

Navigator

Tree View

- Choose amount
- Decide to triggerselection contr
- Get feedback
- Move tointeract
- Analyze amountis selected
- Decide amount is selected
- Displayavailableamounts
- Parent : Select amount
- Parent : >>
- Parent : Withdraw money

DATA

- Requested amount
- selection control position
- Tactile screen
- Amount needed
- List of available amounts

Withdraw money

Authenticate | Select amount | Process request | Finalize withdrawal

i/o D : Tactile screen

Obj : Requested amount

Amount needed

Inf : selection control position

Move finger to key

Touch selection control

Display selected amount

selected amount

Tactile screen - Properties

Properties | Attributes | Instances

Properties

description	Tactile screen
DDD type	(No Property Editor)
Color object type	[120,131,255]
Set instances for this object	<input type="checkbox"/>
type	

Tactile screen



Projects x Files Services

- comparisonofpowerofexpression
- Hamsters Files
 - Roles
 - atmclient
 - WithdrawMoneywithHardkeys
 - WithdrawMoneywithTactileScreen
 - atmclientbd
 - WithdrawMoneywithTactileScreen
 - WithdrawMoneywithTactileScreen
 - newTaskModel
 - Subroutines
 - Component
 - Concept Map
 - Scenarios
 - Actor
 - Trainee
 - Practical sessions
 - Source Packages

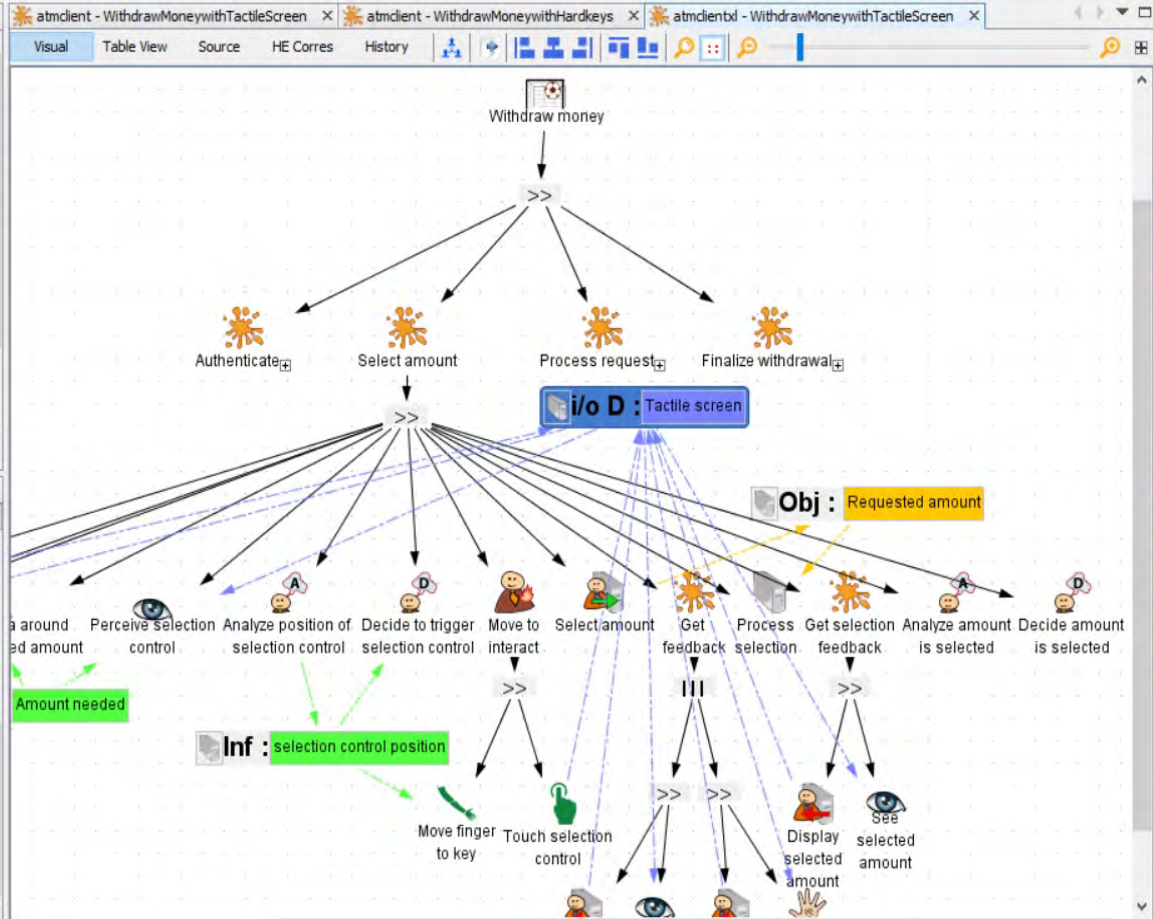
Navigator x

Tree View

- Choose amount
- Decide to triggerselection contr
- Get feedback
- Move tointeract
- Analyze amountis selected
- Decide amount is selected
- Displayavailableamounts
- Parent : Select amount
- Parent : >>
- Parent : Withdraw money

DATA

- Requested amount
- selection control position
- Tactile screen
- Amount needed
- List of available amounts



Palette x

- 1. Abstract Tasks
 - Goal Task
 - Abstract Task
 - Abstract User Task
 - Abstract Interactive Cooperative Task
 - Interactive Task
 - Abstract System Task
 - Abstract Cooperative User Task
 - Abstract Group Task
- 2. User Tasks
 - 2.a. Perceptive Tasks
 - 2.b. Motor Tasks (leftside)
 - 2.b. Motor Tasks (rightside)
 - 2.c. Cognitive Tasks
- 3. Interactive Tasks
- 4. Operators

Tactile screen - Properties x








Properties Attributes Instances

Properties

description	Tactile screen
DOD type	(No Property Editor)
Color object type	[120,131,255]
Set instances for this object	<input type="checkbox"/>
type	

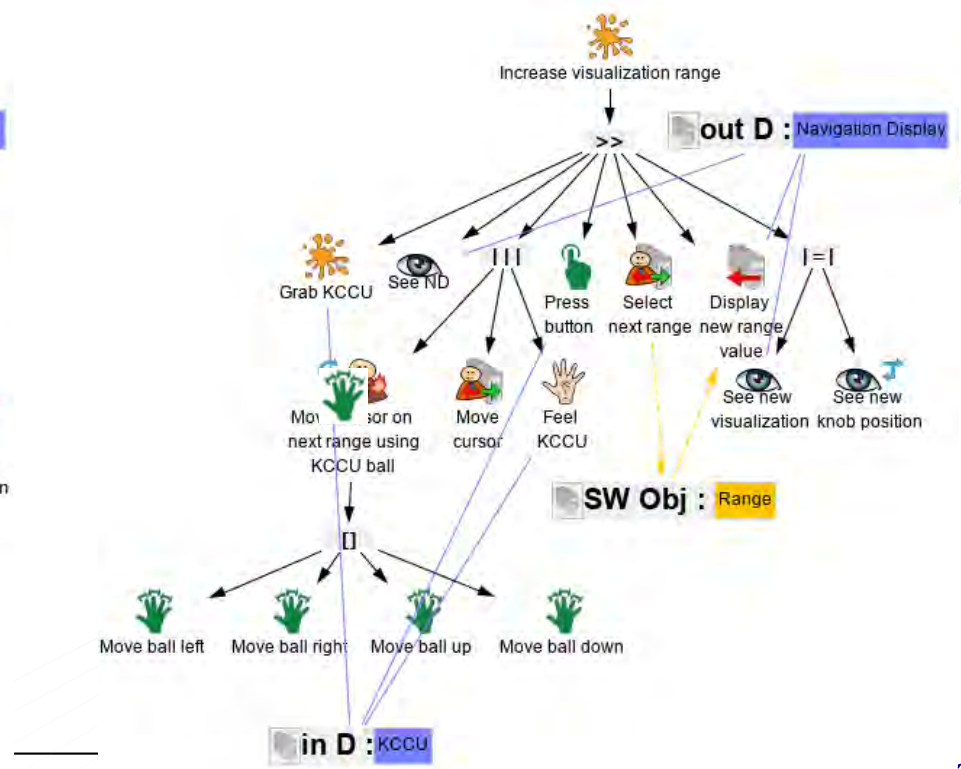
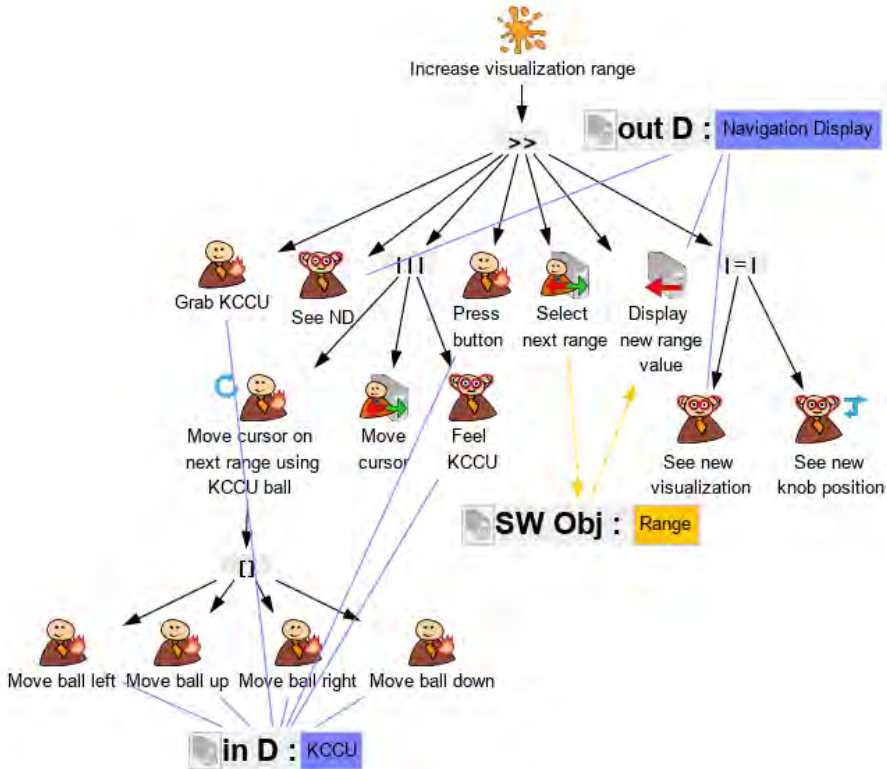
Tactile screen

L'outil HAMSTERS extensible

Icon							
Description	Grip motoric task (Grip knob)	Grip and turn motoric task (Grip and turn right knob)	Finger press motoric task (Press KCCU button)	Grab motoric task (Grab KCCU),	Move fingers motoric task (Move KCCU ball)	Sight perceptive task (Locating controls, assessing aircraft status from the screens, etc.)	Touch/feel perceptive task (Identifying control shapes, perceiving feedback from controls, etc.)

Célia Martinie, Philippe Palanque, Elodie Bouzekri, Andy Cockburn, Alexandre Canny, Eric Barboni. 2019. Analysing and Demonstrating Tool-Supported Customizable Task Notations. In *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, Vol. 3, EICS, Article 12 (June 2019), 26 pages

HAMSTERS vs HAMSTERS-XL|Cockpit



Co-évolution tâches/ systèmes

The screenshot displays the PetshopSuite 200912041610 interface. The main workspace is divided into two panels: a state machine diagram on the left and a task flow diagram on the right. The state machine diagram shows states like 'MODE SELECTION', 'STABILIZATION_ON', and 'STABILIZATION_OFF' with transitions between them. The task flow diagram shows a sequence of tasks such as 'manage WXR', 'decide WXR is ready', 'change mode', and 'stabilization on'. Below the diagrams is the 'CorrespondanceExecution Window' with sections for 'Warnings', 'Simulation Mode' (System driven / Task driven), 'Current Scenario', 'Available tasks' (listing 'decide change mode', 'decide mode is correct', 'decide change tilt angle', 'decide WXR is ready'), and 'Current Task' (No task selected). A 'Perform Task' button is also present. In the bottom right corner, a 'WXR' control panel is overlaid, showing 'MODE SELECTION' (OFF, STDBY, TST, WXON, WXA), 'TILT SELECTION: AUTO' (Auto/Manual buttons), 'STABILIZATION ON' (ON/OFF buttons), and 'TILT ANGLE' (Angle: 0.0°).

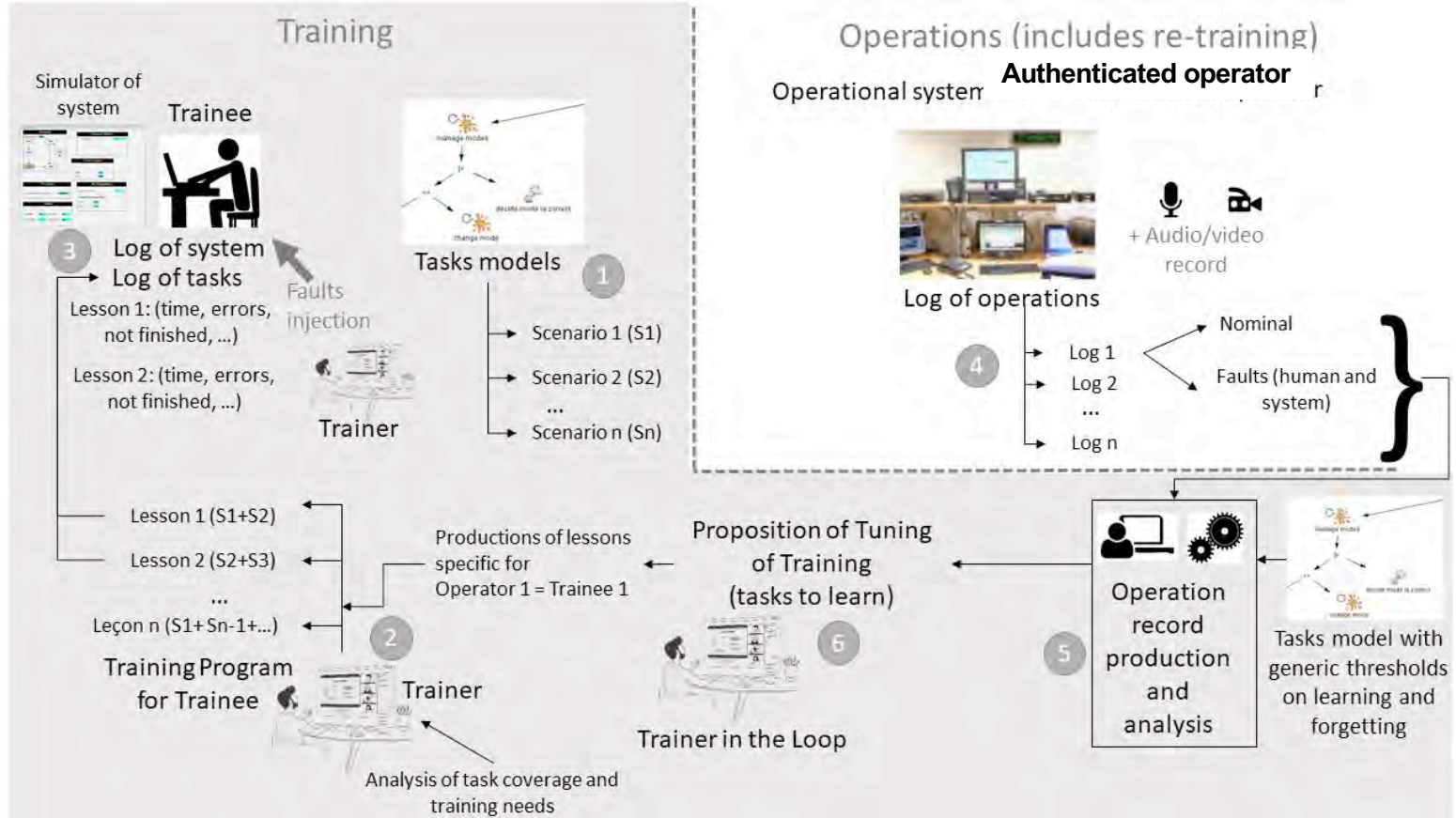
Bénéfices d'une modélisation des tâches (1/2)

- Identification et description des fonctions nécessaires dans un système interactif
- Identification et description des connaissances nécessaires pour réaliser les tâches (i.e. le travail)
- Identification et description de l'ordonnancement des activités/tâches
- Identification des différents rôles et acteurs (et leurs interactions) dans les systèmes collaboratifs
- Expliciter les contraintes du domaine d'application
- Enregistrer les résultats des discussions pluridisciplinaires (toujours présentes dans les systèmes sociotechniques)

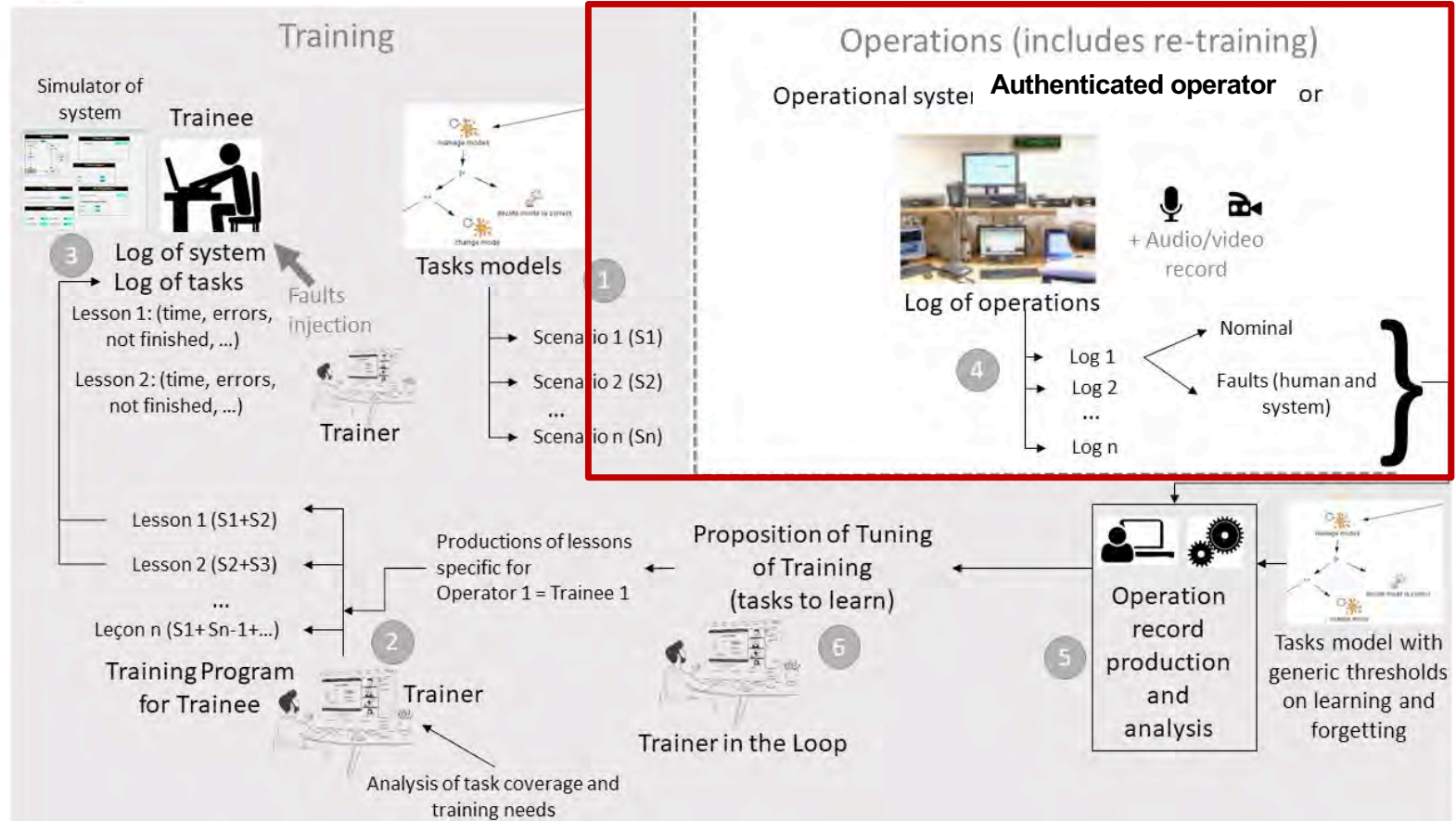
Bénéfices d'une modélisation des tâches (1/2)

- Production de scénarios pour les évaluations d'utilisabilité
- Améliore la qualité des évaluations heuristiques
- Permet l'évaluation prédictive de la complexité du travail
- Permet l'évaluation prédictive de la charge de travail
- Permet l'évaluation prédictive de la performance opérationnelle des opérateurs
- Permet l'analyse prédictive et systématique des erreurs des utilisateurs
- **Permet la construction du programme de formation**
- **Permet la construction du manuel d'utilisation**

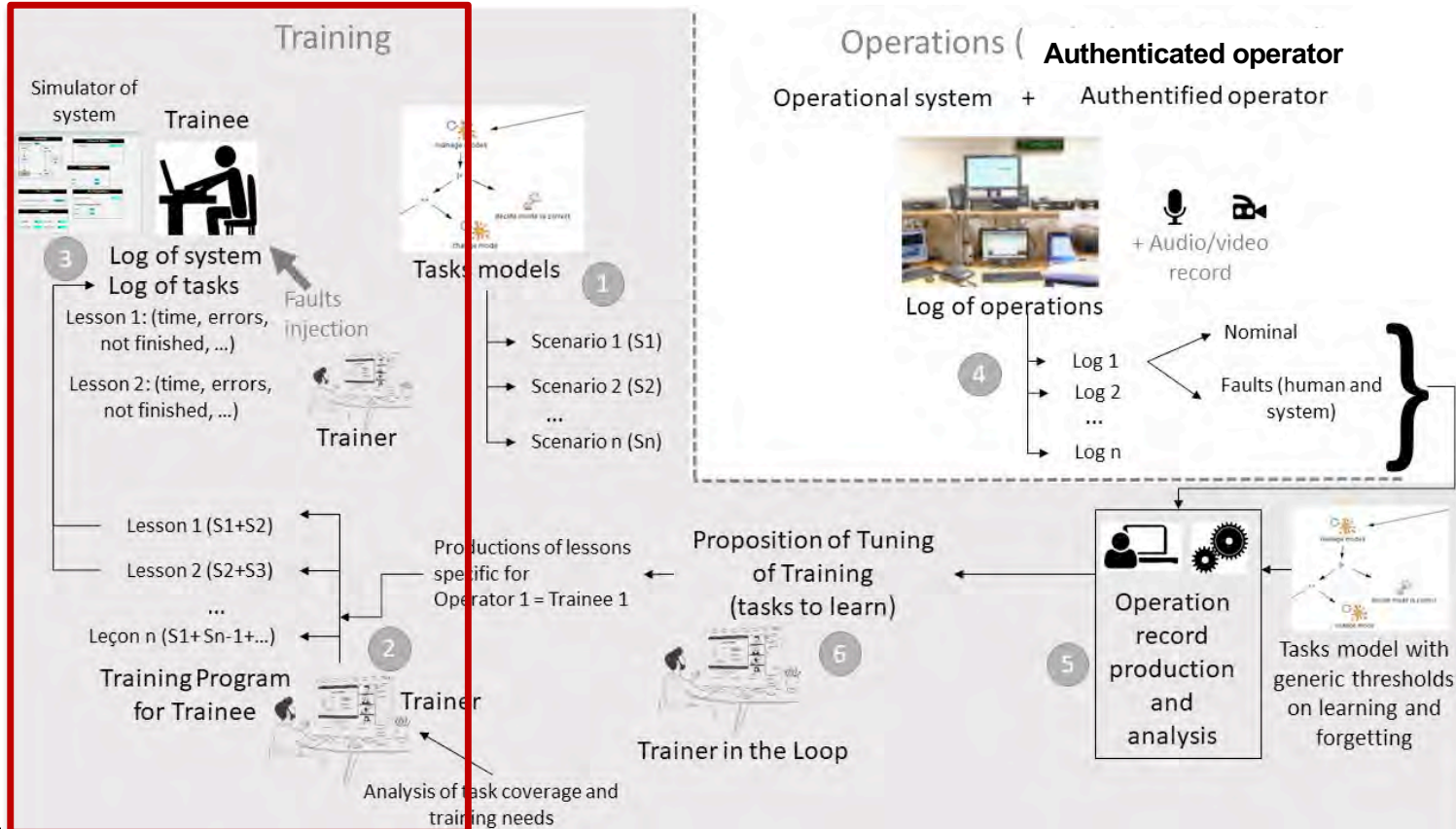
Exemple concret de la formation



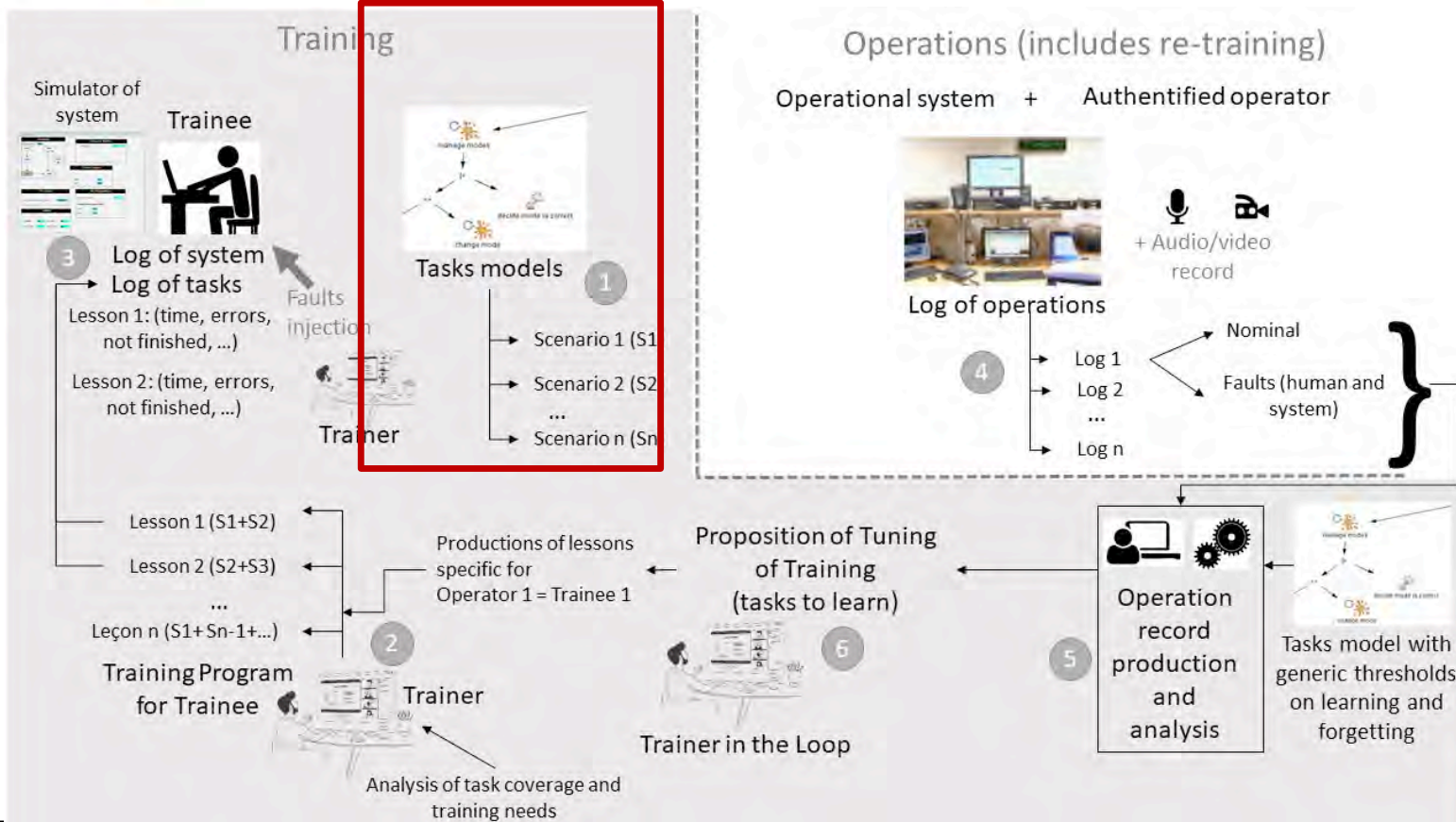
High-level process



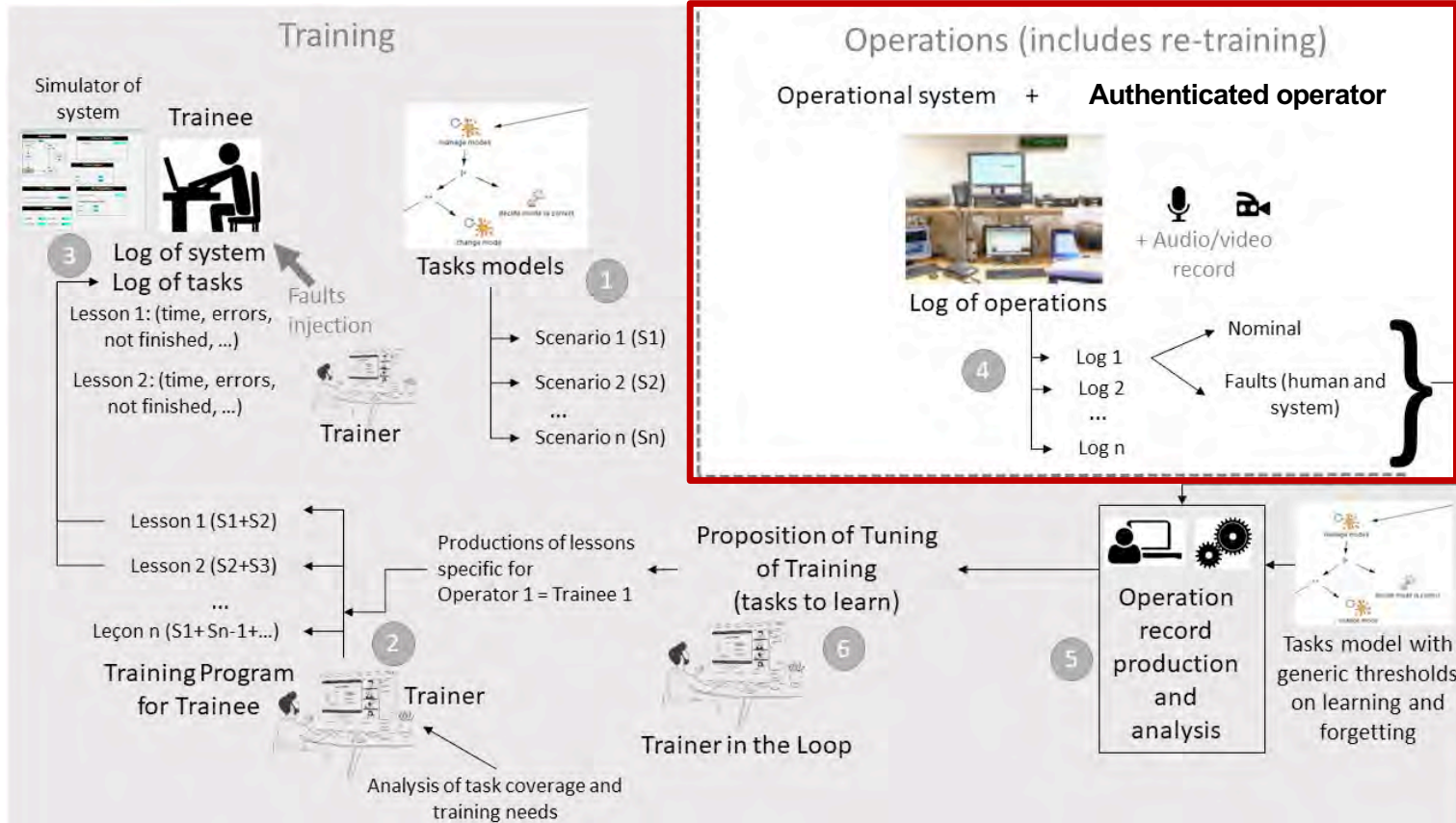
High-level process



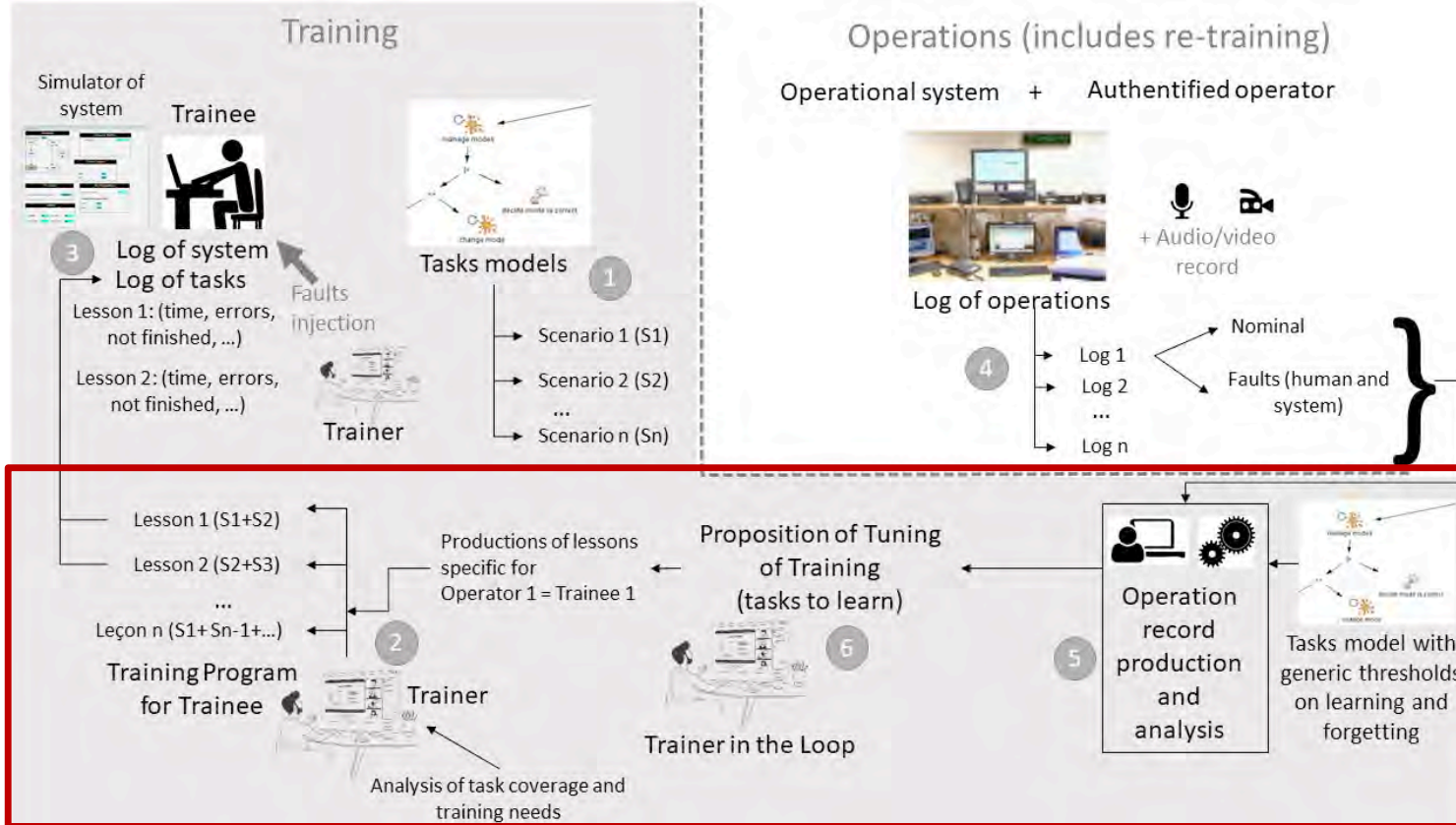
High-level process



High-level process



High-level process





**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



direction
générale
de l'Aviation
civile

3 . Conclusions et perspectives



Conclusions et perspectives

1. Évaluation du logiciel HAMSTERS dans le monde du contrôle aérien
 - Contexte : des réunions régulières de travail ont lieu entre le STAC, la DSNA/DTI et l'IRIT
 - Objectifs :
 - Le pouvoir d'expression du logiciel dans le cadre métier du contrôle aérien
 - L'utilisabilité des mécanismes de structuration des modèles de tâche
 - La modifiabilité et l'adaptabilité des modèles de tâche
2. Première application du logiciel au domaine de la régulation du trafic aérien (ATFCM)
 - Un élève en MASTER 2 de l'IRIT avec la DSNA/DTI (Département Technique de la DSNA) et le STAC, partenariat débuté en mars 2023
 - Analyse des tâches des opérateurs en charge de ce travail (chef de salle et adjoint chef de salle)

=> Identification des besoins d'évolution de HAMSTERS

Conclusions et perspectives

3. Evolution d'HAMSTERS pour répondre à nos besoins
 - Outil pérenne maintenu par l'IRIT (ingénieur à temps plein financé sur contrats de recherche)
 - Il s'enrichie fonctionnellement suite à des projets réalisés et suivi par l'IRIT
 - Ces évolutions fonctionnelles se font fréquemment via des thèses

4. Le STAC a déjà identifié trois sujets d'intérêt fort :
 - Prise en compte des besoins spécifiques du contrôle aérien (e.g. tâche infinie, travail collaboratif)
 - Faisabilité d'un couplage d'HAMSTERS avec les outils de modélisation d'architecture de système technique et de dysfonctionnement (MBSE/MBSA)
 - Monitoring d'un modèle de tâche pendant la vie du système jusqu'à son retrait (Work as done/work as prescribed)

5. Produire un guide technique quant à l'utilisation d'HAMSTERS dans le cadre du contrôle aérien

Conclusions et perspectives

Comme indiqué précédemment, l'outil HAMSTERS n'est pas limité au monde du contrôle aérien et à ses opérateurs. Il est notamment parfaitement adapté au monde aéroportuaire, monde dans lequel les systèmes techniques sont moins complexes mais avec une plus grande variété de métiers et donc d'opérateurs.

Le STAC, en coopération avec l'IRIT, recherche divers partenariats avec des entités potentiellement intéressés par cet outil.



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Merci de votre attention

Thierry Jeanson – thierry.jeanson@aviation-civile.gouv.fr

Philippe Palanque – palanque@irit.fr

<https://www.irit.fr/recherches/ICS/software/hamsters/>