

# Conduire et analyser les mesures de souffle avion sur l'airside

Guide du GT Infra Alfa-ACI

Version 1.0  
06 mars 2016



Version	Date	Coordonnateur	Modifications
1.0	06 mars 2016	G. Le Bris (CDG)	Version initiale

<b>Rédaction</b>	G. Le Bris (CDG)
<b>Vérification</b>	M. Delaunay (NTE), E. Dovetta (ORY), V. Hornain (MRS), J.-M. Raymond (LBG)

**Avant-propos** Ce document est édité par le GT Infra de l'Alfa-ACI. Il est préparé par des exploitants d'aérodromes à destination de l'industrie. Il est destiné à constituer un guide afin d'aider les exploitants et leurs sous-traitants à préparer, conduire et analyser des mesures de soufflé avion sur l'airside afin d'étudier le niveau de risque pour les activités aéroportuaires.

Ce guide se base sur l'Annexe 14 de la Convention de Chicago, le Manuel de conception des aérodromes de l'OACI, le règlement UE n°139/2014 et son annexe CS ADR-DSN, ainsi que les *Advisory Circular* de la FAA. Il cite les manuels de compatibilité aéroportuaire édités pour chaque type avion par certains constructeurs d'aéronef. Airbus, Boeing et Embraer publient ces manuels sur leur site internet. Pour les autres constructeurs, il est souvent possible d'obtenir un document équivalent ou certaines des données de compatibilité en les contactant directement ou par l'intermédiaire des compagnies aériennes exploitant le type avion recherché.

**Avertissement** Le guide *Conduire et analyser les mesures de soufflé avion sur l'airside* du GT Infra de l'Alfa-ACI ne se substitue pas à la réglementation et aux standards en vigueur. Il ne constitue pas une étude de sécurité. Il est de la responsabilité de l'exploitant de s'assurer de la conformité réglementaire et du niveau de sécurité de ses infrastructures et de leurs conditions d'exploitation sur la base d'une part des standards et de la réglementation, d'autre part d'études aéronautiques et de sécurité conformes aux principes du *Safety Management Manual* de l'OACI. Le GT Infra de l'Alfa-ACI se tient à disposition afin d'aider les exploitants d'aérodrome à utiliser la méthode proposée par ce guide.

# Sommaire

**I – Quand et pourquoi réaliser des mesures de souffle ?**

**II – Objectif technique des mesures de souffle**

**III – Définitions**

**IV – Préparation des mesures avec les parties prenantes**

**V – Construction de la base de données**

**VI – Données à collecter sur le terrain**

**VII – Traitement des mesures de souffle**

**VIII – Etudes sous AutoCAD**

**IX – Utilisation de la base de données**

**X – Contribution à l'effort de modélisation de l'impact du souffle avion sur les activités aéroportuaires**

**Liens utiles**

**Contacts utiles**

**Annexe 1 – Vitesses de souffle maximum admissible**

**Annexe 2 – Echelle de Beaufort de la FAA**

**Annexe 3 – Influence du vent sur le souffle avion**

## I – Quand et pourquoi réaliser des mesures de souffle ?

La quasi-totalité des textes réglementaires et normatifs (EASA, OACI, etc.) ne comportent aucune prescription ou indication détaillée en ce qui concerne la protection des activités aéroportuaires contre le souffle avion. Les CS ADR-DSN rappellent seulement que ce phénomène doit être pris en compte en conception : *care should be taken so that propeller wash and jet blast from holding aircraft do not interfere with aircraft operations, cause damage to vehicles, or injure people.*

Les seuls documents fournissant des indications utiles aux exploitants sont :

- L'annexe 2 de la Partie 2 du Manuel de conception des aérodromes de l'OACI (DOC 9157),
- L'annexe 3 de l'Advisory Circular 150/5300-13A *Airport Design* de la FAA.

L'outil le plus répandu pour l'estimation du souffle avion est la CAO : AutoCAD, avec l'un des logiciels additionnels de l'éditeur Transoft, AeroTurn ou PathPlanner (ces deux logiciels disparaîtront à partir de 2016 et seront remplacés par une suite de produits sous la marque AviPlan). Ces logiciels additionnels permettent de dessiner la trace d'un avion en mouvement, et en particulier ici celle des contours de souffle des réacteurs.

Pour un type avion donné, il est possible de choisir entre différentes poussées :

- IDLE ou "réduit moteur", qui est la poussée minimale requise pour faire avancer l'avion déjà en mouvement,
- BREAKAWAY, qui est la poussée minimale requise pour mettre en mouvement l'avion à l'arrêt,
- MAXIMUM TAKE-OFF, qui est la poussée maximale au décollage.

Pour chacune de ces poussées, des isolignes de vitesse de souffle peuvent être affichées (voir fig. 3). Généralement, les isolignes proposées correspondent à des vitesses de 56 km/h (35 MPH), 105 km/h (65 MPH) et 169 km/h (105 MPH). Ensuite, en faisant circuler l'avion sur un cheminement défini, le logiciel représentera la trace de ces isolignes sur le plan.

**IMPORTANT : attention aux idées reçues... le 737-900ER souffle plus loin que l'A380 pour les mêmes poussée et vitesse de souffle (voir fig. 4).**

Ces recommandations et outils comportent des limites.

Les vitesses de souffle de référence de l'OACI et la FAA ne sont ni des standards, ni même des recommandations. Le seul de ces deux référentiels présentant des éléments de justification est celui de l'AC 150/5300-13A de la FAA, dans la mesure où il est extrapolé de l'échelle empirique de Beaufort selon le NWS.

Ces vitesses ne sont pas toujours reprises par les motoristes, qui fournissent des isolignes représentant des vitesses pouvant varier d'un moteur à l'autre. Ces isolignes de souffle sont ensuite reprises par les constructeurs aéronautiques dans les *Airport Planning Manual* et *Aircraft Characteristics for Airport Planning* produits pour chaque type avion. Les outils de CAO utilisent à leur tour ces manuels.

Certains équipements peuvent avoir des vitesses de souffle maximales admissibles différentes de celles retenues par l'OACI et la FAA, ou de celles fournies par les motoristes. Or les courbes distances à la tuyère/vitesse de souffle qui permettraient d'estimer les distances de sécurité pour des vitesses de vent intermédiaires ne sont pas disponibles.

Les isolignes publiées ne sont valables que pour un nombre réduit de poussées : typiquement IDLE et BREAKAWAY pour le roulage. Elles représentent deux extrêmes de la poussée appliquée. IDLE sous-estime généralement la poussée moyenne au roulage alors que BREAKAWAY la surestime.

Enfin, les isolignes publiées ne sont valables que pour une pente donnée (quasi-exclusivement 0%) et des conditions météorologiques particulières (température, pression atmosphérique, vent, ...).

\*  
\* \*

Par conséquent, les études assistées par ordinateur ne devraient être considérées comme suffisantes que lorsqu'elles montrent explicitement que le souffle avion ne constitue pas un danger pour les activités aéronautiques. Par exemple, toutes spécificités locales égales par ailleurs (notamment pas de fortes pentes montantes du taxilane vers le poste), des postes avion positionnés de part et d'autre d'un taxilane devraient être considérés comme sûrs si l'isoligne 56 km/h en IDLE de tous

les avions desservant chacun des postes exclu la totalité des postes se trouvant de l'autre côté du taxilane.

Par contre, ces études devraient être considérées avec précaution lorsque des activités sensibles au souffle sont à l'intérieur ou au voisinage d'isolignes d'une vitesse supérieure à celle que ces activités peuvent supporter. Il faut également prendre en compte les spécificités locales favorisant des poussées plus fortes qu'IDLE au roulage telles que : les pentes montantes dans le sens du taxilane vers le poste, les entrées de poste avec des trajectoires comportant des angles de braquage élevés et des rayons de virage réduits, ainsi que les consignes d'exploitation telles que l'avion est susceptible de ralentir voir s'arrêter dans le virage d'entrée sur poste. Dans ces conditions, les études réalisées sur la base de la poussée IDLE ne seront pas représentatives des poussées les plus fortes qui pourraient être appliquées en condition normale d'exploitation.

*Ces considérations sont valables pour la conception de nouvelles aires de stationnement, l'aménagement d'installations existantes, l'étude de configurations existantes suite à un évènement de sécurité, mais également la conception des projets de construction. En effet, les chantiers côté piste sont sensibles au souffle, avec la présence de personnels à pied. Egalement, il existe de nombreux objets et matériaux qui peuvent être projetés par le souffle avion. Enfin, des engins sensibles au vent peuvent être employés.*

Prendre comme référence la poussée supérieure (BREAKAWAY) peut amener à surestimer l'intensité du souffle et à imposer des contraintes de conception ou d'exploitation significatives et injustifiées.

Dans ces conditions, des mesures de souffle peuvent s'avérer utiles afin de mieux appréhender le souffle réel auquel sont soumises les activités et équipements sensibles. Elles sont même le plus souvent le seul complément crédible aux études assistées par ordinateur. En effet, les retours d'expérience en matière de souffle avion sont discutables, dans la mesure où ils souffrent d'un manque réel de reporting, d'une faible antériorité (mise en place du SGS et diffusion de cette culture au sein des assistants en escale), et d'un manque de documentation détaillée des évènements de sécurité qui peuvent être répertoriés.

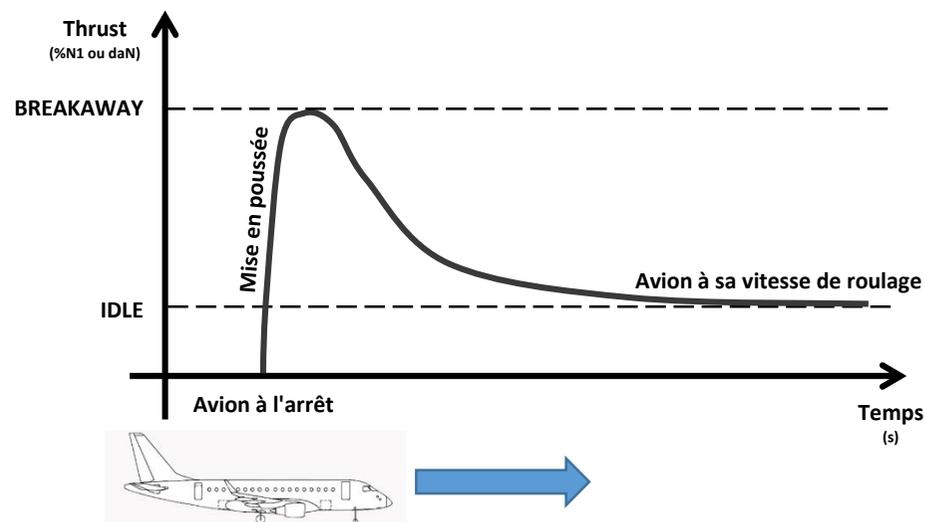


Figure 1 - Profil typique de la poussée lors de la mise en mouvement d'un aéronef à l'arrêt

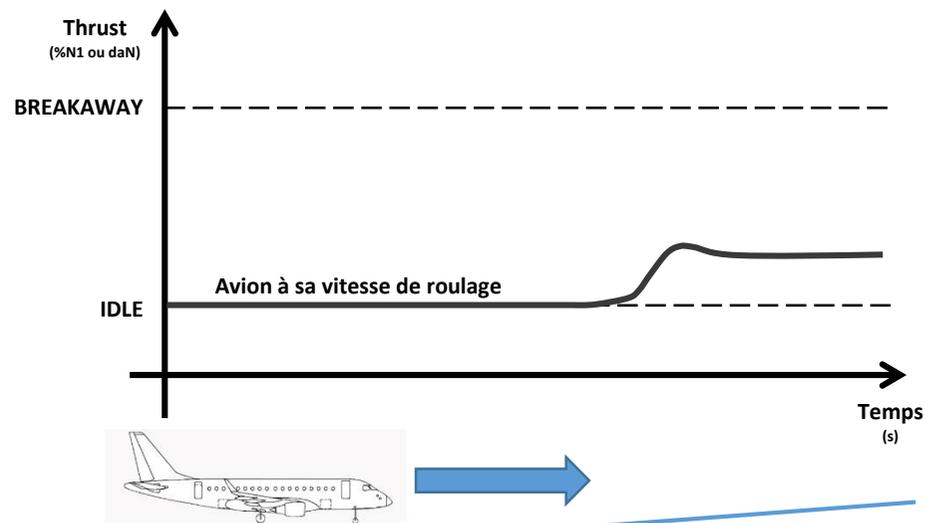


Figure 2 - Une pente positive est un facteur d'augmentation de la poussée, et donc du souffle avion

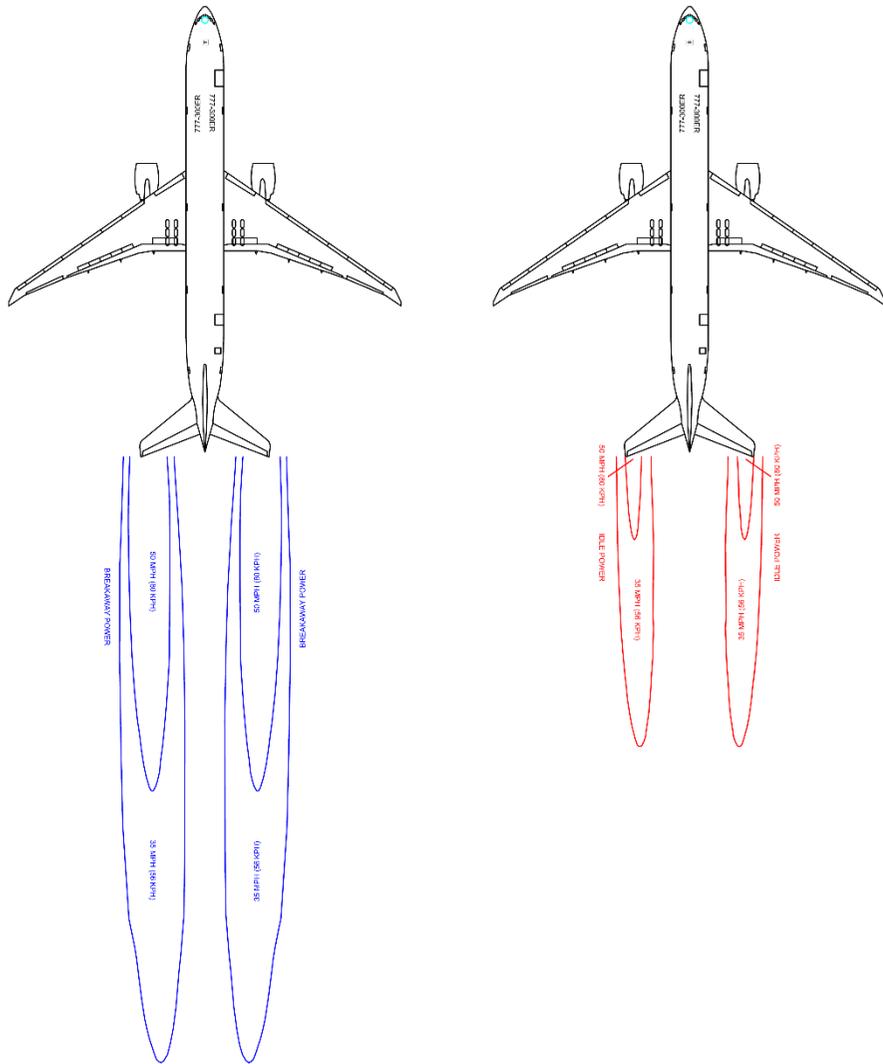


Figure 3 - Souffle du Boeing 777-300ER en BREAKAWAY (gauche) et IDLE (droite)

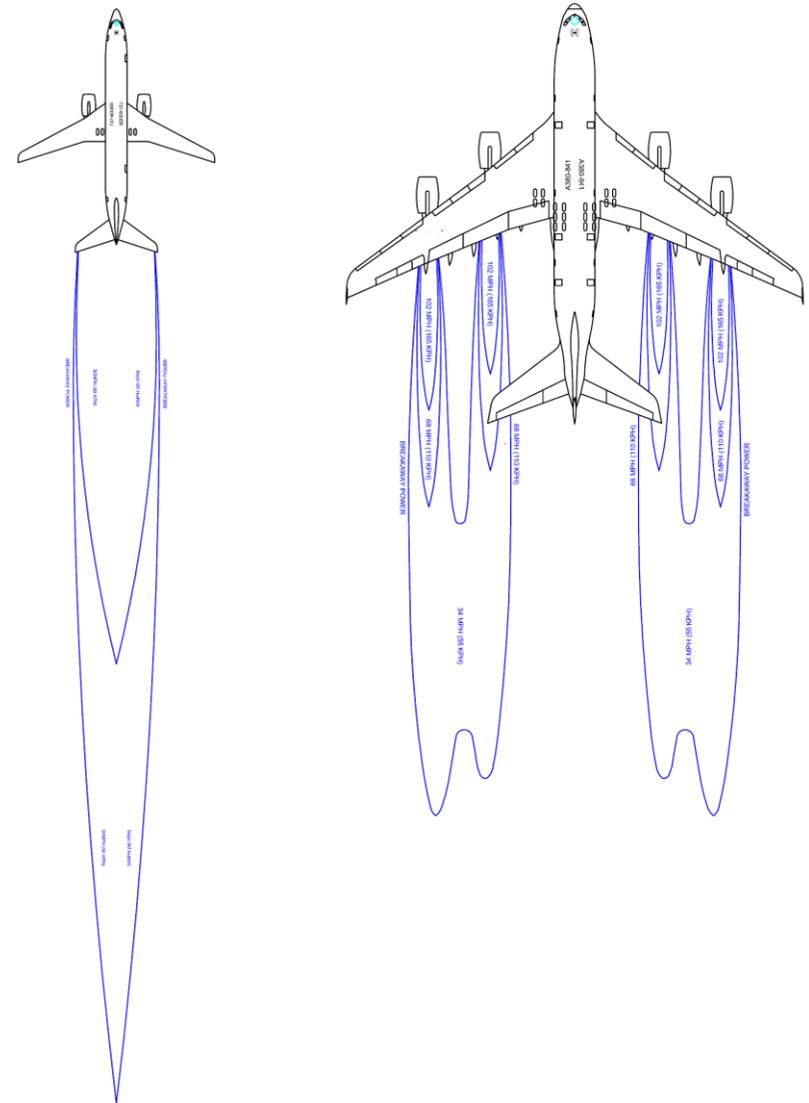


Figure 4 - Souffle BREAKAWAY pour le Boeing 737-900ER (gauche) et l'Airbus A380-800 (droite)

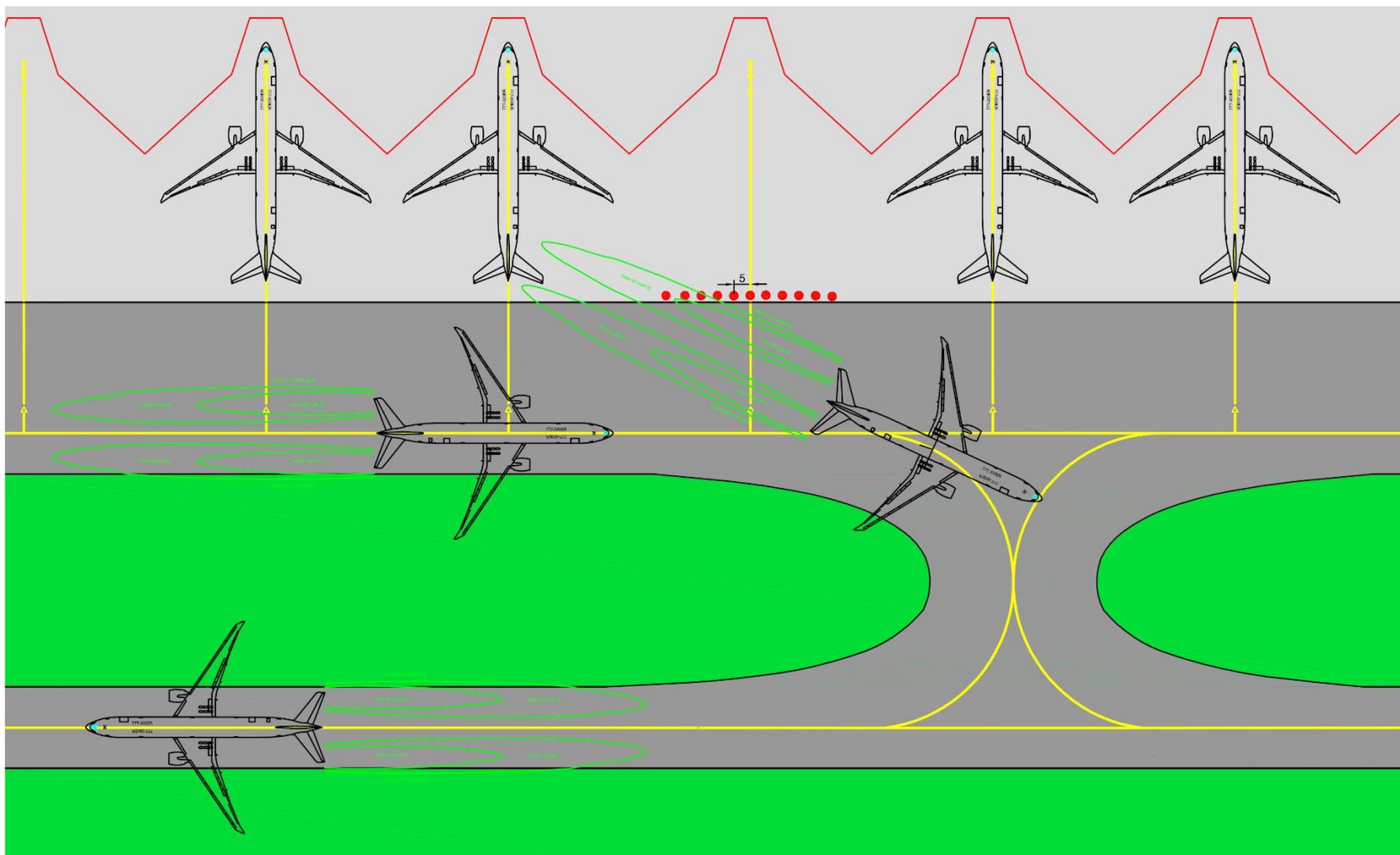


Figure 5 - Exemple d'une situation pouvant requérir des mesures de souffle (poussée BREAKAWAY, isolignes 56 km/h et 80 km/h)

## II – Objectif technique des mesures de souffle

### II.1 – Mouvement en virage (fig. 6)

L'objectif est de collecter, pour chaque mouvement d'avion (chaque passage observé), et pour chaque position de l'avion dans laquelle chaque capteur reçoit un maximum de souffle théorique, le souffle reçu par chaque capteur.

### II.2 – Mouvement en ligne droite (fig. 7)

L'objectif est de collecter, pour chaque mouvement d'avion (chaque passage observé) après le repoussage et au moment de la mise en mouvement de l'avion, le souffle reçu par chaque capteur.

**IMPORTANT :** l'expérience montre que la pose d'anémomètres sur une zone potentiellement exposé n'est pas suffisante pour analyser correctement le risque. En effet, les données brutes ne permettent pas d'expliquer et d'interpréter l'ensemble des pics de vitesse enregistrés. Il faudra donc bien isoler et analyser chaque passage avion (voir plus loin).

## III – Définitions

On appellera dans ce document :

- Mouvement : un cheminement avion identifiable et orienté.
- Position : position précise d'un avion au cours d'un mouvement donné.
- Passage : un mouvement réel observé durant la campagne de mesures.
  
- IDLE ou "réduit moteur" : la poussée minimale requise pour faire avancer l'avion déjà en mouvement.
- BREAKAWAY : la poussée minimale requise pour mettre en mouvement l'avion à l'arrêt.
- MAXIMUM TAKE-OFF : la poussée maximale au décollage.

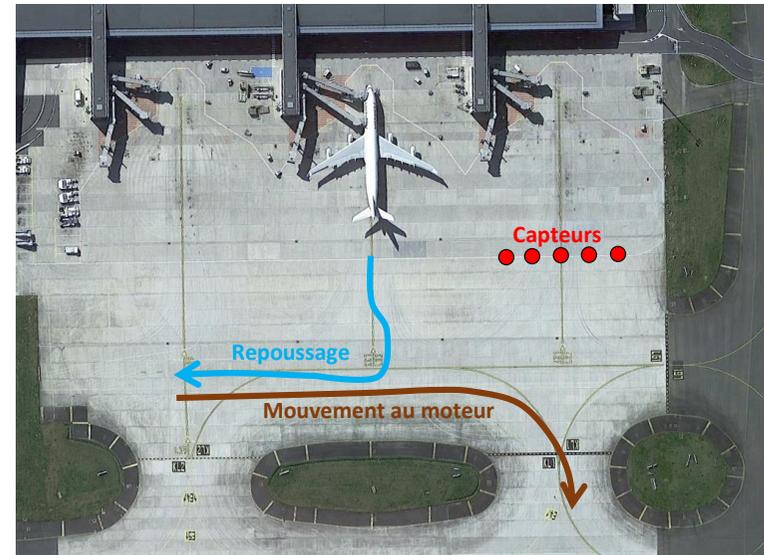


Figure 6 - Exemple d'instrumentation en virage

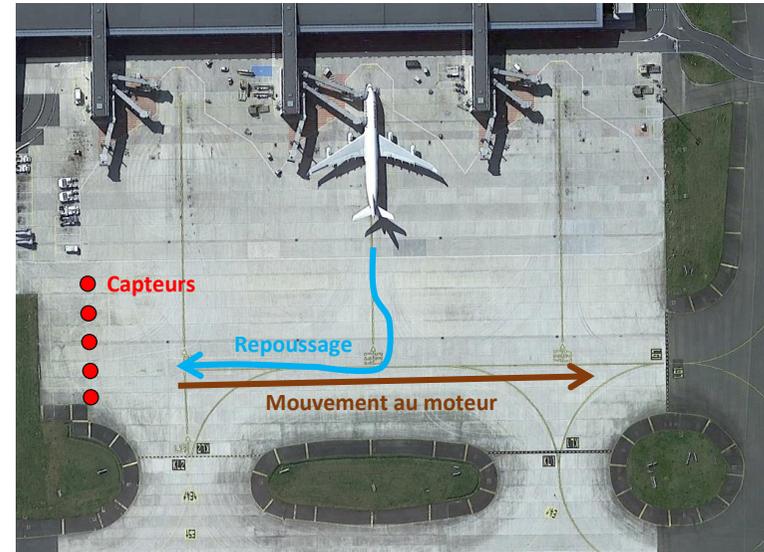


Figure 7 - Exemple d'instrumentation en ligne droite

## IV – Préparation des mesures avec les parties prenantes

La campagne de mesures doit être préparée avec les parties prenantes :

- Entité responsable des postes pour l'exploitant d'aérodrome,
- Bureau de piste ou fonction équivalente de l'exploitant d'aérodrome (sécurisation de l'installation des capteurs),
- Prestataires de services de la navigation aérienne et/ou de gestion d'apron selon le cas,
- Escale des compagnies aériennes associées et leur direction des opérations aériennes si possible (fermetures des postes et association des équipages),
- Des pilotes des compagnies associées si possible,
- Le laboratoire qui effectuera les mesures de souffle.

A l'issue de la préparation, il faut avoir :

- Bien défini le jour et la plage horaire des mesures,
- Identifié précisément l'implantation des capteurs,
- Identifié les vols qui seront associés aux mesures,
- Identifié les actions de chacune des parties, en particulier des compagnies aériennes (information des équipages) et des services de la navigation aérienne (collecte de l'information),
- Identifié les besoins particuliers des mesures (tel que arrêt/mise en mouvement d'un nombre limité d'aéronefs à un lieu précis afin d'évaluer le souffle d'une remise en mouvement en virage) et les avoir bien préparé avec les parties prenantes,
- Réalisé l'Etude d'Impact sur la Sécurité Aéronautique (EISA) encadrant ces mesures de souffle.

**IMPORTANT : plus de passages d'avion seront mesurés, plus la campagne de mesures de souffle sera un élément crédible de décision. Au moins plusieurs dizaines de passages, dont ceux des types avion desservant la zone qui sont les plus critiques pour le souffle, et dans toutes les conditions d'exploitation possibles pour cette même zone, sont nécessaires.**

## V – Construction de la base de données

La base de données reporte un certain nombre de données pour un point de mesure donné, c'est-à-dire pour un capteur et un avion dans une position déterminée.

Créer les colonnes suivantes :

- "Jour de la mesure"
- "Heure de la mesure (UTC)"
- "T°C" : température de l'air ambiant en degrés Celsius.
- "Patm (hPa)" : pression atmosphérique en hectopascals.
- "Vent ambiant (vitesse) (m/s)"
- "Vent ambiant (provenance) (° géographique)" : reporter la provenance, en degré avec le nord géographique comme référence.
- "Type avion" : préciser ainsi le sous-type tel que 777-200LR, 777-300ER.
- "N-k moteurs" : l'équipage roule avec tous les moteurs (entrer la valeur 0), en N-2 moteurs (entrer 1) ou en N-2 moteurs (entrer 2).
- "Masse (en t)" : cette distance peut être approchée par la masse au départ du poste.
- "Passage n°" : entrer le n° du passage avion observé.
- "Mouvement" : identifier le mouvement. Ex. : "De TWY A vers TWY B".
- "Position n°" : n° de la position théorique de l'avion.
- "Virage" : si la mesure est faite pour un mouvement en virage entrer 1, sinon entrer 0.
- "Rayon (m)" : le rayon de la courbe peinte au sol (en mètres).
- "Stop&Go" : si l'avion a effectué un arrêt au voisinage des capteurs lors du mouvement observé, entrer 1, sinon 0.
- "Pente (%)" : pour la position observée, la pente locale entre la roulette de nez et le train principal (en %).
- "Capteur n°" : chaque capteur doit être référencé (ex. : Capteur n°1).
- "Localisation du capteur" : par exemple, entrer "Poste A01".
- "Souffle (m/s)" : vitesse de vent relevé par un capteur donné.
- "Souffle théorique en IDLE (m/s)" : vitesse théorique issue de l'étude sous AeroTurn ou logiciel équivalent avec la poussée IDLE.

- "Souffle théorique en BREAKAWAY (m/s)" : vitesse théorique issue de l'étude sous AeroTurn ou logiciel équivalent avec la poussée BREAKAWAY.
- "X (en m)" : voir plus loin.
- "Y (en m)" : voir plus loin.

Une ligne du tableau correspond au souffle relevé par un capteur, pour une position, lors d'un mouvement (passage) donné de l'avion.

*Un exemple de base de données est proposé dans un fichier EXCEL joint à ce guide ou disponible auprès du GT Infra de l'Alfa-ACI.*

## **VI – Données à collecter sur le terrain**

Pour chaque passage d'aéronef, le contrôleur aérien ou l'agent de vigie trafic doit noter :

- L'heure de passage,
- L'immatriculation,
- Le sous-type avion,
- L'aéronef a-t-il effectué un arrêt au voisinage des capteurs ?

Pour chaque passage d'aéronef, le contrôleur aérien ou l'agent de vigie trafic doit demander à l'équipage et noter la réponse :

- Roulez-vous en N-1 ou N-2 moteurs ?
- Quel est le % de N1 au moment de passer devant les capteurs, ou au moment de remettre l'avion en mouvement en cas d'arrêt ?
- Quelle est la masse de l'aéronef ? [Cette donnée peut être fournie a posteriori par la compagnie, en approximant la masse au moment de la mesure par la masse au moment de quitter le poste].

Pour chaque passage d'avion, doivent être relevés :

- Le mouvement effectué,
- La température de l'air,
- La pression atmosphérique,
- Le vent ambiant (vitesse et direction) en un lieu suffisamment proche de l'avion pour être exposé au même vent ambiant mais pas au souffle avion.

*Astuce : dans la mesure du possible, il est préférable d'avoir un observateur sur place écoutant la fréquence afin de relever un maximum des informations requises et noter les incidents ou particularités éventuelles du mouvement avion.*

## **VII – Traitement des mesures de souffle**

Le laboratoire doit essayer d'identifier, pour chaque mouvement d'avion, le moment où chacun des capteurs reçoit un maximum de souffle. Pour chacun de ces instants, il doit relever la valeur de souffle enregistré par l'ensemble des capteurs. La position de l'avion à chacun de ces instants devra être étudiée sous AutoCAD lors des études préliminaires (voir section VIII).

**IMPORTANT : dans la pratique, il n'est pas possible d'identifier clairement un pic de souffle pour chacun des capteurs lors du passage d'un avion.**

Le laboratoire doit également mesurer le vent ambiant, en direction et vitesse.

Enfin, le laboratoire doit livrer les mesures consignées dans un tableau EXCEL sous le format suivant :

- "Jour de la mesure"
- "Heure (UTC)"
- "T°C"
- "Patm (hPa)"
- "Vent ambiant (vitesse) (m/s)"
- "Vent ambiant (direction) (° géographique)"
- "Passage n°"
- "Maximum de souffle pour le capteur n°" [k]
- "Vent du capteur n°1 (m/s)"
- "Vent du capteur n°2 (m/s)"
- ...
- "Vent du capteur n°w (m/s)"
- ...
- "Vent du capteur n°N (m/s)"

Un tel tableau permet de renseigner la base de données de la campagne de soufflé. Pour une ligne donnée du tableau telle que décrit ci-dessus, on va pouvoir créer une ligne de la base de données par colonnes du tableau, sur la base des règles de remplissage ci-dessous (en rouge, les données directement recopiées du tableau fourni par le laboratoire) :

- "Jour de la mesure" = "Jour de la mesure"
- "Heure de la mesure (UTC)" = "Heure (UTC)"
- "T°C" = "T°C"
- "Patm (hPa)" = "Patm (hPa)"
- "Vent ambiant (vitesse) (m/s)" = "Vent ambiant (vitesse) (m/s)"
- "Vent ambiant (direction) (° géographique)" = "Vent ambiant (direction) (° géographique)"
- "Type avion" : retrouver le type avion à partir du n° du passage.
- "N-k moteurs" : retrouver cette information à partir des données collectées par le contrôleur aérien.
- "Masse (en tonnes)" : retrouver cette information à partir des données collectées par le contrôleur aérien OU convenir de la fourniture de celle-ci avec la compagnie aérienne lors des réunions de préparation.
- "Passage n°" = "Passage n°"
- "Position n°" : correspond, pour le mouvement considéré, à la référence de la position étudiée sous AutoCAD dans laquelle le capteur [k] reçoit un maximum de soufflé.
- "Virage" : si la mesure est faite pour un mouvement en virage entrer 1, sinon entrer 0.
- "Rayon (m)" : entrer le rayon de la courbe peinte au sol (en mètres). Voir étapes 2 et 3 de la section "Etude sous AutoCAD".
- "Stop&Go" : si l'avion a effectué un arrêt au voisinage des capteurs lors du mouvement observé, entrer 1, sinon 0.
- "Pente (%)" : entrer, pour la position observée, la pente locale entre la roulette de nez et le train principal (en %). Voir étapes 2 et 3 de la section "Etude sous AutoCAD".
- "Capteur n°" : n° du capteur (par exemple : "w").
- "Localisation du capteur" : par exemple, entrer "Poste A01".
- "Soufflé (m/s)" = "Vent du capteur n°w (m/s)"

- "Soufflé théorique en IDLE (m/s)" : vitesse théorique issue de l'étude sous AeroTurn ou logiciel équivalent avec la poussée IDLE. Voir étapes 2 et 3 de la section "Etude sous AutoCAD".
- "Soufflé théorique en BREAKAWAY (m/s)" : vitesse théorique issue de l'étude sous AeroTurn ou logiciel équivalent avec la poussée BREAKAWAY. Voir étapes 2 et 3 de la section "Etude sous AutoCAD".
- "X (en m)" : voir plus loin. Voir étapes 2 et 3 de la section "Etude sous AutoCAD".
- "Y (en m)" : voir plus loin. Voir étapes 2 et 3 de la section "Etude sous AutoCAD".

## VIII – Etudes sous AutoCAD

Pour chaque passage avion observé, réaliser l'une des études suivantes (virage ou ligne droite) en adaptant selon les pics de soufflé qui ont pu être clairement identifiés à travers le tableau des mesures.

### VIII.1 – Mouvements en virage

Dans cet exemple, on a réussi à identifier pour un certain passage en virage deux pics de soufflé à deux moments (deux positions de l'avion) différente : pour les capteurs n°1 et n°11.

1. Implanter sous AutoCAD les anémomètres.
2. Avec AeroTurn, PathPlanner ou AviPlan, et avec les courbes de vitesse de soufflé (isolignes) pour IDLE et BREAKAWAY visibles : faire circuler l'avion dans le virage jusqu'à ce que l'axe de symétrie de l'épave de soufflé du réacteur dans l'extérieur du virage coupe la position du premier capteur. Cette position sera notée position n°1.

*Important : on suppose que cette position de l'avion par rapport au premier capteur devrait être celle dans laquelle ce capteur reçoit un maximum de soufflé.*

3. Mesurer sous AutoCAD puis reporter sur une même ligne de la base de données :
  - La pente du terrain entre la roulette de nez et le train principal.
  - Le rayon du virage (rayon de la courbe peinte au sol et non distance au centre instantané de rotation de l'avion).
  - La distance normale de chaque anémomètre à l'axe de symétrie de l'avion. Cette valeur est notée x dans la base de données.
  - La distance entre chaque anémomètre et le centre géométrique du train principal, projetée sur l'axe de symétrie de l'avion. Cette distance est notée y dans la base de données.
  - La vitesse de souffle théorique à laquelle est exposé chaque capteur lorsque la poussée est IDLE. Exemple : si le capteur est entre l'isoligne 56 km/h et l'iso-vitesse 80 km/h, entrer : "56-80". Si elle est au-delà de la dernière isoligne de souffle et que celle-ci est 56 km/h, entrer "<56".
  - La vitesse de souffle théorique à laquelle est exposé chaque capteur lorsque la poussée est BREAKAWAY. Exemple : si le capteur est entre l'isoligne 56 km/h et l'iso-vitesse 80 km/h, entrer : "56-80". Si elle est au-delà de la dernière isoligne de souffle et que celle-ci est 56 km/h, entrer "<56".
  
4. Avancer l'avion dans le virage avec AeroTurn, PathPlanner ou AviPlan jusqu'à ce que le capteur n°11 reçoive un maximum de souffle théorique. Appelons cette configuration *Position n°11*. Relever les mêmes données que pour la *Position n°1*, pour chaque capteur.
  
5. Recommencer de nouveau pour chaque passage observé avec le type avion correspondant, et pour le nombre de positions dans lesquelles un pic de souffle est clairement observée.

VOIR PAGES SUIVANTES

## VIII.2 – Mouvements en ligne droite

1. Identifier la position de l'avion à l'arrêt après son repoussage.
  
2. Mesurer sous AutoCAD puis reporter dans la base de données :
  - La pente du terrain entre la roulette de nez et le train principal.
  - La distance normale de chaque anémomètre à l'axe de symétrie de l'avion. Cette valeur est notée x dans la base de données.
  - La distance entre chaque anémomètre et le centre géométrique du train principal, projetée sur l'axe de symétrie de l'avion. Cette distance est notée y dans la base de données.
  - La vitesse de souffle théorique à laquelle est exposé chaque capteur lorsque la poussée est IDLE. Exemple : si le capteur est entre l'isoligne 56 km/h et l'iso-vitesse 80 km/h, entrer : "56-80". Si elle est au-delà de la dernière isoligne de souffle et que celle-ci est 56 km/h, entrer "<56".
  - La vitesse de souffle théorique à laquelle est exposé chaque capteur lorsque la poussée est BREAKAWAY. Exemple : si le capteur est entre l'isoligne 56 km/h et l'iso-vitesse 80 km/h, entrer : "56-80". Si elle est au-delà de la dernière isoligne de souffle et que celle-ci est 56 km/h, entrer "<56".
  
3. Recommencer pour chaque type avion et mouvement observé.

**Ces études demandent un effort non négligeable de dessin. Cependant, c'est un travail nécessaire afin de valoriser la campagne de mesures. En effet, des mesures brutes sans informations quant aux conditions d'occurrence ne sont pas pertinentes et ne devraient pas être utilisées comme éléments de décision.**

Les informations collectées sous AutoCAD vont servir à :

- Comparer les résultats des mesures de souffle avec ce que prévoient les études sous CAO,
- Pouvoir évaluer par analogie le niveau de sécurité de situations similaires où des mesures de souffle ne sont pas possibles.

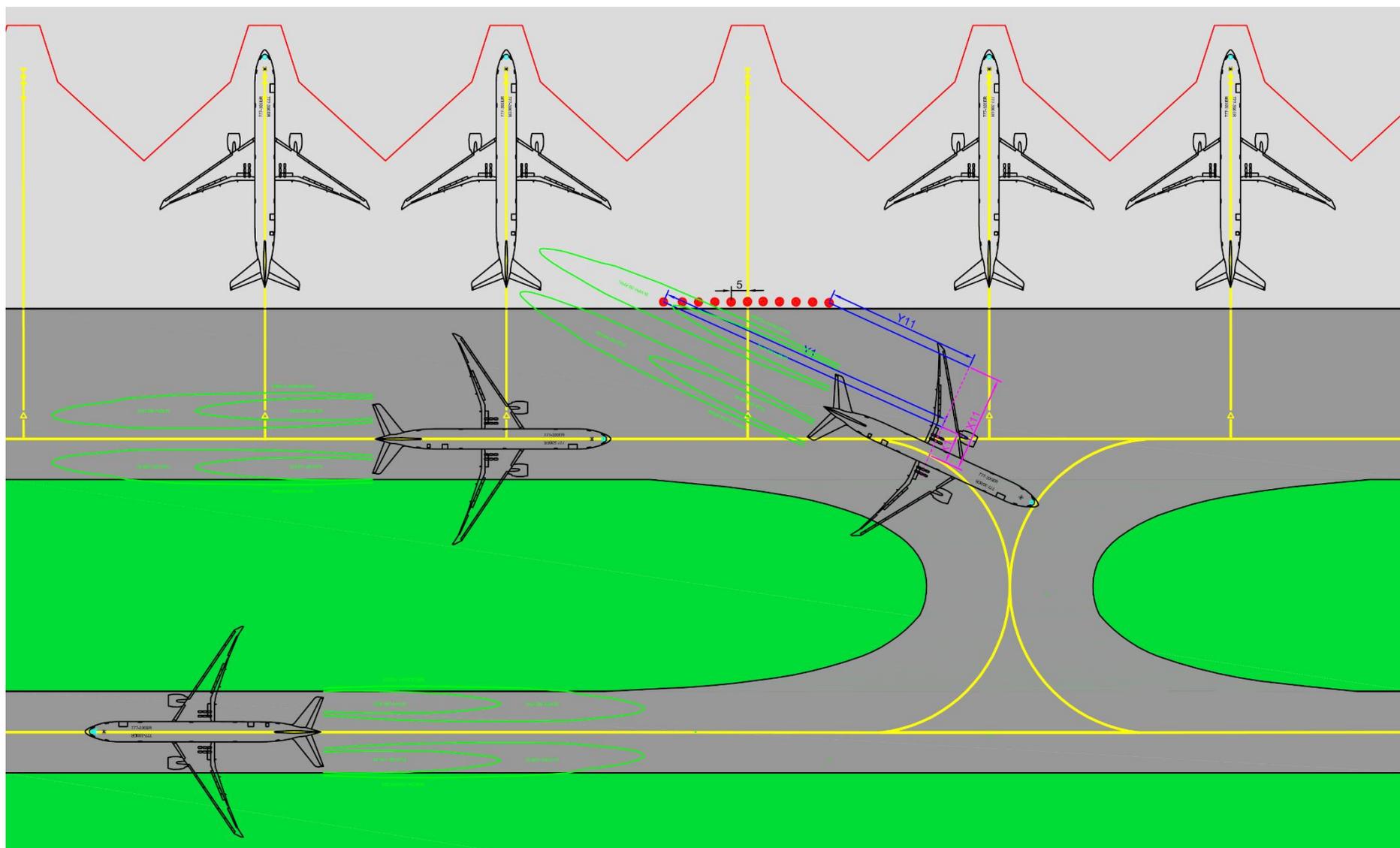


Figure 8 - Position n°1 : le capteur n°1 reçoit un maximum de souffle. Relever les coordonnées  $(x,y)$  de chacun des 11 capteurs dans le référentiel de l'avion avec le centre géométrique du train principal comme origine. **IMPORTANT** : l'avion doit prendre le virage selon la technique de l'oversteering, c'est-à-dire que le train principal reste toujours centré sur l'axe. L'oversteering est la technique de référence pour prendre un virage, et la seule technique recommandée par les constructeurs aéronautiques. **NOTA** : l'axe du souffle de chaque réacteur, soit la droite qui passe par les pointes des épures n'est pas nécessairement parallèle à l'axe de l'avion.

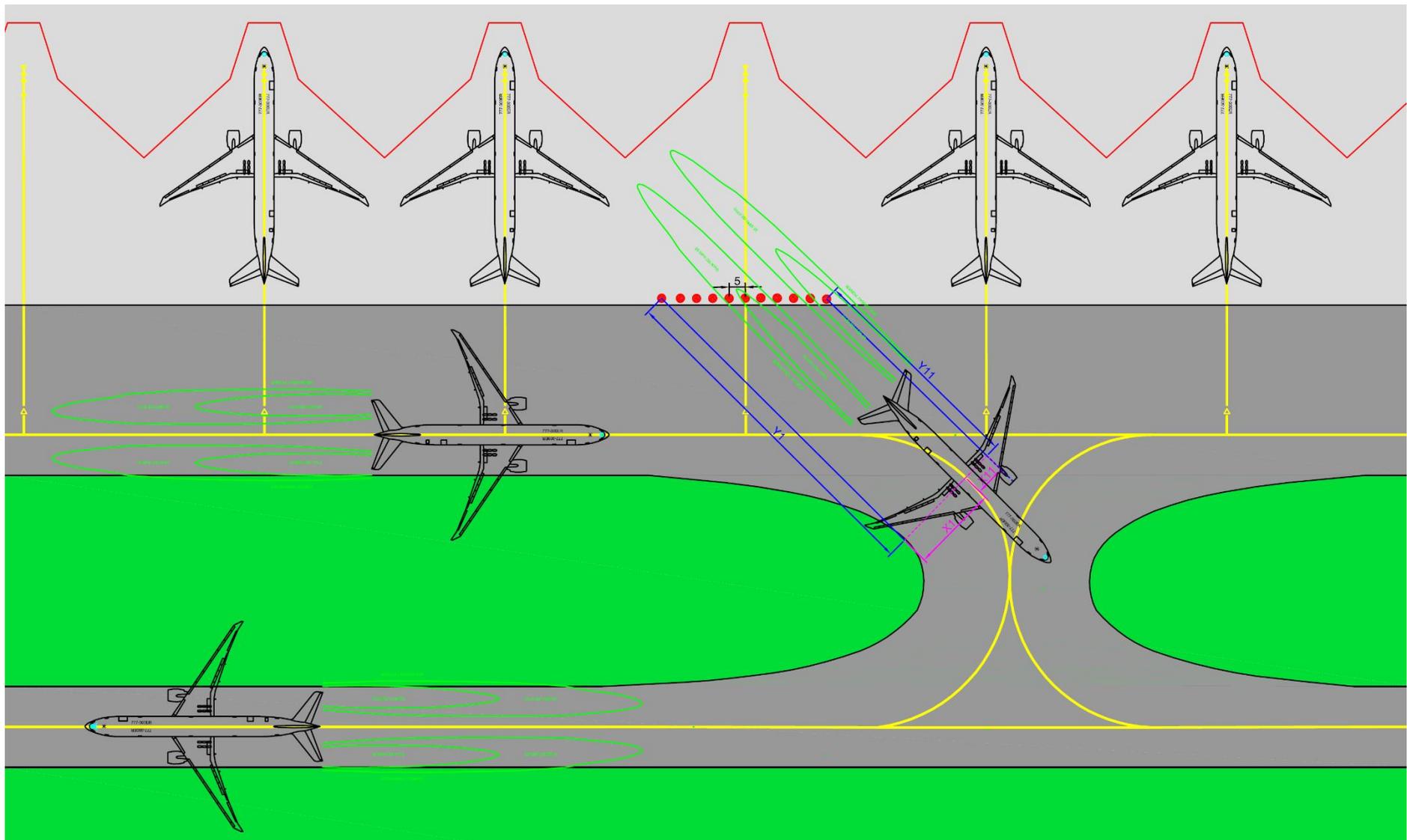


Figure 9 - Position n°11 : le capteur n°11 reçoit un maximum de souffle. Relever les coordonnées (x,y) de chacun des capteurs dans le référentiel de l'avion (centre du train principal comme origine).

## IX – Utilisation de la base de données

### IX.1 – Intégrité des données

La base de données doit être construite en identifiant et excluant les valeurs douteuses telles que :

- Vitesses de vent absurdes (ex. 500 km/h),
- Indication du capteur rigoureusement constante au cours du temps,
- Mesure d'un des capteurs insensible au passage d'un aéronef alors que celles provenant de ceux qui l'entourent le sont.

Le vent ambiant peut également rendre des mesures non pertinentes. Si la vitesse du vent est du même ordre de grandeur que les vitesses de souffle avion mesurées, ces dernières ne devraient pas être considérées comme valides.

**IMPORTANT : la résultante du vent ambiant et du souffle avion n'est pas la simple addition des vecteurs vitesse. Par exemple, si un point est exposé à un souffle avion de 60 km/h, et si un vent de même sens et direction souffle à 50 km/h, le point ne sera pas nécessairement exposé à un vent ressenti de 110 km/h.**

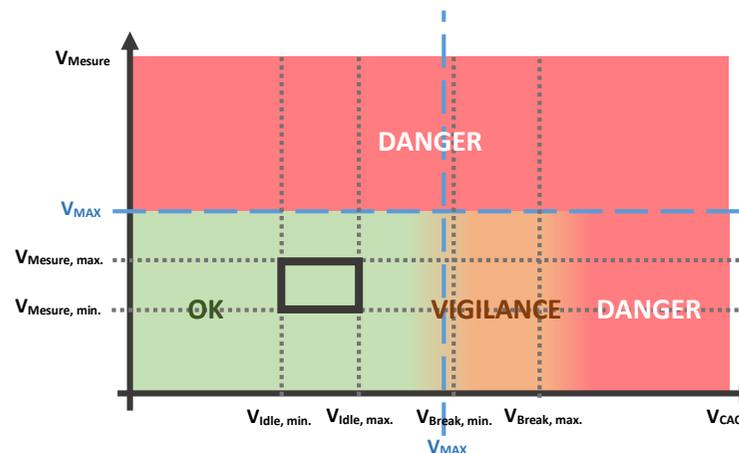
Les valeurs douteuses seront laissées dans la base de données. Ces valeurs seront clairement identifiables, la case qui les contient sera de couleur rouge. Si le motif de la perte d'intégrité est connu, il sera alors spécifié dans la case de commentaire.

### IX.2 – Analyse et éléments de décision

Pour une situation donnée :

- Regarder les vitesses de souffle avion enregistrées sur le poste, la route de service, ou la limite de la zone étudiée la plus exposée au souffle.
- Comparer les vitesses relevées avec les vitesses maximales admissibles pour les activités ou les équipements présents dans la zone étudiée, et identifier tous les dépassements.

- Analyser les pics de souffle excessifs : sont-ils dus à des conditions d'occurrence particulières, et ces dernières sont-elles suppressibles ou adaptables ?
- Pour les valeurs de souffle restantes, construire un graphique tel que celui représenté dans l'exemple ci-dessous, avec :
  - $V_{MAX}$  le souffle maximum admissible par l'activité ou l'équipement le plus sensible,
  - $V_{Mesure, max.}$  et  $V_{Mesure, min.}$  respectivement les maximum et minimum de souffle relevés lors des mesures,
  - $V_{Idle, min.}$  et  $V_{Idle, max.}$  respectivement les vitesses des isolignes de souffle qui entourent la zone étudiée, tous les types avion susceptibles d'effectuer les mouvements étudiés confondus, avec la poussée IDLE,
  - $V_{Break, min.}$  et  $V_{Break, max.}$  respectivement les vitesses des isolignes de souffle qui entourent la zone étudiée, tous les types avion susceptibles d'effectuer les mouvements étudiés confondus, avec la poussée BREAKAWAY.



Dans cet exemple : considérons que le cas étudié soit une entrée de poste avion avec la présence d'activités ou d'équipements sensibles de l'autre côté du taxilane.

S'il est raisonnable de penser que la poussée IDLE est la seule appliquée lors de l'entrée sur poste (par exemple, les consignes d'exploitation des postes et/ou l'AIP précise que l'avion ne doit pas s'arrêter lors de l'entrée sur poste quitte à attendre le marshaller éventuel aligné sur le taxilane), alors les mesures corroborent dans cet exemple les études CAO.

S'il est possible qu'un aéronef doive s'arrêter puis se remettre en mouvement dans le virage d'entrée, il existe alors une incertitude que l'exploitant d'aérodrome doit évaluer dans le cadre de son SGS. Celui-ci peut juger que le niveau de risque est :

- Très acceptable, et mettre en place un plan de vigilance à durée déterminée en organisant des retours d'expérience réguliers avec les activités sensibles au souffle (ex. prestataires d'assistance en escale),
- Acceptable mais comportant des incertitudes, et mettre en place un plan de mesure continu à durée déterminée avec des capteurs fixes dont les mesures sont régulièrement analysées,
- Inacceptable, et mettre en place des moyens de réduction de la gravité du niveau de risque (écrans anti-souffle, restrictions d'exploitation, etc.).

**IMPORTANT : Les mesures de souffle ne peuvent apporter la certitude qu'aucun événement de sécurité ne se produira jamais sur les zones étudiées. Elles ne sont qu'un élément d'appréciation de l'exposition de la zone au souffle avion.**

## **X – Contribution à l'effort de modélisation de l'impact du souffle avion sur les activités aéroportuaires**

Paris-CDG conduit une étude visant à modéliser l'impact du souffle avion sur les activités aéroportuaires. L'objectif du modèle est de pouvoir offrir un outil d'aide à la décision en complément des études sous AutoCAD, et des mesures de souffle.

Ce modèle tiendra compte des spécificités locales (pente du sol, famille d'avions) et des conditions d'exploitation.

La base de données telle que décrite dans ce document comporte toutes les informations nécessaires pour que les données que vous avez collecté lors de vos mesures de souffle puissent enrichir le modèle de cette étude.

Vous êtes invités à contribuer à cette étude, partagée dans le cadre du GT Infra de l'Alfa-ACI, en envoyant vos bases de données, accompagnées des plans et des compte-rendus mentionnant les mouvements, positions et passages étudiés, à [gael.lebris@adp.fr](mailto:gael.lebris@adp.fr).

**IMPORTANT : Les bases de données transmises pour cette étude ne seront pas diffusées. Seul le modèle mathématique et la méthodologie associée le seront.**

## **Liens utiles**

- *Aircraft Characteristics for Airport Planning* pour les avions Airbus : <http://www.airbus.com/support/maintenance-engineering/technical-data/aircraftcharacteristics/>
- *Aircraft Characteristics for Airport Planning* pour les avions Boeing et McDonnell Douglas : [http://www.boeing.com/commercial/airports/plan\\_manuals.page](http://www.boeing.com/commercial/airports/plan_manuals.page)
- *Airport Planning Manuals* pour les avions Embraer : <http://www1.embraer.com/english/content/aeronaves/>

## **Contacts utiles**

- Pour toute question relative aux logiciels AeroTurn, PathPlanner et AviPlan : [infoAviation@transoftsolutions.com](mailto:infoAviation@transoftsolutions.com)
- Pour les questions concernant les ACAP d'Airbus : [airport.compatibility@airbus.com](mailto:airport.compatibility@airbus.com)
- Pour les questions concernant les ACAP de Boeing : [AirportCompatibility@boeing.com](mailto:AirportCompatibility@boeing.com)

## Annexe 1 – Vitesses de souffle maximum admissible

- **Containers vides** : des mouvements de containers vides ont été observés pour des vents moyens de 45-50 km/h.
- **Agents à pied** : 56 km/h est une limite extrapolée de l'échelle de Beaufort par la FAA. Cette limite est également reprise par l'OACI. Cependant, elle n'est ni un standard, ni une norme.
- **Dégivreuses type Vestergaard Elephant Beta** : 70 km/h est la limite spécifiée par le constructeur au-delà de laquelle la cabine télescopique doit être repliée.
- **Bâtiments** : le DOC 9157 de l'OACI propose la plage de tolérance 130-200 km/h, à préciser en fonction de la structure et des matériaux du bâtiment.

## Annexe 2 – Echelle de Beaufort de la FAA

*VOIR CI-CONTRE*

## Annexe 3 – Influence du vent sur le souffle avion

*A VENIR DANS UNE VERSION ULTERIEURE DU GUIDE*

**c. Velocity exposure rates.** The following maximum velocity exposure rates are from the National Weather Service (NWS) Beaufort Scale:

(1) Terminal tail-to-tail parking: 35 mph (56 kmh) maximum to reduce damage to adjacent aircraft, personnel and objects. It assumes ramp personnel are trained and aware that occasion wind peaks occur and may affect their ability to walk against the generated winds. Service roads may be directly behind the aircraft fuselage for tug/tractor service. No light general aviation aircraft or commuter aircraft should be parked adjacent to turbojet aircraft.

(2) Terminal parking where parallel or skewed terminals face each other:

(a) Use a 50 mph (80 kmh) maximum break-away condition to determine the "reach" of the initial jet blast from aircraft taxiing in/out one terminal into the facing terminal concourse and its associated service road.

(b) A 35 mph (56 kmh) maximum is suggested under breakaway conditions to locate the facing terminal gate parking and associated service roads. This value assumes that ramp personnel are trained to expect occasional wind burst from jet blast; there is no general aviation parking; and parked commuter aircraft do not board or deplane passengers directly to/from the apron.

(3) General aviation/commuter parked next to turbojet aircraft:

(a) Use a 24 mph (38 kmh) maximum under idle and breakway conditions. The lower exposure rate takes into account conditions experienced by passengers during bad weather when having to deal with umbrellas and slippery ramp/stairs. Idle and breakaway conditions are specified to handle the variety of possible gate layouts and ramp taxiing and tug operational policies and procedures.

(4) Hardstand(s): For hardstands, the focus is on mitigating the effects of "power + turn = hazard" taxiing operation.

(a) Use a 24 mph (38 kmh) maximum under idle conditions to locate an adjacent hardstand when passengers are boarding/deplaning directly from/to the apron.

(b) Use a 35 mph (56 kmh) maximum under idle conditions when aircraft are arriving/departing from the hardstands if the air carriers written ramp management plan prescribes that all passengers in the adjacent hardstand locations are boarded or escorted away from the active hardstand by trained ramp personnel.

(c) Use a 39 mph (62 kmh) maximum under breakaway conditions for the location of service roads aft of the parked turbojet aircraft. This value addresses drivers' control of vehicles/trucks when subjected to slightly higher winds and assumes no tug/tractor service operations at the hardstands.

(d) On service roads next to a hardstand location a 35 mph (56 kmh) maximum is suggested.