



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE,
DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT

Direction générale de l'aviation civile

Direction des services
de la navigation
aérienne

Mission environnement

Division analyse,
méthodes et outils

Campagne de mesurage de bruit

Arrivées 32 Toulouse Blagnac Impact des inverseurs de flux



(Printemps- Été 2010)

Ressources, territoires et habitats
Énergie et climat
Développement durable
Prévention des risques
Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

Référence :

Mesures_Reverse_Blagnac_11

Version :

V1R1

Rédacteur :

Didier MARTIN

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

HISTORIQUE DU DOCUMENT

Version document	du	Date de rédaction	Raison de l'évolution	Auteur
V1R0		Novembre 2010	Version initiale	Didier MARTIN
V1R1		Février 2011	Corrections après validation/approbation Mission Environnement	Didier MARTIN

Toute reproduction ou communication de ce document, de son contenu ou de sa nature, même partielle, exceptés les usages internes des Services de la Direction Générale de l'Aviation Civile, est strictement interdite sans le consentement écrit de la Mission Environnement.

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

SOMMAIRE

1 RÉSUMÉ.....	5
2 MÉTHODOLOGIE.....	7
2.1 Mesurage sonore	7
2.2 Traitements radar	7
2.3 Traitements Acoustiques	7
3 RÉSULTATS.....	9
3.1 Arrivées 32L	9
3.1.1 Sans inverseurs de flux	9
3.1.2 Avec inverseurs de flux	10
3.1.3 Bilan	10
3.2 Arrivées 32R	11
3.2.1 Sans inverseurs de flux	11
3.2.2 Avec inverseurs de flux	12
3.2.3 Bilan	12
3.2.4 Étude particulière des Reverse en fonction des bretelles de sortie N4 et N6	13
3.3 Performances du système de détection/reconnaissance	16
3.3.1 Positionnement du capteur	16
3.3.2 Un capteur sonore par QFU ?	16
3.3.3 Performances en 32R	16
3.3.3.1 Classification sur des propriétés spectrales et des critères de seuil (test Spectre)	16
3.3.3.2 Reconnaissance système ORELIA	17
4 CONCLUSIONS.....	27
5 ANNEXES	29
5.1 Situation de la plateforme LFBO	29
5.2 Étude en piste 32L	30
5.2.1 Situation de l'emplacement de mesurage en 32L	30
5.2.2 Signatures temporelles en 32L	31
5.2.3 Tableau de résultats journaliers des arrivées 32L	33
5.3 Étude en piste 32R	34
5.3.1 Situation de l'emplacement de mesurage en 32R	34
5.3.2 Signatures temporelles en 32R	35
5.3.3 Tableau de résultats journaliers des arrivées 32R	37
5.3.4 Observation des arrivées 32L depuis le site 32R	39
5.4 Échelle des niveaux sonores	43

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

Liste des Figures

Figure 1 : Principe d'identification des événements sonores	8
Figure 2 : Emplacements des 2 sites de mesure de l'impact sonore des inverseurs de flux	8
Figure 3 : $L_{Aeq\ 1s}$ max en 32L des arrivées sans (ou à faible utilisation) des inverseurs de flux	9
Figure 4 : $L_{Aeq\ 1s}$ max en 32L des arrivées avec inverseurs de flux.	10
Figure 5 : $L_{Aeq\ 1s}$ max en 32R des arrivées sans (ou à faible utilisation) des inverseurs de flux	11
Figure 6 : $L_{Aeq\ 1s}$ max en 32R des arrivées avec inverseurs de flux.	12
Figure 7 : Bretelles de sortie en configuration 32	13
Figure 8 : Répartition des arrivées avec inverseurs de flux en fonction des bretelles de sortie N4 et N6 observées entre le 1 ^{er} mai et le 21 juin.	14
Figure 9 : Répartition des arrivées 32R avec Reverse en fonction de la bretelle de sortie N4 ou N6 suivant l'intensité sonore mesurée.	15
Figure 10 : Schéma de principe du test Spectre	17
Figure 11 : Reconnaissance des décollages (ACE décollage)	18
Figure 12 : Reconnaissances des Reverse (ACE Reverse et ReverseRL)	19
Figure 13 : Reconnaissance des Reverse (test Spectre)	20
Figure 14 : Schéma de principe du test Combi 1	21
Figure 15 : Schéma de principe du test Combi 2	21
Figure 16 : Reconnaissance des Reverse (Croisement des trois ACE : Combi 1 et 2)	22
Figure 17 : Reconnaissance des Reverse (Croisement des trois ACE : Combi 1 et 2) et critère de seuil L_{Amax} 85 dB(A).	23
Figure 18 : Bilan des tests Spectre et Combi 2 sans filtrage sur le niveau L_{Amax} .	23
Figure 19 : Bilan des tests Spectre et Combi 2 avec filtrage sur le niveau L_{Amax} .	24
Figure 20 : Résultats des détections Reverse par journée selon le test Combi 2	25
Figure 21 : Résultats des détections Reverse par journée selon le test Combi 2 avec filtrage sur le niveau L_{Amax} .	25
Figure 22 : Résultats des détections Reverse par journée selon le test Spectre avec filtrage sur le niveau L_{Amax} .	26
Figure 23 : Identification des bretelles de sortie sur la plateforme LFBO (source SIA)	29
Figure 24 : Implantation du capteur sonore pour l'étude des arrivées en QFU32L. Le capteur sonore est alimenté électriquement par deux batteries externes.	30
Figure 25 : Extrait d'enregistrement le 24 février 2010, arrivée d'un B777-200 en 32L avec utilisation identifiée des inverseurs de flux	31
Figure 26 : Visualisation du contenu de deux fichiers audio enregistrés lors d'arrivées d'un même type d'appareil, avec et sans Reverse.	32
Figure 27 : Implantation du capteur sonore pour l'étude des arrivées en QFU32R. Le capteur est situé à proximité du glide 32L permettant l'alimentation électrique de l'installation.	34
Figure 28 : Extrait d'enregistrement le 09 mai 2010, arrivée d'un B737-300 en 32R avec utilisation identifiée des inverseurs de flux	35
Figure 29 : Fichiers audio de deux arrivées en 32R d'un B737-300 avec et sans Reverse empruntant la bretelle de sortie N6	36
Figure 30 : Une arrivée 32L d'un A319 avec Reverse observée depuis le site dédié à l'étude des arrivées 32R. Les niveaux sonores sont plus faibles et ne déclenchent pas de codage sur seuil.	39
Figure 31 : Arrivée en 32L avec Reverse d'un vol d'essai Airbus observée depuis le site d'étude 32R. Les niveaux sonores sont élevés et déclenchent un codage sur seuil Reverse (en vert ci-dessus)	40
Figure 32 : Arrivée 32L d'un B738 avec Reverse observée depuis le site d'étude 32R. La mise en action des inverseurs de poussée est tardive mais intense.	41
Figure 33 : Échelle des niveaux sonores	43

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

1 RÉSUMÉ

Poursuivant l'étude de l'impact sonore des inverseurs de flux, et après l'aéroport de Nice Côte d'Azur¹, la mission Environnement a mené une campagne de mesurage sonore sur l'aéroport de Toulouse Blagnac.

Comme à Nice, l'objectif est double : d'une part, quantifier l'utilisation des inverseurs de flux sur la plateforme et d'autre part, tester un système acoustique de détection et d'identification des arrivées utilisant les inverseurs de flux à un niveau élevé.

Les arrivées 32 ont été étudiées. Les périodes de mesurage sont les suivantes:

- 41 journées entre le 10 février et le 9 avril 2010 en un premier site de mesurage, lors de l'étude des arrivées en QFU 32L,
- 87 journées entre le 30 avril et le 1^{er} août 2010 en un second site de mesurage, lors de l'étude des arrivées en QFU 32R.

Les principaux résultats sont :

1. En arrivée 32L :

Mouvement	Nbre/Jour	%
Arrivées	70 à 74	
Reverse	5 à 7	7 à 9%

(variation suivant la prise en compte ou pas des essais Airbus)

Ces résultats sont du même ordre de grandeur que ceux relevés à Nice.

2. En arrivée 32R :

Mouvement	Nbre/Jour	%
Arrivées	52	
Reverse	9	18%

L'augmentation d'utilisation des inverseurs de flux en 32R s'explique par la situation géographique des bretelles de sortie les plus utilisées dans cette configuration d'utilisation des pistes. En effet, les distances du seuil de piste, 1200 m en N4 et 1900 m en N6, sont plus proches que celle la plus couramment utilisée en 32L (M8, à 2300 m du seuil de piste).

¹ Référence : DSNA/ME/AMO Mesures_Nice_Reverse_09 (Octobre 2009)

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

3. Position du capteur sonore

La détection des Reverse est facilitée lorsque le capteur se trouve au droit d'une position sur l'axe de piste située à une distance de 1000 m (mesurage en 32R) plutôt que 700 m (mesurage en 32L) ; la distance axiale entre les deux sites testés fut sensiblement la même (environ 150 m).

Dans le cas d'une distance importante entre les deux seuils de piste comme à Toulouse-Blagnac, un capteur par piste dédié à l'observation des arrivées Reverse est conseillé.

A noter toutefois, que la détection des inverseurs de flux en 32L depuis le second site (étude des arrivées en 32R) reste possible avec cependant des performances de détection dégradées.

4. Identification

La corrélation des fichiers audio avec les informations radar basée sur une information temporelle donne de bons résultats et permet d'identifier avec fiabilité la source sonore.

5. Classification acoustique

Classification spectrale :

Une première classification des événements sonores réalisée à partir du niveau de bruit global et d'une analyse spectrale a permis d'obtenir un taux de reconnaissance Reverse de 84% dans le cas de l'étude de l'ensemble des arrivées Reverse en 32R. Ce taux s'élève à 92% lorsqu'on s'intéresse aux arrivées Reverse les plus bruyantes [$L_{Amax} \geq 85$ dB(A)].

Classification audio :

La seconde classification testée repose sur l'analyse des fichiers audio à l'aide d'un logiciel de reconnaissance mis au point par la société ORELIA. Les résultats obtenus en 32R ont révélé un taux de reconnaissance des Reverse de 98%. Ce taux reste constant sur les arrivées Reverse les plus bruyantes [$L_{Amax} \geq 85$ dB(A)].

La fiabilité opérationnelle (rapport entre vraies et fausses détections) pour chacune des deux classifications est proche de 90 % lorsque seuls les événements bruyants sont pris en compte [$L_{Amax} \geq 85$ dB(A)] ; le nombre de Reverse non détectés étant quatre fois plus important avec la classification spectrale.

6. Validation

La validation auditive des fichiers audio ainsi identifiés et classés, étape ultime et nécessaire, reste opérationnelle : par jour et en moyenne, toutes classes regroupées, 22 (25 si essais Airbus) fichiers audio dans le cas de la 32L et 11 (12 si essais Airbus) dans le cas de la 32R sont à valider.

En ne se concentrant que sur la classe Reverse, le nombre de fichiers audio est moindre. Dans le cas des arrivées les plus bruyantes en 32R, 8 fichiers audio en moyenne et par jour, seraient à valider.

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 MESURAGE SONORE

Le bruit (niveau global 1 seconde, spectre 1/3 octave par seconde et fichier audio déclenché sur seuil) est mesuré et enregistré en continu à l'aide d'une station de mesure sonore du constructeur 01dB (système Opéra). Le capteur est placé successivement en 2 sites. Les emplacements et les photos du système de mesure installé sont indiqués en Figure 2, page 8, et en annexe pages 30 et 34.

2.2 TRAITEMENTS RADAR

Une zone de filtrage des trajectoires sélectionne les arrivées en QFU 32L ou 32R. Une corrélation basée sur le temps d'apparition dans la zone et le temps de début du fichier audio est effectuée afin d'isoler les fichiers audio correspondant à des arrivées sur la piste étudiée. L'identification du type avion est ainsi connue.

Les nombres d'arrivées par journée sont indiqués en annexe.

2.3 TRAITEMENTS ACOUSTIQUES

Un codage sur seuil est opéré sur l'évolution temporelle du niveau global pondéré A permettant de détecter les événements acoustiques ayant dépassé un certain niveau sonore pendant un temps donné.

Le contenu fréquentiel des événements acoustiques sélectionnés est ensuite analysé. Par l'application de critères de niveau ou différences de niveau sur certaines bandes de fréquence, une classification est effectuée en distinguant les signatures Reverse (méthode détaillée en page 17).

La liste des événements acoustiques classifiés ainsi obtenue est corrélée à la liste de fichiers audio sélectionnés lors de l'identification radar. Cette corrélation est effectuée sur le temps d'apparition des événements acoustiques et le temps d'apparition des fichiers audio.

A l'issue de cette deuxième corrélation, les fichiers audio correspondant à des arrivées ayant dépassé un seuil de bruit sont classés selon leur probable origine (Reverse, arrivées sans Reverse, autres...)

L'étape ultime consiste à valider par l'écoute, les résultats de ce système de détection/classification.

Le schéma d'analyse des données est décrit en Figure 1.

Pour finir, et comme dans le cas de l'étude des inverseurs de flux à Nice, la société ORELIA a développé pour la mission Environnement un ensemble de filtres de détection/reconnaissance de Reverse à partir des fichiers audio. Les résultats de l'application de ce logiciel de reconnaissance sur les fichiers audio sont présentés et commentés.

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

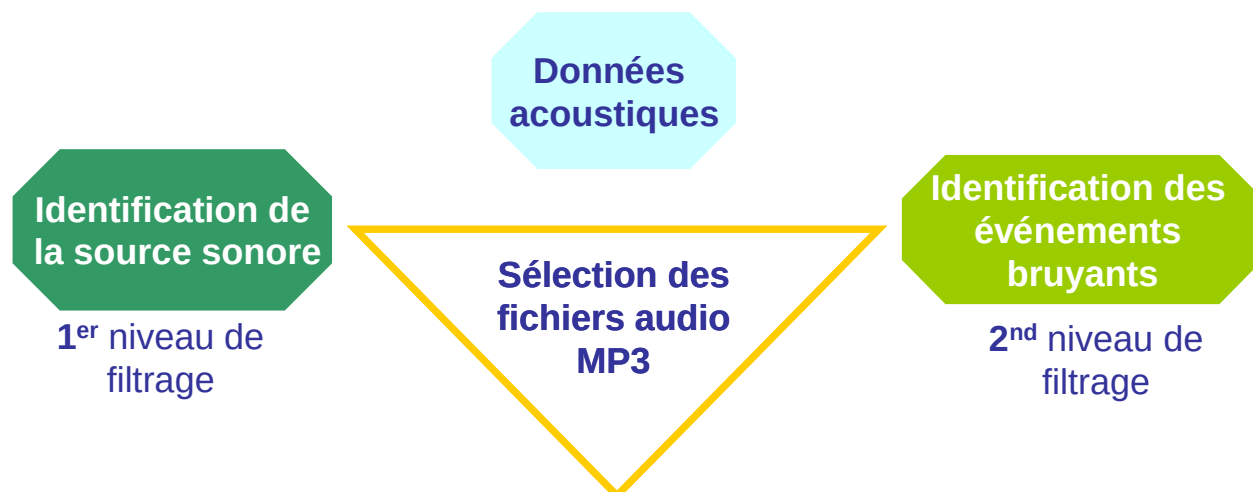


Figure 1 : Principe d'identification des événements sonores

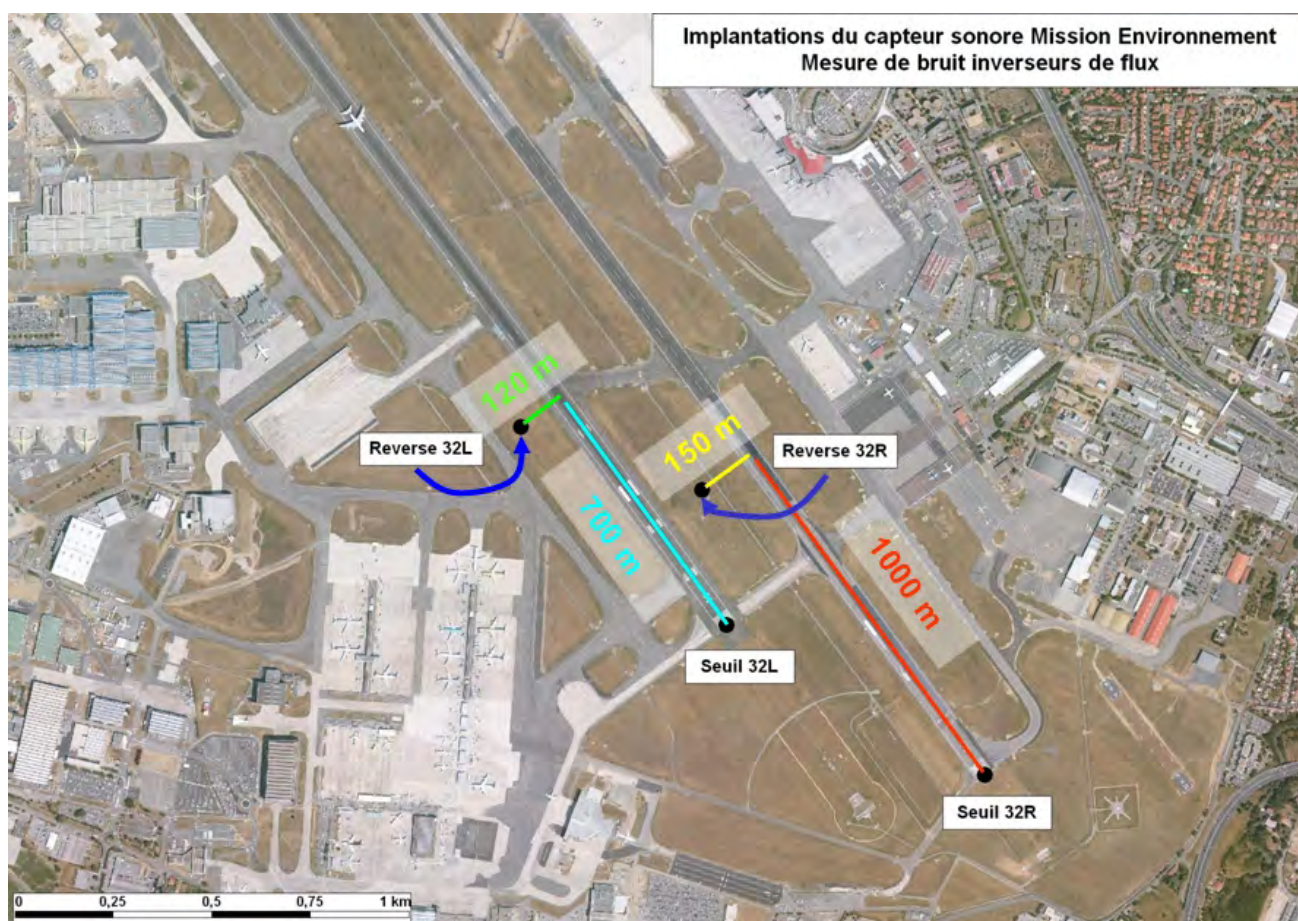


Figure 2 : Emplacements des 2 sites de mesure de l'impact sonore des inverseurs de flux

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

3 RÉSULTATS

3.1 ARRIVÉES 32L

La période de mesurage en 32L a duré 41 jours. Le capteur était disposé à une distance de 700 mètres du seuil de piste.

3.1.1 Sans inverseurs de flux

Une identification manuelle spécifique a été faite sur 15 jours prélevés sur l'ensemble de la période de mesurage ; de cette manière, des arrivées n'ayant pas généré de fichier audio (niveau de seuil non dépassé) ont également été étudiées. Un échantillon de 887 arrivées a été exploité.

La répartition des niveaux sonores maximums obtenue est présentée en Figure 3.

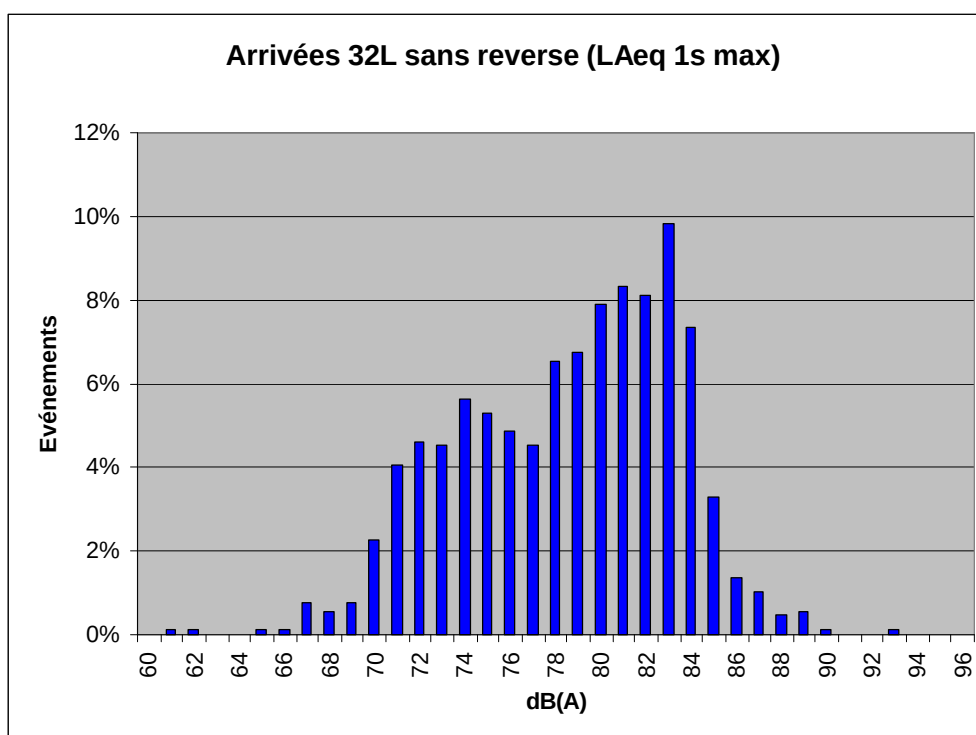


Figure 3 : $L_{Aeq\ 1s}$ max en 32L des arrivées sans (ou à faible utilisation) des inverseurs de flux

Les niveaux sonores max les plus fréquents relevés en ce point oscillent principalement autour d'une valeur de 81 dB(A).

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

3.1.2 Avec inverseurs de flux

La répartition des niveaux maximums de bruit mesurés en ce point lors d'arrivées avec inverseurs de flux (Reverse) est présentée en Figure 4.

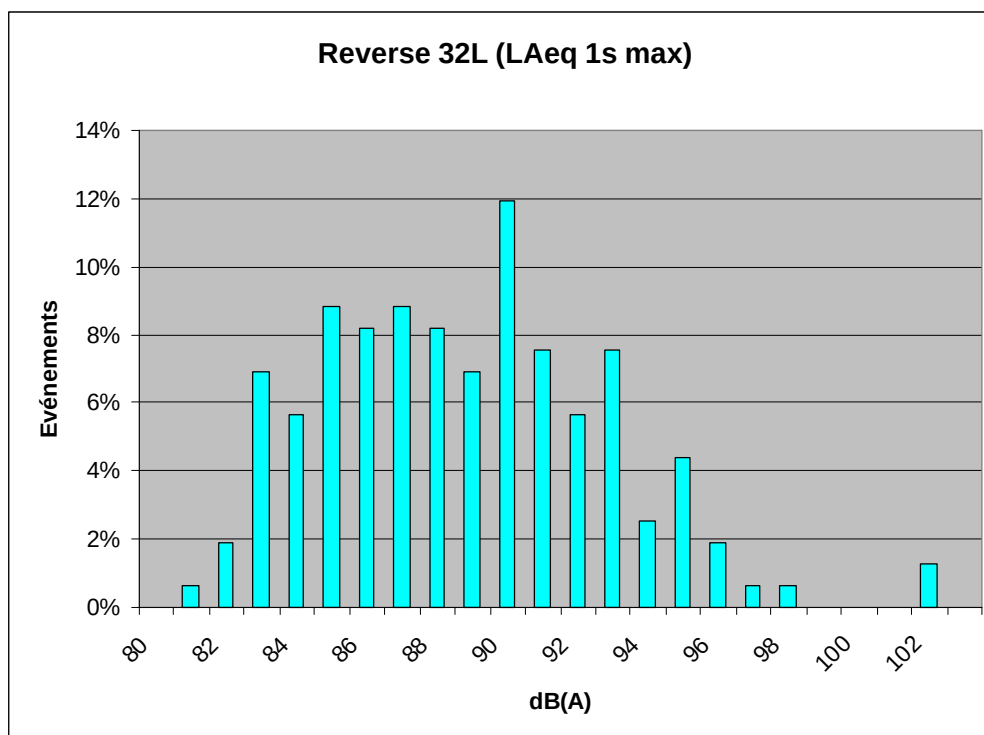


Figure 4 : $L_{Aeq\ 1s}$ max en 32L des arrivées avec inverseurs de flux.

Les niveaux max relevés sont compris pour la plupart entre 83 et 93 dB(A).

3.1.3 Bilan

Sur les 32 journées retenues (cf. tableau 4 en annexe 5.2.3 page 33), il est relevé le bilan suivant:

Tableau 1 : Bilan statistique en 32L

Mouvement	Nbre/Jour	%
Arrivées	70 à 74	
Reverse	5 à 7	7 à 9%

Avec :

Arrivées : nombre moyen par jour d'arrivées en 32L,

Reverse : nombre moyen par jour d'arrivées en 32L relevées avec utilisation des inverseurs de flux,

Une variation indiquée due à la prise en compte ou pas des essais Airbus.

Le taux d'arrivées avec Reverse acoustiquement identifiables est du même ordre de grandeur que celui observé à Nice Côte d'Azur.

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

3.2 ARRIVÉES 32R

La période de mesurage en 32R a duré 87 jours. Le capteur était disposé à une distance de 1000 mètres du seuil de piste.

3.2.1 Sans inverseurs de flux

Comme en 32L, une identification manuelle spécifique a été faite sur 17 jours (entre le 30 avril et le 20 mai) afin de prendre en compte également les arrivées n'ayant pas généré de fichier audio (niveau de seuil non dépassé).

La répartition des niveaux maximums de bruit mesurés sur un échantillon de 786 arrivées commerciales sans inverseurs de flux est présentée en Figure 5.

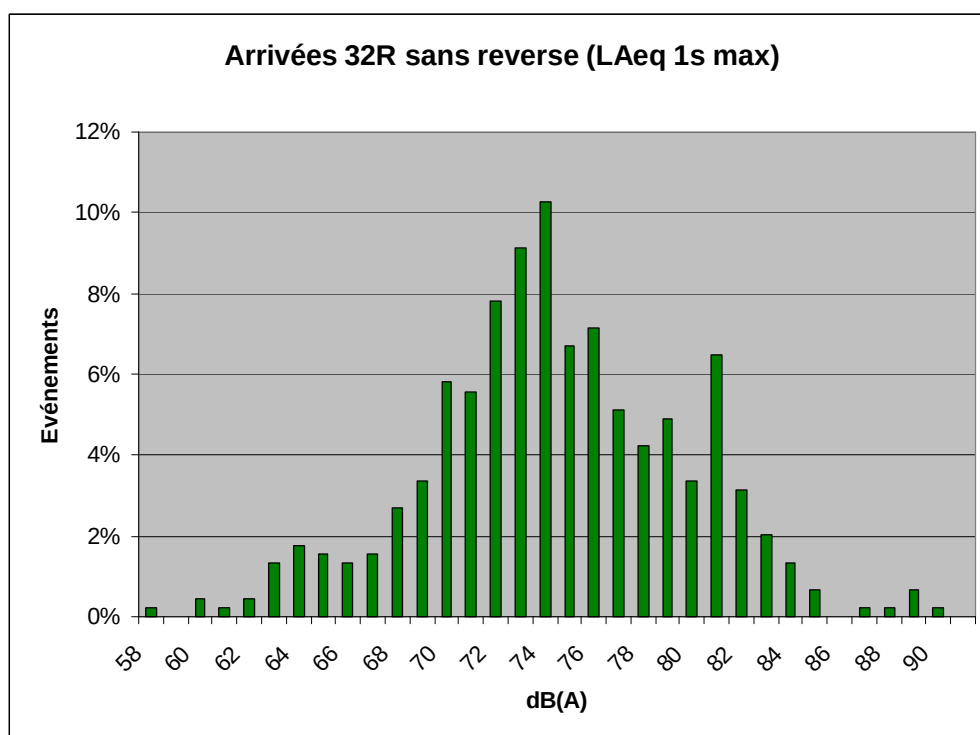


Figure 5 : $L_{Aeq\ 1s}$ max en 32R des arrivées sans (ou à faible utilisation) des inverseurs de flux

Les niveaux sonores max les plus fréquents relevés en ce point oscillent principalement autour d'une valeur de 74 dB(A).

Une position plus éloignée du seuil de piste (300 mètres plus loin) semble expliquer des niveaux les plus fréquents plus faibles en 32R qu'en 32L ; les appareils étant tous en configuration de roulage et ayant déjà opéré une réduction de régime moteur.

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

3.2.2 Avec inverseurs de flux

La répartition des niveaux maximums de bruit mesurés lors des arrivées commerciales avec inverseurs de flux (Reverse) est présentée en Figure 6.

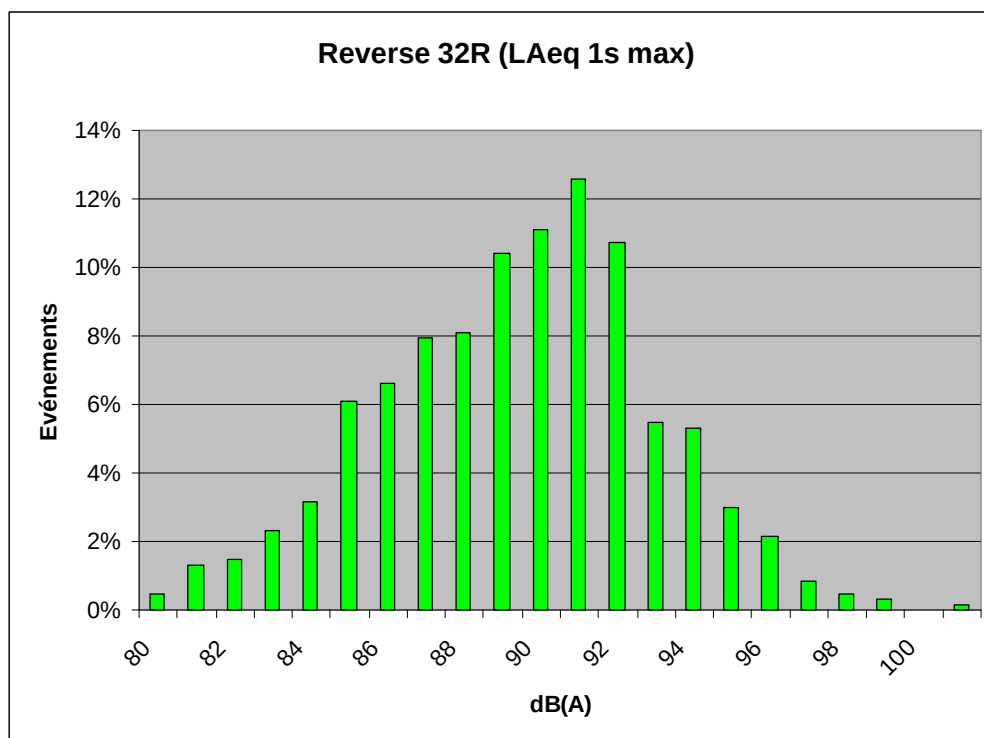


Figure 6 : $L_{Aeq\ 1s}$ max en 32R des arrivées avec inverseurs de flux.

Les niveaux max relevés en ce point lors des arrivées avec Reverse sont compris pour la plupart entre 85 et 92 dB(A).

La séparation des niveaux max entre les arrivées avec et sans utilisation identifiable d'inverseur de flux est plus nette dans ce cas (cf. en 32L). La situation de ce site de mesurage semble plus adaptée au but poursuivi, autrement dit la détection et l'identification des arrivées avec Reverse.

3.2.3 Bilan

Sur les 66 journées retenues (cf. annexe 5.2.2, page 37), il est relevé le bilan suivant:

Tableau 2 : Bilan statistique en 32R

Mouvement	Nbre/Jour	%
Arrivées	52	
Reverse	9	18%

Avec :

Arrivées : nombre moyen par jour d'arrivées en 32R,

Reverse : nombre moyen par jour d'arrivées en 32R relevées avec utilisation d'inverseurs de flux.

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

Le nombre de Reverse est proportionnellement plus élevé en 32R qu'en 32L. La configuration des bretelles de sortie en est vraisemblablement la cause.

La Figure 7 montre les distances depuis le seuil de piste des bretelles de sortie principalement utilisées. Alors que la première facilement accessible est à 2300 mètres du seuil de piste en 32L (bretelle M8), il est possible en 32R, de sortir par N4 (à 1200 m du seuil) ou par N6 (1900 mètres du seuil).

Afin de mieux comprendre les résultats obtenus, une étude de la répartition des arrivées 32R avec Reverse en fonction de la bretelle de sortie utilisée, est effectuée dans le paragraphe suivant.

3.2.4 Étude particulière des Reverse en fonction des bretelles de sortie N4 et N6

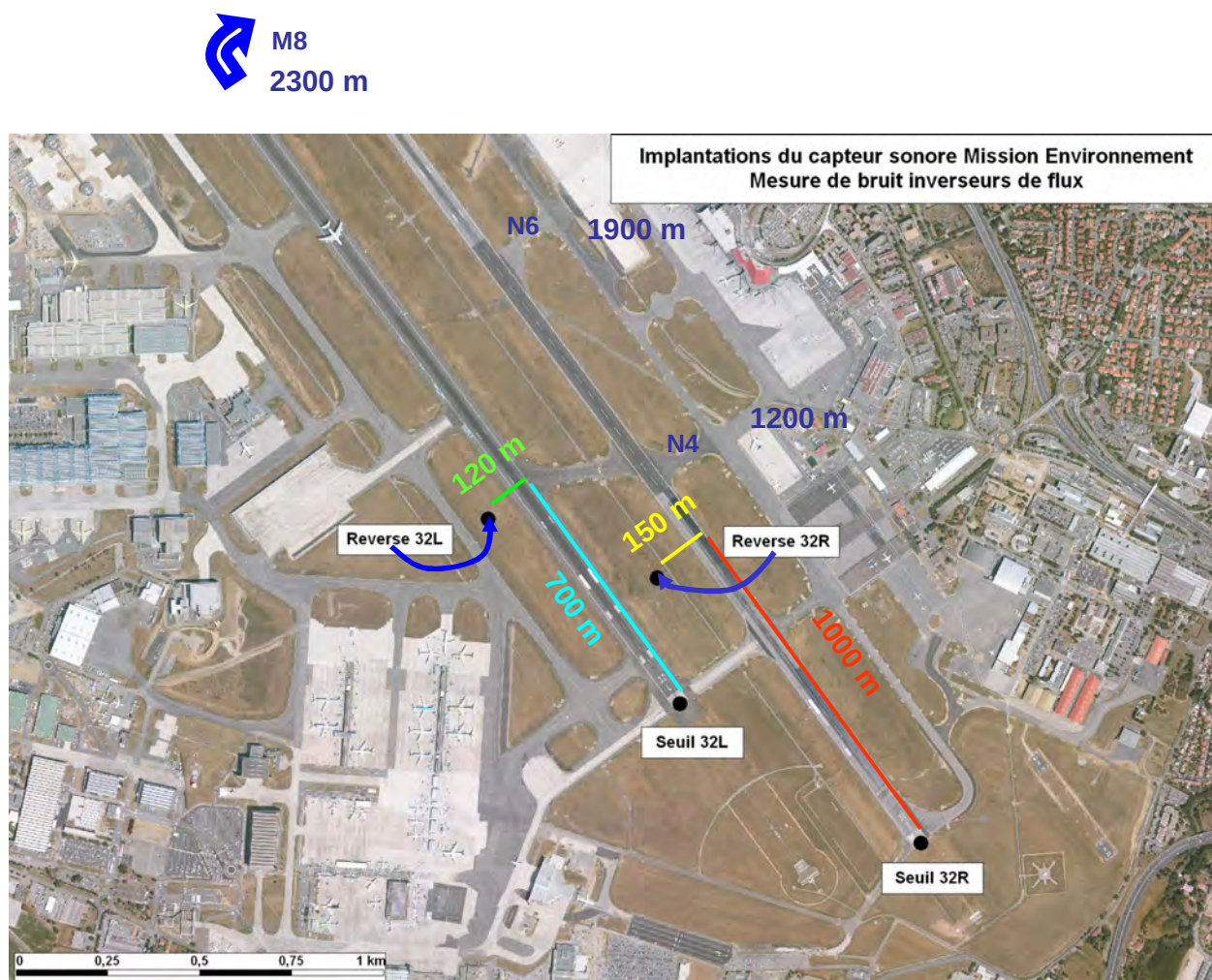


Figure 7 : Bretelles de sortie en configuration 32

Les données radar sol (SMCGS) ont été étudiées afin d'identifier les bretelles de sortie utilisées. Les arrivées entre le 1^{er} mai et le 21 juin sont analysées.

La répartition de 471 arrivées avec inverseurs de flux en fonction d'une sortie en N4 ou N6 est visualisée en Figure 8, page 14.

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

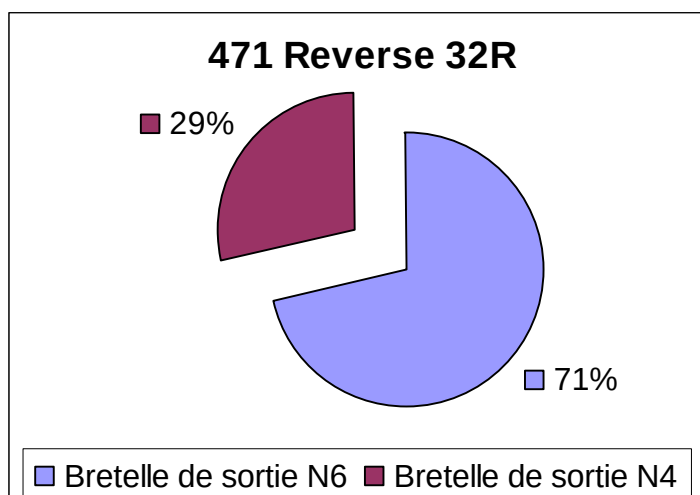


Figure 8 : Répartition des arrivées avec inverseurs de flux en fonction des bretelles de sortie N4 et N6 observées entre le 1^{er} mai et le 21 juin.

La majeure partie des arrivées 32R avec Reverse emprunte la bretelle N6 située à 1900 mètres du seuil de piste.

En distinguant les arrivées Reverse en fonction de l'intensité d'utilisation de ces derniers, les résultats sont visualisés en Figure 9, page 15.

Les fortes à très fortes utilisations des inverseurs de flux sont observées lors d'arrivées utilisant majoritairement la sortie N6. La catégorie des avions A320s représente alors 63% de la flotte.

Lors des faibles à moyennes utilisations des Reverse, la répartition entre les deux sorties N4 et N6 est plus équilibrée.

En s'intéressant cette fois, aux deux familles d'avions totalisant 78% des arrivées Reverse que sont :

1. A320s (pour 50% des arrivées Reverse) : A318, A319, A320 ou A321
2. CRJs (28 % des arrivées Reverse): CRJ1, CRJ2, CRJ7, CRJ9, E135, E145, E170 ou E190

Il est observé:

- Pour les arrivées A320s : la totalité (35) des arrivées Reverse les plus bruyantes ($L_{Aeq\ 1s\ max} > 94\ dB(A)$) empruntent la sortie N6 alors que les autres se répartissent en 86% en N6 et 14% en N4,
- Pour les arrivées CRJs : la totalité (9) des arrivées Reverse les plus bruyantes ($L_{Aeq\ 1s\ max} > 94\ dB(A)$) empruntent la sortie N4 alors que les autres se répartissent en 58% en N6 et 42% en N4.

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

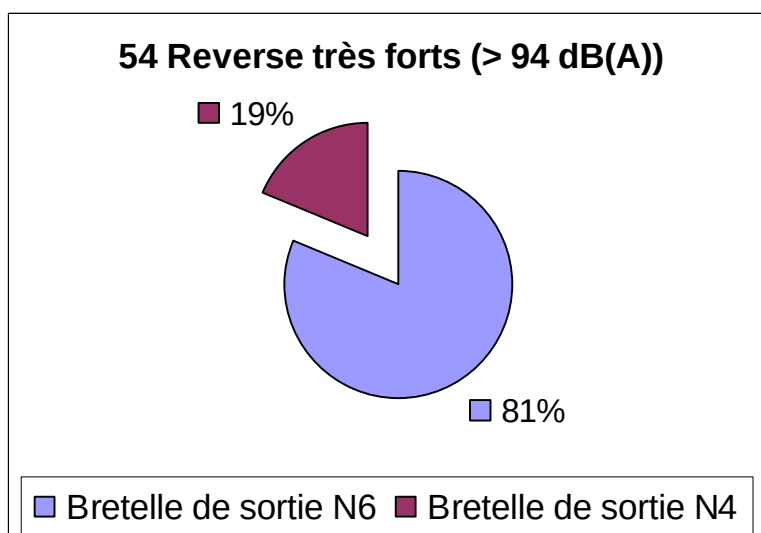
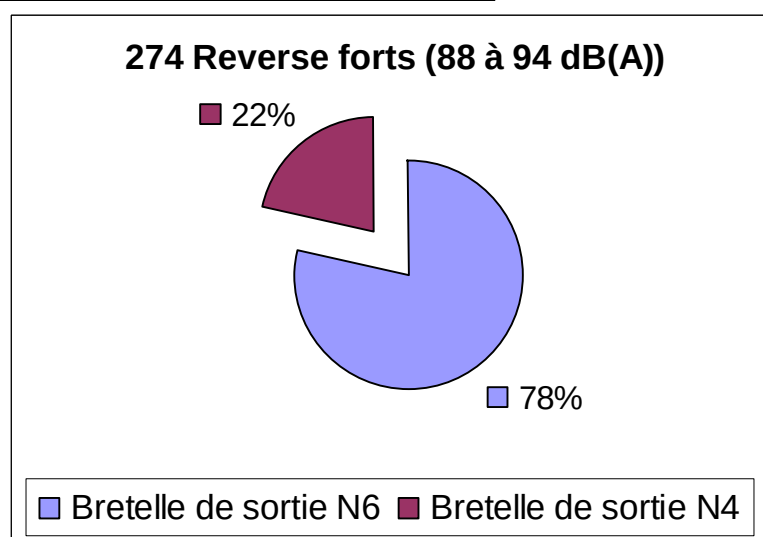
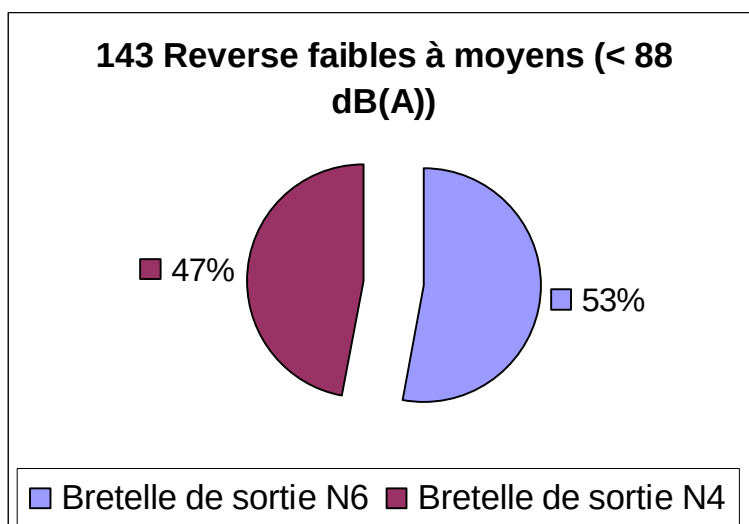


Figure 9 : Répartition des arrivées 32R avec Reverse en fonction de la bretelle de sortie N4 ou N6 suivant l'intensité sonore mesurée.

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

3.3 PERFORMANCES DU SYSTÈME DE DÉTECTION/RECONNAISSANCE

3.3.1 Positionnement du capteur

Deux distances du seuil ont été testées : l'une à 700 mètres pour la piste 32L et l'autre à 1000 mètres pour la piste 32R ; la distance de l'axe de piste étant sensiblement identique dans les deux cas (120 à 150 m).

Les meilleures conditions de détection/identification/classification ont été obtenues à 1000 mètres du seuil ; Les ensembles d'événements sonores correspondant à des arrivées sans (ou peu de) Reverse et avec étant les mieux séparés en niveaux (cf. Figure 3 à Figure 6, pages 9 à 12).

3.3.2 Un capteur sonore par QFU ?

Lors de la seconde phase (étude des arrivées 32R), le capteur sonore placé au niveau du glide 32L (soit à environ 300 mètres du seuil 32L), a enregistré également des fichiers audio correspondant à des arrivées opérées en 32L.

Quelques exemples de signatures temporelles sont indiqués en annexe.

La corrélation temporelle des données audio avec un échantillon de 2736 arrivées 32L observées au cours de la période de mesurage dédiée aux arrivées en 32R, a montré un taux de détection/identification de 119 arrivées Reverse (soit 4% des arrivées à comparer au 9% en moyenne observé lors de l'étude en 32L, cf. tableau 1 page 10).

Le processus de corrélation pourrait être amélioré : seul le temps et la taille en octets des enregistrements audio (MP3) ont été utilisés, couplés toujours à une vérification auditive.

Il est donc possible de détecter et reconnaître les arrivées avec Reverse sur les deux QFU en ce site avec toutefois, une dégradation des performances de détection/reconnaissance pour les arrivées 32L.

3.3.3 Performances en 32R

3.3.3.1 [Classification sur des propriétés spectrales et des critères de seuil \(test Spectre\)](#)

Les performances de la classification fondée sur des propriétés spectrales et sur des critères de seuil de niveau sonore (Test Spectre, cf. Figure 10) sont analysées dans ce paragraphe à travers la capacité d'identification d'arrivées Reverse et du rapport entre vraies et fausses classifications.

La capacité à distinguer une arrivée avec Reverse est évaluée sur l'ensemble des arrivées Reverse validées lors de la campagne de mesurage en 32R soit 632 arrivées Reverse (dont 578 avec un $L_{Amax} \geq 85$ dB(A)). Les résultats sont reportés dans le tableau 3a.

Tableau 3a : Capacité de reconnaissance Reverse du test Spectre

	Identifiées	Total	%
Ensemble des arrivées avec Reverse	533	632	84%
Ensemble des arrivées avec Reverse et présentant un $L_{Amax} \geq 85$ dB(A)	533	578	92%

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

En considérant cette fois les 601 résultats « Reverse » du test Spectre (tous supérieurs à 85 dB(A)), on détermine les rapports entre vraies et fausses détections indiqués dans le tableau 3b:

Tableau 3b : Rapports entre vraies et fausses détections Reverse avec le test Spectre

	Validées	%
Erreurs	50	8%
Doutes	18	3%
Vraies	533	89%

(Les erreurs regroupant des arrivées sans Reverse, des décollages, des bruits autres ; les doutes correspondent à une incertitude de classification constatée lors de l'écoute)

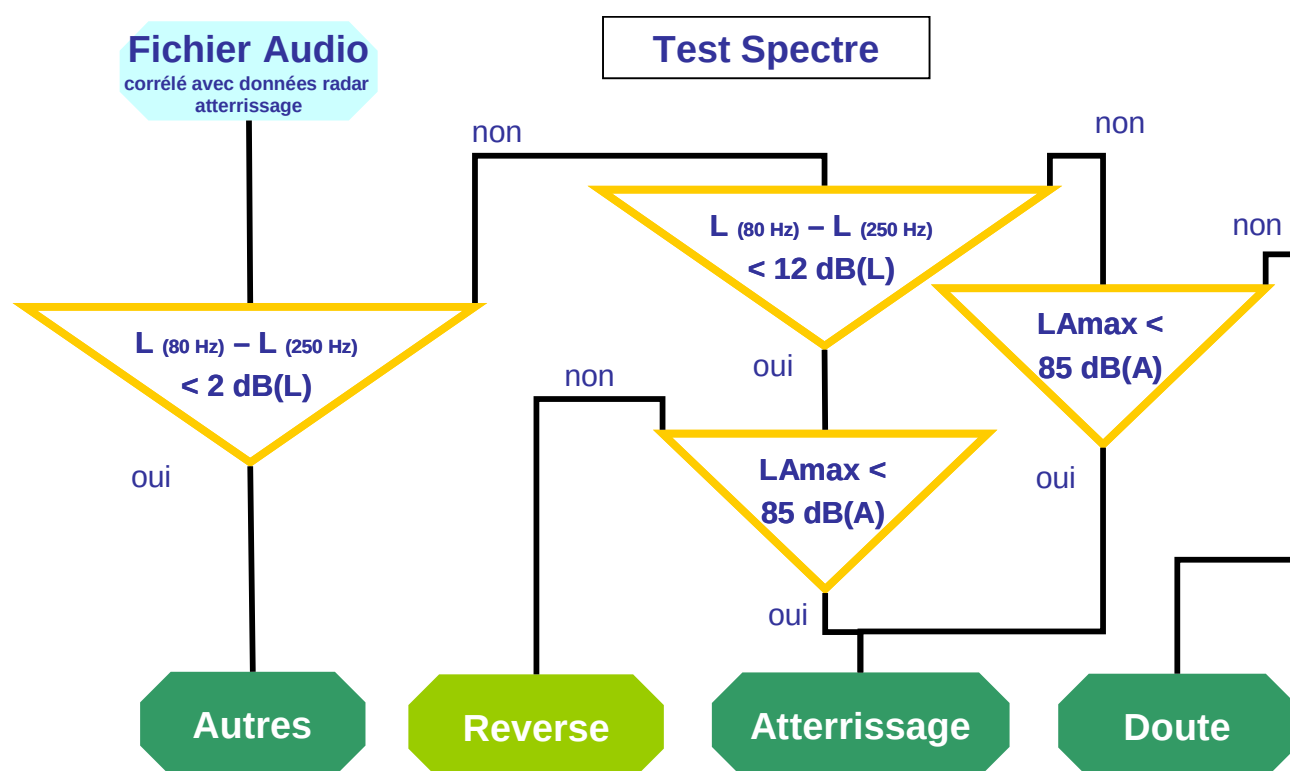


Figure 10 : Schéma de principe du test Spectre

3.3.3.2 [Reconnaissance système ORELIA](#)

Le système de reconnaissance ORELIA repose sur l'utilisation de trois filtres (ACE) élaborés à partir d'un extrait des fichiers audio d'atterrissages avec et sans Reverse et de décollages enregistrés par la station de mesure de bruit en 32R.

1. ACE décollage: pour la reconnaissance des décollages
2. ACE Reverse: pour la reconnaissance des Reverse en 32R
3. ACE ReverseRL : pour la reconnaissance des Reverse en 32R et 32L

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

Les fichiers audio enregistrés en 32R et analysés (notamment validés par écoute) sont répartis en cinq ensembles selon leur origine :

1. Reverse : 623 fichiers MP3
2. Décollage : 32 fichiers MP3
3. Atterrissage : 152 fichiers MP3
4. Autres : 13 fichiers MP3
5. Doute : 32 fichiers MP3

Les trois ACE sont appliqués successivement sur ces ensembles et leurs résultats sont présentés sur les diagrammes suivants. Le mode d'interprétation de ces figures est le suivant :

- [0 – 100%] de réussite de détection de Reverse dans le cas des ACE Reverse et ReverseRL,
- [0 – 100%] de réussite de détection de décollage dans le cas de l'ACE décollage.
- Ainsi, un résultat de 90% de l'ACE Reverse appliqué sur l'ensemble Décollage, signifie que 90% des fichiers MP3 de cet ensemble ont été reconnus comme d'origine Reverse. Alors qu'un résultat de 90% de l'ACE décollage appliqué sur l'ensemble Décollage signifie une détection de 90% de décollage.

La Figure 11 visualise le résultat du filtre ACE destiné à identifier les décollages. Le taux de reconnaissance sur l'ensemble Décollage n'est que de 66%. Il est observé un très fort niveau de discrimination sur les autres ensembles, notamment sur ceux correspondant à des arrivées (Reverse et Atterrissage).

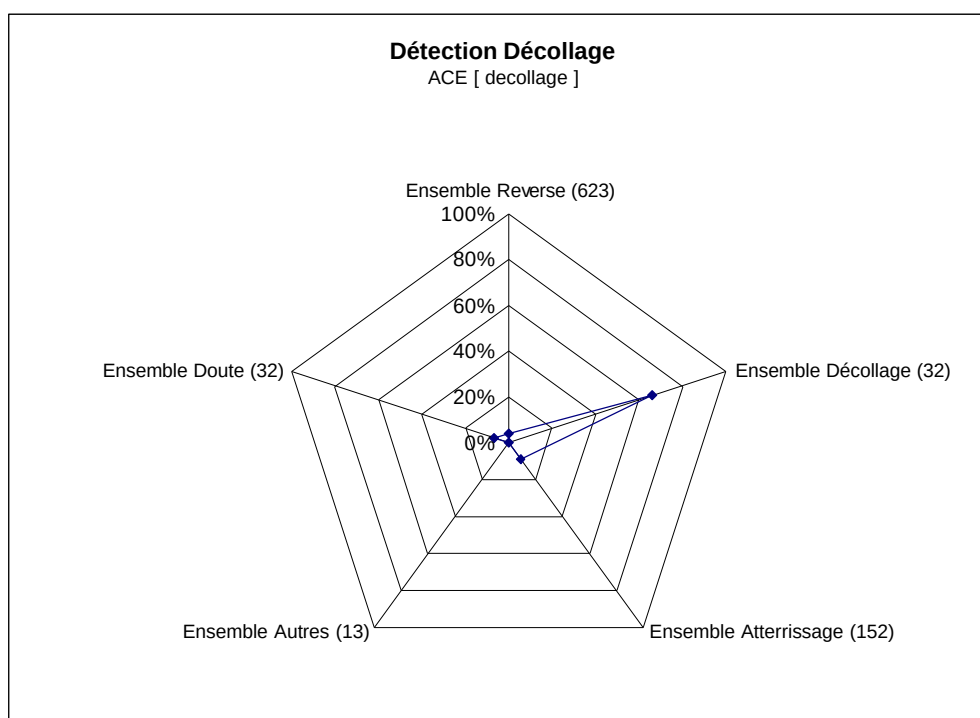


Figure 11 : Reconnaissance des décollages (ACE décollage)

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

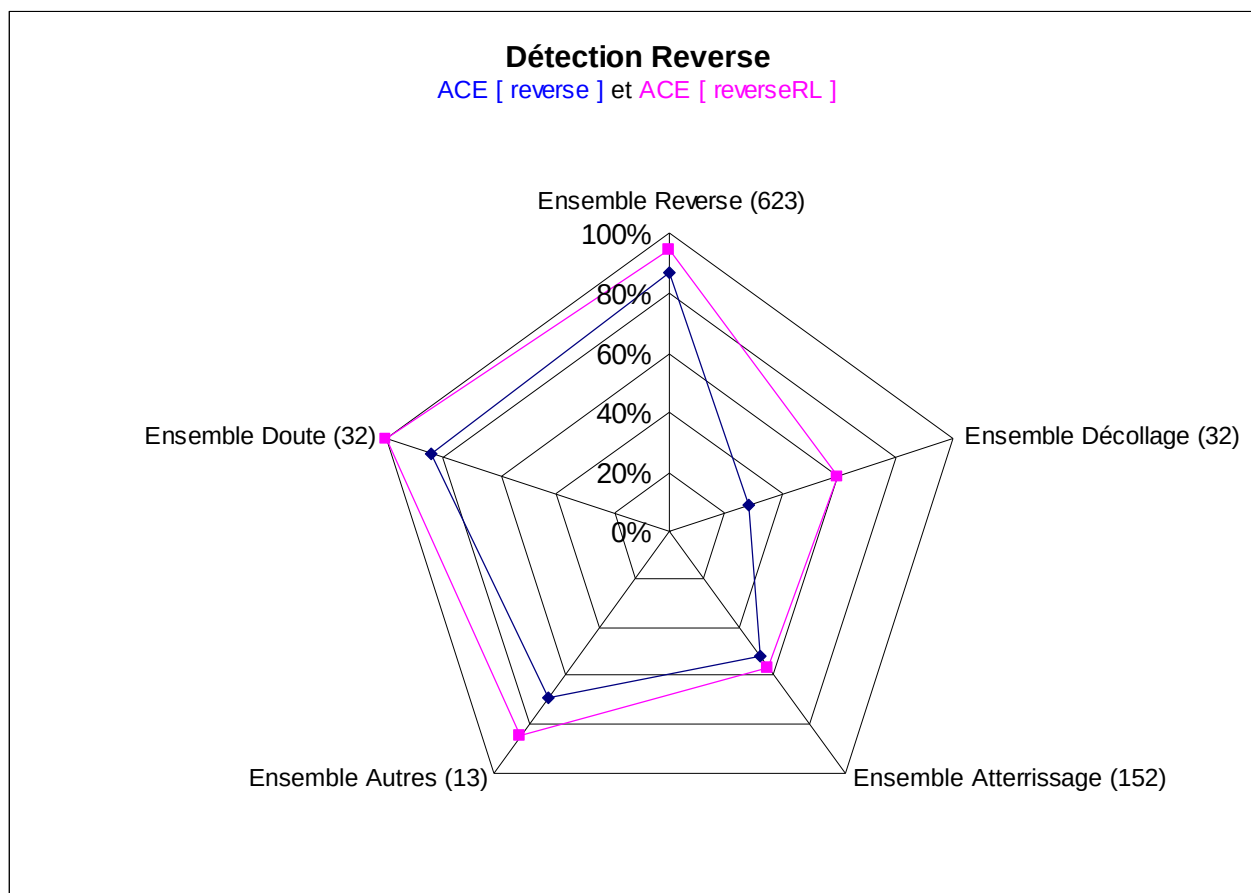


Figure 12 : Reconnaissances des Reverse (ACE Reverse et ReverseRL)

La Figure 12 montre les résultats des deux ACE pour la détection des Reverse (Reverse et ReverseRL). En situation opérationnelle, les performances optimales de détection Reverse seraient d'obtenir des niveaux de détection les plus élevés possibles sur les ensembles Reverse et Doute et les plus faibles sur les ensembles Atterrissages, Décollages et Autres.

Le filtrage ACE ReverseRL permet 95% de reconnaissance sur l'ensemble Reverse (un résultat de 87% est obtenu avec l'ACE Reverse). Toutefois, les erreurs sur les ensembles Décollages, Atterrissages et Autres sont plus importantes.

En suivant le même procédé d'analyse, les résultats de la reconnaissance en § 3.3.3.1 (Spectre), sont illustrés en Figure 13. Une identification à 84% est alors obtenue sur l'ensemble Reverse (cf. Tableau 3a, page 16). Une bonne discrimination des arrivées sans Reverse est également observée due principalement à la prise en compte du critère de seuil sur le niveau global maximal.

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

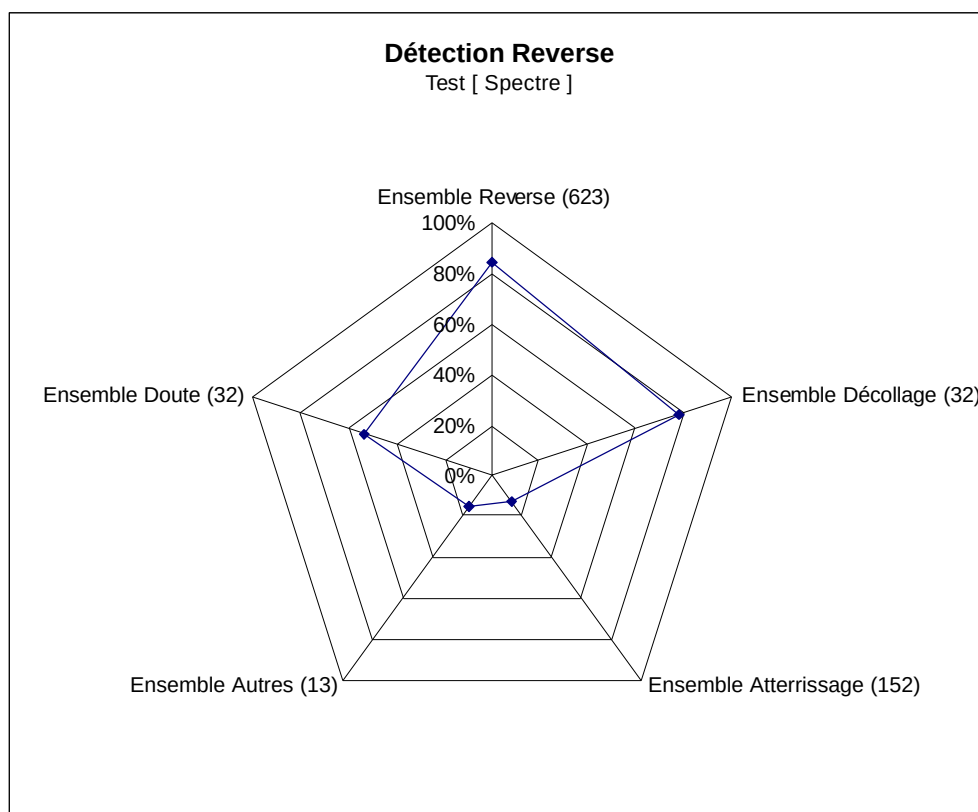


Figure 13 : Reconnaissance des Reverse (test Spectre)

Une analyse croisée des résultats des trois ACE est effectuée par la suite. Deux combinaisons définies comme ci-après sont étudiées

- **Combi 1** (cf. Figure 14) : priorité au résultat de l'ACE Reverse. Si ce dernier est négatif, alors le résultat des deux autres ACE est pris en compte simultanément (pour obtenir un résultat positif de **Combi 1**, le résultat de l'ACE ReverseRL doit détecter un Reverse et celui de l'ACE décollage, un atterrissage)
- **Combi 2** (cf. Figure 15): priorité au résultat de l'ACE ReverseRL. Si ce dernier est négatif, alors le résultat des deux autres ACE est pris en compte simultanément (pour obtenir un résultat positif de **Combi 2**, le résultat de l'ACE Reverse doit détecter un Reverse et celui de l'ACE décollage, un atterrissage)

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

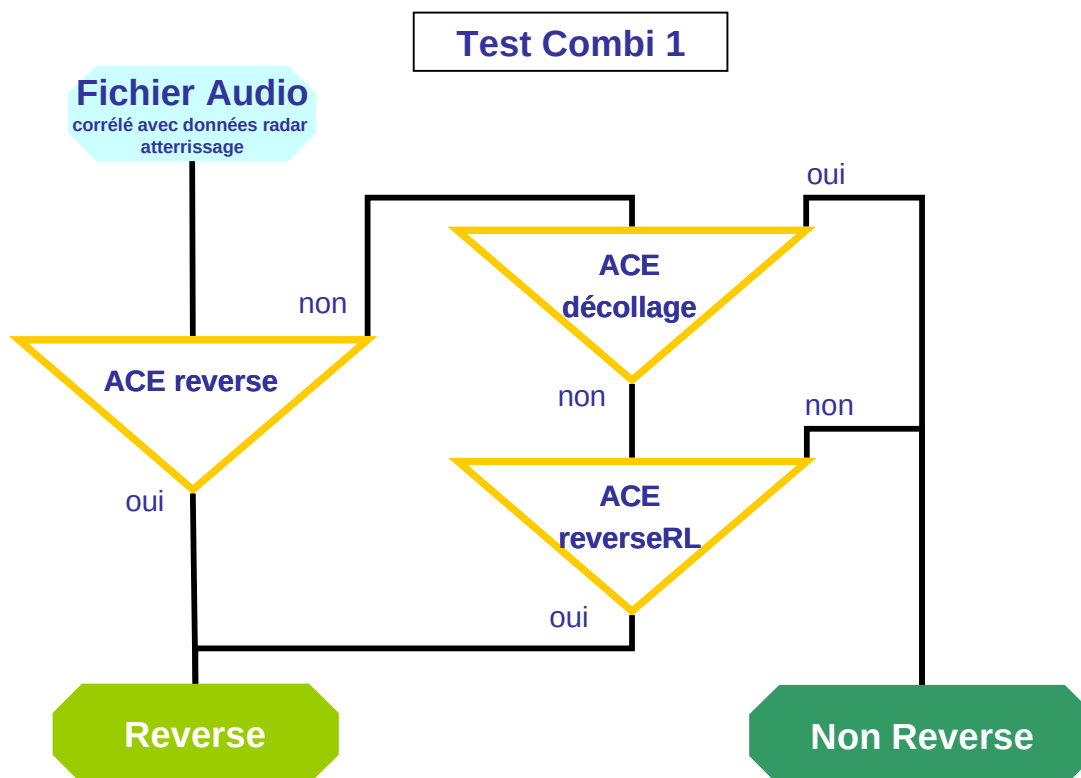


Figure 14 : Schéma de principe du test **Combi 1**

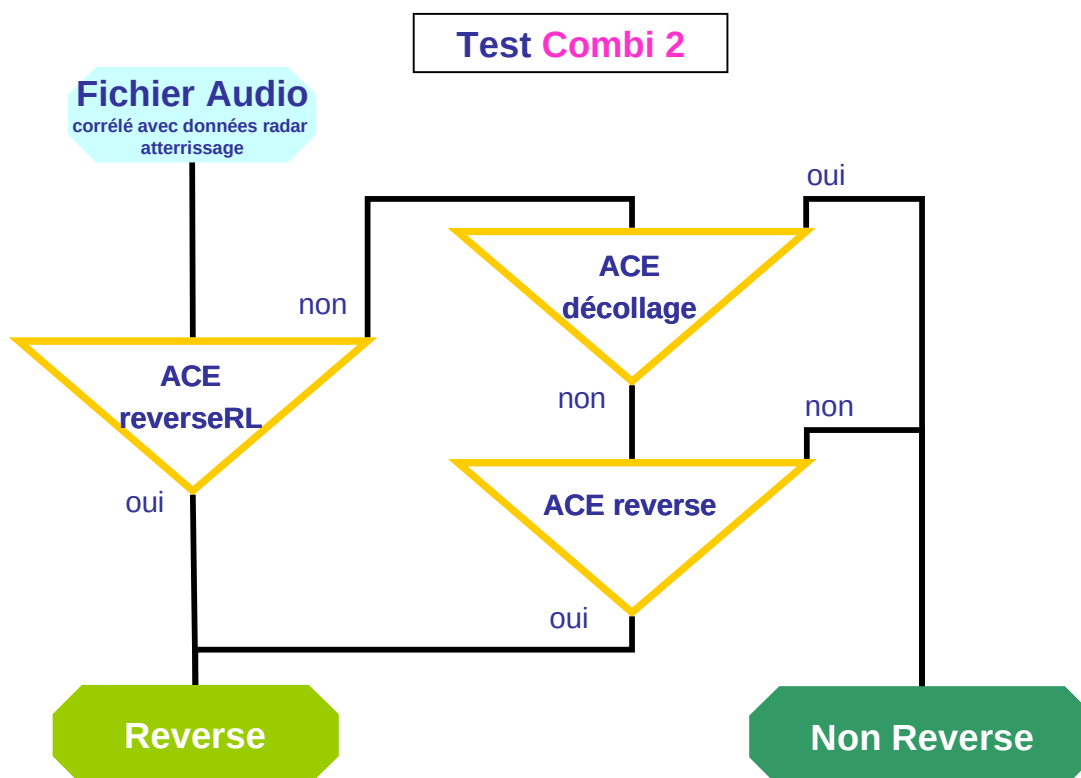


Figure 15 : Schéma de principe du test **Combi 2**

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

La Figure 16 présente les résultats de ces deux tests combinés en rappelant également ceux du test Spectre. Les performances des tests combinés sont proches : sur l'ensemble Reverse, pour **Combi 1** et **Combi 2**, 96% et 98% respectivement de réussite. Le taux d'erreur est également similaire sur l'ensemble Atterrissage (62% et 63%).

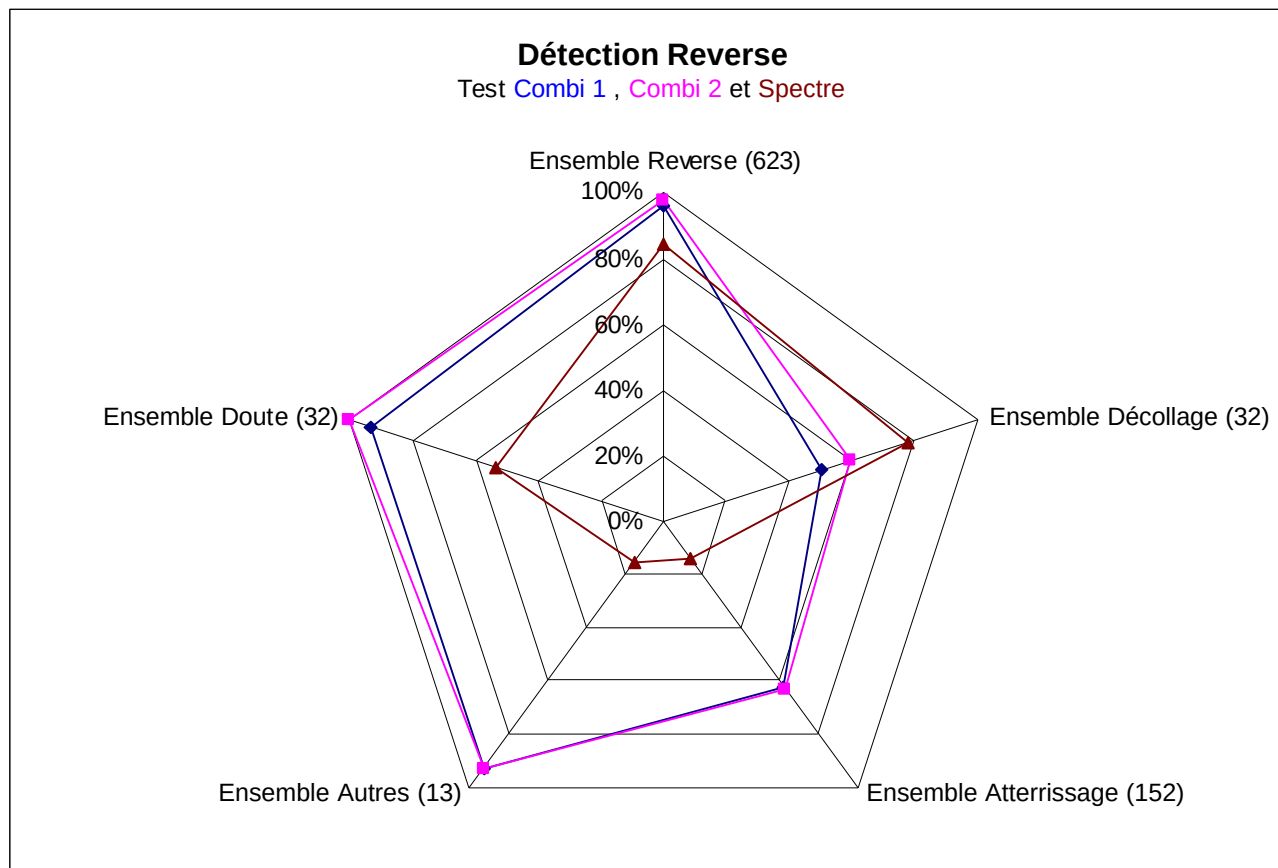


Figure 16 : Reconnaissance des Reverse (Croisement des trois ACE : Combi 1 et 2)

Afin de diminuer le nombre d'erreurs de reconnaissance (notamment les atterrissages sans Reverse), un critère de seuil sur le niveau global maximum peut être utilisé. La Figure 5, page 11, indique que les arrivées sans Reverse sont observées en ce point à des niveaux L_{Amax} inférieurs à 85 dB(A).

L'impact de ce critère supplémentaire est visualisé en Figure 17.

Les performances de ces deux tests restent proches : sur l'ensemble Reverse, pour **Combi 1** et **Combi 2**, 97% et 98% respectivement de réussite. Le taux d'erreur est identique sur l'ensemble Atterrissage (78% mais cet ensemble a été considérablement réduit par le critère de seuil). Les performances sur l'ensemble de décollage sont sensiblement meilleures pour **Combi 1** (45 % contre 55%).

A noter également que les résultats de la reconnaissance spectrale (Spectre) sont améliorées : 92% de réussite sur l'ensemble Reverse. Les erreurs sur l'ensemble de décollages restent tout de même plus importantes qu'avec les tests ACE combinés (86%).

La Figure 18 visualise la proportion de vraies détections obtenues par les tests Spectre et **Combi 2** sur l'ensemble des Reverse (623 fichiers audio). La Figure 19 montre la même analyse en appliquant cette fois un filtrage sur le niveau L_{Amax} , le nombre total d'arrivées Reverse se réduisant à 569.

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

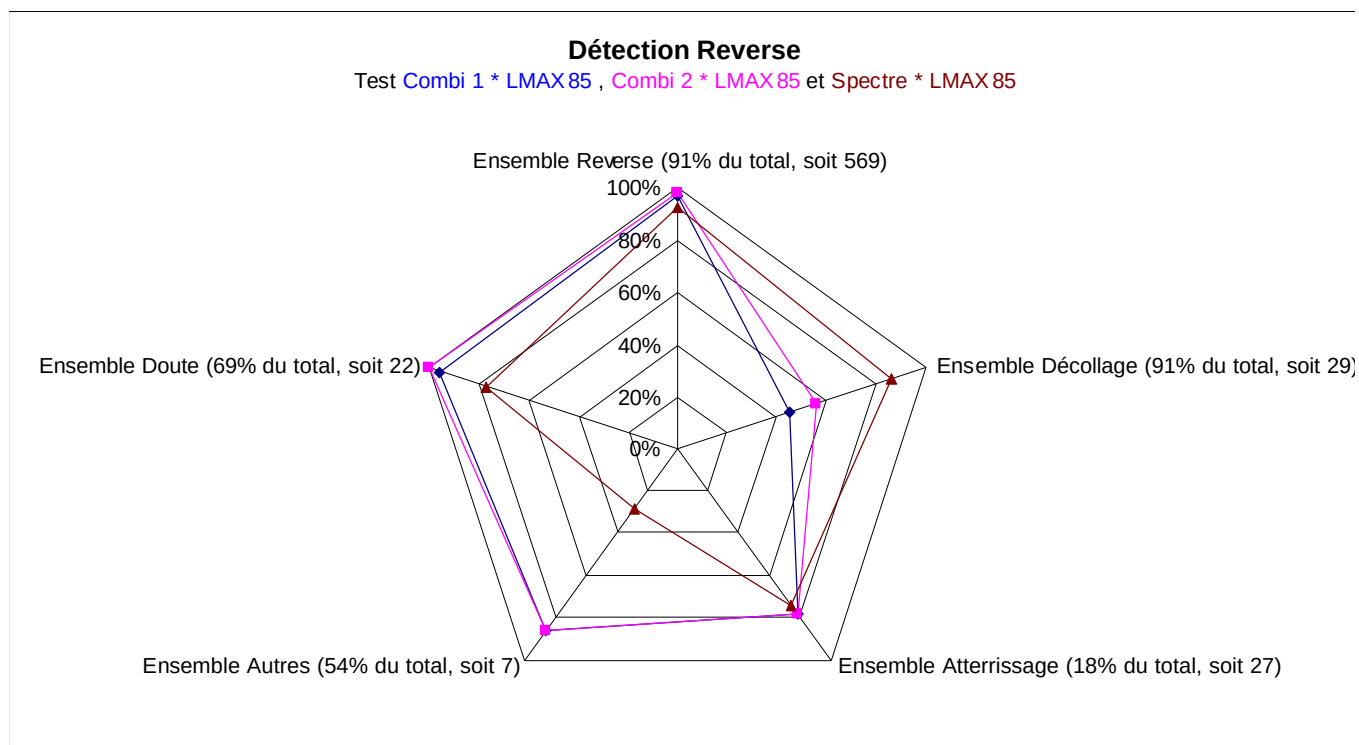


Figure 17 : Reconnaissance des Reverse (Croisement des trois ACE : Combi 1 et 2) et critère de seuil L_{Amax} 85 dB(A).

Dans le cas du test Spectre, seul varie, lors de l'introduction de ce critère sur le niveau global, le pourcentage de Reverse oubliés : ce dernier est divisé par deux.

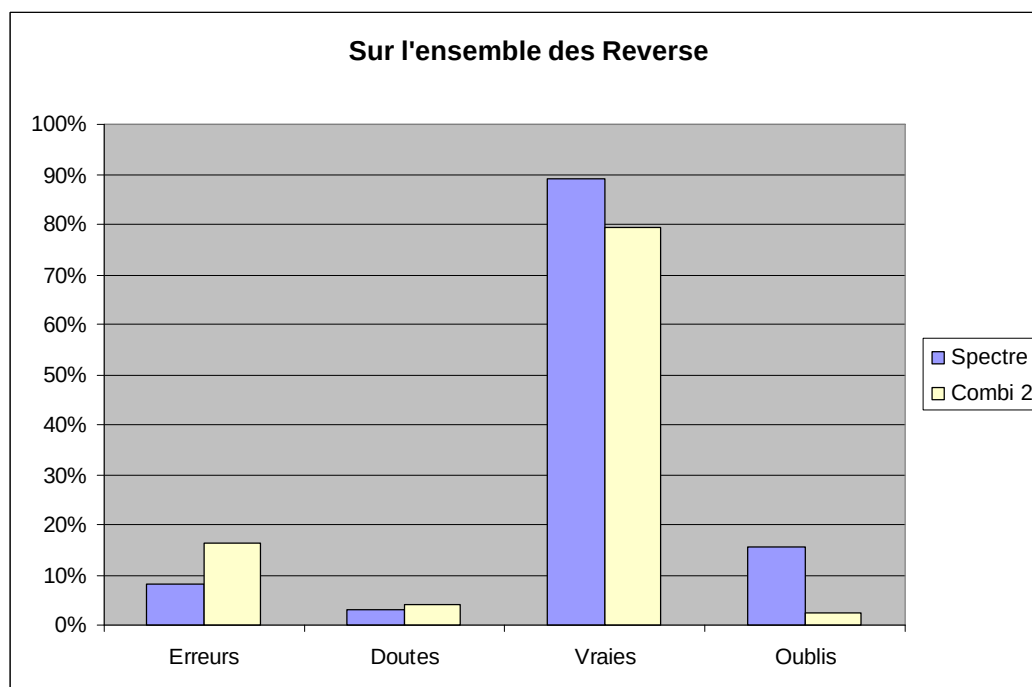


Figure 18 : Bilan des tests Spectre et **Combi 2** sans filtrage sur le niveau L_{Amax} .

En ce qui concerne le test **Combi 2**, la proportion de vraies détections Reverse est de l'ordre de 80% en raison du taux d'erreurs important (essentiellement des arrivées sans Reverse classifiées

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

Reverse). Le taux de Reverse non détectés est quant à lui réduit à 2%. Le critère L_{Amax} engendre une augmentation de la fiabilité de reconnaissance (90 % de réponses vraies et moins de 10% d'erreurs).

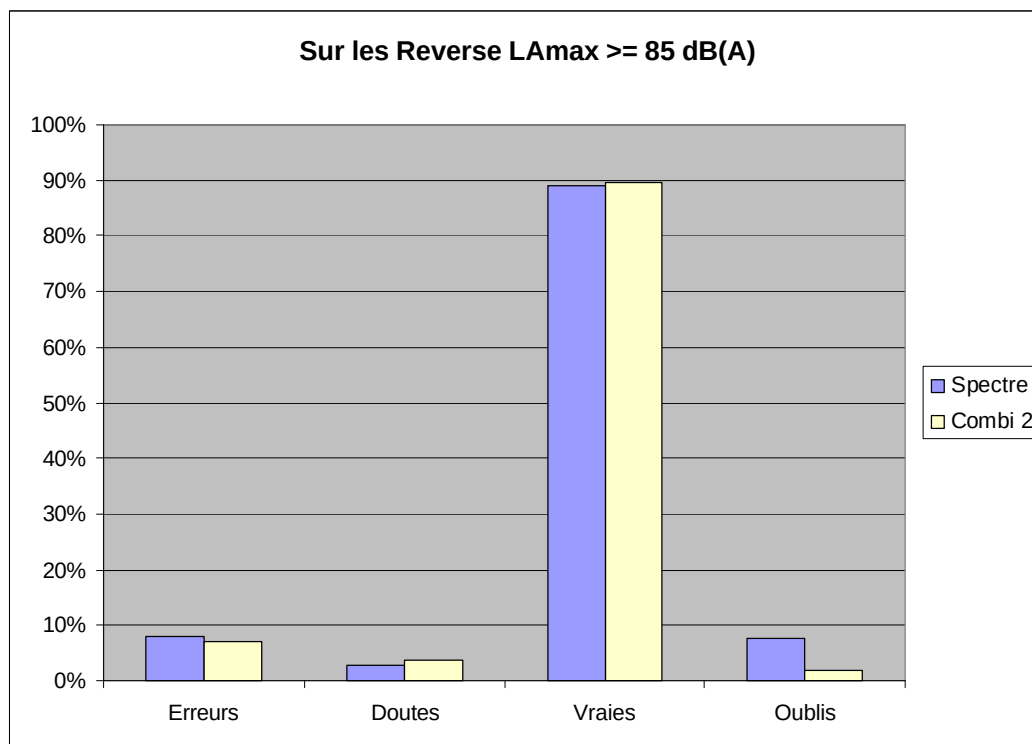


Figure 19 : Bilan des tests Spectre et **Combi 2** avec filtrage sur le niveau L_{Amax} .

Enfin pour terminer cette analyse de la reconnaissance des Reverse, et afin d'apprécier la faisabilité opérationnelle d'un tel processus de détection, les résultats de détection Reverse par journée et selon les deux tests Spectre et **Combi 2** sont exposés sur les figures suivantes.

Les Figure 20 et Figure 21 montrent l'impact de la prise en compte du critère de seuil avec une forte diminution du nombre d'erreurs tout en préservant un nombre d'oublis faible.

La Figure 22 indique les résultats dans le cas du test Spectre avec prise en compte du critère de seuil. Le nombre d'oublis est quatre fois plus important qu'en Figure 21.

Les conclusions de cette partie montrent que la reconnaissance audio (test **Combi 2**) associée à un critère de seuil sur le niveau maximum offre de bons résultats. Le nombre d'erreurs (et cas litigieux, minoritaires) à prendre en compte par jour est au maximum de 7, et en moyenne de 1 pour 8 Reverse correctement identifiés.

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

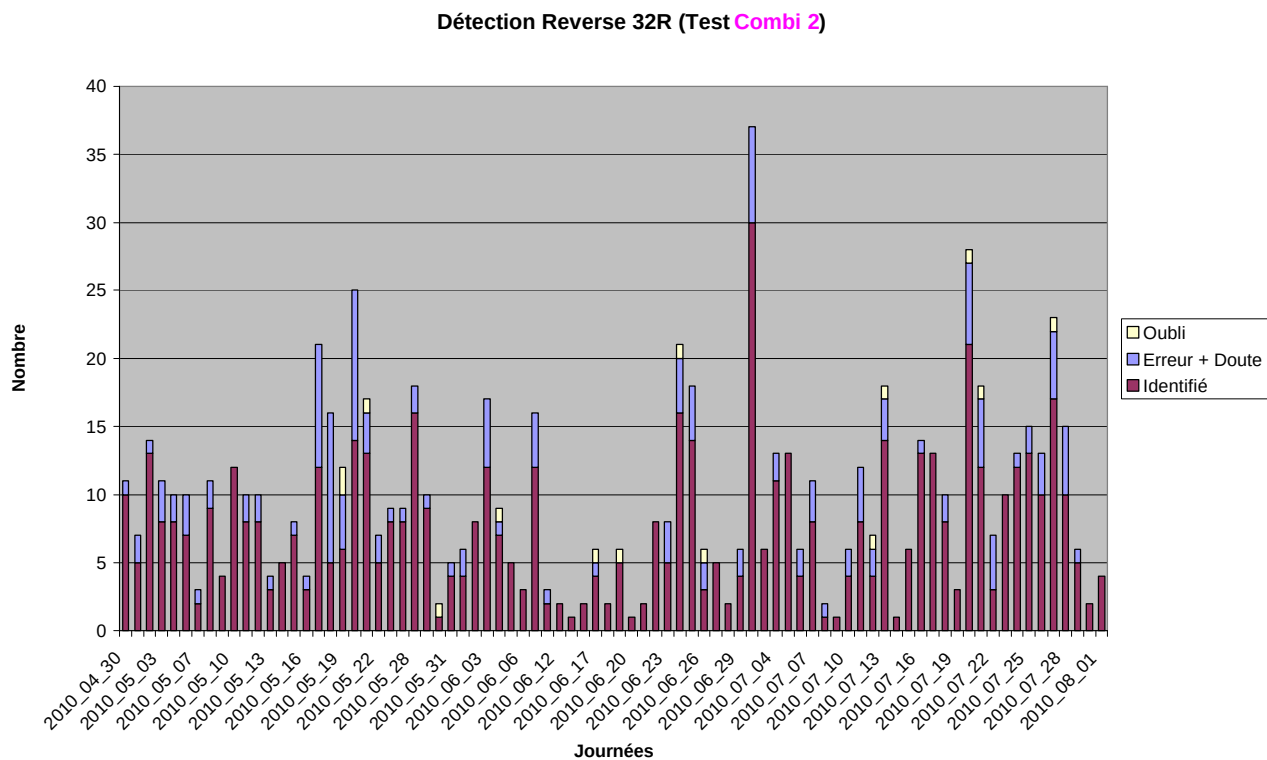


Figure 20 : Résultats des détections Reverse par journée selon le test **Combi 2**

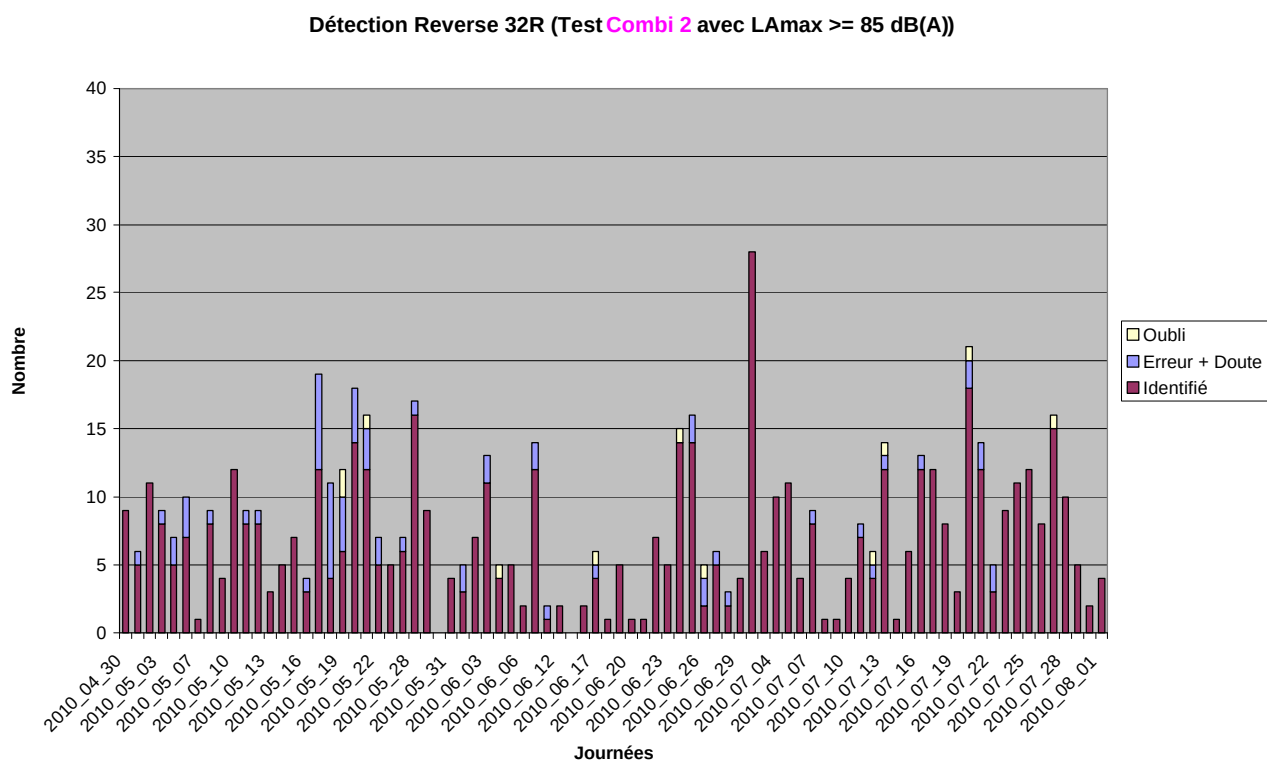


Figure 21 : Résultats des détections Reverse par journée selon le test **Combi 2** avec filtrage sur le niveau L_{Amax} .

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

Détection Reverse 32R (Test Spectre avec $L_{Amax} \geq 85 \text{ dB(A)}$)

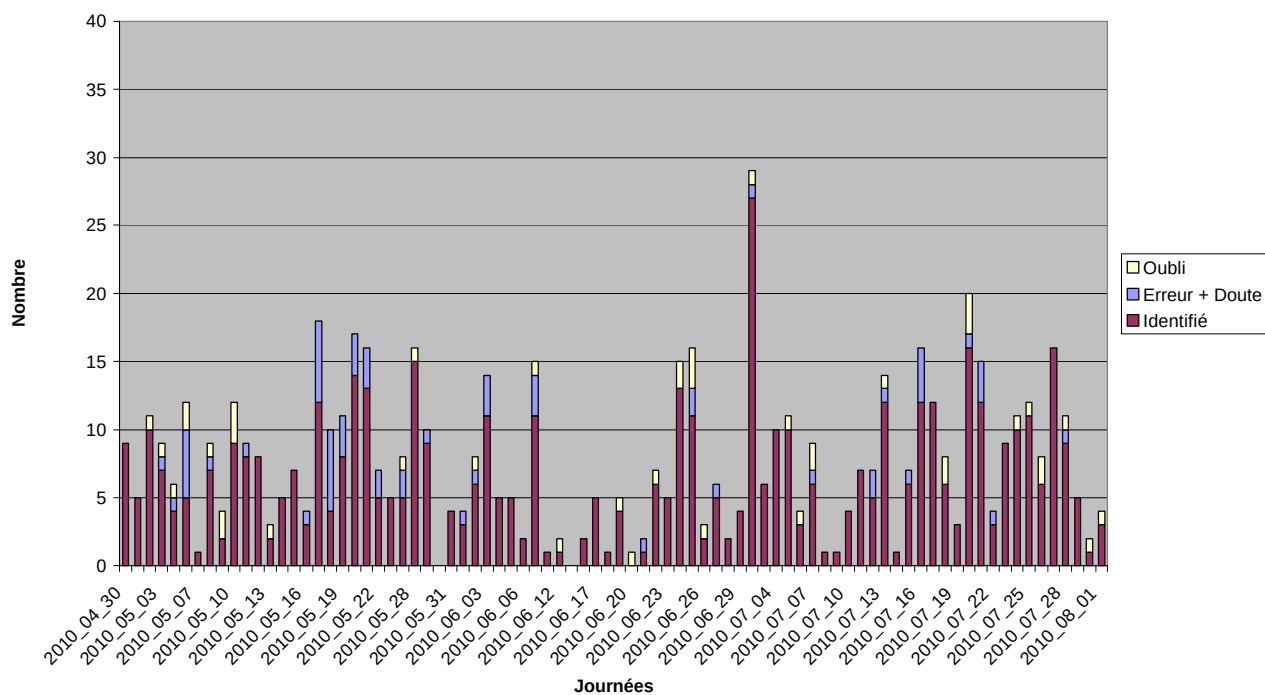


Figure 22 : Résultats des détections Reverse par journée selon le test Spectre avec filtrage sur le niveau L_{Amax} .

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

4 CONCLUSIONS

Les résultats de cette étude sur Toulouse-Blagnac ont montré qu'il n'y avait pas d'utilisation abusive de Reverse en piste majoritairement utilisée pour les atterrissages (QFU 32L). Un renforcement des inverseurs de flux en piste 32R a toutefois été constaté.

Les raisons en sont principalement la volonté d'emprunter une bretelle de sortie plus favorable en terme de temps de roulage jusqu'aux installations (bretelle N6).

La pratique de l'utilisation des Reverse observée en configuration 32, compte tenu des distances du seuil de piste aux bretelles de sortie, laisse présager qu'une situation analogue devrait être constatée en configuration 14 : les arrivées en QFU 14R étant moins propices à déclencher une utilisation de Reverse à niveau intense qu'en arrivée QFU 14L.

Cette seconde étude sur les inverseurs de flux vient renforcer les connaissances acquises à Nice² sur la problématique de la détection et de l'identification de l'utilisation abusive ou non des inverseurs de flux. Elle a permis de définir une position de capteur sonore adaptée à la détection de Reverse, « plus générique » que celle de l'étude de Nice.

Enfin, l'analyse de l'identification et de la classification des événements bruit Reverse a été poursuivie notamment en comparant les résultats de deux systèmes de reconnaissance : l'un s'appuyant sur des données spectrales et des niveaux de bruit et l'autre sur des fichiers audio (reconnaissance audio de la société ORELIA).

L'apport de la reconnaissance audio en nombre de Reverse détectés a été observé. De plus, le couplage de cette reconnaissance avec un critère de seuil sur le niveau de bruit maximal, afin de ne sélectionner que les arrivées Reverse les plus bruyantes, augmentent les capacités opérationnelles de cette méthode de classification en minimisant le nombre de fausses détections.

²Référence : DSNA/ME/AMO Mesures_Nice_Reverse_09 (Octobre 2009)

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

(Page blanche)

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

5 ANNEXES

5.1 SITUATION DE LA PLATEFORME LFBO

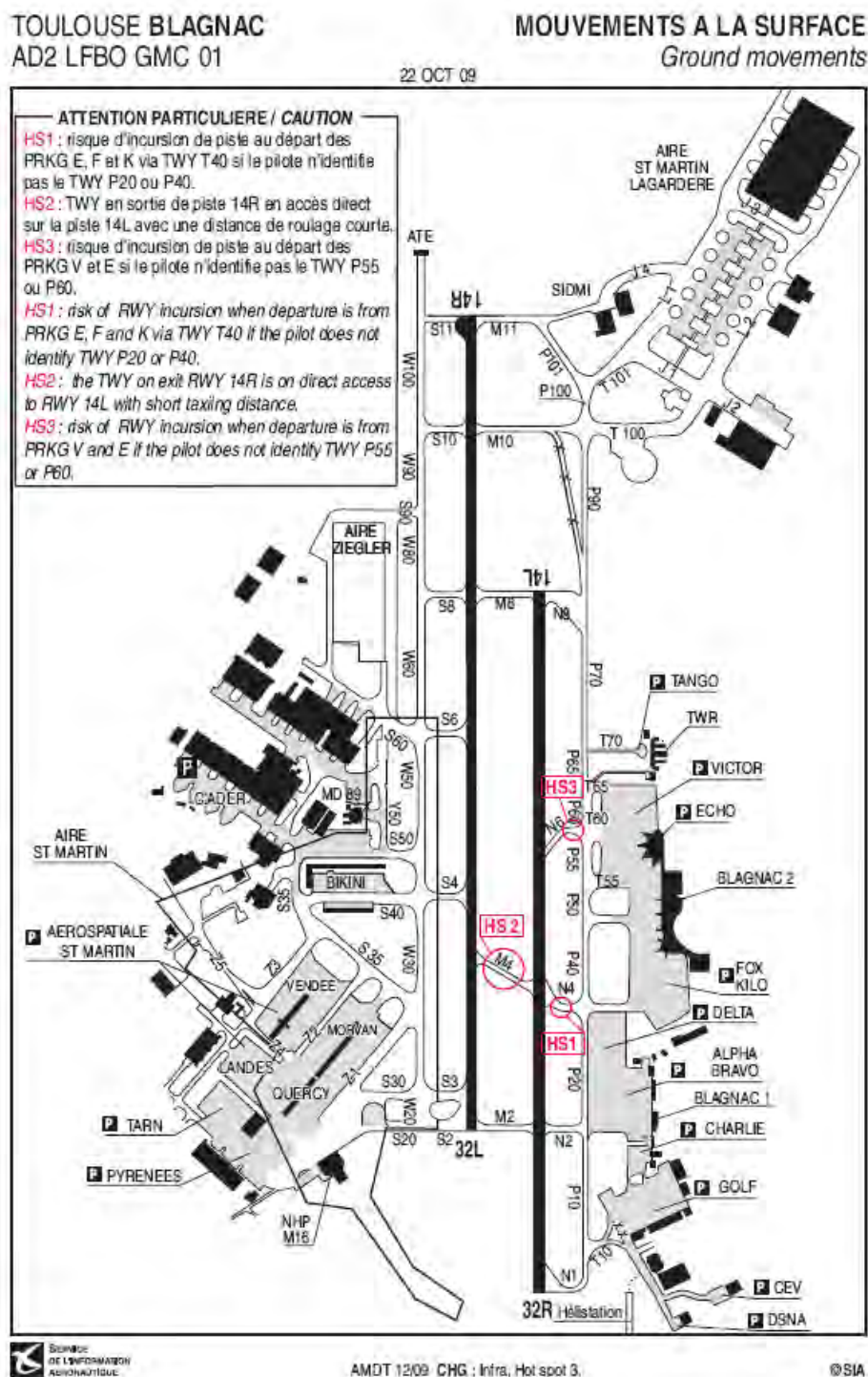


Figure 23 : Identification des bretelles de sortie sur la plateforme LFBO (source SIA)

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

5.2 ÉTUDE EN PISTE 32L

5.2.1 Situation de l'emplacement de mesurage en 32L

Les coordonnées géographiques du point de mesurage 32L sont les suivantes :

Latitude : 43°37'24.36" Nord

Longitude : 001°21'56.00" Est



Figure 24 : Implantation du capteur sonore pour l'étude des arrivées en QFU32L. Le capteur sonore est alimenté électriquement par deux batteries externes.

Le capteur est situé entre la piste 32L-14R et le taxiway W30 à proximité du chemin de risque aviaire, entre les bretelles de sortie S4 et S3, en face de la bretelle de sortie M4 (cf. Figure 23, page 29 et Figure 2, page 8).

De disposition classique (système de mesure Opéra 01dB avec microphone tout temps GRAS 41M sur mât haubané), la particularité de l'alimentation électrique assurée par batteries a nécessité une intervention hebdomadaire pour leur remplacement.

Autre particularité : la transmission périodique (toutes les 2 heures) des données réalisée par modem 3G. Cette fonctionnalité a rendu possible l'exploitation des fichiers audio.

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

5.2.2 Signatures temporelles en 32L

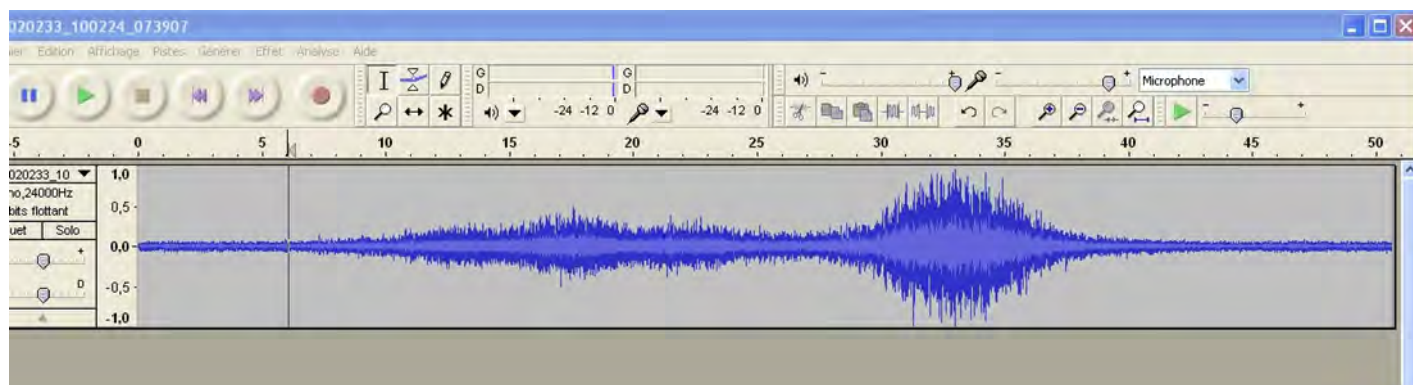
Un exemple d'évolution sonore relevée lors d'une arrivée en 32L est présenté ci-dessous. La signature Reverse est perçue bien après le passage au droit du microphone.



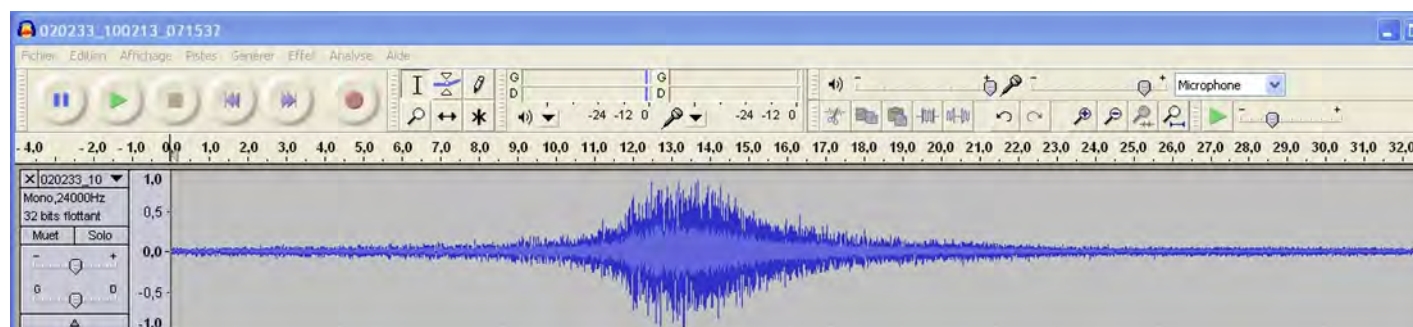
Figure 25 : Extrait d'enregistrement le 24 février 2010, arrivée d'un B777-200 en 32L avec utilisation identifiée des inverseurs de flux

La figure suivante présente le contenu de deux fichiers audio : l'un correspond à l'arrivée avec Reverse observée en figure 12 et l'autre, à une arrivée d'un même type d'appareil, sur la même piste mais sans utilisation des inverseurs de flux (ou alors très faiblement).

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011



B777-200 en QFU32L avec Reverse



B777-200 en QFU32L sans Reverse

Figure 26 : Visualisation du contenu de deux fichiers audio enregistrés lors d'arrivées d'un même type d'appareil, avec et sans Reverse.

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

5.2.3 Tableau de résultats journaliers des arrivées 32L

Tableau 4 : Résultats journaliers en 32L

Date	Total des arrivées 32L	Total des Reverse 32L	% de Reverse 32L
2010_02_10	60	3	5%
2010_02_11	99	7	7%
2010_02_12	74	11	15%
2010_02_13	29		0%
2010_02_14	76	3	4%
2010_02_15	35	4	11%
2010_02_16	2	0	0%
2010_02_17	55	6	11%
2010_02_18	10	0	0%
2010_02_19	77	7	9%
2010_02_20	9	1	11%
2010_02_24	52	5	10%
2010_02_25	1	0	0%
2010_02_26	21	3	14%
2010_03_04	65	9	14%
2010_03_05	98	6	6%
2010_03_06	17	0	0%
2010_03_07	57	4	7%
2010_03_08	118	15	13%
2010_03_09	69	1	1%
2010_03_10	99	3	3%
2010_03_11	67	5	7%
2010_03_12	84	2	2%
2010_03_13	2	0	0%
2010_03_14	70	3	4%
2010_03_15	111	6	5%
2010_03_16	43	1	2%
2010_03_21	71	5	7%
2010_03_22	67	6	9%
2010_03_23	2	0	0%
2010_03_25	11	0	0%
2010_03_26	45	1	2%
2010_03_27	50	7	14%
2010_03_28	14	0	0%
2010_03_30	94	8	9%
2010_03_31	87	5	6%
2010_04_01	83	5	6%
2010_04_02	36	3	8%
2010_04_07	58	4	7%
2010_04_08	104	11	11%
2010_04_09	93	6	6%
Moyenne (32 j)	70	5	7%

Les journées sélectionnées (couleur) sont celles pour lesquelles un nombre de 20 arrivées en 32L au moins a été observé.

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

5.3 ÉTUDE EN PISTE 32R

5.3.1 Situation de l'emplacement de mesurage en 32R

Les coordonnées géographiques du point de mesurage 32R sont les suivantes :

Latitude : 43°37'19.38" Nord

Longitude : 001°22'16.52" Est

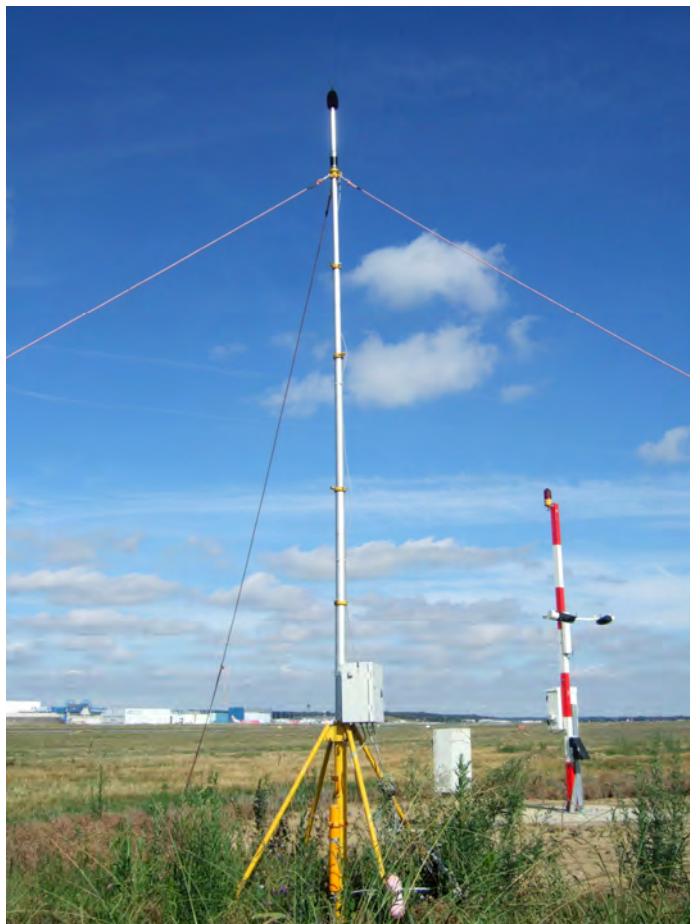


Figure 27 : Implantation du capteur sonore pour l'étude des arrivées en QFU32R. Le capteur est situé à proximité du glide 32L permettant l'alimentation électrique de l'installation.

Le capteur est disposé entre les deux pistes, au niveau du Glide 32L (cf. Figure 2, page 8). Le système de mesurage était cette fois raccordé à une prise électrique.

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux)	Version	V1R1
		Aéroport de Toulouse Blagnac	Du	Fev. 2011

5.3.2 Signatures temporelles en 32R

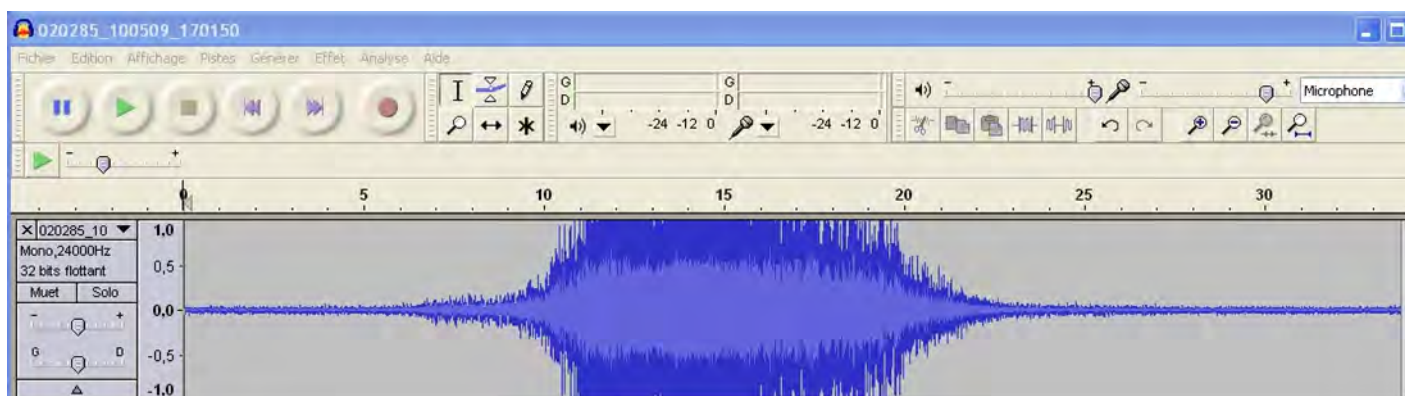
Un exemple d'évolution sonore relevée lors d'une arrivée en 32R est présenté ci-dessous. La signature Reverse est perçue pratiquement au passage au droit du microphone.



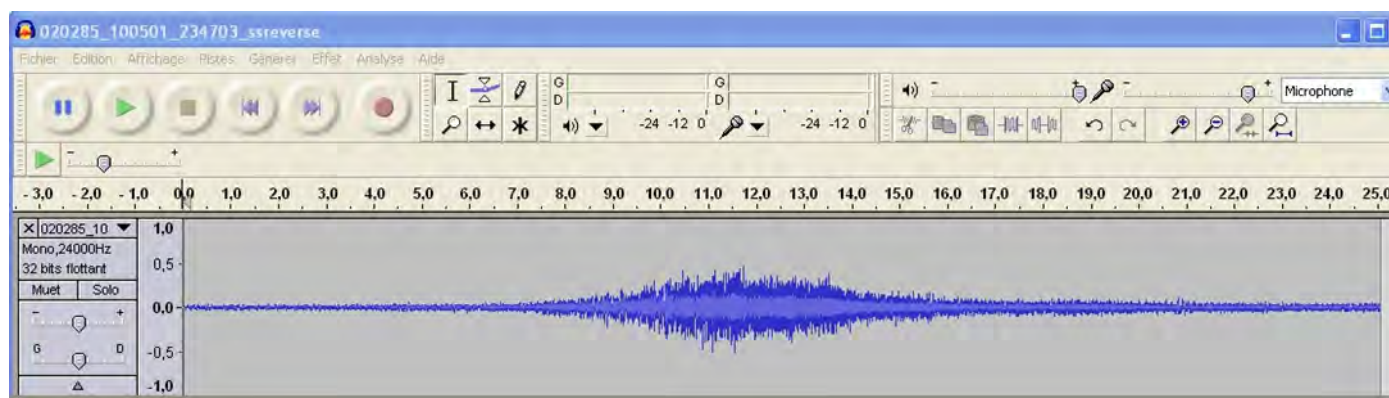
Figure 28 : Extrait d'enregistrement le 09 mai 2010, arrivée d'un B737-300 en 32R avec utilisation identifiée des inverseurs de flux

La figure suivante présente le contenu des fichiers audio de cette arrivée avec Reverse et d'une autre arrivée, d'un même type d'appareil, sur la même piste, mais cette fois sans utilisation des inverseurs de flux (ou alors très faiblement).

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011



**B737-300 en QFU32R
avec Reverse
(Bretelle de sortie N6)**



**B737-300 en QFU32R
sans Reverse
(Bretelle de sortie N6)**

Figure 29 : Fichiers audio de deux arrivées en 32R d'un B737-300 avec et sans Reverse empruntant la bretelle de sortie N6

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

5.3.3 Tableau de résultats journaliers des arrivées 32R

Tableau 5 : Résultats journaliers en 32R

Date	Total des arrivées 32R	Total des Reverse 32R	% de Reverse 32R
2010_04_30	34	10	29%
2010_05_01	23	5	22%
2010_05_02	39	13	33%
2010_05_03	58	8	14%
2010_05_04	5	0	0%
2010_05_05	87	8	9%
2010_05_06	51	7	14%
2010_05_07	12	2	17%
2010_05_08	33	9	27%
2010_05_09	8	4	50%
2010_05_10	33	12	36%
2010_05_11	44	8	18%
2010_05_12	45	8	18%
2010_05_13	30	3	10%
2010_05_14	35	5	14%
2010_05_15	44	7	16%
2010_05_16	40	3	8%
2010_05_17	110	12	11%
2010_05_18	102	5	5%
2010_05_19	93	7	8%
2010_05_20	105	12	11%
2010_05_21	32	15	47%
2010_05_22	25	5	20%
2010_05_23	1	0	0%
2010_05_26	35	8	23%
2010_05_27	42	8	19%
2010_05_28	50	16	32%
2010_05_29	48	9	19%
2010_05_30	33	2	6%
2010_05_31	46	4	9%
2010_06_01	46	4	9%
2010_06_02	44	8	18%
2010_06_03	62	12	19%
2010_06_04	59	8	14%
2010_06_05	20	5	25%
2010_06_06	34	4	12%
2010_06_07	8	0	0%
2010_06_08	79	11	14%
2010_06_11	9	2	22%
2010_06_12	7	2	29%
2010_06_13	2	0	0%
2010_06_15	10	1	10%
2010_06_16	15	2	13%



ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

Date	Total des arrivées 32R	Total des Reverse 32R	% de Reverse 32R
2010_06_17	22	5	23%
2010_06_18	20	2	10%
2010_06_19	20	6	30%
2010_06_20	6	1	17%
2010_06_21	16	2	13%
2010_06_22	47	9	19%
2010_06_23	37	5	14%
2010_06_24	67	17	25%
2010_06_25	64	14	22%
2010_06_26	19	4	21%
2010_06_27	26	5	19%
2010_06_28	15	2	13%
2010_06_29	26	4	15%
2010_06_30	151	25	17%
2010_07_03	17	6	35%
2010_07_04	36	11	31%
2010_07_05	66	13	20%
2010_07_06	24	4	17%
2010_07_07	37	8	22%
2010_07_08	5	1	20%
2010_07_09	14	1	7%
2010_07_10	43	5	12%
2010_07_11	49	8	16%
2010_07_12	34	5	15%
2010_07_13	73	12	16%
2010_07_14	3	1	33%
2010_07_15	28	6	21%
2010_07_16	51	13	25%
2010_07_17	68	13	19%
2010_07_18	46	9	20%
2010_07_19	13	3	23%
2010_07_20	114	20	18%
2010_07_21	56	10	18%
2010_07_22	23	3	13%
2010_07_23	50	9	18%
2010_07_24	45	12	27%
2010_07_25	80	13	16%
2010_07_26	105	9	9%
2010_07_27	110	14	13%
2010_07_28	71	10	14%
2010_07_29	24	0	0%
2010_07_30	33	5	15%
2010_07_31	11	2	18%
2010_08_01	8	4	50%
Moyenne (66 jours)	52	9	18%

Les journées sélectionnées (couleur) sont celles pour lesquelles au moins un nombre de 20 arrivées en 32R a été observé.

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

5.3.4 Observation des arrivées 32L depuis le site 32R

Afin de tester la possibilité de détecter les Reverse sur les deux pistes, depuis un seul site de mesurage, un ensemble d'arrivées 32L observées pendant la période de mesurage des arrivées 32R a été étudié. Quelques exemples de signature temporelle sont illustrés sur les figures ci-après.

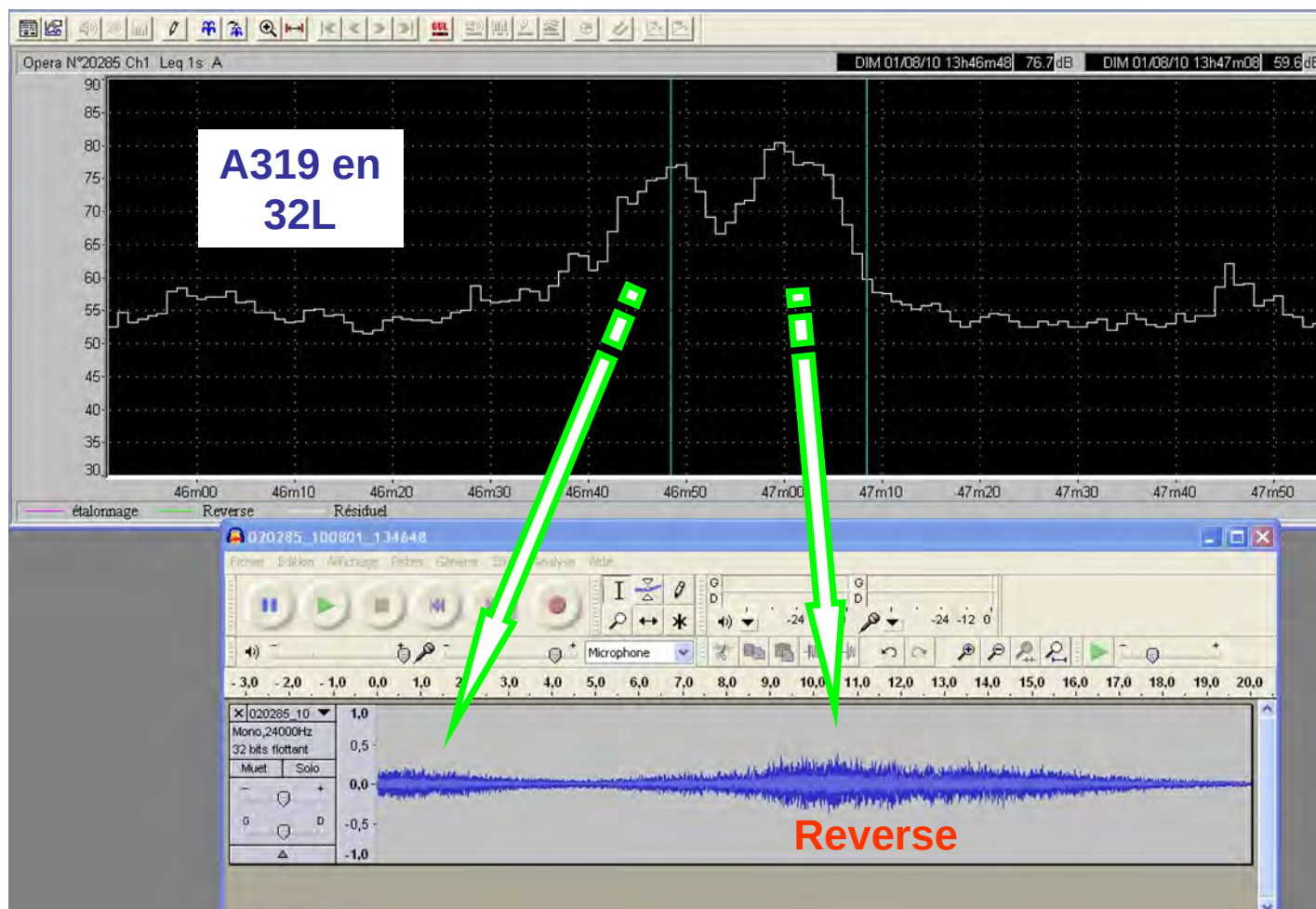


Figure 30 : Une arrivée 32L d'un A319 avec Reverse observée depuis le site dédié à l'étude des arrivées 32R. Les niveaux sonores sont plus faibles et ne déclenchent pas de codage sur seuil.

L'évolution temporelle d'une arrivée avec inverseur de flux présente des similitudes avec celle observée sur le site dédié à l'étude 32L. Toutefois, les niveaux sonores sont généralement plus faibles (cf. figure ci-dessus) et la durée entre les deux pics (passage au droit du microphone puis réception du bruit d'inverseur) est souvent plus longue.

Une durée importante entre pics et des niveaux faibles rendent l'analyse des données plus délicate:

1. deux fichiers audio sont parfois générés ; la corrélation basée sur le temps d'apparition peut être mise en défaut.
2. le bruit Reverse peut être parasité par un autre bruit (mise en puissance d'un décollage sur l'autre piste).

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

Les performances de détection/reconnaissance des inverseurs en 32L seront donc plus faibles dans cette situation de mesurage par rapport à la situation d'observation d'étude 32L.

Même avec de moindres performances de détection, les arrivées avec utilisation très forte des Reverse sont bien observées comme l'illustre la figure ci-dessous. Cette arrivée d'un vol d'essai Airbus emprunte la bretelle de sortie S6 (cf. Figure 23, page 29). La mise en action des inverseurs de flux a été rapide et intense.

Pour cette arrivée : un seul fichier audio et des niveaux qui atteignent les 90 dB déclenchant un codage sur seuil Reverse.

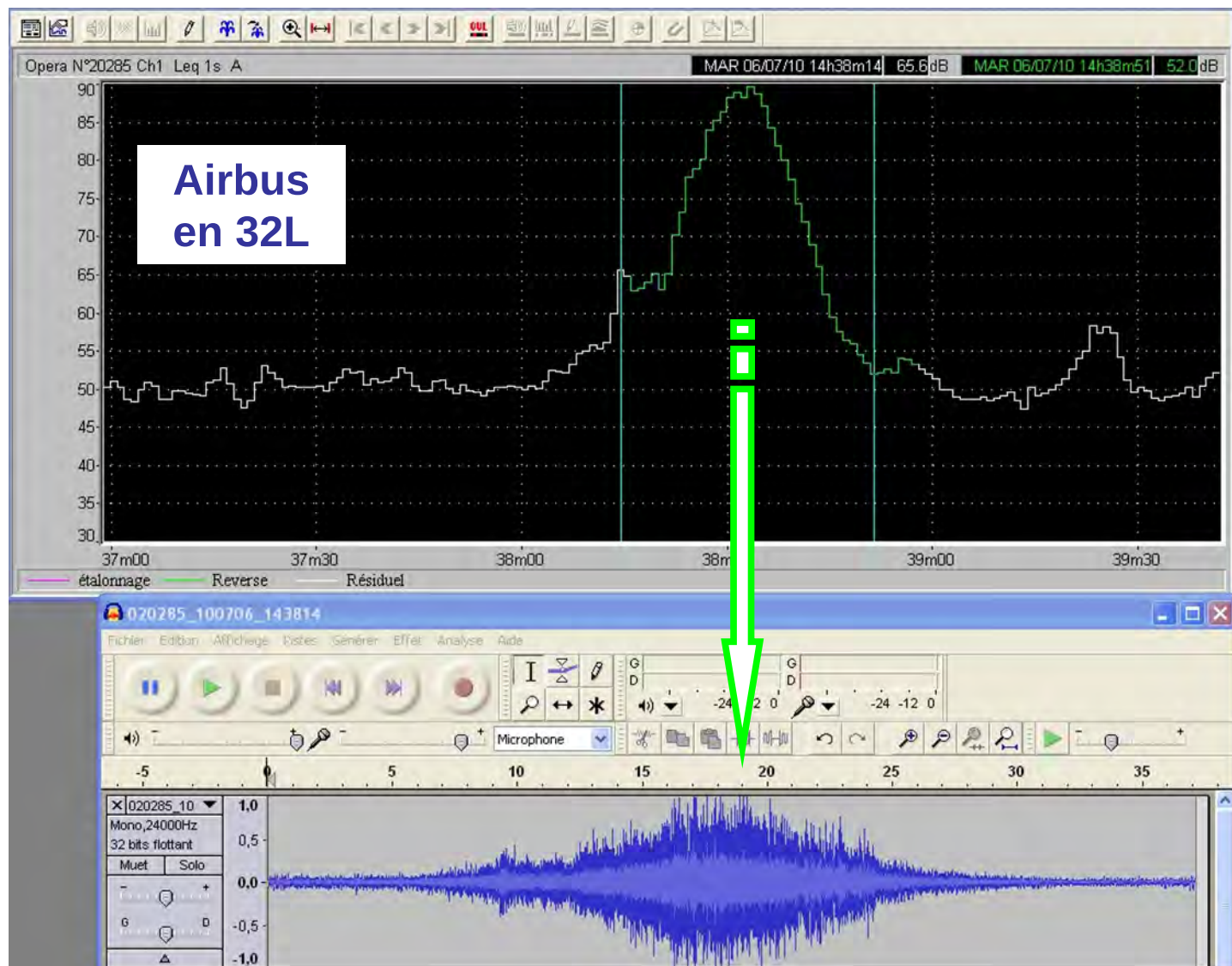


Figure 31 : Arrivée en 32L avec Reverse d'un vol d'essai Airbus observée depuis le site d'étude 32R.
Les niveaux sonores sont élevés et déclenchent un codage sur seuil Reverse (en vert ci-dessus)

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

L'exemple d'arrivée 32L d'un B738 toujours observée depuis le site dédié à l'étude des arrivées 32R, montre une mise en action tardive des inverseurs de poussée. La durée ente les deux pics de bruit est importante. Elle conduit à la génération de deux fichiers audio pour cette arrivée.

L'utilisation des Reverse dans ce cas est intense : malgré un plus grand éloignement du capteur sonore (plus grande distance parcourue sur la piste avant la mise en action des inverseurs de flux), les niveaux sonores sont importants ; le codage sur seuil est déclenché.

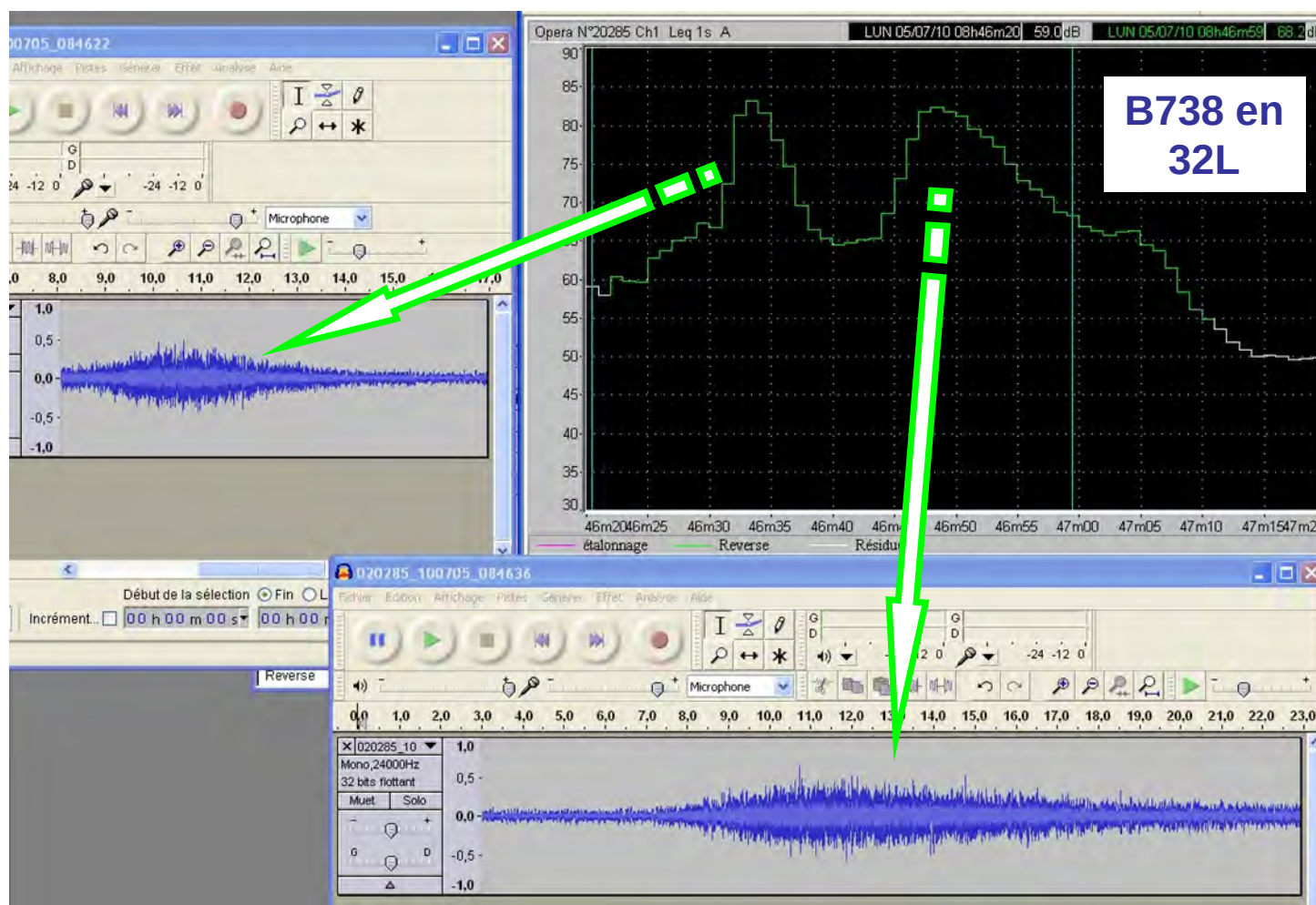


Figure 32 : Arrivée 32L d'un B738 avec Reverse observée depuis le site d'étude 32R. La mise en action des inverseurs de poussée est tardive mais intense.

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

ME/AMO	Titre	Mesurages sonores arrivées 32 (inverseurs de flux) Aéroport de Toulouse Blagnac	Version	V1R1
			Du	Fev. 2011

5.4 ÉCHELLE DES NIVEAUX SONORES

Quelques niveaux sonores caractéristiques sont indiqués sur la figure suivante.

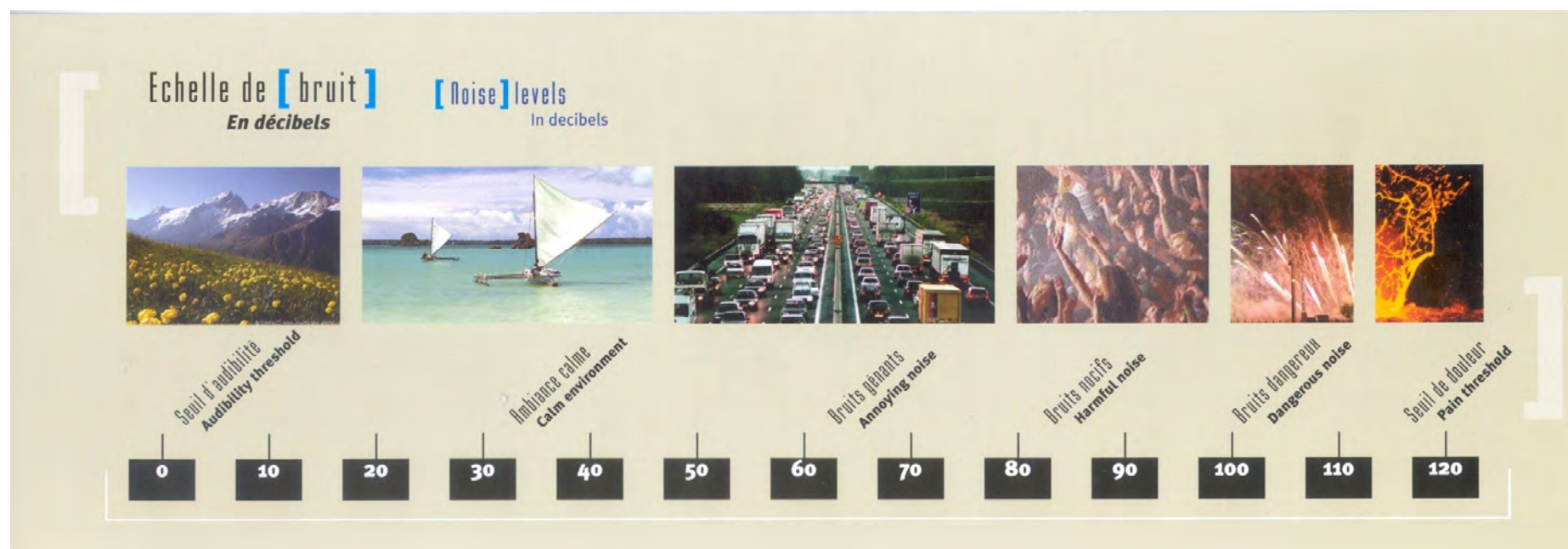


Figure 33 : Échelle des niveaux sonores