
Rapport de stage individuel
4^{ème} année

Ponctualité dans les transports
aériens, maritimes et divers

AQST
Tour Séquoia, Place Carpeaux
92055 Nanterre
France

Tuteur entreprise :
Alain Sauvant
Directeur de l'AQST

Superviseur entreprise :
Alexandre Barbusse
Ingénieur Trafic

Cindy Chapuis
IUT
2019-2020

Tuteur académique :
Herbé Baptiste

Table des matières

I – Introduction.....	1
1. Présentation de la structure de l'AQST	1
2. Présentation des objectifs du stage	1
II – Ponctualité aérienne	2
1. Ponctualité des aéroports au départ.....	2
1.1. Sources de données pour les aéroports.....	2
1.2. Méthode de classification des aéroports selon le nombre de passagers	2
1.3. Méthode de sélection des aéroports par classe	4
1.4. Méthode de calcul des indices de ponctualité et d'occupation.....	4
1.1. Indice de ponctualité à 15 minutes au départ des hubs en 2019	5
1.2. Indice de ponctualité à 15 minutes au départ des grands aéroports régionaux hors hubs en 2019.....	7
1.3. Indice de ponctualité à 15 minutes au départ des aéroports régionaux en 2019	7
1.4. Indice de ponctualité à 15 minutes au départ des aéroports de proximité en 2019.....	8
1.5. Retards moyens à 15 minutes des hubs un JOB en 2019.....	9
1.6. Retards annuels à différents seuils des hubs en 2019	9
1.7. Retards annuels à différents seuils des grands aéroports régionaux hors hubs en 2019.	11
1.8. Variabilité mensuelle de l'indice de ponctualité à 15 minutes des hubs sur l'année 2019	13
1.9. Visualisation cartographique des indices de ponctualité à 15 minutes au départ des aéroports en 2019	15
1.10. Facteurs potentiels influençant la ponctualité des aéroports	20
2. Ponctualité des compagnies aériennes à l'arrivée	21
2.1. Méthode de classification des compagnies aériennes selon deux critères	21
2.2. Méthode de sélection des compagnies par classe.....	22
2.3. Calcul du taux de vols en retard à l'arrivée pour les compagnies pour l'année 2019	23
2.4. Taux de retard à 15 minutes à l'arrivée des compagnies aériennes low-cost en 2019	23
2.5. Taux de retard à 15 minutes à l'arrivée des autres compagnies aériennes en 2019.....	25

2.6. Taux de retard à 15 minutes à l'arrivée des compagnies agrégées par pays.....	27
III – Ponctualité maritime.....	29
1. Compagnies au départ ou vers la France de ferries identifiées (au 15 mai 2020).....	29
2. Compagnies étrangères.....	29
IV - Conclusion.....	30
Bibliographie.....	1
Annexes	1
Annexe 1 : Aéroports de la base de données d'Eurocontrol et les sources pour les données passagers	1
Annexe 2 : Sources des capacités des terminaux.....	6
Annexe 3 : Sources du nombre de mouvements commerciaux des hubs en 2019	1
Annexe 4 : Rapport de ponctualité de décembre 2018 des ferries de WSF aux Etats-Unis	0
Annexe 5 : Légende de la carte en temps réel de Marine Traffic	0
Annexe 6 : Calcul de l'indice de Pearson.....	0
Annexe 7 : Méthode utilisée pour la création de la base de données des aéroports	1
Annexe 8 : Méthode utilisée pour la création de la base de données des compagnies aériennes	1

I – Introduction

1. Présentation de la structure de l'AQST

L'AQST, Autorité de la qualité de service dans les transports, a été créée le 15 février 2012 par le décret n° 2012-211 du 14 février 2012. Elle fait partie du Conseil général de l'environnement et du développement durable, noté CGEDD qui lui-même dépend du ministère de la Transition écologique. L'AQST est une entité autonome du ministère chargé des Transports.

L'AQST a pour mission d'analyser la « qualité de service dans les transports terrestres, aériens et maritimes, publics et réguliers de voyageurs, notamment en ce qui concerne la ponctualité et la régularité » (*décret n°2012-211 du 14 février 2012*). Elle doit informer les usagers sur leurs droits et toute personne concernée sur la ponctualité et la régularité dans les transports de voyageurs. Elle peut aussi proposer des mesures d'amélioration pour la qualité de service.

Pour cela l'autorité comprend 4 membres permanents et encadre régulièrement des stagiaires.

2. Présentation des objectifs du stage

L'AFNOR (Association Française de NORmalisation) définit la qualité de service dans les transports par 8 catégories différentes regroupant chacune un certain nombre de critères. Ces catégories sont les suivantes : « l'offre de service, l'accessibilité, l'information, le temps/durée, l'attention portée au client, le confort, la sécurité, l'impact environnemental » (norme NF EN 13816, 2002).

La mission de ce stage consiste à travailler sur le critère 4.2.1 de la norme NF EN 13816, la ponctualité. Ce critère est un sous-critère du critère 4.2 de la même norme, celui du respect de l'horaire, critère affilié à la catégorie 4 : la durée.

L'objectif principal est de réaliser des comparaisons internationales de performance de ponctualité aérienne des aéroports et des compagnies aériennes en Europe, voire dans le monde, pour positionner la France par rapport aux autres pays.

Un autre objectif est de réaliser les mêmes comparaisons pour le transport régulier de passagers dans les transports maritimes.

II – Ponctualité aérienne

1. Ponctualité des aéroports au départ

1.1. Sources de données pour les aéroports

Le site web d'Eurocontrol donne accès à différentes données dont le pourcentage de vols en retard de plus de 15 min et le retard moyen pour les vols en retard pour de nombreux aéroports. La base de données a été construite à partir des aéroports présents dans la base de données d'Eurocontrol, et parmi ces aéroports, les aéroports européens ont été classés en fonction du nombre de passagers annuels en 2018 et 2019.

Le nombre de passagers annuels n'étant pas donné par la base d'Eurocontrol, les sources multiples présentées dans l'annexe 1 ont été utilisées.

La base d'Eurocontrol a ensuite permis de calculer l'indice de ponctualité à 15 minutes au départ par aéroport en 2019.

Les coordonnées GPS des aéroports étudiés ont été trouvées sur le site suivant : <https://www.gps-longitude-latitude.net/longitude-latitude-coordonnees-gps-du-lieu>.

La capacité des terminaux des aéroports n'étant pas donnée par une base unique, les sources utilisées sont présentées dans l'Annexe 2 : Sources des capacités des terminaux. Néanmoins le site d'Eurocontrol donne quelques capacités.

Le nombre de mouvements commerciaux au sol pendant l'année 2019 n'a pas non plus de base générale accessible, ses sources se trouvent dans l'Annexe 3 : Sources du nombre de mouvements commerciaux des hubs en 2019.

1.2. Méthode de classification des aéroports selon le nombre de passagers

Les aéroports peuvent être classés en fonction du nombre de passagers annuels, aussi noté PAX (abréviation anglaise de « passenger »). L'UAF FA, l'Union des Aéroports Français et Francophones Associés, classe les aéroports en 3 catégories :

- Les grands aéroports
Plus de 5 millions de passagers par an
Soit pour les aéroports français : Nice-Côte d'Azur, Marseille-Provence, Toulouse-Blagnac, Lyon Saint-Exupéry, Bâle-Mulhouse, Bordeaux-Mérignac, Nantes-Atlantique
- Les aéroports régionaux
Entre 1 million et 5 millions de passagers par an
Soit pour les aéroports français : Beauvais-Tille, Lille-Lesquin, Montpellier-Méditerranée, Ajaccio-Campo dell'oro, Bastia-Poretta, Strasbourg-Entzheim, Brest-Guipavas, Biarritz-Matignon, Bayonne-Anglet
- Les aéroports de proximité
Entre 100 000 et 1 million de passagers par an

De plus, la DGAC détermine une autre classe : les hubs. Celle-ci est divisée en 3 autres sous catégories de hubs :

- Les hubs majeurs
« Ces plateformes présentent l'offre en siège la plus importante, mais également la plus diversifiée, avec des liaisons vers toutes les régions de destination. Il s'agit des hubs de compagnies de premier plan, et du plus gros aéroport des pays concernés desservant la plus grande zone urbaine du pays (à l'exception de Francfort). Ces aéroports disposent tous d'une importante desserte domestique et européenne qui alimente leur réseau long courrier. Ils sont situés dans les zones de chalandises les plus peuplées et au pouvoir d'achat particulièrement élevé. » (DGAC, 2019)

Soit pour les aéroports français : Paris-Charles De Gaulle

- Les hubs secondaires
« A la différence des hubs majeurs, ces plateformes ne sont pas, ou très peu, reliées à certains marchés, bien que disposant d'une offre long courrier conséquente vers plusieurs continents. Madrid est par exemple peu reliée à l'Asie et l'Afrique, alors que Vienne compte peu de lignes vers l'Amérique du Nord et l'Afrique. Desservant de grandes métropoles, ces plateformes bénéficient de zones de chalandises étendues et d'un réseau européen développé. » (DGAC, 2019)

- Les hubs spécialisés
« Ces plateformes de taille plus modeste sont focalisées sur un marché long courrier particulier, souvent du fait de la compagnie basée. Ainsi, l'essentiel de l'activité long courrier d'Helsinki est tournée vers l'Asie, en raison du réseau développé par la compagnie Finnair. L'orientation vers un marché précis, souvent permise par un positionnement géographique favorable, peut être la conséquence de liens particuliers, historiques notamment, comme dans le cas de Lisbonne (vers le Brésil) ou de Paris Orly (vers les pays du Maghreb), ou résulter du développement ciblé de l'offre d'une compagnie aérienne. La spécialisation sur un seul marché permet de proposer une desserte conséquente (avec un large choix de jours voire d'horaires) et donc plus attractive pour le passager. Les plateformes de cette catégorie desservent le plus souvent la première ville de pays moins peuplés, mais dont le PIB par habitant peut être très élevé (Finlande, Irlande et Islande). Paris Orly et Barcelone présentent toutefois un profil particulier, plutôt tourné vers le trafic moyen-courrier: seconds aéroports dans leurs pays respectifs, ce sont des bases secondaires d'Air France et Iberia, qui y ont également installé des filiales à bas coût. » (DGAC, 2019)

Soit pour les aéroports français : Paris-Orly

La majeure partie des hubs fait partie des grands aéroports, ils seront néanmoins traités en tant que classe à part entière.

1.3. Méthode de sélection des aéroports par classe

Parmi tous les aéroports de la base de données d'Eurocontrol, seuls les aéroports européens ont été envisagés pour la comparaison jusqu'ici. Les aéroports ont ensuite été séparés, selon un classement par nombre de passagers annuels, en 4 catégories (hubs/grands aéroports/aéroports régionaux/aéroports de proximité).

Dans la catégorie des hubs, avec un total de 20 hubs classés par la DGAC, la totalité des aéroports de cette catégorie ont été étudiés.

Dans les catégories des grands aéroports hors hubs et des aéroports régionaux, les aéroports ont été classés par ordre décroissant de passagers en 2019. Les aéroports français de ces catégories ont été sélectionnés, ainsi que chaque aéroport ayant le plus petit nombre de passagers en 2019 au-dessus des aéroports français et le plus grand nombre de passagers en 2019 en-dessous des aéroports français. De cette manière la sélection est automatique et non subjective, les aéroports sont sélectionnés de manière aléatoire au sens statistique.

Dans la catégorie des aéroports de proximité les 20 plus « gros » aéroports en nombre de passagers en 2019 ont été choisis, ce qui permet de comparer 3 aéroports français avec 17 aéroports européens. Nous n'avons pas sélectionné les aéroports de Kefallinia et Preveza en Grèce car les données sont manquantes respectivement pour 4 mois et pour 3 mois.

Le tableau 1 recense le nombre d'aéroports par catégorie et le nombre retenu pour l'étude.

Tableau 1 : Répartition des aéroports dans les différentes catégories

	Hub majeur	Hub secondaire	Hub spécialisé	Grand aéroport régional (hors hub)	Aéroport régional	Aéroport de proximité
Nombre d'aéroports	5	8	7	70	83	82
<i>dont français</i>	1	0	1	7	8	18
Nombre d'aéroports retenus	5	8	7	18	23	20
<i>dont français</i>	1	0	1	7	8	3

1.4. Méthode de calcul des indices de ponctualité et d'occupation

1.4.1. L'indice de ponctualité

Pour les aéroports, l'indice de ponctualité à 15 minutes est calculé en multipliant le taux de retard à 15 minutes au départ par le retard moyen des vols en retard de plus de 15 minutes au départ.

Pour les compagnies aériennes, l'indice de ponctualité à 15 min serait calculé en multipliant le taux de retard à 15 minutes à l'arrivée par le retard moyen des vols en retard de plus de 15 minutes à l'arrivée.

Néanmoins, aucune base de données accessible n'a été identifiée au cours du stage permettant d'obtenir le retard moyen à l'arrivée des vols en retard de plus de 15 minutes par compagnie aérienne, aussi cet indice ne sera pas calculé.

1.4.2. L'indice d'occupation des aéroports

L'indice d'occupation des aéroports est calculé pour un aéroport en divisant le nombre de passagers annuels (ici en 2019) par sa capacité annuelle. La capacité annuelle des aéroports est considérée pour calculer cet indice. Aucune base de données accessible n'a été identifiée au cours du stage regroupant cette capacité, donc les sources des capacités des aéroports sont multiples et présentées en Annexe 2 : Sources des capacités des terminaux.

1.4.3. L'indice d'occupation des pistes

L'indice d'occupation des pistes serait calculé pour un aéroport en divisant le nombre de mouvements commerciaux au sol par le nombre de pistes de l'aéroport. Eurocontrol ne donnant accès qu'au retard moyen par mouvements, cet indice est calculé pour la catégorie des hubs avec des sources multiples présentées en Annexe 3 : Sources du nombre de mouvements commerciaux des hubs en 2019.

1.1. Indice de ponctualité à 15 minutes au départ des hubs en 2019

La Figure 1 montre que l'aéroport français Paris-Charles De Gaulle, avec un indice de 11,4 pour 2019, se situe dans les plus mauvais indices de ponctualité des hubs majeurs, qui couvrent des valeurs d'indices allant de 9,2 à 11,9 cette année-là.

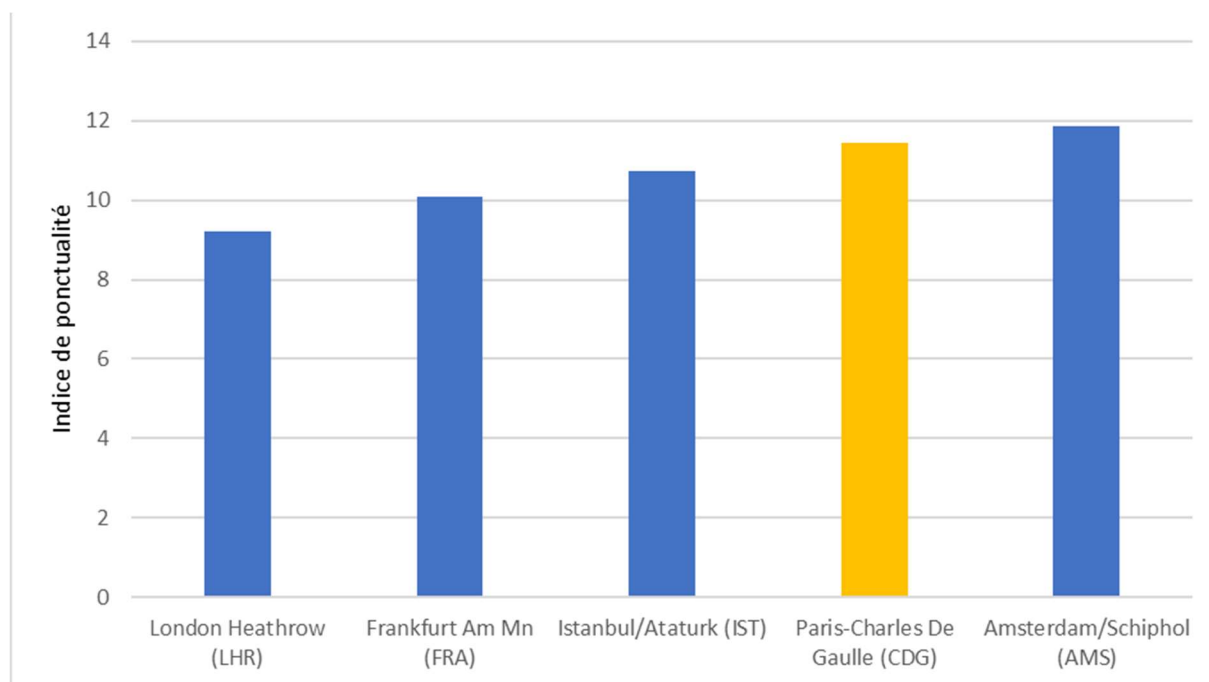


Figure 1 : Indice de ponctualité à 15 minutes au départ des hubs majeurs en 2019

$\text{Indice de ponctualité} = \text{taux de retard} * \text{retard moyen}$

La Figure 2 montre que l'étendue des valeurs des indices est plus importante pour les hubs secondaires que pour les hubs majeurs, avec des valeurs allant de 7,6 à 13,4 en 2019.

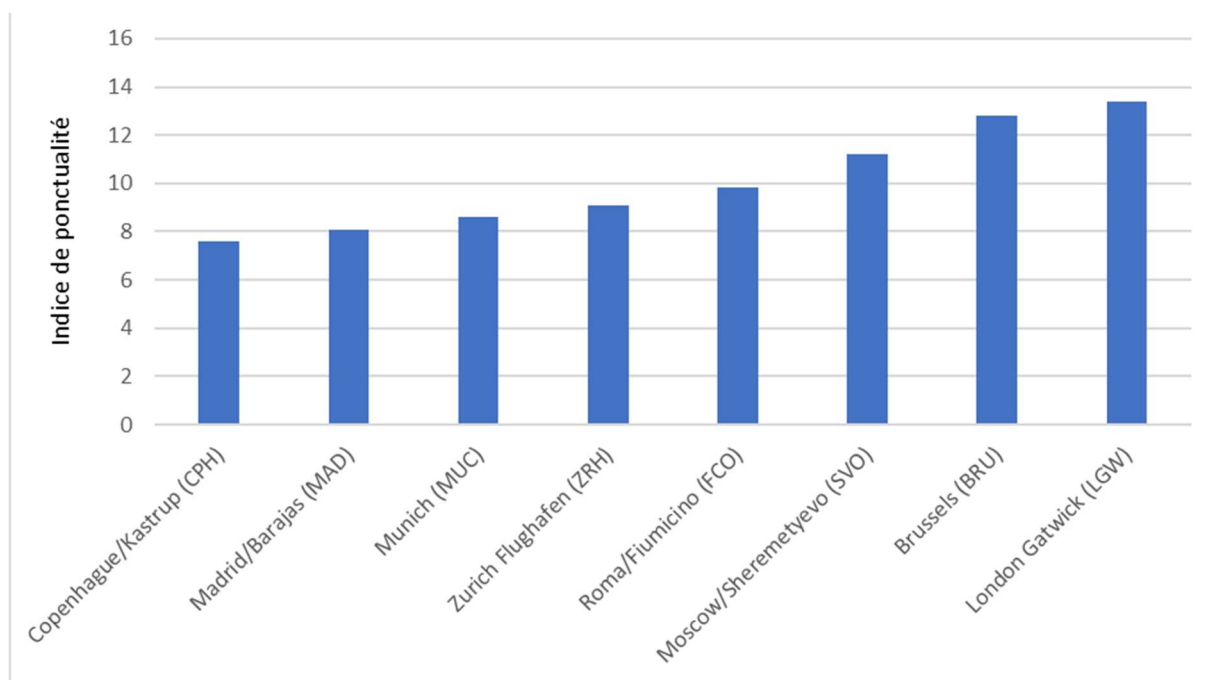


Figure 2 : Indice de ponctualité à 15 minutes au départ des hubs secondaires en 2019

*Indice de ponctualité = taux de retard * retard moyen*

L'aéroport français Paris-Orly avec un indice de 11,6 se trouve aussi en seconde position parmi les plus mauvais indices des hubs spécialisés en 2019 (Figure 3).

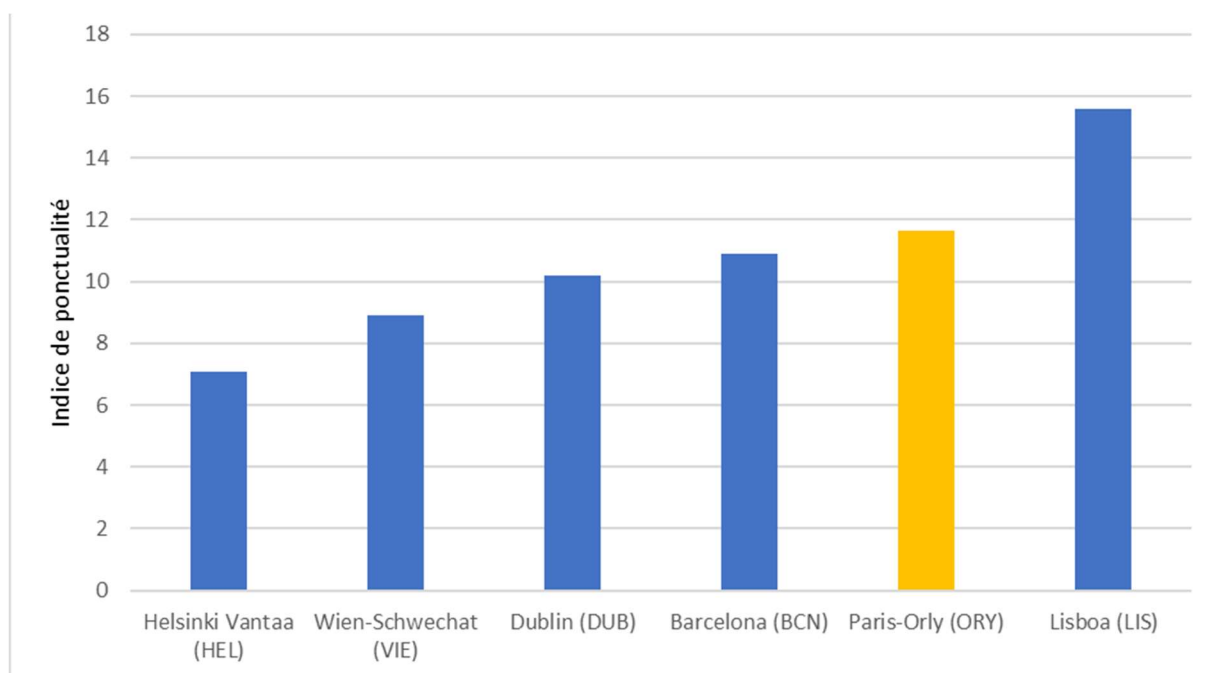


Figure 3 : Indice de ponctualité à 15 minutes au départ des hubs spécialisés en 2019

*Indice de ponctualité = taux de retard * retard moyen*

En 2019, dans la catégorie des hubs, les aéroports français sont tous mal classés (Figure 1, Figure 2 et Figure 3).

1.2. Indice de ponctualité à 15 minutes au départ des grands aéroports régionaux hors hubs en 2019

Les grands aéroports français sont répartis sur toute la série des grands aéroports. Les aéroports de Nice, Marseille et Lyon ont des indices supérieurs à la valeur médiane, tandis que les 4 autres aéroports français ont des indices de ponctualité à 15 minutes meilleurs que la valeur médiane en 2019 (Figure 4). La moyenne de cette série est de 10,2, ce qui conserve les 3 aéroports français précédemment cités dans la partie supérieure à la moyenne et les 4 autres aéroports dans la partie inférieure à la moyenne.

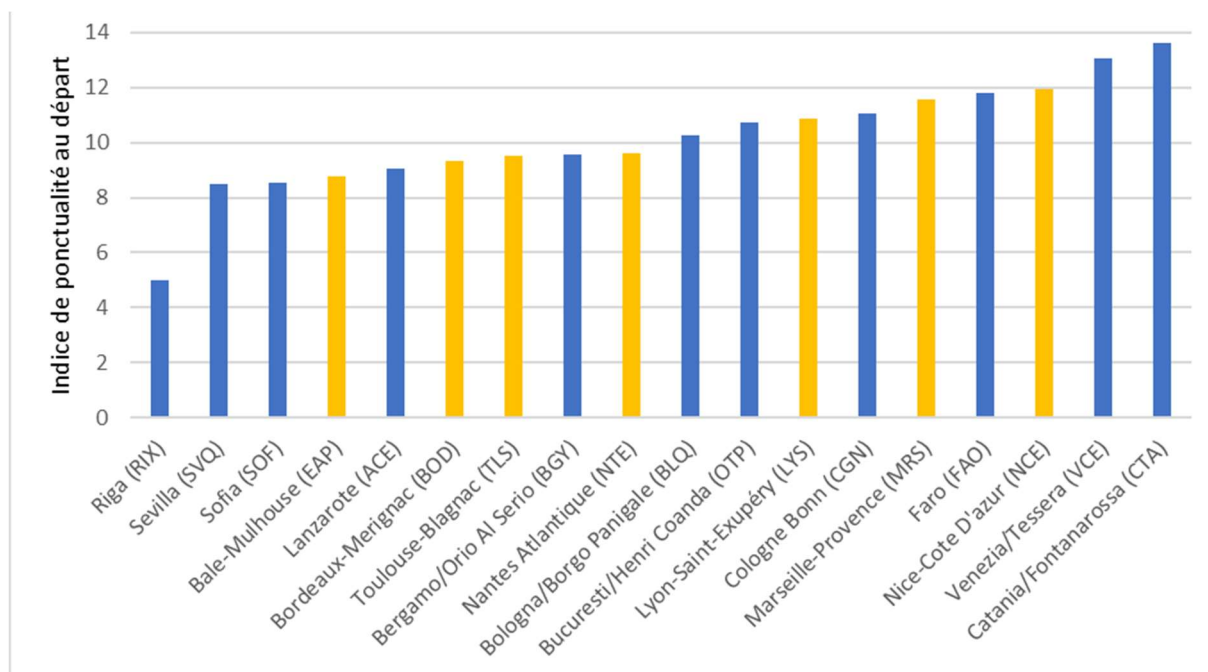


Figure 4 : Indice de ponctualité à 15 minutes au départ de certains grands aéroports (hors hubs) en 2019

$\text{Indice de ponctualité} = \text{taux de retard} * \text{retard moyen}$

1.3. Indice de ponctualité à 15 minutes au départ des aéroports régionaux en 2019

Parmi les aéroports régionaux, les français sont plutôt mal classés en 2019, ils sont tous dans la seconde moitié de la série en dehors de l'aéroport de Lille-Lesquin. Les aéroports de Bastia-Poretta, d'Ajaccio et de Beauvais-Tillé ont même les plus mauvais indices de ponctualité à 15 minutes de la série en 2019, par rapport aux aéroports sélectionnés (Figure 5).

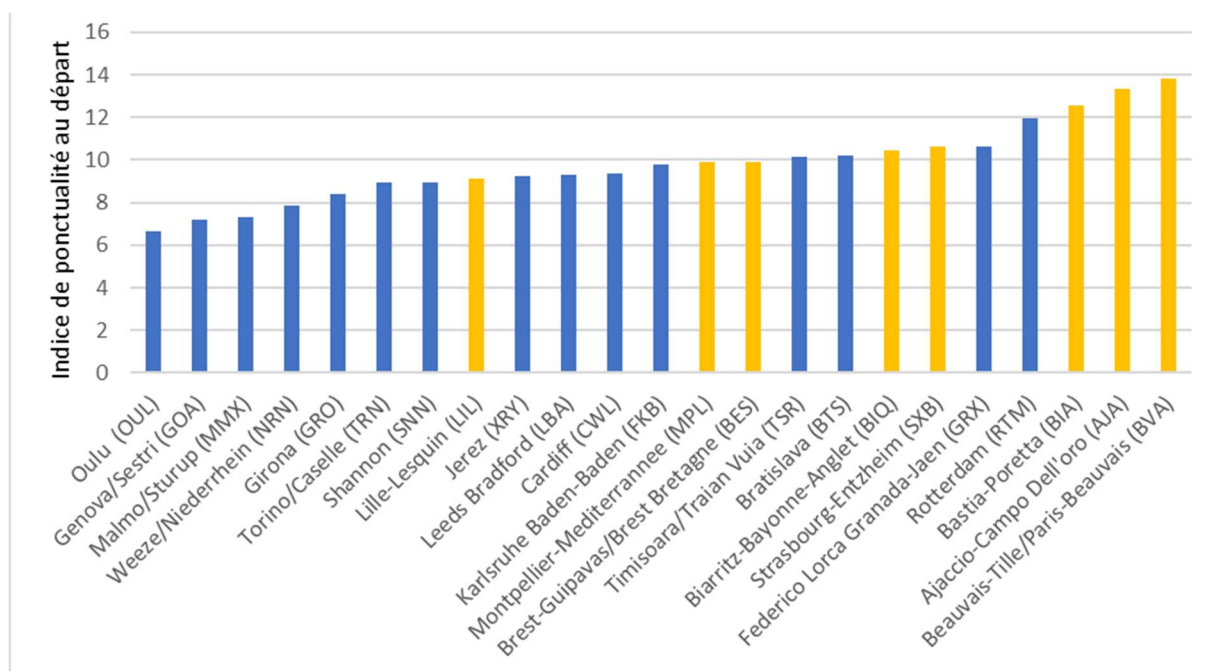


Figure 5 : Indice de ponctualité à 15 minutes au départ de certains aéroports régionaux en 2019

Indice de ponctualité = taux de retard * retard moyen

1.4. Indice de ponctualité à 15 minutes au départ des aéroports de proximité en 2019

Les aéroports français de proximité sont répartis dans la série de 2019, l'aéroport de Pau-Pyrénées a le deuxième plus petit indice de ponctualité à 15 minutes, indice égal à 5,4, il se retrouve dans le premier quartile, tandis que l'aéroport de Rennes-Saint-Jacques se trouve dans le troisième quartile, et celui de Figari-Sud dans le quatrième quartile (Figure 6).

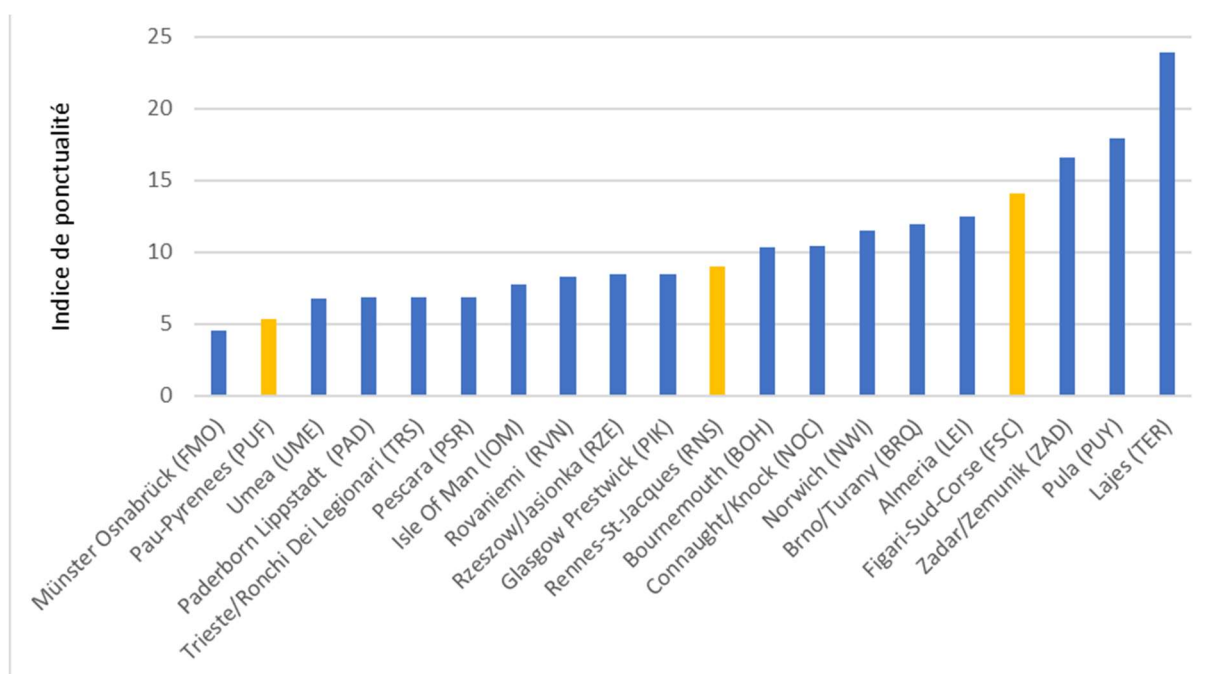


Figure 6 : Indice de ponctualité à 15 minutes au départ de certains aéroports de proximité en 2019

Indice de ponctualité = taux de retard * retard moyen

On peut remarquer que dans leurs catégories les aéroports corses sont classés dans les plus mauvais aéroports de leurs catégories. Les aéroports de Bastia-Poretta et d'Ajaccio-Campo Dell'Oro sont respectivement troisième et deuxième dans les plus mauvais aéroports régionaux (Figure 5) et l'aéroport de Figari-Sud-Corse est quatrième dans les plus mauvais de sa catégorie (Figure 6).

1.5. Retards moyens à 15 minutes des hubs un JOB en 2019

Avec un retard moyen de 44,8 minutes pour Paris-Charles De Gaulle, et de 61,5 minutes pour Paris-Orly, leurs retards au départ sont supérieurs à la moyenne de la série qui est de 41,8 minutes (Figure 7). Les hubs se trouvent respectivement dans le troisième et dans le dernier quartile de la série pour ce jour ouvré de base en 2019.

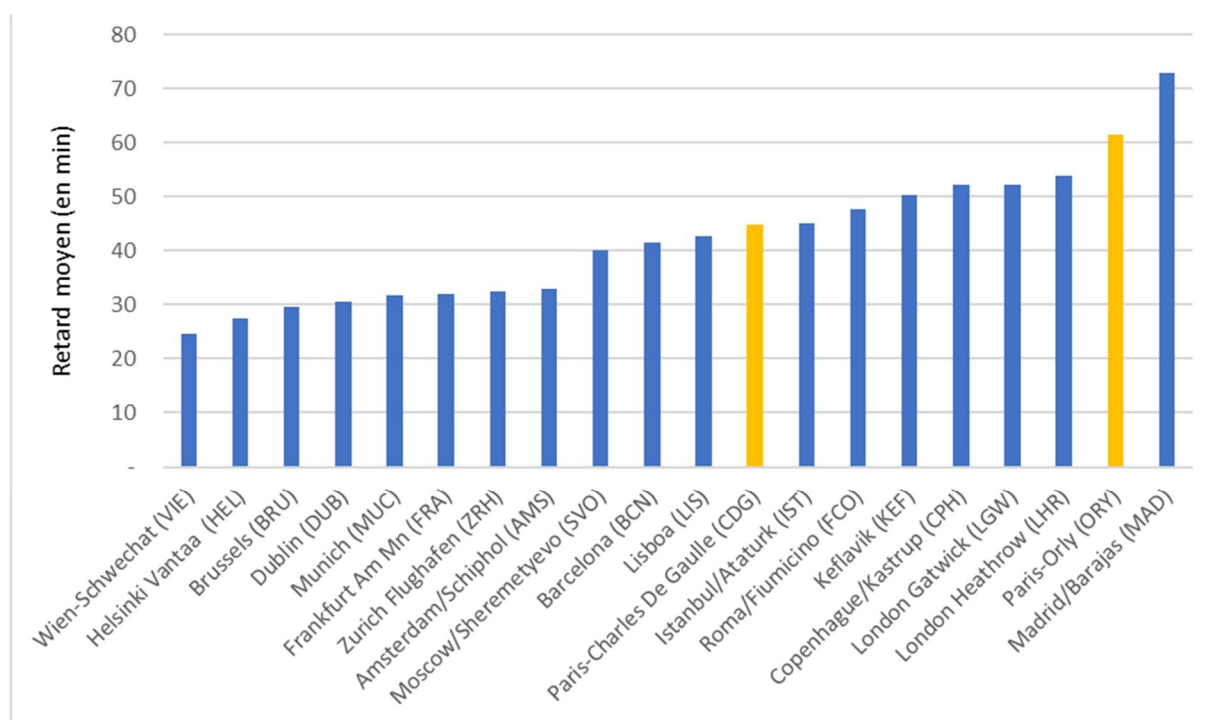


Figure 7 : Retard moyen au départ des hubs à 15 minutes un JOB en 2019

JOB : Jour Ouvré de Base, soit un mardi ou un jeudi hors jours fériés et vacances scolaires, ici mardi 2 avril 2019

1.6. Retards annuels à différents seuils des hubs en 2019

La Figure 8 montre que les taux de retard ne sont pas proportionnels entre les différents seuils. Par exemple l'aéroport de Lisbonne a le plus fort taux de retard à 15 min mais ses taux de retard à 30 et à 60 minutes ne sont pas les plus élevés.

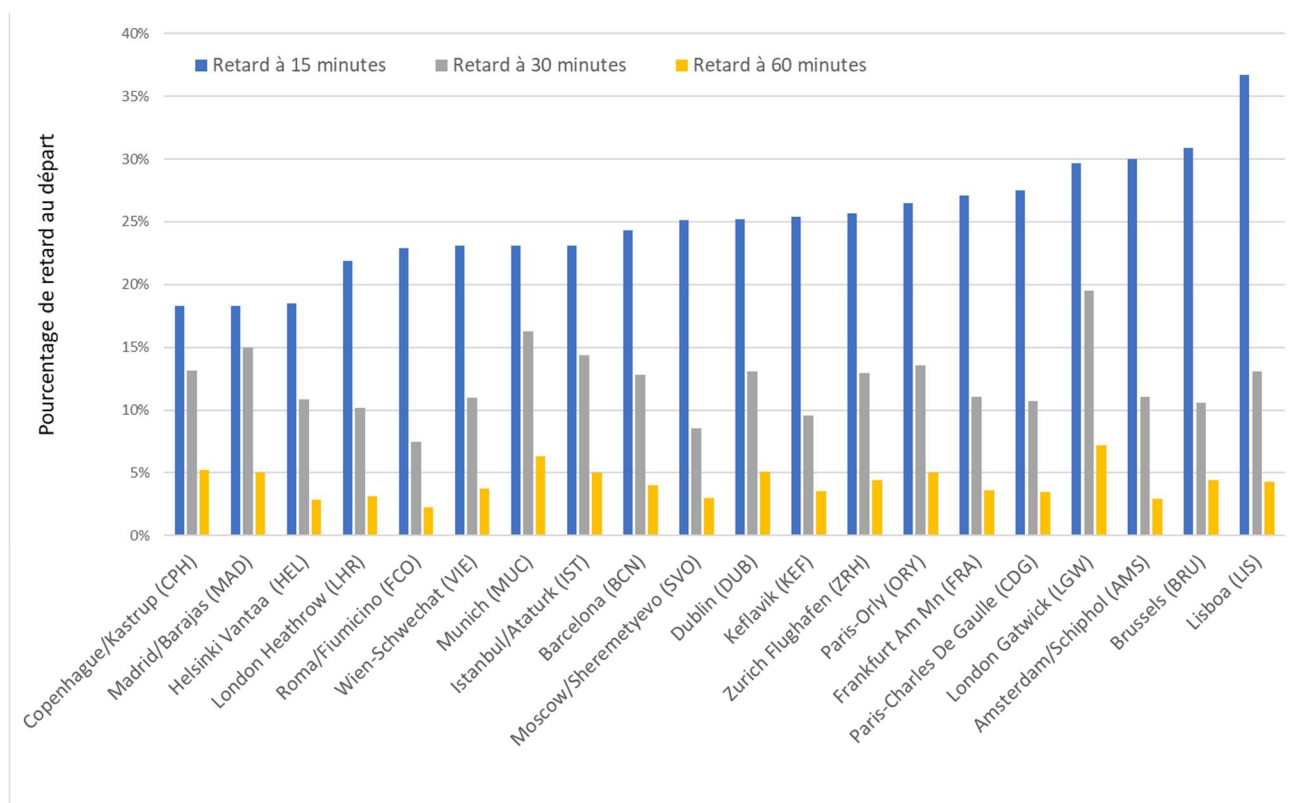


Figure 8 : Taux de retard à différents seuils au départ des hubs en 2019

Les Figure 9 et Figure 10 montrent un classement différent des hubs en fonction de leurs taux de retard en 2019, l'aéroport Paris-Charles De Gaulle est mieux classé pour les seuils à 30 et 60 minutes que pour le seuil à 15 minutes. Avec ces seuils il passe devant l'aéroport Paris-Orly et se classe en sixième position parmi les meilleurs taux de retard. L'aéroport Paris-Orly quant à lui passe de la septième plus mauvaise place à la cinquième avec les seuils à 30 et à 60 minutes. Et si le classement des aéroports français est identique pour les deux seuils de 30 et 60 minutes, les autres aéroports ont des classements différents et l'échelle verticale des trois graphiques est différente.

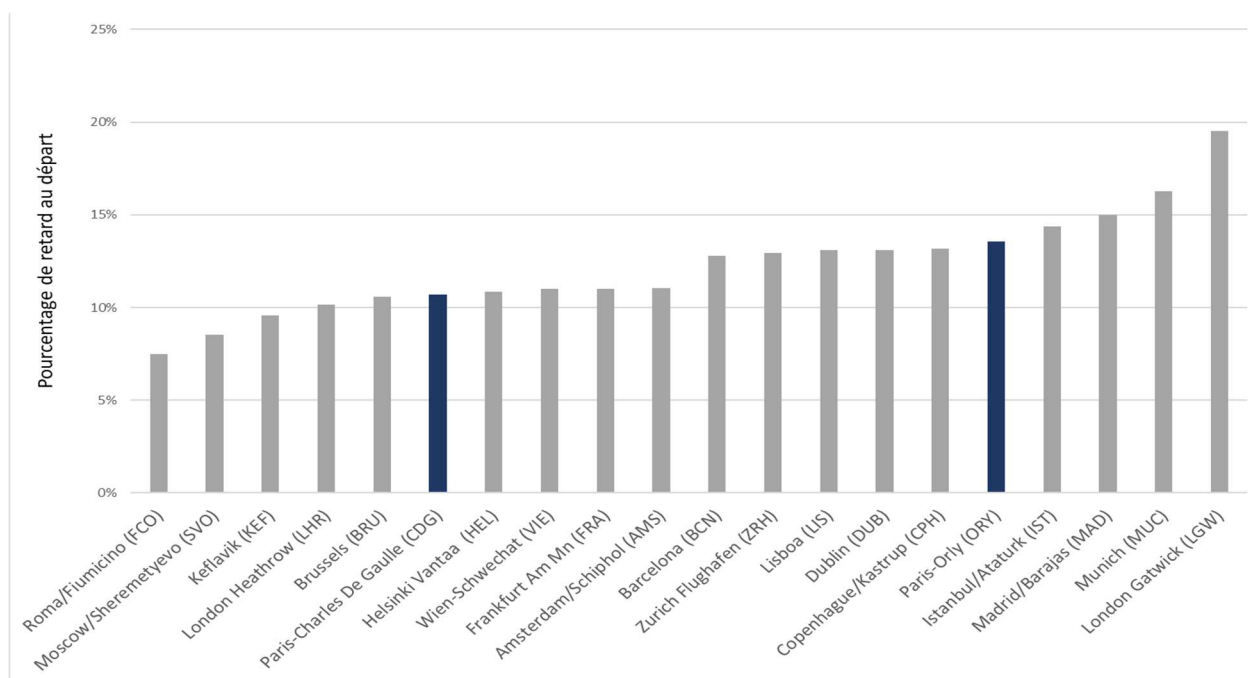


Figure 9 : Taux de retard à 30 minutes au départ des hubs en 2019

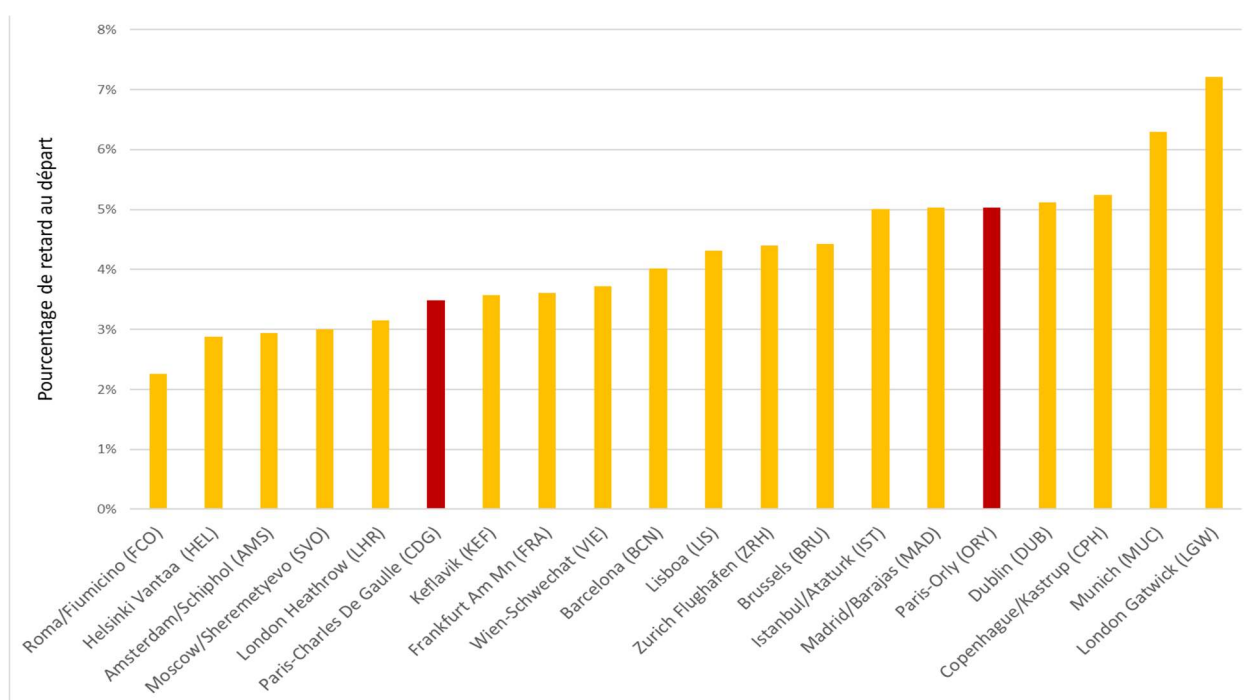


Figure 10 : Taux de retard à 60 min au départ des hubs en 2019

1.7. Retards annuels à différents seuils des grands aéroports régionaux hors hubs en 2019

De même qu'avec les hubs, le classement des aéroports en fonction du taux de retard en 2019 est différent selon les retards, les taux de retard à 30 minutes créent un deuxième classement et ceux à 60 min créent un troisième classement (Figure 11).

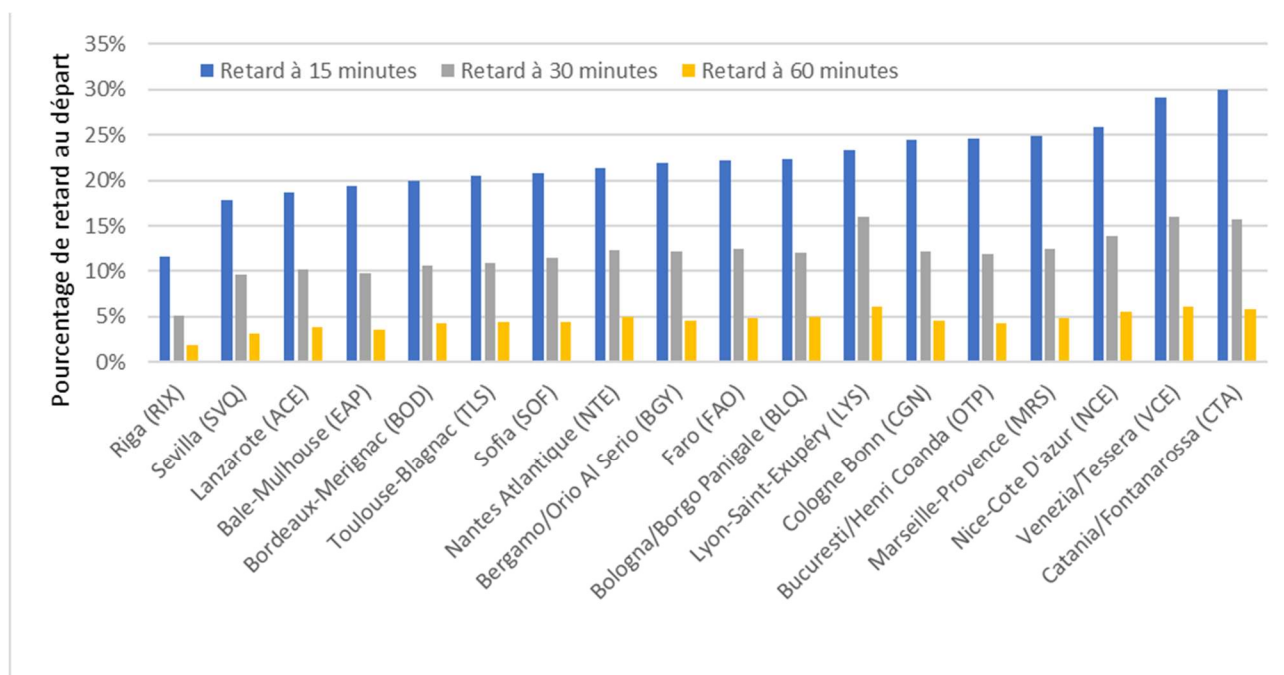


Figure 11 : Taux de retard à différents seuils au départ de certains grands aéroports (hors hubs) en 2019

Les Figure 11, Figure 12 et Figure 13 montrent elles aussi que les seuils de retard changent les classements des aéroports. Par exemple l'aéroport Bordeaux-Mérignac perd 2 places au classement entre le seuil à 30 minutes et le seuil à 60 minutes, et même 3 places entre le seuil à 15 minutes et celui à 60 minutes.

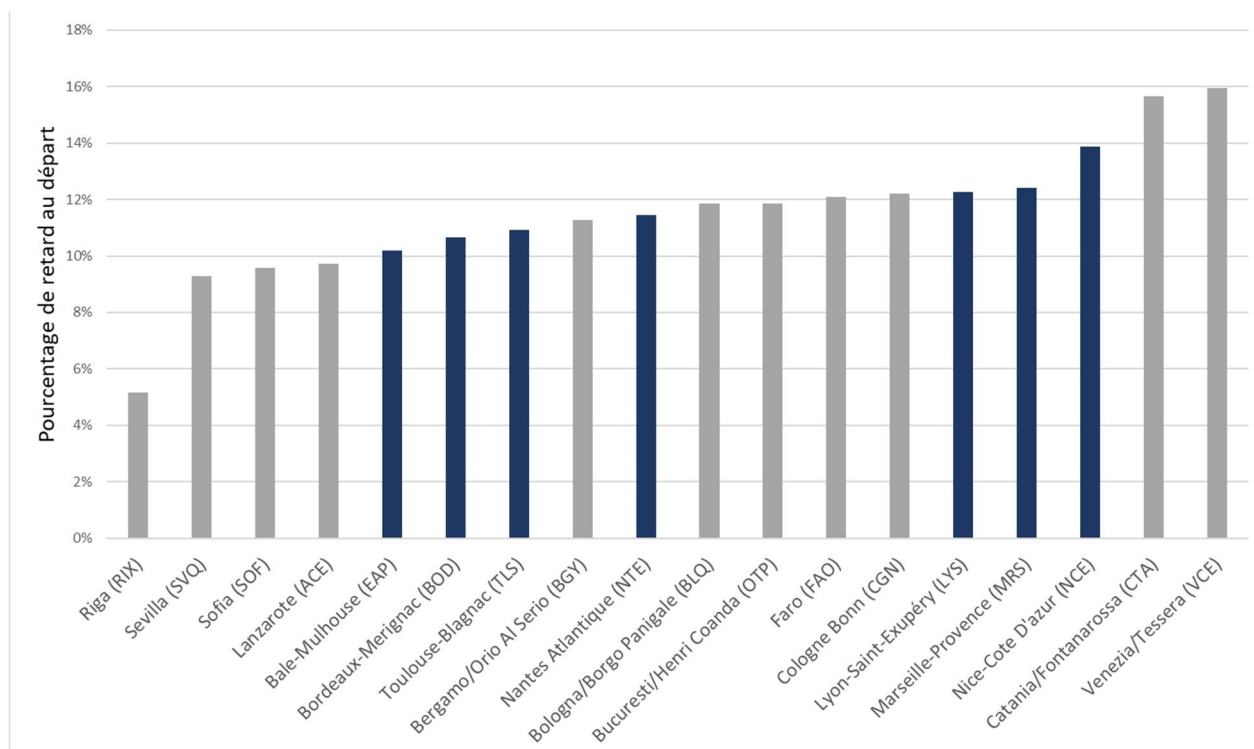


Figure 12 : Taux de retard à 30 minutes au départ de certains grands aéroports hors hubs en 2019

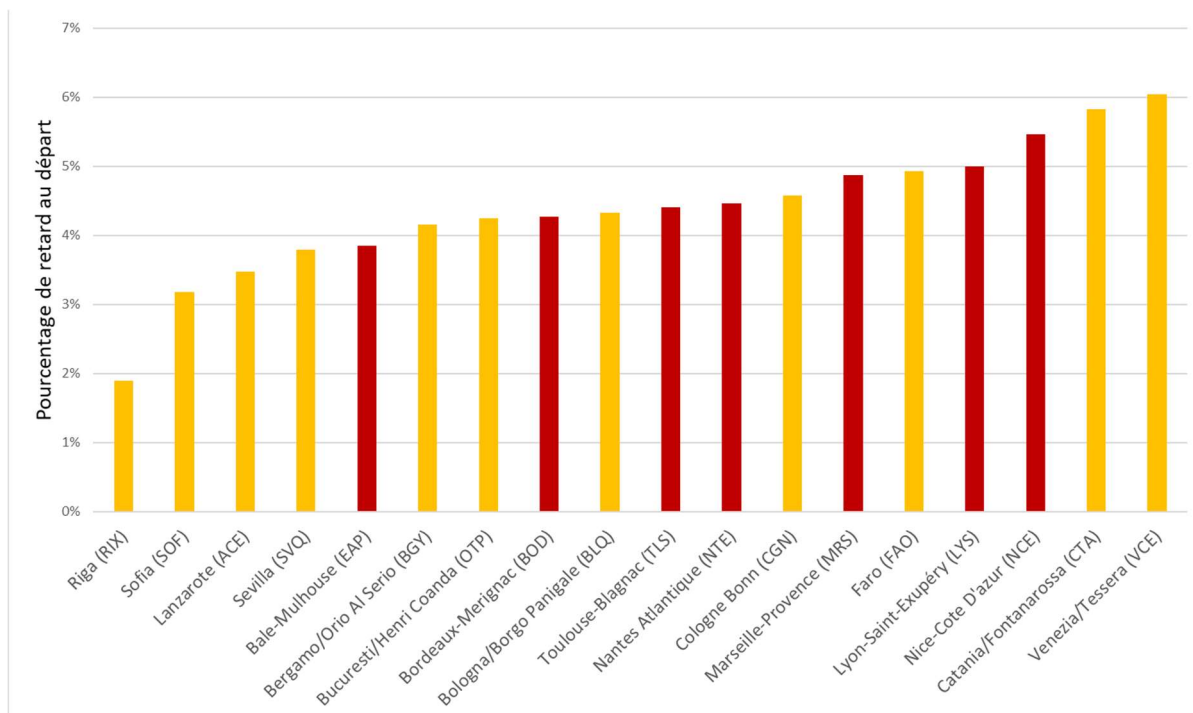


Figure 13 : Taux de retard à 60 minutes au départ de certains grands aéroports hors hubs en 2019

Certains aéroports sont mieux classés avec le seuil à 60 minutes car ils ont plus de vols avec un faible taux de retard (moins de 30 minutes), comme l'aéroport de Marseille-Provence, tandis que d'autres ont des retards plus longs et perdent des places au classement lorsque le seuil augmente, à l'instar de l'aéroport de Bordeaux.

1.8. Variabilité mensuelle de l'indice de ponctualité à 15 minutes des hubs sur l'année 2019

L'aéroport Paris-Charles De Gaulle a un indice de ponctualité élevé entre juin et août et en décembre 2019. Son indice est le plus important de sa catégorie pendant le pic estival, atteignant une valeur de 17,1 (Figure 14).

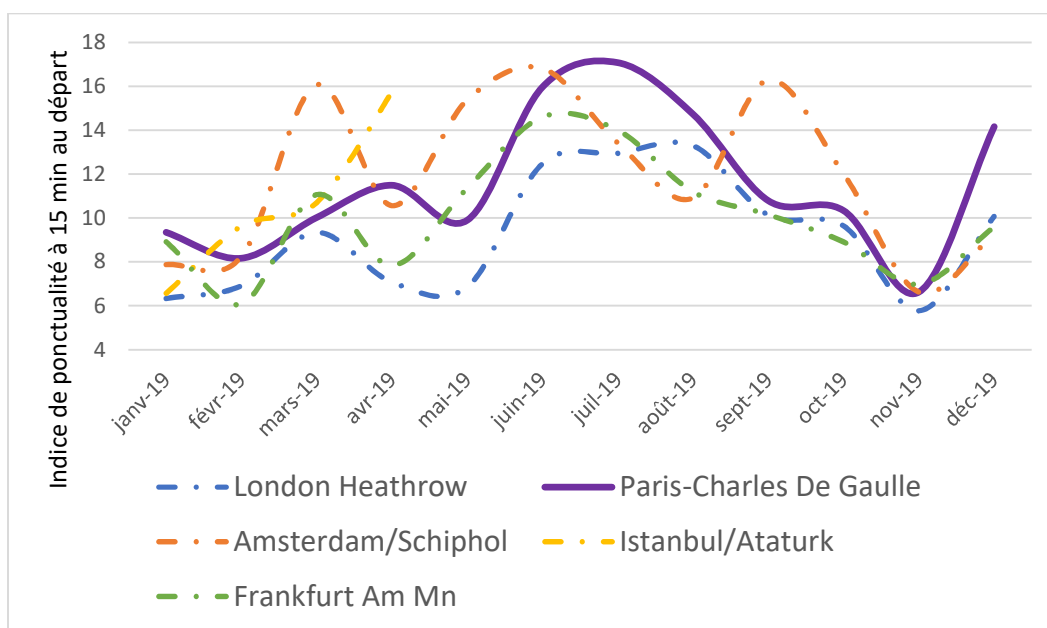


Figure 14 : Variation mensuelle de l'indice de ponctualité à 15 minutes au départ des hubs majeurs en 2019

Indice de ponctualité = taux de retard * retard moyen

Bien qu'il n'y ait pas d'aéroport français dans la catégorie des hubs secondaires, nous pouvons remarquer les tendances générales, avec un pic des indices pendant les mois de juillet et d'août et des indices meilleurs en février, mars, avril et novembre (Figure 15).

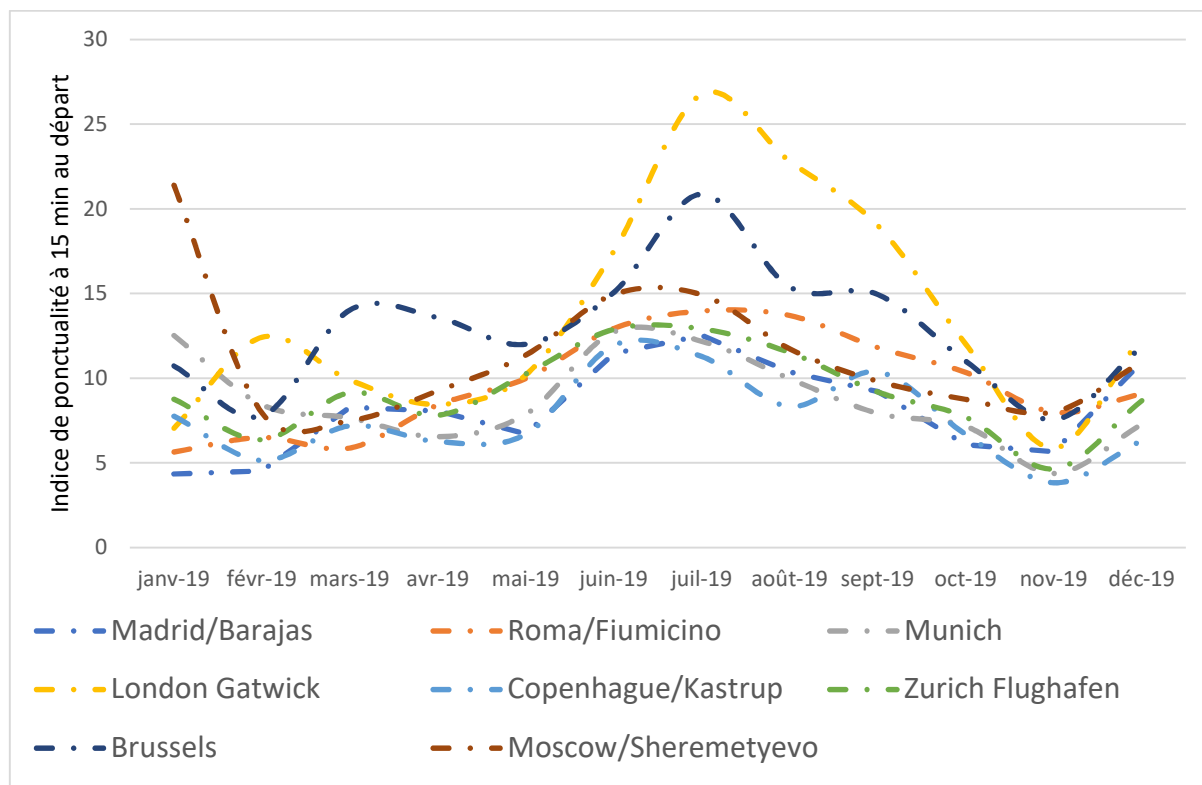


Figure 15 : Variation mensuelle des indices de ponctualité à 15 minutes au départ des hubs secondaires

L'aéroport Paris-Orly a seulement connu un pic estival pendant le mois de juillet et en décembre, et son indice reste en moyenne inférieur à celui des hubs de Lisbonne et de Barcelone en 2019 (Figure 16).

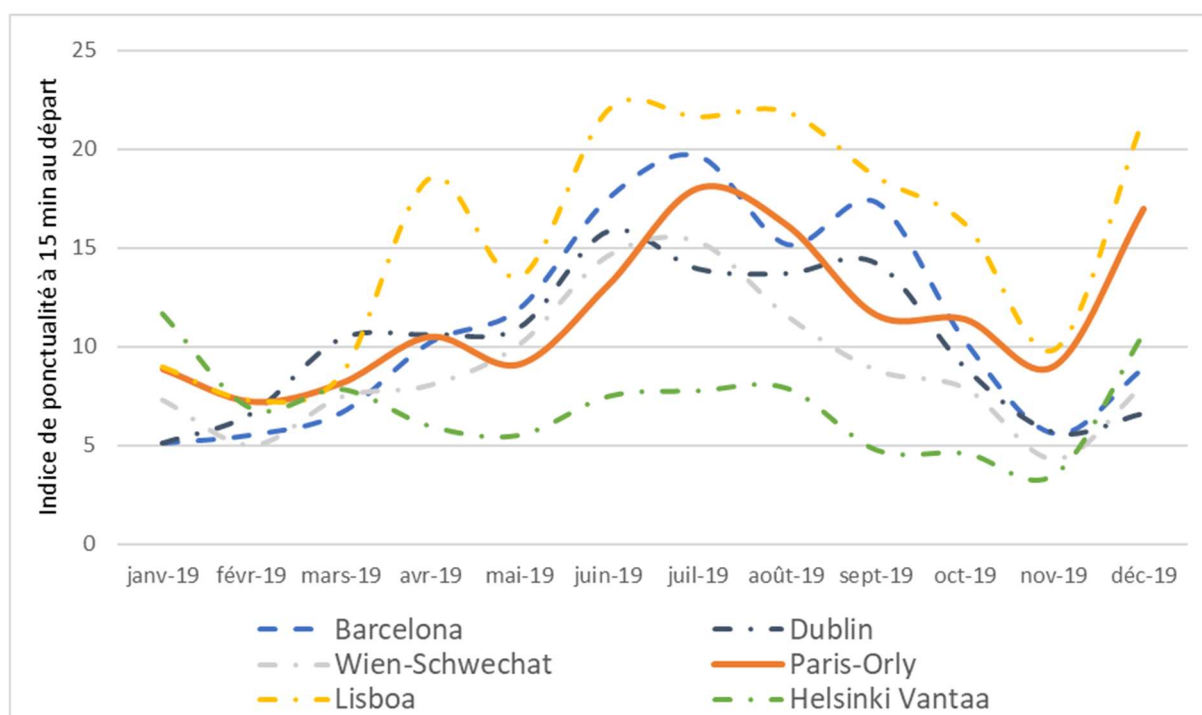


Figure 16 : Variation mensuelle des indices de ponctualité à 15 minutes au départ des hubs spécialisés en 2019

Les variations mensuelles des hubs français peuvent suivre la hausse de fréquentation estivale en ce qui concerne le pic d'été, et la hausse du mois de décembre peut être dû à des conditions météorologiques dégradées. Les variations sont similaires en moyenne avec les autres hubs européens.

1.9. Visualisation cartographique des indices de ponctualité à 15 minutes au départ des aéroports en 2019

La classification utilisée pour les indices et le nombre de passagers annuels en 2019 est la méthode d'optimisation de Jenks, qui minimise la variance au sein des classes et maximise la variance entre les classes.

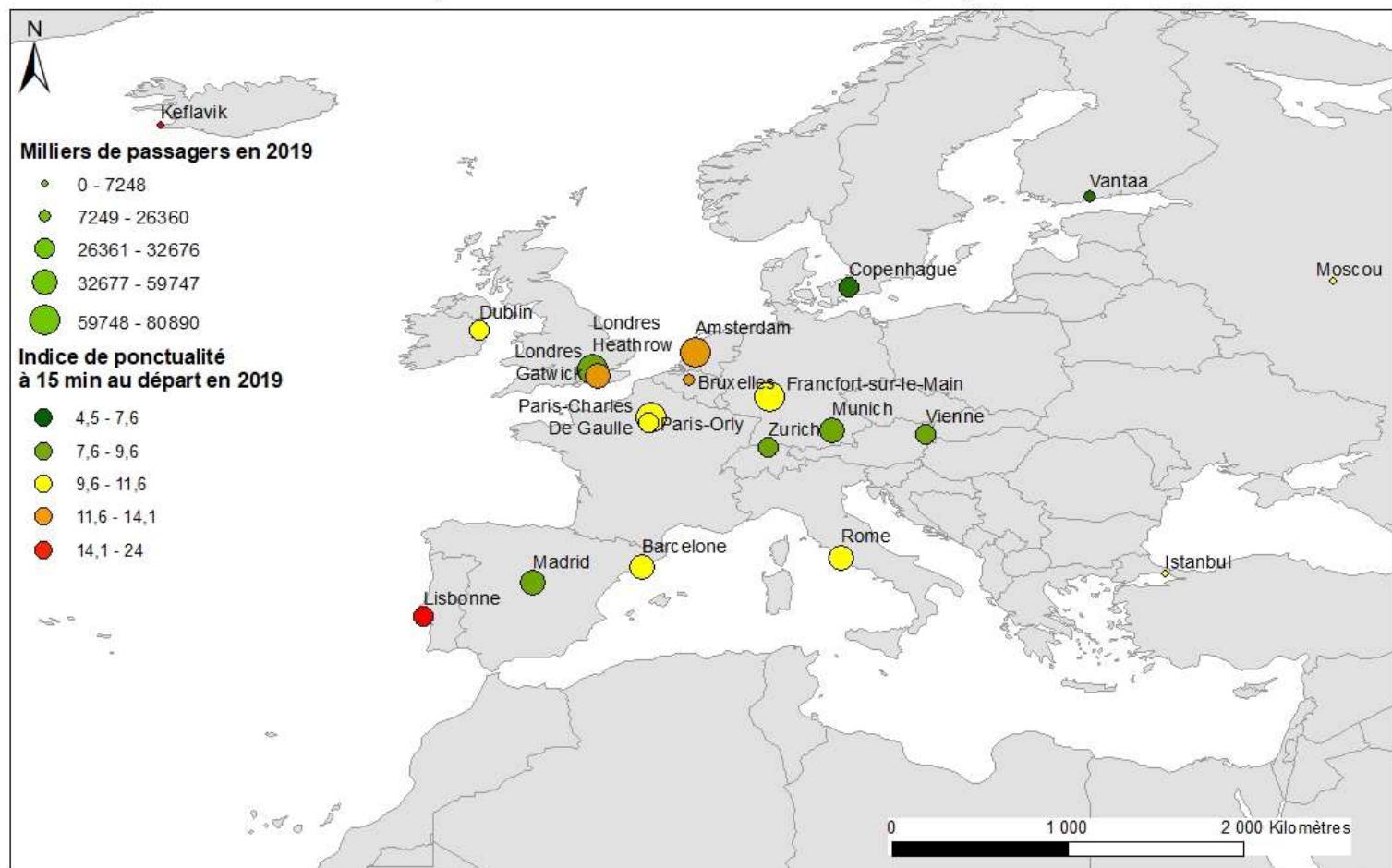
Les hubs français sont dans les indices de la classe médiane, en jaune sur la carte (Figure 17 : Ponctualité à 15 minutes au départ des hubs en 2019). Ils ne sont pas les plus mal classés mais ne sont pas dans les bons aéroports non plus.

Dans la catégorie des grands aéroports, hors hubs, les aéroports méditerranéens de Nice et Marseille sont dans le bas du classement, ainsi que Lyon. Au contraire des aéroports de Nantes, Bordeaux et Toulouse qui sont meilleurs que la moyenne (Figure 18).

Dans la catégorie des aéroports régionaux les aéroports français sont tous mal classés à part l'aéroport de Lille, et se retrouvent avec des indices supérieurs à la moyenne qui est de 9.81 (Figure 19). L'aéroport de Lille-Lesquin, avec un indice de 9.12 reste quand même proche de la moyenne et ne se classe pas parmi les meilleurs.

La Figure 20 montre que les aéroports français de proximité sont plutôt efficaces, ils ont, pour les 2 aéroports étudiés, des indices dans les 2 premières classes. L'aéroport de Pau semble être le seul aéroport français de la sélection à avoir un indice inférieur ou égal à 7.6.

Représentation des hubs en 2019
en fonction du nombre de passagers et de l'indice de ponctualité à 15 min au départ
(indice = taux de retard x retard moyen)

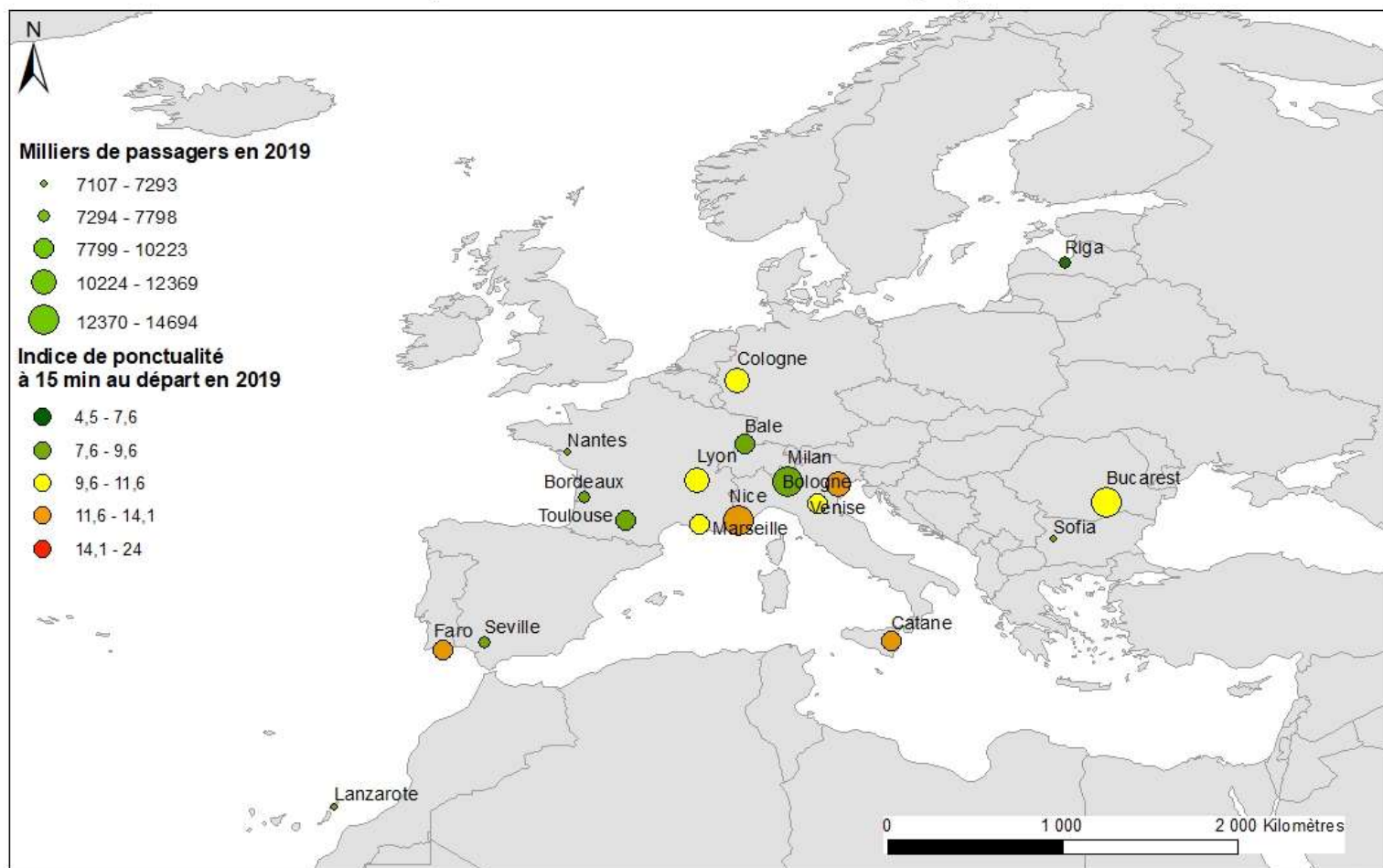


Sources : Eurocontrol ; Fond : Natural Earth

Système de coordonnées: GCS WGS 1984
Auteur: C. Chapuis

Figure 17 : Ponctualité à 15 minutes au départ des hubs en 2019

Représentation de certains grands aéroports hors hubs en 2019
 en fonction du nombre de passagers et de l'indice de ponctualité à 15 min au départ
 (indice = taux de retard x retard moyen)

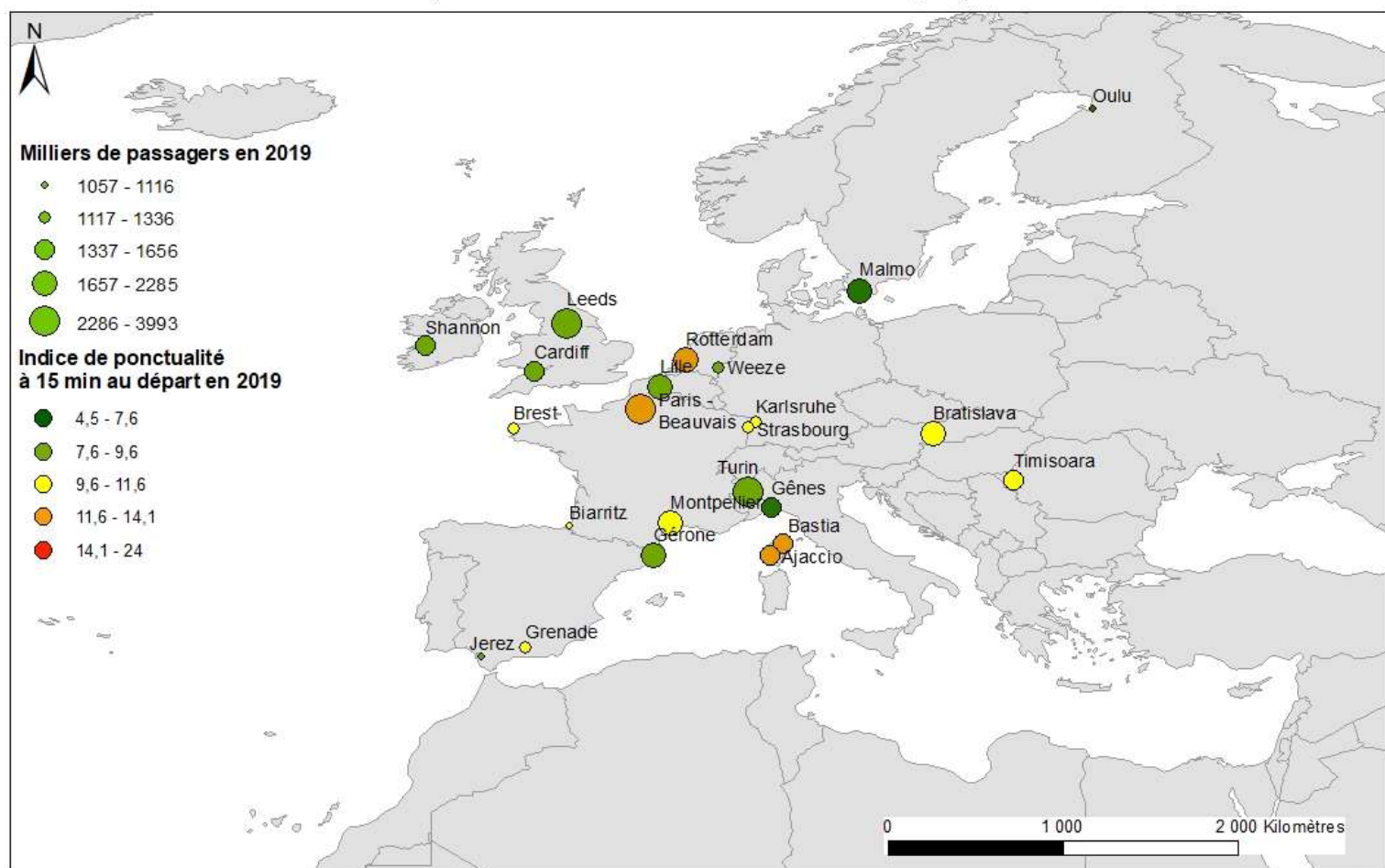


Sources : Eurocontrol ; Fond : Natural Earth

Système de coordonnées: GCS WGS 1984
 Auteur: C. Chapuis

Figure 18 : Ponctualité à 15 minutes au départ de certains grands aéroports hors hubs en 2019

Représentation de certains aéroports régionaux en 2019
en fonction du nombre de passagers et de l'indice de ponctualité à 15 min au départ
(indice = taux de retard x retard moyen)

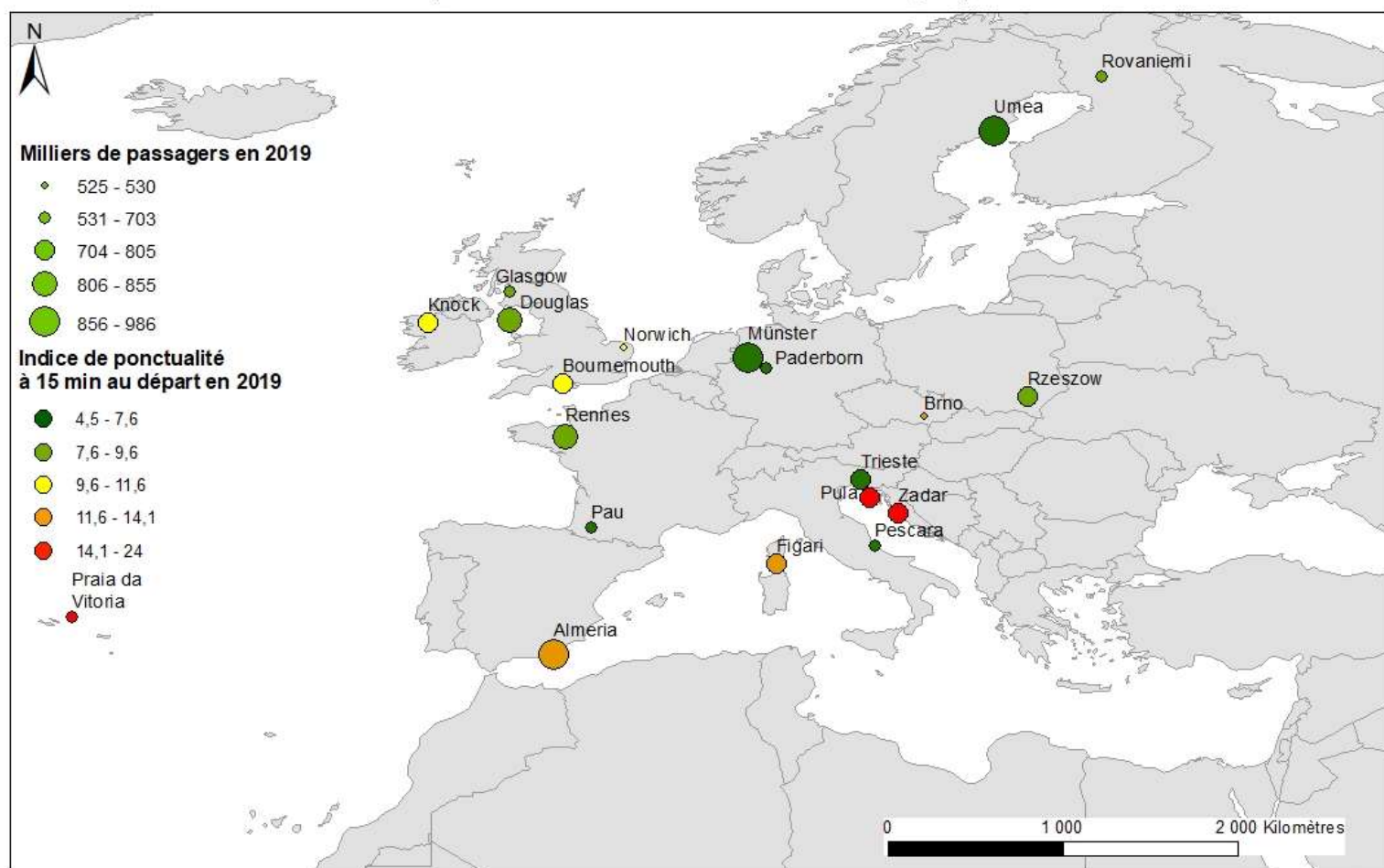


Sources : Eurocontrol ; Fond : Natural Earth

Système de coordonnées: GCS WGS 1984
Auteur: C. Chapuis

Figure 19 : Ponctualité à 15 minutes au départ de certains aéroports régionaux en 2019

Représentation de certains aéroports de proximité en 2019
en fonction du nombre de passagers et de l'indice de ponctualité à 15 min au départ
(indice = taux de retard x retard moyen)



Sources : Eurocontrol ; Fond : Natural Earth

Système de coordonnées: GCS WGS 1984
Auteur: C. Chapuis

Figure 20 : Ponctualité à 15 minutes au départ de certains aéroports de proximité en 2019

1.10. Facteurs potentiels influençant la ponctualité des aéroports

Nous faisons l'hypothèse que l'indice de ponctualité est lié à l'indice d'occupation de l'aérogare des aéroports (indice défini dans la partie L'indice d'occupation des aérogares), c'est-à-dire que plus le nombre de passagers est important par rapport à la capacité d'accueil de l'aérogare plus l'indice de ponctualité de l'aéroport sera élevé.

Avec un indice de Pearson égal à 0,30 et donc le coefficient de détermination égal à 0,09 (Figure 21), il apparaît que l'indice de ponctualité n'a pas de lien direct avec l'indice d'occupation des aérogares en 2019. Il n'est pas à exclure que les variations mensuelles aient potentiellement un lien, en effet l'indice étudié ici est annuel, mais nous avons vu que les indices variaient au cours de l'année (Figure 14, Figure 15 et Figure 16). Ces variations mensuelles et même journalières pourraient être plus en lien avec l'indice d'occupation des aérogares.

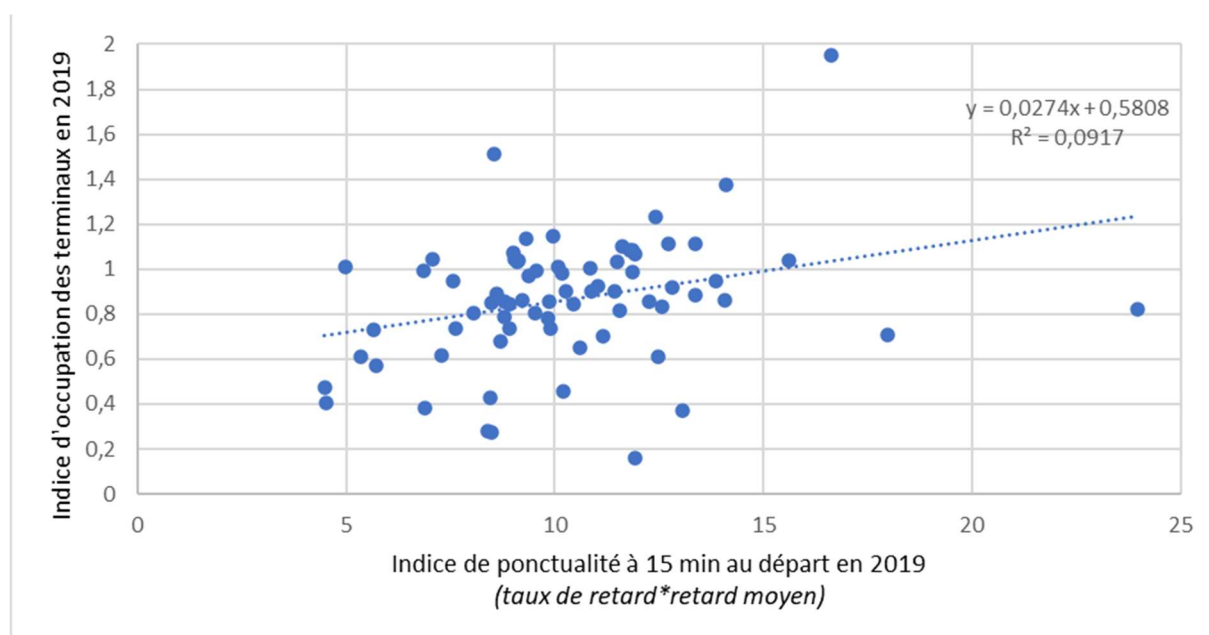


Figure 21 : Régression linéaire entre l'indice annuel de ponctualité à 15 minutes au départ et l'indice annuel d'occupation de l'aérogare en 2019

Nous avons aussi émis l'hypothèse que l'indice de ponctualité à 15 minutes pouvait être lié au nombre de mouvements d'avions effectués par piste. Néanmoins les données d'Eurocontrol ne contenant pas ces données et la reconstitution d'une base entière à sources multiples étant chronophage, l'étude a été menée uniquement sur la catégorie des hubs.

En utilisant l'outil d'analyse d'Excel, Figure 22, (« Analysis Toolpack ») le test de Pearson renvoie un indice égal à 0.18 et un coefficient de détermination égal à 0.03. Il apparaît ici que le nombre de mouvements annuels par piste n'a pas de lien direct avec l'indice de ponctualité à 15 minutes en 2019.

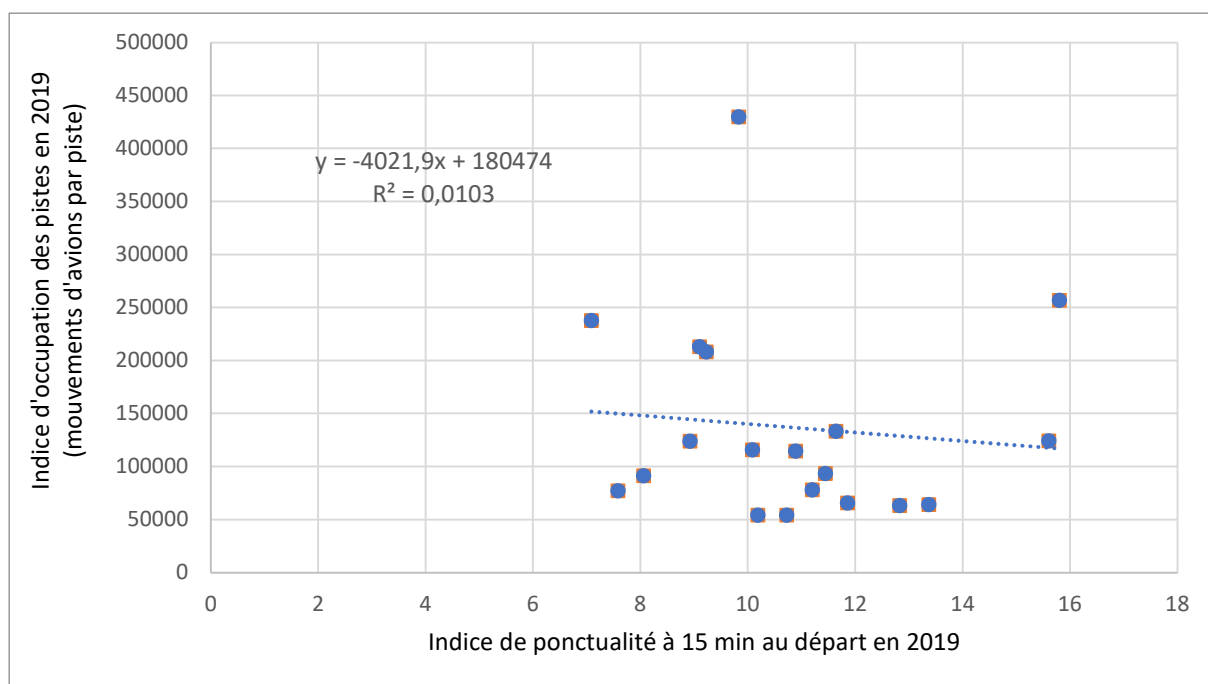


Figure 22 : Régression linéaire testant l'hypothèse que le nombre de mouvements d'avions par piste serait lié à la ponctualité à 15 minutes au départ des aéroports en 2019

Remarque : Le test de Pearson a été réalisé dans des conditions limites, il faudrait en théorie un minimum de 50 points alors que l'on a en pratique seulement 19 points. Ce test pourrait être consolidé par l'ajout des grands aéroports régionaux dans la régression.

Nous pouvons faire l'hypothèse que le lien, s'il existe, n'est visible que sur de plus petites échelles de temps, cela serait à vérifier en construisant une régression linéaire entre le nombre de mouvements par heure et la capacité horaire des pistes.

2. Ponctualité des compagnies aériennes à l'arrivée

2.1. Méthode de classification des compagnies aériennes selon deux critères

Les compagnies aériennes peuvent être séparées en 2 classes : les compagnies dites « low cost » ou à bas prix et les autres.

- Les compagnies à bas prix
- Les autres compagnies

Vu le nombre de compagnies, au sein même des deux classes précédentes, les compagnies ont ensuite été regroupées selon le nombre de vols réalisés en 2019. Ce « double » classement donne la typologie suivante :

- Les compagnies à bas prix
 - Moins de 10 000 vols annuels
 - Entre 10 000 et 100 000 vols annuels
 - Plus de 100 000 vols annuels

- Les autres compagnies

Moins de 1 000 vols annuels

Entre 1 000 et 10 000 vols annuels

Entre 10 000 et 100 000 vols annuels

Entre 100 000 vols et 300 000 vols annuels

Plus de 300 000 vols annuels

Le choix de la base de données sur les taux de retard des compagnies aériennes a été un enjeu du stage. Un benchmark a été effectué et il est apparu qu'aucune base gratuite et complète des taux annuels de retard à 15 minutes des compagnies aériennes n'était disponible. Pour constituer la base utilisée des taux annuels de retard par compagnie en 2019, un traitement a été effectué à partir des données mensuelles publiées par OAG au format PDF pour l'année 2019. Cette méthode a permis d'obtenir une base gratuite, très complète en termes de part des compagnies internationales prises en compte. L'inconvénient principal de la méthode retenue était la nécessité d'effectuer un long travail de transcription manuelle des données issues des fichiers PDF. Cela a représenté 10 jours-homme de travail au cours de ce stage. Néanmoins, vue la richesse de la base de données obtenue, cette méthode a été jugée pertinente.

OAG possède, sur l'année 2019, les données de 409 compagnies aériennes basées dans 138 pays. Parmi ces compagnies, 242 sont basées dans des pays appartenant soit à l'Europe des 27, soit à l'OCDE soit aux BRICS. Nous ne considérerons dans les deux prochains tableaux que les 242 compagnies affiliées aux 46 pays d'Europe ou des BRICS ou de l'OCDE.

2.2. Méthode de sélection des compagnies par classe

Parmi toutes les compagnies aériennes sur lesquelles la compagnie OAG possède des données, seules les compagnies des pays faisant partie de l'Europe des Vingt-Sept, de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économique) ou des BRICS (Brésil, Russie, Inde, Chine et Afrique du Sud) ont été retenues. Ensuite la typologie énoncée en partie 2.1. a été réalisée et lorsque l'effectif d'une classe dépassait 25 compagnies, nous avons conservé la totalité des compagnies françaises de cette classe (pour pouvoir les comparer) puis sélectionné une compagnie sur 2 ou sur 3 pour ne conserver qu'une vingtaine de compagnies *in fine*. Pour être exact, avec le tableau croisé dynamique les compagnies aériennes ont été classées par ordre alphabétique dans leurs pays et ces pays eux-mêmes ont été classés par ordre alphabétique. Ensuite une compagnie sur deux a été sélectionnée pour l'étude (et lorsque cette méthode donnait plus de 25 compagnies aériennes une compagnie sur trois a été retenue).

Tableau 2 : Répartition des compagnies aériennes dans les différentes catégories de compagnies low-cost

Nombre de vols annuels en 2019	Moins de 10 000	Entre 10 000 Et 100 000	Plus de 100 000
Nombre de compagnies aériennes	13	47	24
<i>dont françaises</i>	2	2	0
Nombre de compagnies sélectionnées	13	25	24

Tableau 3 : Répartition des compagnies aérienne dans les différentes catégories de compagnies non low-cost

Nombre de vols annuels en 2019	Moins de 1 000	Entre 1 000 Et 10 000	Entre 10 000 Et 100 000	Entre 100 000 Et 300 000	Plus de 300 000
Nombre de compagnies aériennes	24	41	54	24	15
dont françaises	2	5	1	0	1
Nombre de compagnies sélectionnées	24	23	19	24	15

Les Tableau 2 et Tableau 3 montrent que l'ensemble des compagnies aériennes françaises ont pu être comparées à d'autre compagnies de même catégorie, tant en terme de nombre de vols effectués que de service offert (service low-cost ou non).

2.3. Calcul du taux de vols en retard à l'arrivée pour les compagnies pour l'année 2019

Avec le nombre de vols par compagnies, en retirant les vols arrivés à l'heure et les vols annulés par compagnie, on retrouve le nombre de vols par compagnie arrivés avec un retard de plus de 15 minutes, duquel on déduit le taux de vols arrivés en retard à 15 minutes par compagnie. Ces calculs sont effectués pour chaque mois et le taux annuel de vols en retard à 15 minutes à l'arrivée par compagnie est ensuite calculé en divisant le total annuel de vols en retard à 15 minutes à l'arrivée par le nombre total annuel de vols hors annulation pour chaque compagnie.

2.4. Taux de retard à 15 minutes à l'arrivée des compagnies aériennes low-cost en 2019

2.4.1. Compagnies aériennes low-cost ayant fait moins de 10 000 vols en 2019

Les deux compagnies françaises de cette catégorie se retrouvent avec les plus forts taux de retard pour l'année 2019 (Figure 23).

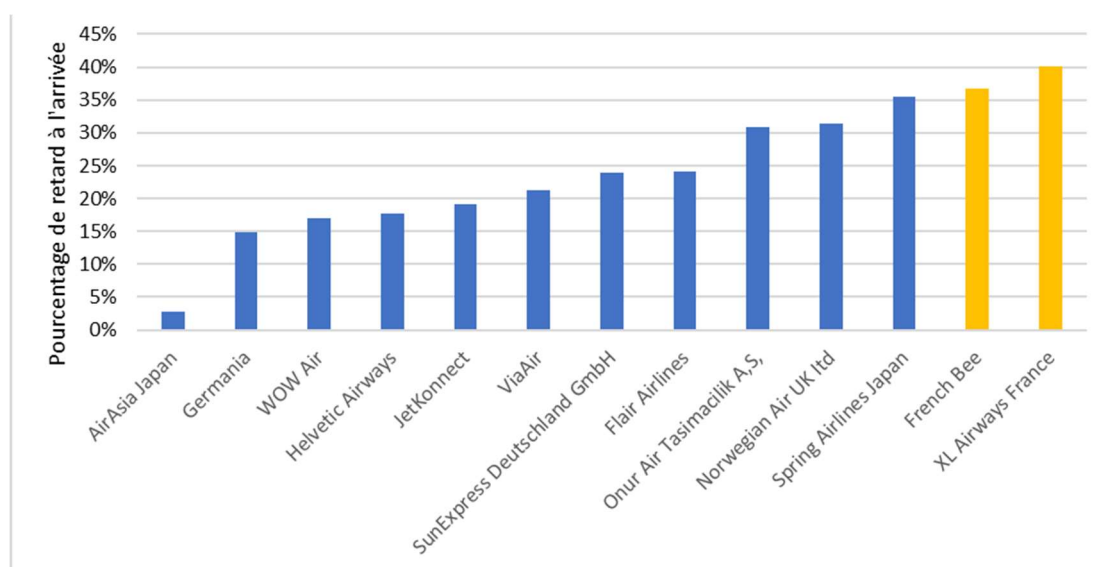


Figure 23 : Pourcentage de retards de plus de 15 minutes à l'arrivée des compagnies low-cost réalisant moins de 10 000 vols en 2019

2.4.2. Compagnies aériennes low-cost ayant fait moins entre 10 000 et 100 000 vols en 2019

Dans cette catégorie les deux compagnies françaises sont inférieures à la médiane en 2019 et HOP ! est même dans le premier quartile avec seulement 12% de vols en retard en 2019 (Figure 24).

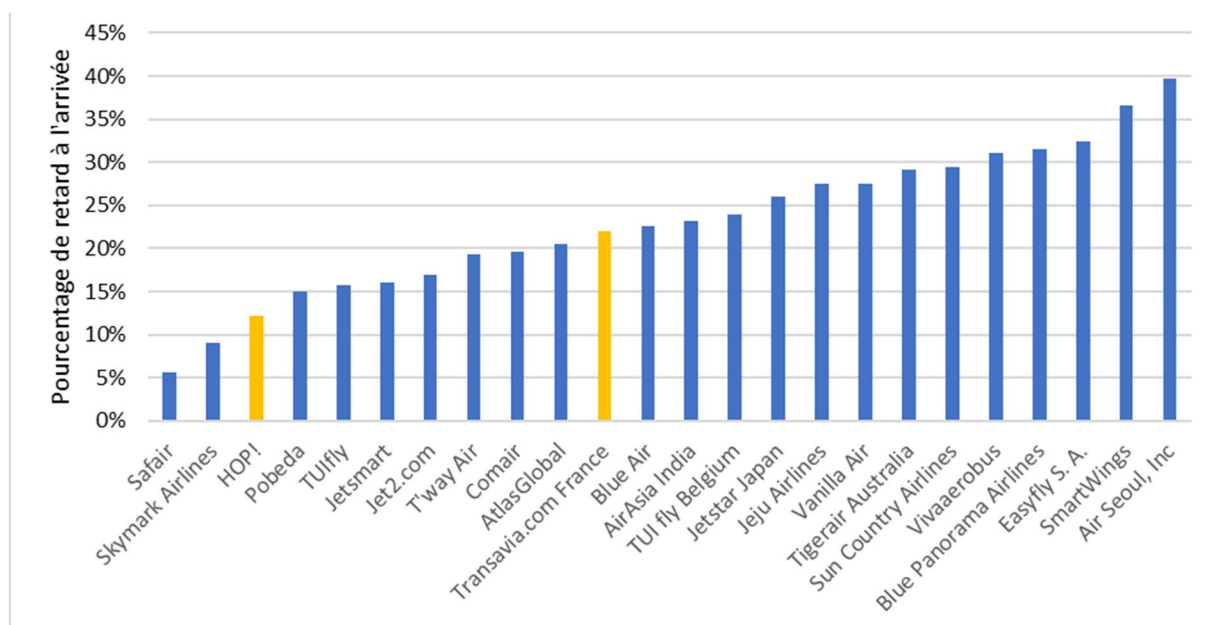


Figure 24 : Pourcentages de retard à 15 minutes à l'arrivée de certaines compagnies low-cost réalisant entre 10 000 et 100 000 vols en 2019

2.4.3. Compagnies aériennes low-cost ayant fait plus de 100 000 vols en 2019

La Figure 25 montre une étendue relativement plus petite pour cette catégorie de compagnies low-cost, avec un pourcentage de retard allant de 15% à 36% contre 6% à 40% pour la catégorie précédente.

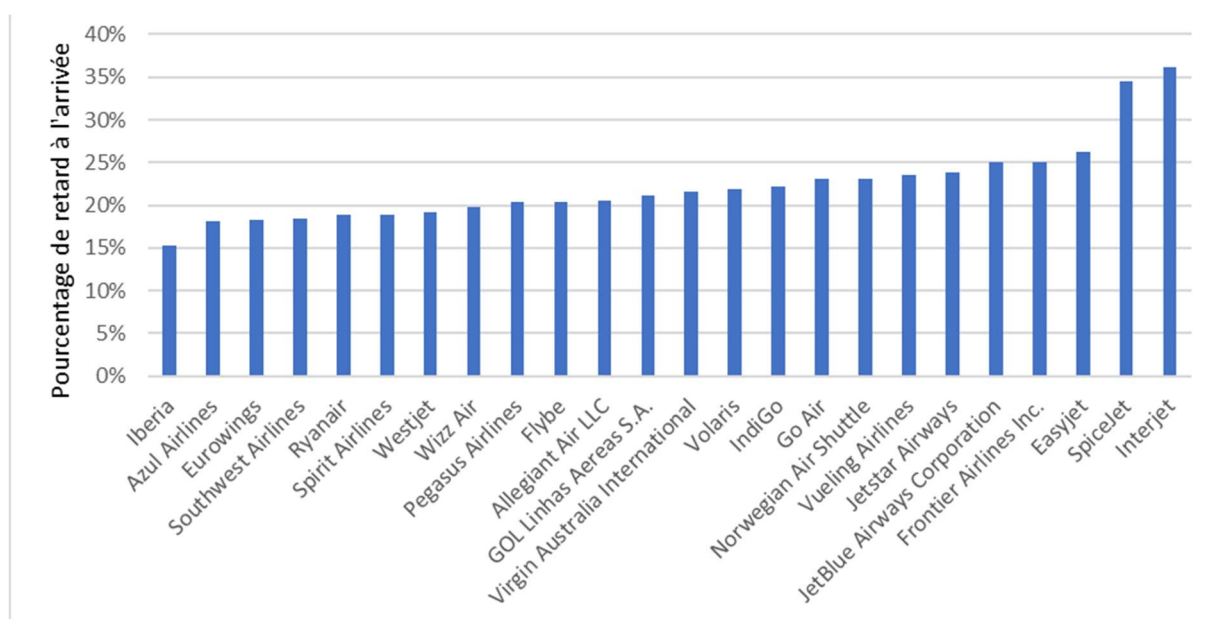


Figure 25 : Pourcentages de retard à 15 minutes à l'arrivée des compagnies low-cost réalisant plus de 100 000 vols en 2019

2.5. Taux de retard à 15 minutes à l'arrivée des autres compagnies aériennes en 2019

2.5.1. Compagnies aériennes non low-cost ayant réalisé moins de 1 000 vols en 2019

Les compagnies françaises de cette catégorie sont dans le second quartile et le dernier quartile des pourcentages de retards en 2019 (Figure 26).

L'effet relatif d'une perturbation peut être très grande dans cette catégorie de compagnie, du fait du faible volume de vols, c'est pourquoi certaines compagnies peuvent atteindre 100% de vols en retard et d'autres 0% de vols en retard.

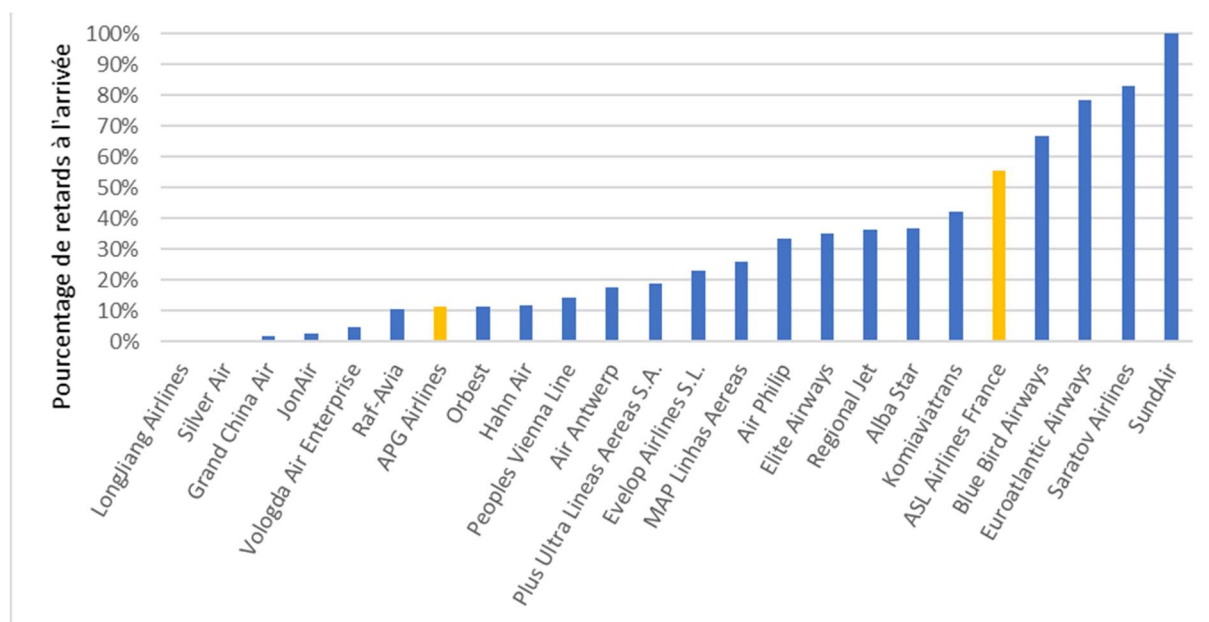


Figure 26 : Pourcentage de retard à 15 minutes à l'arrivée des compagnies non low-cost ayant réalisés moins de 1 000 vols en 2019

2.5.2. Compagnies aériennes non low-cost ayant réalisé entre 1 000 et 10 000 vols en 2019

Pour cette catégorie il y a également une forte disparité des taux de retards français, entre Corsair et Aigle Azur en fin de série avec respectivement 37% et 39% de vols en retard de plus de 15 minutes, et Chalcir qui n'a que 13% de vols en retard en 2019 (Figure 27).

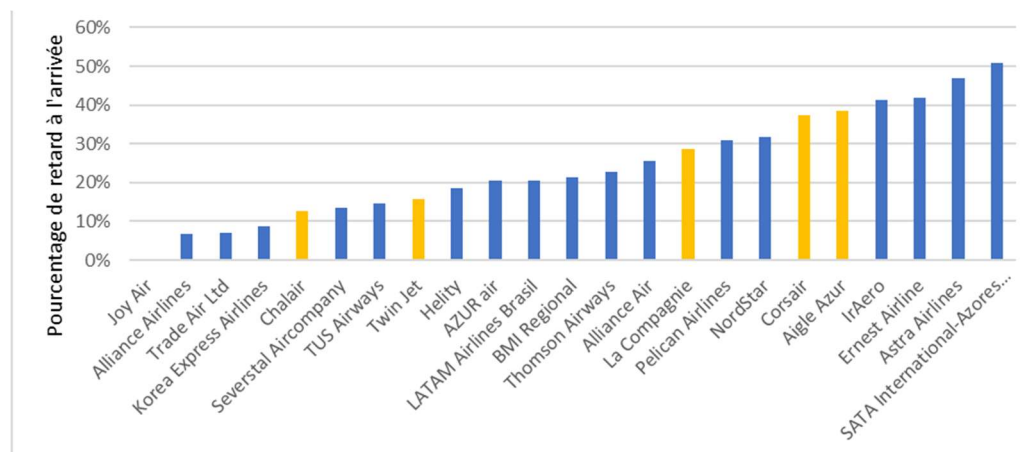


Figure 27 : Pourcentage de retard à 15 minutes à l'arrivée de certaines compagnies non low-cost ayant réalisé entre 1 000 et 10 000 vols en 2019

2.5.3. Compagnies aériennes non low-cost ayant réalisé entre 10 000 et 100 000 vols en 2019

Air Corsica, avec un retard de 20% est inférieure à la médiane de la série, qui est de 24% pour cette catégorie en 2019 (Figure 28 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

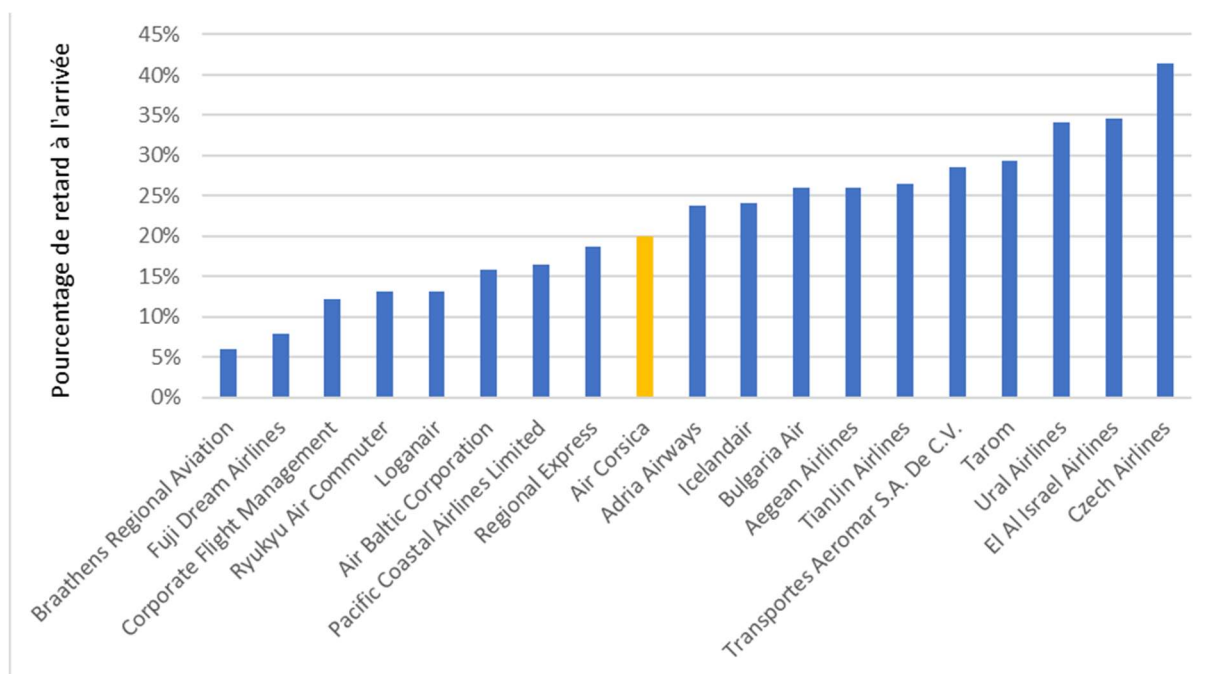


Figure 28 : Pourcentage de retard à 15 minutes à l'arrivée de certaines compagnies non low-cost ayant réalisé entre 10 000 et 100 000 vols en 2019

2.5.4. Compagnies aériennes non low-cost ayant réalisé plus de 300 000 vols en 2019

La compagnie Air France a un taux de retard de 19%, juste en dessous de la valeur médiane de 2019, elle se place dans le second quartile de la série (Figure 29).

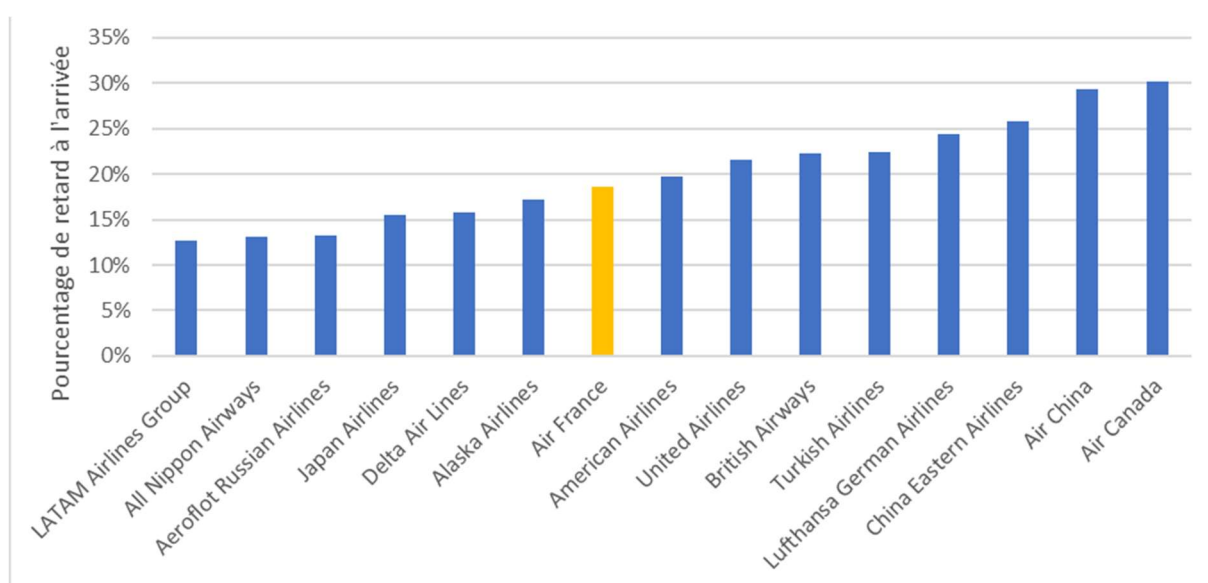


Figure 29 : Pourcentage de retard à 15 minutes à l'arrivée des compagnies non low-cost ayant réalisé plus de 300 000 vols en 2019

2.6. Taux de retard à 15 minutes à l'arrivée des compagnies agrégées par pays

Après avoir agrégé les compagnies par pays nous définissons de nouvelles catégories, en fonction du nombre de compagnies aériennes par pays, afin de ne pas comparer une moyenne entre 2 compagnies avec une moyenne entre 6 compagnies par exemple.

2.6.1. Regroupées par nombre de compagnies par pays

Nous ne regarderons que les pays comparables à la France, ceux ayant au moins 6 compagnies.

La France, avec 19% de retards en 2019, se place dans le premier tiers, parmi les pays ayant plus de 6 compagnies aériennes, au niveau du taux de retards des vols à l'arrivée en 2019 (Figure 30).

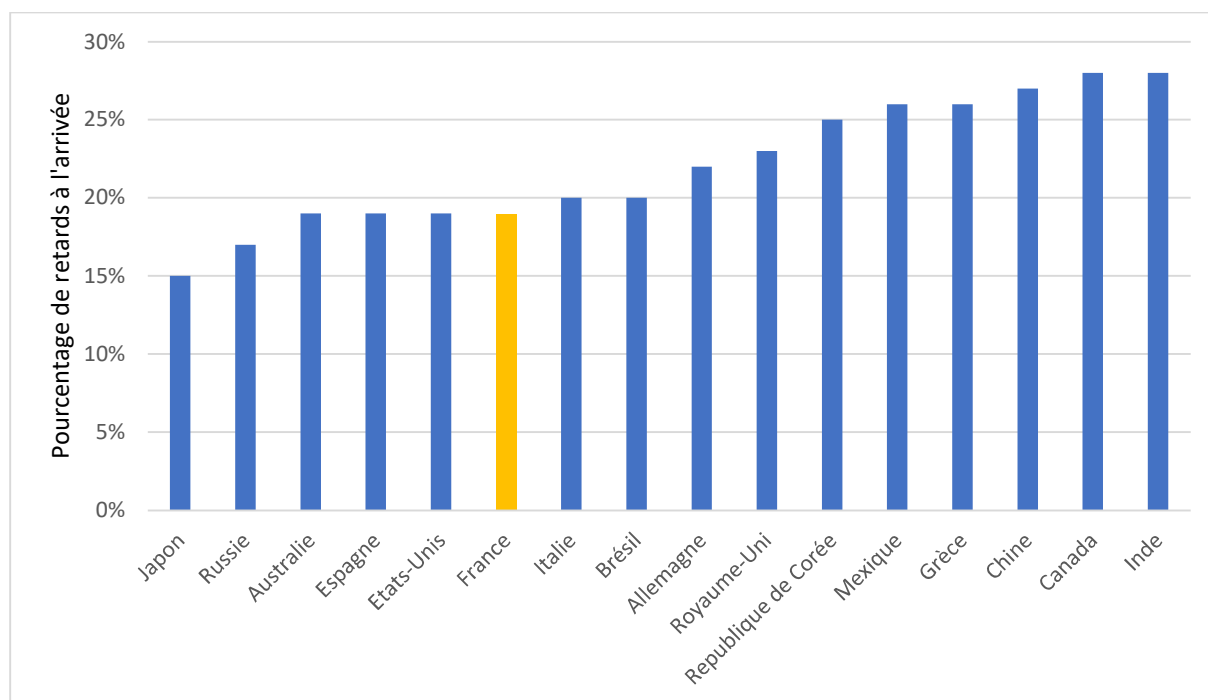


Figure 30 : Pourcentage de retard à 15 minutes à l'arrivée des compagnies agrégées par pays en 2019 (plus de 6 compagnies par pays)

2.6.2. Pour les pays européens

En comparant la France avec les autres pays européens, on constate que le taux moyen de retard est dans le premier quartile de la série en 2019 (Figure 31).

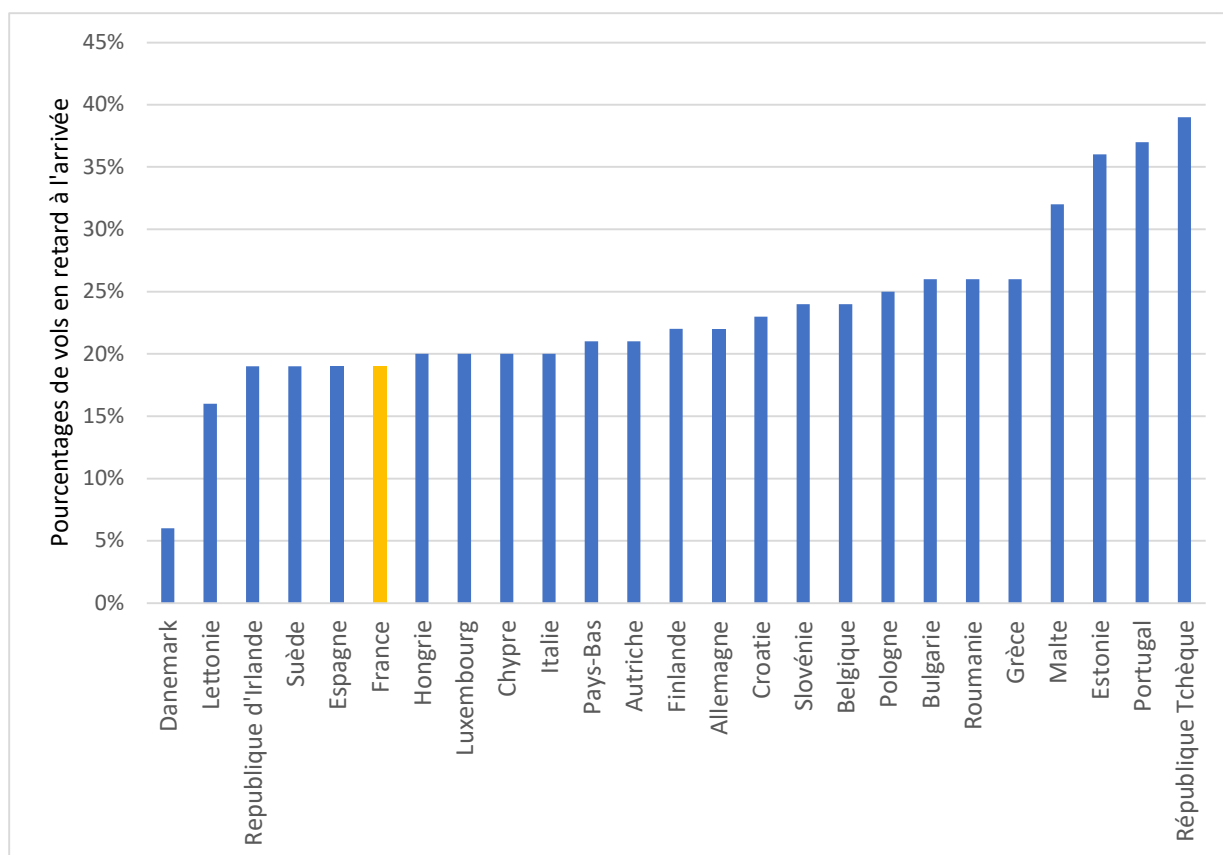


Figure 31 : Pourcentage de retard à 15 minutes à l'arrivée des compagnies agrégées par pays européens en 2019

2.6.3. Pour les pays ayant un IDH élevé, supérieur à 0.80

En considérant, Figure 32, les pays ayant un indice de développement humain supérieur à 0.80, la France se retrouve en dessous de la valeur médiane qui est de 19.5% de vols en retard. Avec ses 19% de vols en retard en 2019 la France se retrouve à égalité avec l'Australie, l'Espagne et les Etats-Unis, légèrement devant l'Italie qui a 20% de retards en 2019.

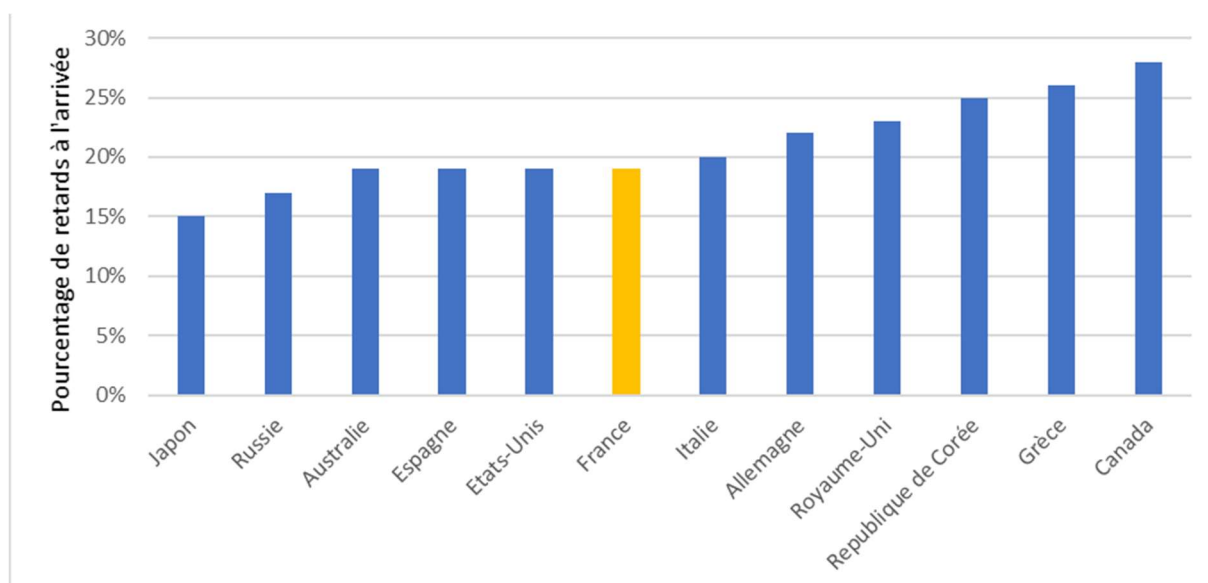


Figure 32 : Pourcentage de retard à 15 minutes à l'arrivée des compagnies agrégées par pays en 2019 pour les pays ayant un IDH supérieur à 0.80

III – Ponctualité maritime

1. Compagnies au départ ou vers la France de ferries identifiées (au 15 mai 2020)

- Algérie-ferries
- *Anek Superfast*
- Balearia
- Brittany Ferries
- CondorFerries
- Corsica Ferries/Sardinia Ferries
- Corsica Linea
- CTN Ferries
- DFDS Seaways
- Grandi Navi Veloci
- *Grimaldi Lines*
- Irish ferries
- La Méridionale
- Manche Iles Express
- *Naviera Armas*
- Mobi Lines
- P&O Ferries
- Stena Line
- *Tirrenia*
- *Trasmediterranea*

2. Compagnies étrangères

Australie :

- Sydney Ferries considère une variation de plus de 5 minutes par rapport à l'horaire théorique comme un retard, donne le nombre d'annulations, de services réguliers, un taux de fiabilité mensuel par aire de service, le nombre de services en retards, le taux mensuel de services qui ont été à l'heure par aire de service.
Les années sont étudiées de juillet d'une année jusqu'en juin de l'année suivante.

Canada :

- British Columbia Ferries (BC Ferries)
Depuis mai 2013, BC Ferries publie un rapport mensuel contenant par voie et par terminal, le nombre de véhicules transportés et le nombre de passagers transportés, pendant le mois choisi et pendant le même mois de l'année précédente, ainsi que ces mêmes nombres sur la période de l'année déjà écoulée (l'année sélectionnée et l'année précédente), entre janvier et le mois étudié. C'est-à-dire que pour les mois de décembre le rapport contient les données du mois ainsi que les valeurs annuelles.
Cependant ils donnent seulement des valeurs annuelles sur la ponctualité, le pourcentage d'arrivée à l'heure, avec moins de 10 minutes de différence par rapport à l'horaire prévu, ainsi que les différentes causes de ces retards (sous la forme de pourcentages de chaque cause de retard dans la part des retards).

USA :

- Washington State Ferries (Washington State Department of Transportation) donne un rapport mensuel sous forme de pdf, depuis janvier 2017 avec le nombre de bateaux par ligne, et leur pourcentage de retard, ainsi que la cause du retard

<https://www.wsdot.wa.gov/ferries/accountability/>

Pour 11 voies maritimes au départ et 2 à l'arrivée. Sont considérés à l'heure tous les ferrys ayant moins de 10 minutes de décalage par rapport à l'horaire annoncé.

MarineTraffic :

L'application MarineTraffic donne accès à des données et des graphiques sur la congestion des ports, notamment :

- Des graphiques de congestion des ports sur une base hebdomadaire sur une période de 90 jours ;
- Des données de congestion des ports sur une période de 1 an, avec l'outil « Data Exploration Tool », qui permet d'obtenir le temps d'attente hebdomadaire par port, par marché et par taille de vaisseaux, avec une capacité d'exportation de 3 000 lignes par mois.

L'accès aux données nécessite un abonnement de 55 € par mois (ou de 594 € pour un abonnement annuel). Il existe un essai gratuit de 7 jours auquel on peut accéder en entrant un numéro de carte bancaire.

IV - Conclusion

Lors de ce stage j'ai pu travailler sur la création de base de données, la recherche des données nécessaires à ces bases, et leur exploitation.

La base de données des aéroports, d'après des données venant majoritairement d'Eurocontrol pour la ponctualité, a permis de voir que les aéroports corses ont eu des indices de ponctualité à 15 minutes parmi les plus mauvais des aéroports étudiés en 2019. Elle a aussi permis de montrer que les aéroports français présentent, en 2019, une hétérogénéité de ponctualité à 15 minutes, certains aéroports ont de très bons indices de ponctualité tandis que d'autres, comme les deux hubs de Paris, Paris-Orly et Paris-Charles De Gaulle, ont des indices mal classés dans leurs catégories.

La base de données des compagnies aériennes, d'après des données venant majoritairement d'OAG, a permis de montrer que la France, en agrégeant les compagnies par pays, se retrouve parmi les meilleurs pays de l'Union Européenne en 2019 (sixième sur les vingt-cinq pays de la base de données). En 2019, la France se classe juste avant la valeur médiane, parmi les pays possédant un IDH élevé et un nombre de compagnies aériennes comparable (au moins 6 compagnies par pays). Les compagnies aériennes françaises se classent quant à elles, de manière tout aussi hétérogène que les aéroports français dans leurs catégories.

Le transport maritime français de voyageurs ne possède pas encore de base de données sur la ponctualité. En 2019, aucune base de données globale n'a été identifiée qui donnerait des valeurs sur la ponctualité maritime, que ce soit des ports ou des vaisseaux. Cependant certaines compagnies étrangères, notamment en Amérique du Nord, communiquent des valeurs de ponctualité à 5 minutes ou à 10 minutes (il n'existe à ce jour aucune norme de ponctualité comparable au 15 minutes du transport aérien). Il n'y aurait donc, *a priori*, pas de contre-avis à la mise en place d'une telle base de données en France et en Europe.

Bibliographie

Eurocontrol, s.d.,

[https://ext.eurocontrol.int/auth4u/login/login?TAM_OP=login&ERROR_CODE=0x00000000&ERROR_T
EXT=HPDBA0521I%20%20%20Successful%20completion&URL=%2F&HOSTNAME=ext.eurocontrol.int
&PROTOCOL=https](https://ext.eurocontrol.int/auth4u/login/login?TAM_OP=login&ERROR_CODE=0x00000000&ERROR_T
EXT=HPDBA0521I%20%20%20Successful%20completion&URL=%2F&HOSTNAME=ext.eurocontrol.int
&PROTOCOL=https), consulté le 07/07/2019.

Membres de l'OCDE, s.d., <https://www.oecd.org/about/members-and-partners/>, consulté le 24/06/2019.

OAG, s.d., <https://www.oag.com/monthly-on-time-performance-reports>, consulté le 29/06/2019

Site de l'Union des Aéroports Français et Francophones Associés, s.d., <https://www.aeroport.fr/>, consulté en juillet 2019.



POLYTECH[®]
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Cindy Chapuis

2019-2020

Ponctualité aérienne et maritime : comparaison et identification des bonnes pratiques en Europe

Résumé :

Nous avons réalisé des études de marchés sur les bases de données commerciales sur la ponctualité des aéroports au départ et des compagnies aériennes à l'arrivée. Les solutions commerciales disponibles sur le marché ne répondant pas aux attentes de l'AQST, des bases de données provenant de diverses sources ont été constituées avec des structures de données différentes. L'étude de ces bases de données a permis de comparer, pour l'année 2019, les aéroports français avec les aéroports d'autres pays et les compagnies aériennes françaises avec des compagnies étrangères. Une étude de marché a été réalisée sur la faisabilité d'une méthode équivalente pour le transport de voyageurs par voie maritime.

Mots Clés : ponctualité, aérien, maritime, transport public de voyageurs

AQST :

Tour Séquoia, Place Carpeaux
92055 Nanterre, France

Tuteur entreprise :
Alain Sauvart
Directeur de l'AQST

Superviseur entreprise :
Alexandre Barbusse
Ingénieur Trafic

Tuteur académique :
Hervé Baptiste

Annexes

Annexe 1 : Aéroports de la base de données d'Eurocontrol et les sources pour les données passagers

Ces sources étant multiples et souvent issues des sites internet des aéroports, les liens ont été copiés sans autre mise en forme.

104 pays représentés, sous la forme :

[Nom du pays] : [nombre d'aéroports dans la base de données d'Eurocontrol]

Sources donnant le nombre de passagers par an lorsque l'aéroport a été étudié

Afrique du Sud : 2

Albanie : 1

<https://caa.rks-gov.net/wp-content/uploads/2020/01/Statistik-2019-1.pdf>

Algérie : 2

Allemagne : 28

<https://www.adv.aero/service/downloadbibliothek/>

<https://www.allgaeu-airport.com/airport-memmingen-delivers-also-2018-new-record-numbers/>

<https://www.ndr.de/nachrichten/mecklenburg-vorpommern/Passagier-Zahlen-in-Rostock-Laage-halbiert,laage300.html>

<https://www.hamburg-airport.de/en/11641.php#>

Angola : 1

Arabie Saoudite : 3

Argentine : 1

Arménie : 1

Autriche : 6

Azerbaïdjan : 1

Barhain : 1

Barbade : 1

Belgique : 4

<https://www.brusselsairport.be/fr/notre-aeroport/faits-chiffres/chiffres-de-traffic-mensuels>

<https://www.brussels-charleroi-airport.com/en/key-figures>

Bosnie-Herzégovine : 1

Brésil : 3

Bulgarie : 3

Burkina Faso : 1

Cameroun : 1

Canada : 7

<https://halifaxstanfield.ca/2020/02/halifax-stanfield-proudly-serves-four-million-passengers-third-consecutive-year/>

<https://dailyhive.com/vancouver/vancouver-international-airport-2019-passenger-statistics>

https://www.admtl.com/sites/default/files/2019/ADM_Statsdet_2019_EN.pdf

<https://westernaviationnews.com/2019/02/28/toronto-pearson-international-shatters-passenger-record/>

Cap-Vert : 3

Chine : 3

Chypre : 3

Colombie : 1

Corée du Sud : 1

Côte d'Ivoire : 1

Croatie : 6

Cuba : 2

Danemark : 5

<https://www.bll.dk/en-en/statistikker>

<https://www.cph.dk/en/about-cph/investor/traffic-statistics/2020/1/cph-traffic-data-close-to-30.3-million-passengers-in-2019>

<https://www.aal.dk/about-aalborg-airport/about-us/passenger-numbers>

Egypte : 6

Emirats Arabes Unis : 2

Espagne : 31

<http://www.aena.es/csee/Satellite?pagename=Estadisticas/Home>

Estonie : 1

<https://www.tallinn-airport.ee/wordpress/wp-content/uploads/2020/01/TLL-traffic-2019-short.pdf>

Etats-Unis : 16

Ethiopie : 1

Finlande : 11

France : 42

<https://www.aeroport.fr/public/page/rapport-d-activite-de-l-uaf-fa-2019-279>

Gambie : 1

Géorgie : 1

Ghana : 1

Grèce : 21

<https://www.aia.gr/company-and-business/the-company/facts-and-figures>

Groenland : 1

Guinée : 1

Hongrie : 1

Inde : 2

Irak : 2

Iran : 1

Irlande : 4

<https://www.cso.ie/en/releasesandpublications/er/as/aviationstatisticsquarter4andyear2018/>

Islande : 1

<https://www.isavia.is/en/corporate/about-isavia/reports-and-statistics/passenger-statistics/passenger-statistics>

Israël : 2

Italie : 30

http://www.adr.it/fr/web/aeroporti-di-roma-en-/bsn-traffic-data?p_p=id=1_WAR_trafficdataportlet&p_p=lifecycle=0&p_p=state=normal&p_p=mode=view&p_p=col=id=column-2&p_p=col_pos=1&p_p=col_count=2&_1_WAR_trafficdataportlet_tabs1=FCO

<https://assaeroporti.com/dati-annuali/>

Jamaïque : 1

Japon : 2

Jordanie : 2

Kazakhstan : 2

Kenya : 2

Kosovo : 1

Koweït : 1

Lettonie : 1

https://www.riga-airport.com/uploads/2_RIX_Statistics%202020_Feb.pdf

Liban : 1

Lituanie : 2

<https://www.ltou.lt/uploads/documents/files/apie-oro-uostus/Aviacininkai/Statistika/PLQ%202019%20statistics.pdf>

<https://www.ltou.lt/en/aviation/airports-statistics/vno-2>

Luxembourg : 1

Lybie : 2

Macédoine : 2

Maldives : 1

Mali : 1

Malte : 1

Maroc : 8

Maurice : 1

Mauritanie : 1

Mexique : 2

Monténégro : 2

Moldavie (République de) : 1

Monténégro : 2

Nigéria : 2

Norvège : 20

https://avinor.no/en/corporate/airport/oslo/about-us/traffic_statistics/trafikkstatistikk

<https://www.ssb.no/en/statbank/table/08508/>

Oman : 1

Ouganda : 1

Ouzbékistan : 1

Pays-Bas : 6

<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/37478hvv/table?dl=27EF6>

Pérou : 1

Pologne : 8

<https://www.airport.gdansk.pl/airport/news/we-are-breaking-the-records-the-summary-of-2019-at-the-gdansk-airport-n1735.html>

<https://krakowairport.pl/blog/podsumowanie-2019/>

<https://www.katowice-airport.com/en/our-airport/statistics/annual-statistics>

<https://www.airport-poznan.com.pl/en/airport/air-traffic>

<https://www.rzeszowairport.pl/en/airport/traffic-statistics/passenger-traffic>

<http://www.airport.com.pl/en/business/statistics/charts/>

<https://www.lotnisko-chopina.pl/pl/aktualnosci-i-wydarzenia/0/894/szczegoly.html>

<https://www.routesonline.com/airports/7818/warsaw-chopin-airport/news/288919/warsaw-chopin-airport-a-summary-of-2019-year/>

<http://airport.wroclaw.pl/en/airport/about-the-airport/traffic-statistics/passengers/>

Portugal : 7

Qatar : 1

République Démocratique du Congo : 1

République Dominicaine : 3

République Tchèque : 3

Roumanie : 5

Royaume-Uni : 32

https://www.caa.co.uk/uploadedFiles/CAA/Content/Standard_Content/Data_and_analysis/Datasets/Airport_stats/Airport_data_2018_annual/Table_08_Air_Pax_by_Type_and_Nat_of_Op.pdf

Russie : 13

Sénégal : 1

Serbie : 1

Sierra Leone : 1

Singapour : 1

Slovaquie : 1

Slovénie : 2

Soudan : 1

Suède : 21

https://www.swedavia.se/globalassets/statistik/fpl_201912.pdf

<https://www.transportstyrelsen.se/sv/luftfart/Statistik/Flygplatsstatistik/>

Suisse : 3

Thaïlande : 2

Tunisie : 4

Turquie : 14

Ukraine : 8

Venezuela : 1

Vietnam : 1

Autres articles donnant le nombre de passagers, pour plusieurs pays :

Les 20 plus grands aéroports de 2018

<https://www.internationalairportreview.com/article/32311/top-20-largest-airports-world-passenger-number/>

Compagnie Fraport

<https://www.fraport.com/en/misc/suche.html?submit=&q=december+2019>

Aéroports européens

<https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>

Vinci Airports

https://www.vinci-airports.com/sites/default/files/va_traffic_2019_en.pdf

Annexe 2 : Sources des capacités des terminaux

https://ext.eurocontrol.int/airport_corner_public/

Eurocontrol a quelques capacités dans sa base, néanmoins la moitié des capacités viennent de sources différentes.

Allemagne :

Eurocontrol

EDDP : <https://www.mdf-ag.com/en/company/flughafen-leipzig-halle-gmbh/history>

EDDC : <https://www.mdf-ag.com/en/company/flughafen-dresden-gmbh/history>

EDLP : <https://www.routesonline.com/airports/6954/paderborn-lippstadt-airport/news/287816/50-years-at-paderborn-lippstadt-airport-part-iii-the-new-millennium-at-the-home-port/>

EDDH : <https://www.airport-technology.com/projects/hamburg-international-airport/>

EDDK : <https://airwaysmag.com/best-of-airways/kolnbonn-international-airport/>

Autriche : Eurocontrol

Belgique : Eurocontrol

Bulgarie : Eurocontrol

Croatie :

LDPL : <https://airport-pula.hr/en/about-us/our-growth/>

LDZD : <https://www.airport-technology.com/projects/zadar-international-airport/>

Danemark : Eurocontrol

Espagne : Eurocontrol

LEGE : <https://www.girona.cat/transparencia/docs/informes/GironaProject-Cranfield-Edinburgh.pdf>

LEAM : <http://www.aena.es/csee/ccurl/157/767/Almeria-Airport-2019-web.pdf>

LEZL : <https://www.airsideint.com/issue-article/seville-airport-on-the-up/>

GCLA : <http://www.therouteshop.com/profiles/la-palma-airport/#:~:text=Other%20major%20reasons%20to%20serve,of%203%20million%20annual%20passengers.>

GCRR : <http://www.aena.es/en/lanzarote-airport/history.html>

Estonie : Eurocontrol

Finlande : Eurocontrol

France : Eurocontrol

UAF FA pour les aéroports LFBP, LFST, LFRB, LFML, LFKB, LFBZ, LFOB, LFRN, LFQQ, LFBF, LFKF,

LFMT : <https://www.montpellier.aeroport.fr/actualites-aeroport-montpellier/actualite/news/extension-de-laerogare-prevue-en-2019/>

LFLL : <https://www.airport-lyon.com/terminals.php>

Hongrie : Eurocontrol

Irlande : Eurocontrol

Italie : Eurocontrol

LIPQ : <https://triesteairport.it/en/corporate/lazienda/aeroporto-fvg/history/>

LIRF : <https://www.airport-technology.com/projects/leonardodavinci/>

LIRQ : <http://www.florence-flr.airports-guides.com/#:~:text=Close%20to%20Campi%20Bisenzio%2C%20San,more%20than%20%E2%82%AC11%20million.>

Lettonie : Eurocontrol

Pays-Bas :

EHAM : <https://www.schiphol.nl/en/route-development/page/amsterdam-airport-schiphol-airport-facts/>

Pologne :

EPRZ : <https://www.rzeszowairport.pl/en/airport/airport/history>

Portugal : Eurocontrol

LPLA :

https://en.wikipedia.org/wiki/Lajes_Airport#:~:text=Its%20runway%20is%20the%20most,the%20last%20re%2Dqualification%20works.

LPFR : <https://www.airport-technology.com/projects/faro-airport/#:~:text=The%20passenger%20terminal%20can%20handle,area%20on%20the%20ground%20floor.>

République Tchèque :

LKTB : https://pernerscontacts.upce.cz/51_2018/Kontrikova.pdf

Royaume-Uni : Eurocontrol

EGPK : <https://www.glasgowprestwick.com/corporate/about-us/useful-information-2/#:~:text=Current%20terminal%20capacity%20of%202.5,more%20than%2010%20million%20passengers.>

EGSH : <https://www.bbc.com/news/uk-england-norfolk-49998324>

EGBB : <https://www.birminghamairport.co.uk/media/5538/birmingham-airport-master-plan-2018-webres.pdf>

Slovaquie :

Suède :

ESMS : <https://www.swedavia.com/malmo/about-the-airport/#gref>

ESKN : <https://www.skavsta.se/en/corporate/about-the-airport/>

Suisse : Eurocontrol

Annexe 3 : Sources du nombre de mouvements commerciaux des hubs en 2019

Allemagne :

EDDM : <https://www.munich-airport.com/traffic-figures-263342>

EDDF : <https://www.fraport.com/en/investors/traffic-figures.html>

Dans le tableur des données de la compagnie fraport, le nombre de mouvements de la colonne YTD donne le nombre de mouvements des aéroports sur l'année)

Autriche :

LOWW :

https://www.viennaairport.com/unternehmen/presse_news/presseaussendungen_news_2?news_beitrag_id=1578990620436

Belgique :

EBBR :

<https://media.brusselsairport.be/bruweb/default/0001/27/de0f627c58d6a9f1d8b6bb7cc55ab6464b4e9c89.pdf>

Danemark :

EKCH : <http://stat.trafikstyrelsen.dk/>

Espagne :

LEMD, LEBL : <http://www.aena.es/csee/Satellite?pagename=Estadisticas/Home>

Finlande :

EFHK : <https://www.finavia.fi/sites/default/files/documents/Landings%20by%20Airport%201998-2019-fi-fi.pdf>

France :

Site de l'UAF FA

Irlande :

EIDW : <https://www.iaa.ie/who-we-are/flight-statistics/monthly-review/>

Islande :

BIKF : <https://www.isavia.is/media/1/12-des-2019-tolur-fyrir-vefsiduna.pdf>

Italie :

LIRF : http://assaeroporti.com/statistiche_201912/

Pays-Bas :

EHAM : <https://www.annualreportschiphol.com/trafficreview2019/movements#monthly-and-annual-totals>

Portugal :

LPPT : <https://www.vinci-airports.com/en/airports/lisbon-airport>

Royaume-Uni :

EGLL : <https://www.heathrow.com/company/investor-centre/reports/traffic-statistics>

EGKK : <https://www.gatwickairport.com/business-community/about-gatwick/company-information/gatwick-key-facts/>

Russie :

UUEE : https://www.svo.aero/en/press_center/press_releases/sheremetyevo-airport-served-over-49.9-million-passengers-in-2019

Suisse :

LSZH : <https://www.zurich-airport.com/the-company/zurich-airport-ag/facts-and-figures>

Annexe 4 : Rapport de ponctualité de décembre 2018 des ferries de WSF aux Etats-Unis

WSF On-Time Performance

1/01/18 To: 1/01/19

Departures	Over the last 12 months		Dec-18		Reported Monthly Delay Reason Counts							
	Sailings Last 12 Months	On Time last 12 Months	Sailings	On Time	Heavy Traffic	Other Traffic	Vehicle Stalled	Other Incident (Lost Keys, Police Activity)	Visibility (Fog, etc.)	Medical	Accumulated Delays	Other Departure Delays
WSF System Total	158,272	90.3%	13,373	95.0%	81	6	3	3	0	2	88	486
Pt. Defiance / Tahlequah	13,425	97.0%	1,186	99.7%	0	0	0	0	0	0	0	4
Fauntleroy / Vashon	22,593	93.1%	1,909	94.7%	13	1	0	0	0	2	1	84
Fauntleroy / Southworth	4,129	86.2%	323	88.9%	4	0	1	0	0	0	2	29
Southworth / Vashon	12,674	91.2%	1,110	93.1%	9	0	0	0	0	0	3	65
Seattle / Bremerton	10,879	90.1%	924	93.6%	1	0	0	0	0	0	5	53
Seattle / Bainbridge Island	16,262	86.7%	1,386	86.4%	17	4	1	1	0	0	46	120
Edmonds / Kingston	17,130	94.2%	1,453	97.7%	8	0	1	1	0	0	6	17
Mukilteo / Clinton	26,470	94.6%	2,226	96.6%	17	0	0	0	0	0	14	44
Port Townsend / Coupeville	8,200	94.9%	570	97.2%	7	0	0	0	0	0	0	9
Anacortes / San Juans	25,831	78.8%	2,227	96.5%	5	1	0	1	0	0	11	59
Anacortes / Sidney B.C.	679	73.3%	59	96.6%	0	0	0	0	0	0	0	2

Arrivals												
Ana / SJ Arrivals	12,451	89.5%	1,172	99.9%	0	0	0	0	0	0	0	0
Ana / Sidney B.C. Arrivals	619	97.1%	59	99.9%	0	0	0	0	0	0	0	0

Notes:

-Anacortes / San Juans counts include San Juan Interisland sailings.

-Anacortes / Sidney B.C. counts include Friday Harbor/Sidney B.C.

-Accumulated delays are delays later in the day caused by an earlier incident, such as medical, weather, mechanical, or traffic preventing the vessel from catching up to the printed schedule.

-Examples of Other Reported Delays are: Vessel congestion at dock, Vessel propulsion system, drills, customs delay, terminal dock closure, rescue incident, vessel auxiliary system, etc.

Figure 33 : Rapport de ponctualité de décembre 2018 des ferries de WSF aux Etats-Unis

Source : <https://www.wsdot.wa.gov/ferries/accountability/>

Annexe 5 : Légende de la carte en temps réel de Marine Traffic

Vert : vaisseaux cargo

Rouge : pétroliers

Bleu foncé : vaisseaux de passagers

Jaune : embarcation à grande vitesse

Bleu turquoise : embarcation spéciale et tugs

Orange : embarcation de pêche

Rose : embarcation de plaisance

Beige : aides à la navigation

Gris : non spécifié

Losange avec un point au centre : navire à l'arrêt

Flèche épaisse : Navire en mouvement, la tête de la flèche donne l'orientation du bateau

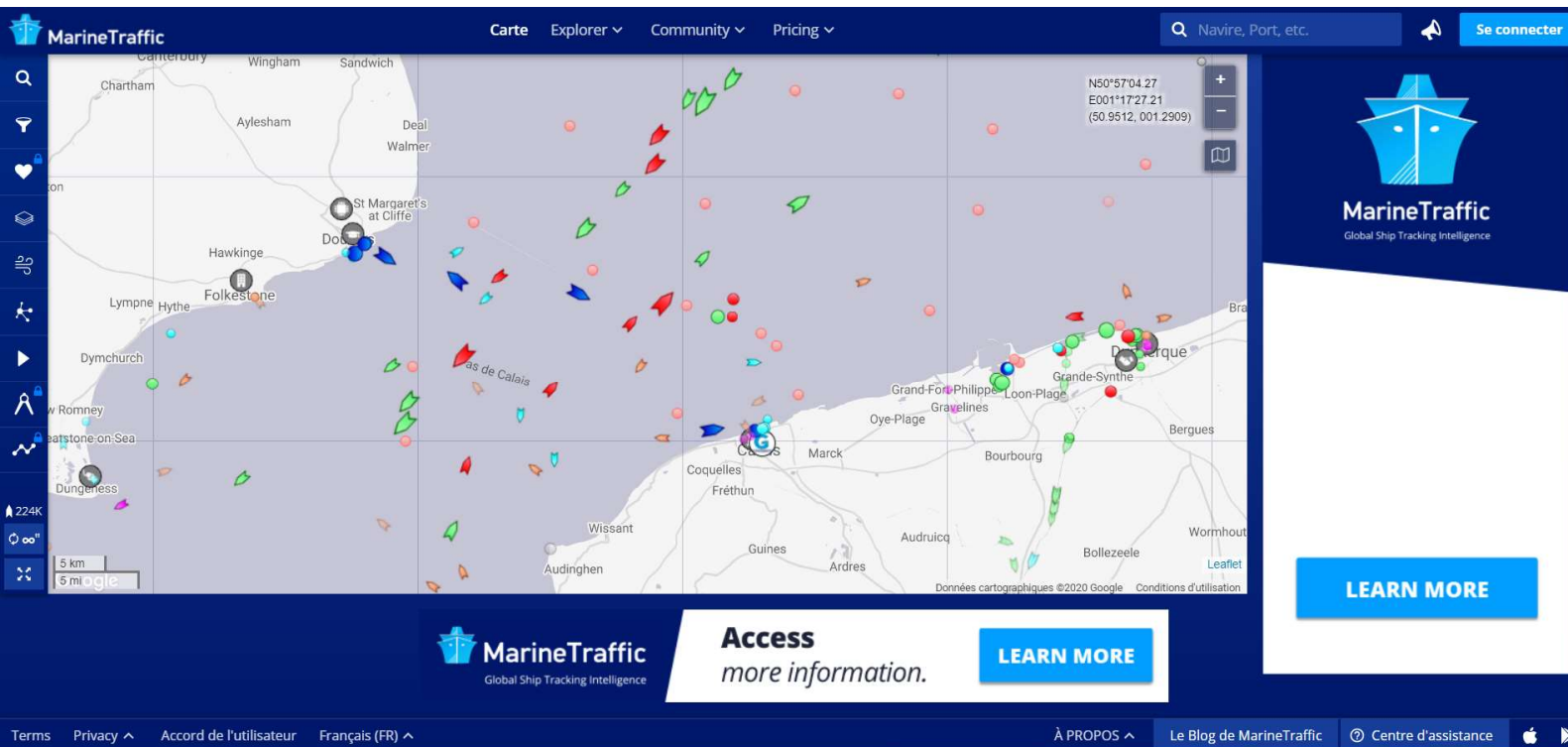


Figure 34 : Carte de la position des bateaux en temps en réel de l'application MarineTraffic

Source : <https://www.marinetraffic.com/fr/ais/home/centerx:1.7/centery:51.0/zoom:11>

Sur l'image imprimée ci-dessus nous pouvons observer les ports de Calais et de Douvres ainsi que les nombreux vaisseaux transitant entre eux et les autres vaisseaux en circulation.

Annexe 6 : Calcul de l'indice de Pearson

$$r(x, y) = \frac{cov(x, y)}{s(x) \times s(y)}$$

avec $r_{x,y}$ l'indice de Bravais-Pearson, $cov(x,y)$ la covariance des 2 séries, $s(x)$ et $s(y)$ les écarts types de chaque série.

$$cov(x, y) = \frac{\sum_i (x_i - m_x) \times (y_i - m_y)}{N}$$

Avec N le nombre d'éléments des séries, m_x et m_y les moyennes de chaque série et x_i (y_i) l'élément i de la série x (y).

Pour avoir un indice de Pearson représentatif de la série il faut au moins une cinquantaine d'éléments de mesure, pour la première régression linéaire, avec 80 relevés, l'indice est plutôt bien représentatif. Pour la seconde régression linéaire, l'indice est utilisé en tant qu'indicateur dans les grandes lignes, même si statistiquement il n'est pas correct par manque de relevés.

Annexe 7 : Méthode utilisée pour la création de la base de données des aéroports

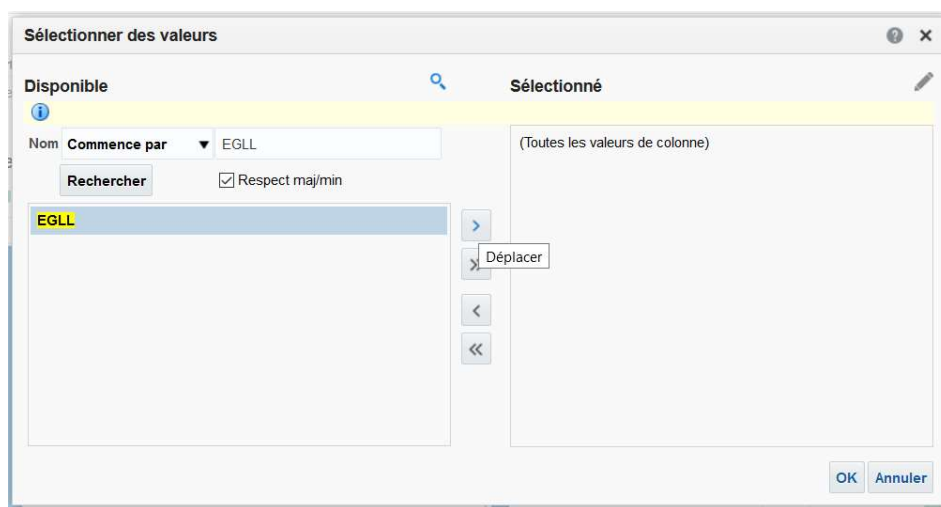
- 1) Relever des codes OACI de chaque aéroport présent dans la base
- 2) Compléter les noms, les codes IATA et les pays avec le site World Airport Codes
- 3) Trouver le nombre de passagers de l'aéroport en 2019 (et 2018 si disponible), noter les sources
- 4) Sélectionner les aéroports à étudier de manière statistiquement aléatoire
- 5) Sur Eurocontrol télécharger le fichier .csv du taux de retard et celui du retard moyen

Sur le site de OneSky Online, à l'adresse :

https://ext.eurocontrol.int/auth4u/login/login?TAM_OP=login&ERROR_CODE=0x00000000&ERROR_T_EXT=HPDBA05211%20%20%20Successful%20completion&URL=%2F&HOSTNAME=ext.eurocontrol.int&PROTOCOL=https

Créer un compte et demander l'accès au CODA dashboard.

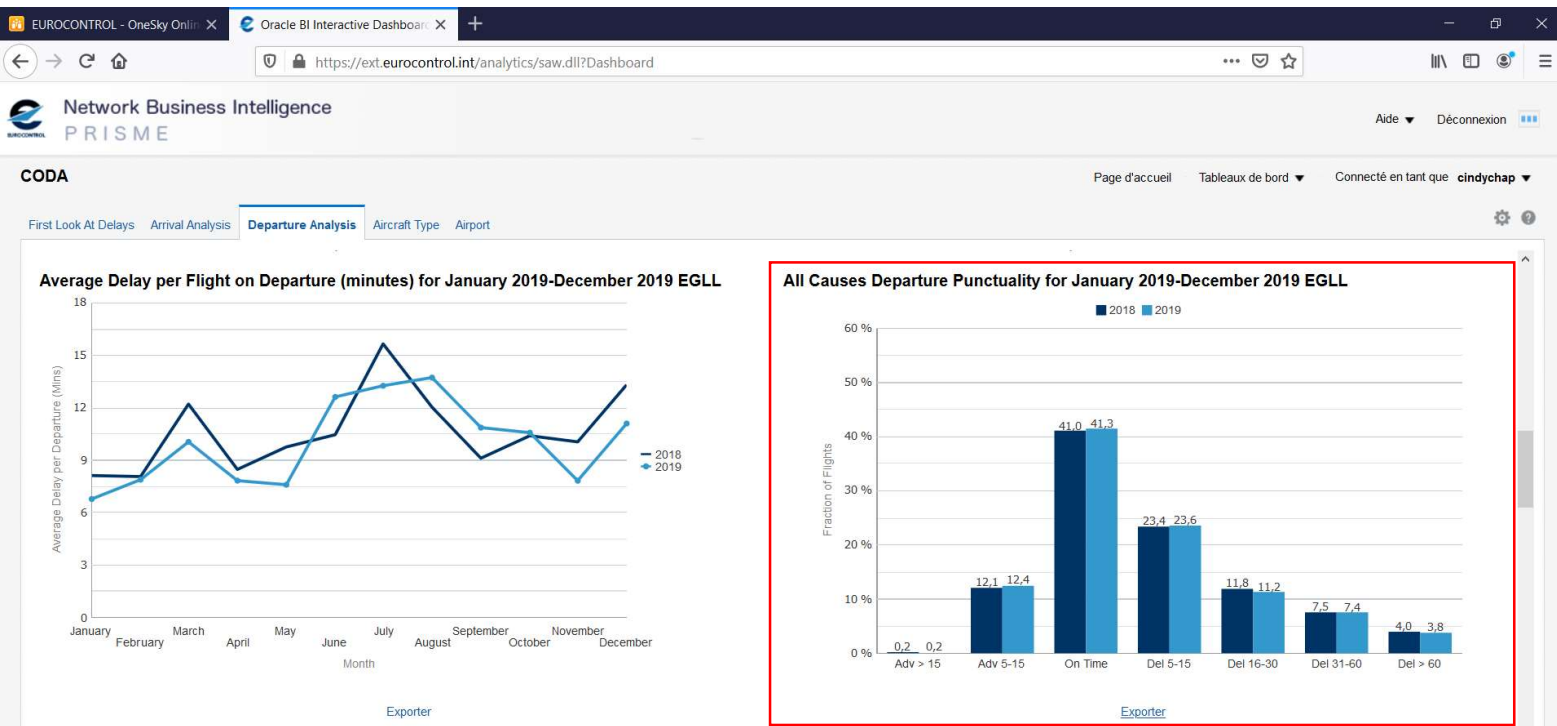
Dans l'onglet Departure Analysis, pour la catégorie « Airport », rechercher les aéroports un par un avec leurs codes OACI et échanger l'aéroport de la fenêtre « Disponible » vers la fenêtre « Sélectionné » en faisant bien attention qu'il n'y ait que l'aéroport voulu dans la fenêtre « Sélectionné ».



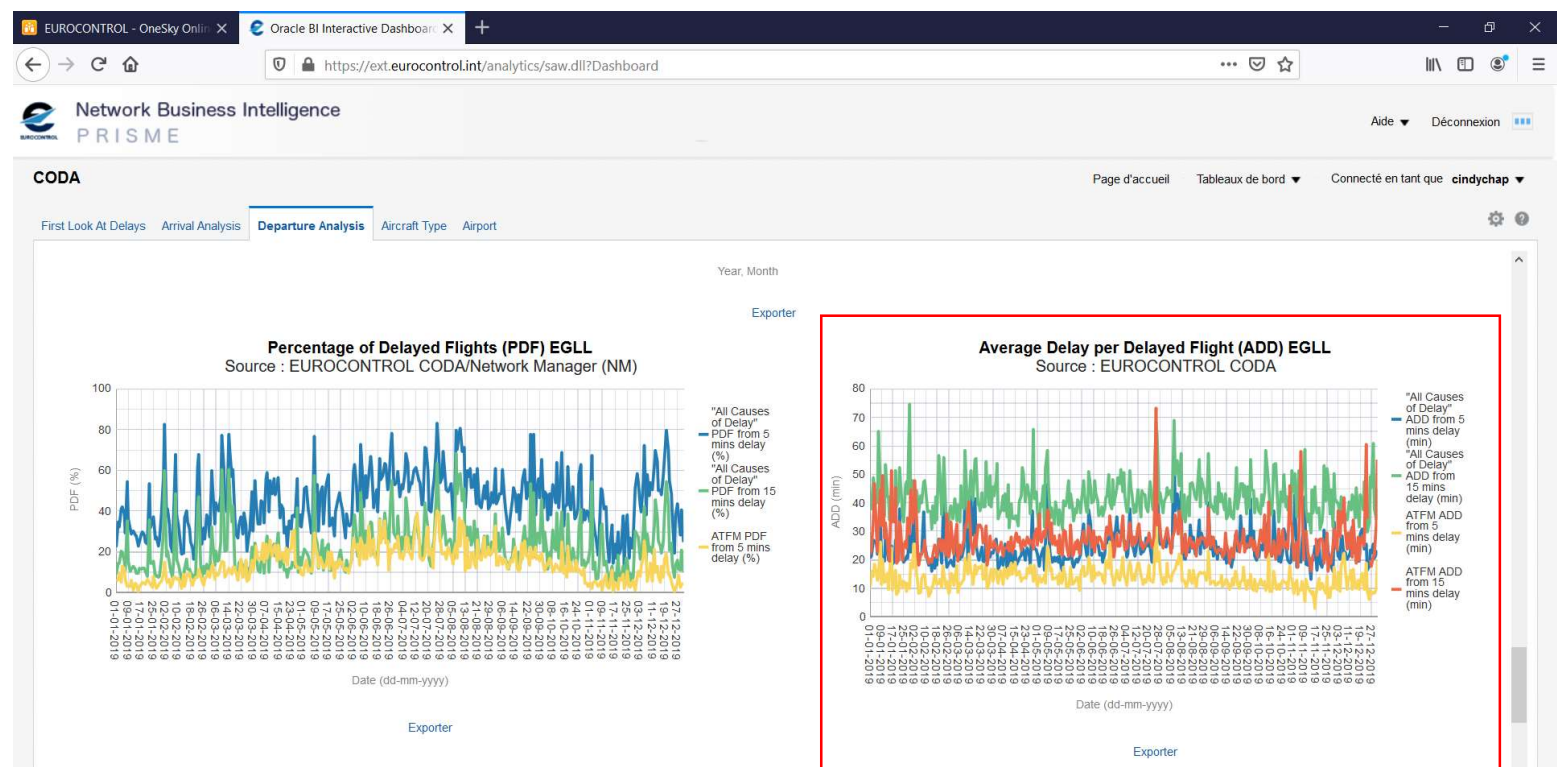
Pour la catégorie « Start Year-Month » choisir « 2019 January » et « 2019 December » pour la catégorie « End Year-Month ».

* Start Year-Month:	* End Year-Month:	Airport:	
2019 January ▼	2019 December ▼	EGLL ▼	Appliquer

Télécharger le fichier .csv du taux de retard, exporter/données/format CSV



Télécharger le fichier .csv du retard moyen des vols en retard, exporter/données/format CSV



6) Renommer ces fichiers avec des noms explicites (par exemple EGLL_tx et EGLL_moy)

7) Les passer en .xlsx

8) Travailler les données afin d'obtenir le bon format et d'avoir la valeur du taux de retard et celle du retard moyen.

Convertir la première colonne de données des fichiers .csv en colonnes (en séparant à la virgule), Données/Outils de données/Convertir.

Excel ribbon: Fichier, Accueil, Insertion, Mise en page, Formules, Données, Révision, Affichage, Aide, Rechercher des outils adaptés.

Données/Outils de données/Convertir

Assistant Conversion - Étape 2 sur 3

Cette étape vous permet de choisir les séparateurs contenus dans vos données. Vous pouvez voir les changements sur votre texte dans l'aperçu ci-dessous.

Séparateurs

- ☐ Tabulation
- ☐ Point-virgule
- ☒ Virgule
- ☐ Espace
- ☐ Autre :

☐ Interpréter des séparateurs identiques consécutifs comme uniques

Identificateur de texte :

Aperçu de données

Date (dd-mm-yyyy)	dow	"All Causes of Delay" ADD from 5 mins delay (min)	"All Causes of Delay" ADD from 15 mins delay (min)"
2019-01-01	Tue	20,5	39,1
2019-01-02	Wed	21,4	37,9
2019-01-03	Thu	27	49
2019-01-04	Fri	26,6	44,6
2019-01-05	Sat	25,4	44,1

Buttons: Annuler, < Précédent, Suivant >, Terminer

Background spreadsheet data (Column A):

Date (dd-mm-yyyy)	dow	"All Causes of Delay" ADD from 5 mins delay (min)	"All Causes of Delay" ADD from 15 mins delay (min)"	ATF
2019-01-01	Tue	20,5	39,1	
2019-01-02	Wed	21,4	37,9	
2019-01-03	Thu	27	49	
2019-01-04	Fri	26,6	44,6	
2019-01-05	Sat	25,4	44,1	
2019-01-06	Sun	22,1	40,1	
2019-01-07	Mon	30,3	48,3	
2019-01-08	Tue	33,3	51,3	
2019-01-09	Wed	34,3	52,3	
2019-01-10	Thu	35,3	53,3	
2019-01-11	Fri	36,3	54,3	
2019-01-12	Sat	37,3	55,3	
2019-01-13	Sun	38,3	56,3	
2019-01-14	Mon	39,3	57,3	
2019-01-15	Tue	40,3	58,3	
2019-01-16	Wed	41,3	59,3	
2019-01-17	Thu	42,3	60,3	
2019-01-18	Fri	43,3	61,3	
2019-01-19	Sat	44,3	62,3	
2019-01-20	Sun	45,3	63,3	
2019-01-21	Mon	46,3	64,3	
2019-01-22	Tue	47,3	65,3	
2019-01-23	Wed	48,3	66,3	
2019-01-24	Thu	49,3	67,3	
2019-01-25	Fri	50,3	68,3	
2019-01-26	Sat	51,3	69,3	
2019-01-27	Sun	52,3	70,3	
2019-01-28	Mon	53,3	71,3	
2019-01-29	Tue	54,3	72,3	

EDLL_moy

Calculer le retard moyen annuel en minutes en faisant la moyenne des retards moyens journaliers.

4

Pour obtenir le taux de retard annuel à 15 minutes, commencer par sommer les taux de retard pour les différents seuils de retard supérieurs à 15 minutes comme montré en bleu sur l'image précédente puis calculer la moyenne annuelle pour l'année 2019, encadré rouge de l'image précédente (de même pour le taux de retard annuel à 30 minutes, sommer les taux de retard de plus de 30 minutes et faire une moyenne des 12 mois de 2019).

9) Entrer ces valeurs dans la base de données générale

10) Pour les autres champs, ceux qui n'ont pas de base générale accessible, mais dont les données proviennent de différentes sources, relever manuellement chaque valeur et chaque source de données

C'est par exemple le cas des données portant sur la capacité annuelle des aéroports ou le nombre annuel de mouvements commerciaux d'avions au sol.

	A	B	C	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
	Code OACI	Nom	Code IATA	Longitude	Latitude	PAX 2018 (en milliers)	PAX 2019 (en milliers)	Europe	Schengen	BDEurocontrol	Hub	Grand aéroport régional	Aéroport régional	Aéroport de proximité	Tx retard 15min 2019	Retard moyen 15min 2019 (min)	In
1																	
2	EFHK	Helsinki Vantaa	HEL	24,952860	60,321042	20849	21861	Y	Y	Y	Y3	Y			18,50%	38,3	
3	EKCH	Copenhague/Kastrup	CPH	12,646548	55,628610	30299	30257	Y	Y	Y	Y2	Y			18,30%	41,4	
4	EDDE	Erfurt	ERF			263	156	Y	Y	Y				Y			
5	LBSF	Sofia	SOF	23,407123	42,693428	6962	7107	Y		Y		Y			20,8%	41,1	
6	LDPL	Pula	PUY	13,921113	44,895753	705	766	Y		Y				Y	32,8%	54,8	
7	LDZD	Zadar/Zemunik	ZAD	15,355307	44,098749	585	783	Y		Y				Y	29,20%	56,9	
8	LEMD	Madrid/Barajas	MAD	-3,567598	40,498332	56478	59747	Y	Y	Y	Y2	Y			18,30%	44	
9	EDDG	Münster Osnabrück	FMO	7,68492	52,132998	1020	986	Y	Y	Y				Y	11,5%	39,2	
10	LEGE	Girona	GRO	2,763150	41,904101	2011	1921	Y	Y	Y			Y		16,9%	49,6	
11	LEAM	Almeria	LEI	-2,369389	36,843547	978	965	Y	Y	Y				Y	23,3%	53,6	
12	LEMG	Malaga	AGP	-4,494509	36,679113	18927	19598	Y	Y	Y		Y			23,70%	47,1	
13	EDDR	Saarbrücken	SCN			359	367	Y	Y	Y				Y			
14	EDDP	Leipzig/Halle	LEJ	12,220698	51,423304	2568	2616	Y	Y	Y			Y		13,7%	41,7	
15	EDDM	Munich	MUC	11,775028	48,353662	46254	47942	Y	Y	Y	Y2	Y			23,10%	37,3	
16	LEZL	Sevilla	SVQ	-5,893050	37,420167	6362	7523	Y	Y	Y		Y			17,8%	47,6	
17	GCTS	Tenerife Sur/Reina Sofia	TFS	-16,577333	28,045463	11042	11169	Y	Y	Y		Y			25,6%	55	
18	LOWW	Wien-Schwechat	VIE	16,566575	48,115833	27025	31635	Y	Y	Y	Y3	Y			23,10%	38,6	
19	LEPA	Palma De Mallorca	PMI			29069	29613	Y	Y	Y		Y					
20	GCLA	La Palma	SPC	-17,755204	28,6239890	1420	1484	Y	Y	Y			Y		8,9%	50,4	
21	GCLP	Gran Canaria Y	LPA	-15,389454	27,929140	13573	13261	Y	Y	Y		Y			17,2%	50,6	
22	EDDC	Dresden	DRS	13,768854	51,133472	1760	1596	Y	Y	Y			Y		14,6%	38,7	
23	GCRH	Lanzarote	ACE	-13,608428	28,945607	7327	7293	Y	Y	Y		Y			18,7%	48,3	
24	EETN	Lennart Meri Tallinn	TLL			3008	3268	Y	Y	Y			Y				
25	LSZH	Zurich Flughafen	ZRH	8,549170	47,4646988	31070	31479	Y	Y	Y	Y2				25,70%	35,4	

L'image ci-dessus est un aperçu de la base de données des aéroports : en bleu sont surlignés les aéroports retenus pour les graphiques.

Annexe 8 : Méthode utilisée pour la création de la base de données des compagnies aériennes

- 1) Créer un onglet Excel pour chaque mois en transcrivant les fichiers pdf que l'on peut trouver sur le site d'OAG à l'adresse suivante :

<https://www.oag.com/monthly-on-time-performance-reports>

- 2) Sur un autre onglet vérifier que les compagnies n'apparaissent qu'une seule fois au cours des mois en comparant les noms des compagnies apparaissant chaque mois, notamment avec la fonction Excel RECHERCHEV
- 3) Lister les compagnies aériennes sur un nouvel onglet qui contiendra la base de données générale
- 4) Créer des tables pour chaque mois, avec un nom explicite (par exemple 04_2019 pour le mois d'avril 2019)
- 5) Sur la table générale regrouper toutes les valeurs des autres tables, avec la même fonction précédemment citée, RECHERCHEV
- 6) Une fois les taux mensuels d'arrivées à l'heure, le nombre de vols mensuels et les taux mensuels d'annulation regroupés, calculer le nombre mensuel de vols arrivés à l'heure et le nombre mensuel de vols annulés (à partir du taux d'annulation, du taux d'arrivées à l'heure et du nombre mensuel de vols).
Puis retirer la somme de ces deux valeurs à celle du nombre de vols mensuels pour obtenir le nombre de vols en retard pour chaque mois.
- 7) A partir du nombre mensuel de vols en retard de plus de 15 minutes et du nombre mensuel de vols par mois, effectuer la somme des premiers et la somme des seconds sur tous les mois de l'année, puis diviser la première somme par la seconde pour obtenir le taux de retard à l'année, avec la fonction SOMME.SI, qui permet de ne pas prendre en compte les mois pour lesquels les données manquent
- 8) Regrouper les compagnies aériennes par classes et étudier les différents paramètres sur la ponctualité

B21	=RECHERCHEV([@Code];_01_2019;2;FAUX)																		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
	Code	Compagnie	Pays	OCDE	Europe 28	OCDE ou Europe_28 ou BRICS	Low-cost	01 Pourcentage d'arrivées à l'heure	02 Pourcentage d'arrivées à l'heure	03 Pourcentage d'arrivées à l'heure	04 Pourcentage d'arrivées à l'heure	05 Pourcentage d'arrivées à l'heure	06 Pourcentage d'arrivées à l'heure	07 Pourcentage d'arrivées à l'heure	08 Pourcentage d'arrivées à l'heure	09 Pourcentage d'arrivées à l'heure	10 Pourcentage d'arrivées à l'heure	11 Pourcentage d'arrivées à l'heure	12 Pourcentage d'arrivées à l'heure
14	QQ	Alliance Airlines	Australia	Y		Y		90,3%	95,2%	95,5%	98,9%	95,9%	92,5%	93,2%	92,7%	91%	93,2%	93,0%	
15	FC	Fly Corporate	Australia	Y		Y		83,9%	84,6%	86,1%	81,3%	83,0%	83,2%	86,7%	73,3%	84%	81,6%	80,7%	
16	JQ	Jetstar Airways	Australia	Y		Y	Y	77,5%	76,9%	76,6%	77,4%	82,5%	76,8%	67,3%	73,7%	71%	70,5%	71,8%	
17	FP	Pelican Airlines	Australia	Y		Y		76,5%	73,4%	67,9%	51,4%	59,5%	55,6%	53,6%	48,2%	75%	60,2%	61,5%	
18	QF	Qantas Airways	Australia	Y		Y		89,5%	86,5%	82,9%	85,6%	85,5%	80,8%	79,4%	80,5%	83%	83,9%	79,8%	
19	ZL	Regional Express	Australia	Y		Y		83,1%	80,9%	76,0%	82,1%	82,6%	79,4%	76,5%	73,1%	82,1%	81,1%	80,8%	
20	TT	Tigerair Australia	Australia	Y		Y	Y	66,1%	69,5%	68,0%	71,3%	76,3%	67,7%	63,1%	65,0%	64%	63,3%	68,0%	
21	VA	Virgin Australia Intl	Australia	Y		Y	Y	83,2%	83,6%	76,5%	80,3%	81,3%	77,3%	70,2%	73,1%	73%	76,3%	72,8%	
22	OS	Austrian Airlines AG	Austria	Y	Y	Y		75,9%	87,4%	82,4%	80,9%	74,5%	68,6%	70,1%	77,6%	79%	81,0%	88,1%	
23	OE	Laudamotion GmbH	Austria	Y	Y	Y	Y	84,4%	82,3%	82,3%	77,7%	77,5%	66,9%	71,8%	71,6%	76%	78,3%	79,0%	
24	VK	LEVEL operated by / Austria	Y	Y	Y			94,9%	95,6%	92,7%	74,7%	78,0%	71,4%	74,9%	74,8%	76%	77,6%	86,7%	
25	PE	Peoples Vienna Line	Austria	Y	Y	Y		#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	66,7%	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
30	WP	Air Antwerp	Belgium	Y	Y	Y		#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	85,7%	
31	SN	Brussels Airlines	Belgium	Y	Y	Y		78,7%	82,8%	72,7%	68,2%	77,1%	70,5%	65,8%	74,8%	72%	77,7%	85,8%	
32	TB	TUI fly Belgium	Belgium	Y	Y	Y	Y	79,5%	82,2%	74,6%	76,7%	80,6%	75,3%	71,0%	70,2%	76%	74,9%	84,8%	
37	O6	Avianca Brasil	Brazil			Y	Y	79,2%	75,1%	67,2%	70,2%	17,7%	0,0%	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
38	AD	Azul Airlines	Brazil			Y	Y	83,4%	78,5%	83,8%	82,8%	81,8%	84,6%	82,3%	84,7%	78%	78,3%	66,9%	
39	G3	GOL Linhas Aereas S	Brazil			Y	Y	71,2%	73,1%	78,3%	79,4%	87,0%	85,4%	79,9%	81,6%	79%	81,3%	74,3%	
40	JJ	LATAM Airlines Bras	Brazil			Y		73,1%	80,3%	72,6%	70,4%	84,5%	78,8%	79,2%	80,6%	82%	87,7%	#N/A	#N/A
41	PAM	MAP Linhas Aereas	Brazil			Y		68,8%	70,7%	88,9%	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
42	ZZ	Passaredo	Brazil			Y		45,0%	65,9%	64,9%	66,9%	79,9%	78,0%	67,8%	72,9%	74%	65,4%	44,7%	
44	FB	Bulgaria Air	Bulgaria		Y	Y		84,9%	87,1%	84,0%	82,6%	77,4%	56,0%	56,5%	64,8%	72%	82,2%	82,6%	
47	AC	Air Canada	Canada	Y		Y		56,3%	48,9%	69,6%	71,9%	76,6%	69,2%	65,9%	66,2%	73%	72,9%	70,4%	
48	3H	Air Inuit	Canada	Y		Y		33,2%	37,4%	35,4%	45,6%	43,1%	48,8%	54,2%	43,7%	57%	46,8%	37,2%	

L'image précédente offre un aperçu de la base de données des compagnies aériennes en 2019.