

LES GROUPES AUXILIAIRES DE PUISSANCE (APU) : TEMPS D'UTILISATION ET REGLEMENTATION

Le 9 septembre 2020
Noémie Pauchont

SOMMAIRE

I.	Généralités sur les groupes auxiliaires de puissance – les APU.....	3
1)	Qu'est-ce qu'un APU ?	3
2)	Les émissions liées à l'utilisation de l'APU.....	3
3)	Les équipements de substitution.....	4
II.	Les restrictions de l'utilisation de l'APU.....	9
1)	Les restrictions sur les plateformes en Île-de-France	9
2)	Les restrictions sur les autres aéroports français.....	10
3)	Les aéroports européens	11
III.	Analyse statistique du temps d'utilisation de l'APU	12
1)	Contexte de l'analyse	12
2)	Analyse statistique par aéroport.....	12
3)	Autres aéroports français.....	21
4)	Principaux résultats	21
	En résumé.....	22
	Conclusion.....	24
	Glossaire.....	25

I. GENERALITES SUR LES GROUPES AUXILIAIRES DE PUISSANCE – LES APU

1) QU'EST-CE QU'UN APU ?

L'APU (*Auxiliary Power Unit*) ou groupe auxiliaire de puissance est un petit turboréacteur embarqué, situé en général à l'arrière du fuselage et fonctionnant au kérosène. L'APU fournit :

- ❖ au sol, de l'air pour la mise en route des réacteurs et pour le système de climatisation, et de l'énergie électrique nécessaire à l'avion ;
- ❖ au décollage, le conditionnement d'air en soulageant les moteurs lorsque des performances optimales sont requises ;
- ❖ en vol, un secours en énergie électrique et en conditionnement en air.

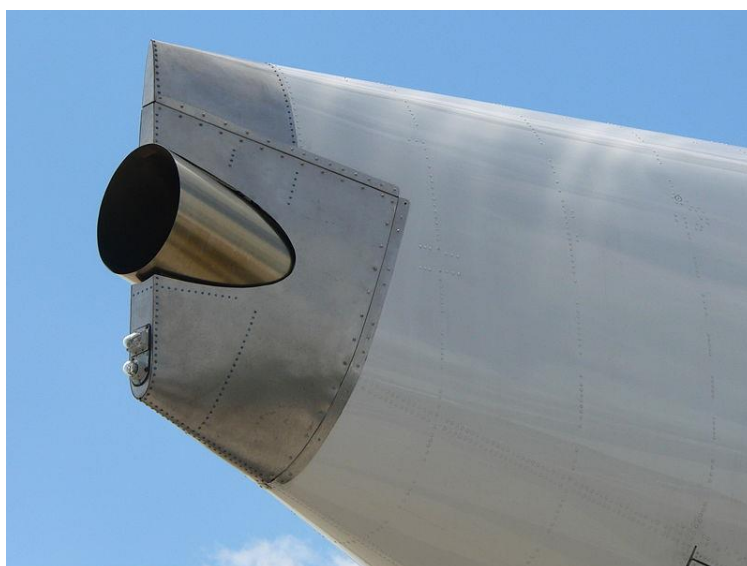


Figure 1 : Photo d'un APU (source : Wikipédia)

2) LES EMISSIONS LIEES A L'UTILISATION DE L'APU

L'utilisation des APU embarqués au bord des aéronefs lors du stationnement et du roulage impacte la qualité de l'air locale et le niveau sonore à proximité de l'aéronef. Lors de son fonctionnement, l'APU émet des polluants tels que les oxydes d'azote (NOx) les particules, les hydrocarbures imbrulés (HC) mais également du dioxyde de carbone (CO₂). L'émission de ces polluants a un impact aussi bien sur l'environnement que sur la santé et le climat. La part des émissions liées aux APU sur une plateforme aéroportuaire n'est pas négligeable comme le montre la figure ci-après :

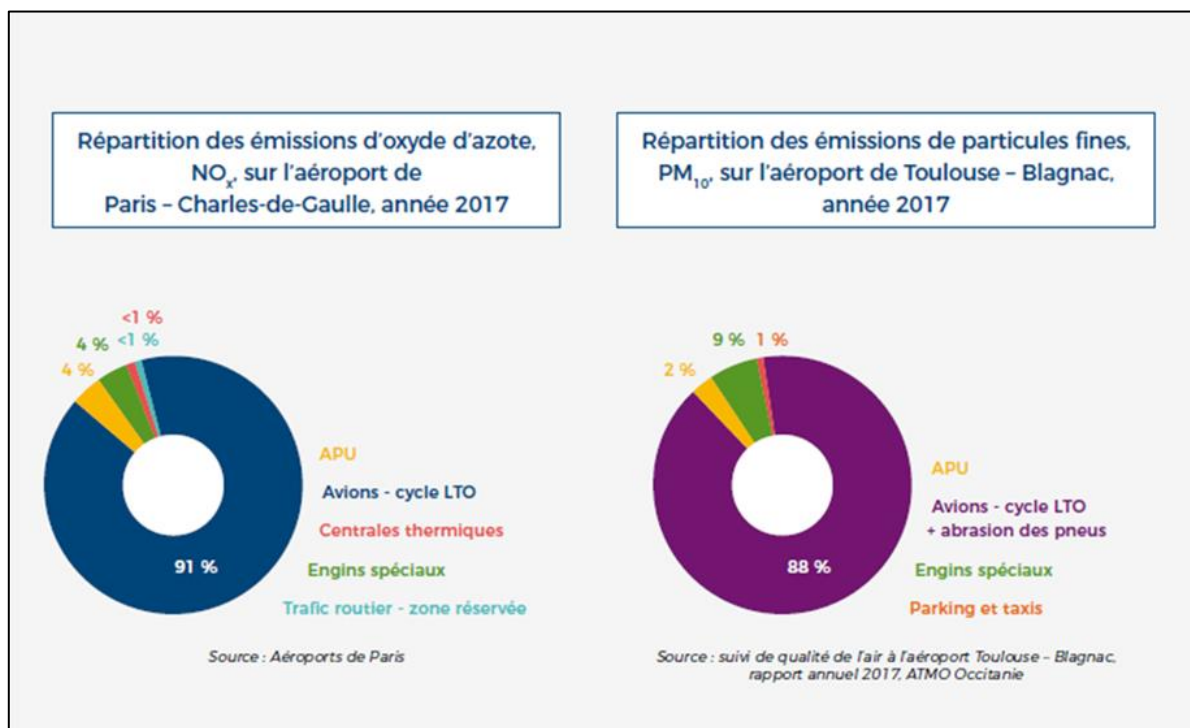


Figure 2 : Répartition des émissions de NO_x et PM₁₀ du transport aérien en 2017 (source : Rapport sur la gestion de la qualité de l'air sur et autour des plateformes aéroportuaires, ACNUSA juin 2020)

En 2017, la part d'émission en oxydes d'azote (NO_x) des moteurs auxiliaires de puissance (APU) était de 4% pour l'aéroport de Charles-De-Gaulle. Sur l'aéroport de Toulouse, la même année, la part d'émission en particules était de 2%.

3) LES EQUIPEMENTS DE SUBSTITUTION

Il existe deux grandes catégories de moyens de substitution aux groupes auxiliaire de puissance (APU) moins polluants qui permettent d'approvisionner l'avion en électricité et en climatisation-chauffage : les moyens mobiles et fixes.

a) Les moyens de substitution mobiles

Les moyens mobiles sont des engins de piste roulant utilisés en général au large ou sur les postes avions au contact non-équipés en moyen fixe. Ils regroupent :

- ❖ le *Ground Power Unit* (GPU) qui est un groupe électrique mobile (voir figure 3) ;
- ❖ l'*Air Conditioning Unit* (ACU) pour le chauffage et la climatisation ;
- ❖ l'*Air Start Unit*¹ (ASU), qui est un générateur d'air comprimé pour aider au démarrage des moteurs de l'avion, beaucoup moins utilisé.

¹ https://www.zurich-airport.com/-/media/flughafenzh/dokumente/das_unternehmen/laerm_politik_und_umwelt/luft/2014_gse_emissionmeth_zrh.pdf



Figure 3 : unité mobile GPU (source : Airport Suppliers)

Le groupe auxiliaire de puissance mobile (GPU) le plus présent sur les plateformes françaises présente une motorisation thermique fonctionnant au gazole non routier (GNR) ou fioul domestique². Il émet également des polluants atmosphériques. Ces émissions restent plus faibles que celles du groupe auxiliaire de puissance (APU). Plusieurs études et inventaires d'émissions ont été réalisés permettant de comparer les émissions de l'APU par rapport aux émissions des autres moyens de substitution.

D'après une étude réalisée sur l'Aéroport de Zurich en 2018³, il y a un écart important entre les émissions en dioxyde de carbone (CO₂), pour un APU, GPU (diesel) et le 400Hz (moyen de substitution fixe présenté plus loin). La figure suivante renseigne sur les émissions en CO₂ (en kg de CO₂/h) pour les aéronefs courts-et moyen-courrier (shorthaul) et les longs courriers (longhaul) :

	APU kg CO ₂ /h	Diesel GPU kg CO ₂ /h	400Hz kg CO ₂ /h ⁴
shorthaul	337	19,1	0,7
longhaul	758	38,2	1,2

Figure 4: Tableau d'émissions en CO₂ pour un APU, GPU et 40Hz à l'aéroport de Zurich

La figure ci-dessus montre que les émissions de CO₂ sont plus de 10 fois supérieures pour un APU par rapport à un GPU (diesel) pour les courts-et moyen-courrier, et presque 20 fois supérieures pour un long courrier. Il y a donc un intérêt particulier pour que les aéroports s'équipent en moyen de substitutions.

² https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/programme-actions-aerodromes_2018.pdf

³ Aircraft Ground Energy System at Zurich Airport – Zurich Airport 2018

⁴ Dans l'étude précitée cela correspond à la production d'électricité suisse.

Afin de réduire les émissions des GPU thermiques, des filtres à particules peuvent être installés.

Les GPU électriques ont également développés ces dernières années et sont maintenant parfaitement disponibles sur le marché.

Les unités d'air conditionnée (ACU) sont encore très peu disponibles sur les aéroports français. Ils sont pourtant un moyen pouvant pallier efficacement à l'utilisation du groupe auxiliaire de puissance (APU) en complément à la fourniture d'électricité.

A noter que l'utilisation de moyen de substitution mobiles à l'APU réduit la consommation de kérosène mais augmente le nombre d'engins mobiles sur la plateforme et nécessite une bonne gestion du parc d'engins au sol.

Enfin, pour tout type de moyen de substitution (fixe ou mobile), un temps de recouvrement est nécessaire entre l'APU et ces derniers pour éviter les coupures d'électricité et le risque d'une perte de données de navigation. Les pratiques actuelles montrent un temps de recouvrement de quelques minutes comme le montre la figure suivante :

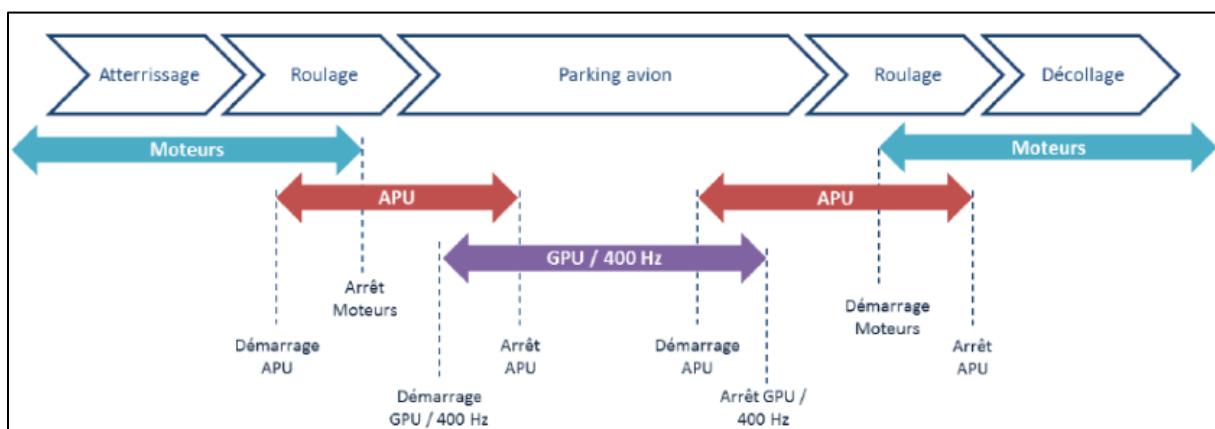


Figure 5: Utilisation de l'APU durant une escale exemple à l'aéroport de Nantes - Atlantique⁵

b) Les moyens de substitution fixes

Les moyens fixes sont installés dans les infrastructures de la plateforme, soit au niveau de la passerelle, soit au sol sous le poste avion et accessibles par des trappes au sol.

Les moyens fixes regroupent :

- ❖ les prises 400Hz qui sont des branchements sous la passerelle (voir figure 6) ;
- ❖ des trappes au sol 50Hz (avec un convertisseur 400Hz), fournissant l'électricité à bord ;
- ❖ l'unité de pré conditionnement de l'air (PCA), pour le chauffage et la climatisation (voir figure 7).

⁵ Source : I care & Consult d'après Safran, « Electric Green Taxiing System » et l'« Etude sur l'utilisation de l'APU et du GPU sur l'Aéroport de Nantes -Atlantique » :

(https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/programme-actions-aerodromes_2018.pdf)

Il existe plusieurs solutions techniques pour l'installation de ces systèmes sur les aéroports :

- ❖ Le 50 Hz sur l'ensemble du site, puis plusieurs convertisseurs 400Hz.
 - Avantage : le 50 Hz peut servir pour la maintenance ou le nettoyage des avions ;
 - Inconvénient : si un des convertisseurs 400 Hz tombe en panne, la seule solution pour son remplacement est le groupe auxiliaire de puissance mobile (GPU).
- ❖ Un convertisseur centralisé de 400 Hz et distribution directe (peu d'aéroports ont adopté cette solution).
 - Avantage : si un des convertisseurs tombe en panne, les autres peuvent le remplacer ;
 - Inconvénient : Sur une grande distance la tension peut chuter, donc la seule solution est d'élever la tension au départ.

Les solutions techniques pour les câbles :

- ❖ sous la passerelle avec un ramasseur des câbles ;
- ❖ trappe au sol ;
- ❖ pince crocodile (c'est aussi une façon de stocker le câble, pas très courant car très encombrant).



Figure 6: prises 400Hz
(source : rapport 2016
DGAC)



Figure 7: unité PCA (source : aéroport de Munich)

Le tableau ci-dessous présente le taux d'équipement actuel en moyens de substitution fixes pour les 12 principaux aéroports en France :

Aéroport	400 Hz (électricité)	PCA (climatisation-chauffage)
Paris – Charles-de-Gaulle	73% des postes sont équipés (100% au contact ; 39% au large)	5% des postes sont équipés (9% au contact ; 0% au large)
Paris-Orly	75% des postes sont équipés (100% au contact ; 54% au large)	0 %
Paris-Le Bourget	0%	0%
Bâle-Mulhouse	0%	0%
Paris-Beauvais	0%	0%
Bordeaux-Mérignac	100% des postes du Hall A	0%
Lille-Lesquin	0%	0%
Lyon-Saint Exupéry	100% des postes au contact	0%
Marseille Provence	100% des postes du terminal 1 (MP1)	0%
Nantes-Atlantique	0%	0%
Nice – Côte-d'Azur	100% des postes au contact +100% du parking Kilo	100% du parking Kilo
Toulouse-Blagnac	100% des postes au contact	0%

Tableau 1: Taux d'équipement en moyen de substitution pour les aéroports principaux français

Il convient de relever que, pour les postes gros porteurs notamment, les équipements en 400Hz doivent être très performants et présenter une très bonne stabilité du signal électrique afin de ne pas perturber les opérations de préparation du vol.

Le niveau d'équipements des grands aéroports est très variable. Il convient de souligner que le faible taux d'équipement ne permet pas aux sociétés aéroportuaires d'offrir une bonne qualité de services aux aéronefs.

Exemple de l'aéroport de Nice - Côte-d'Azur :

En 2013, la société d'exploitation aéroportuaire a mis place des équipements électriques permettant d'alimenter les aéronefs en 400 Hz sur chaque passerelle des terminaux puis en 2014, elle a équipé son parking Kilo (aviation d'affaires) en moyen de substitution appelés « *pop-out* » (fournissant l'électricité et la climatisation/chauffage).

Suite à ces installations, deux études d'observation des avions en escale ont été menées respectivement en juin 2015⁶ (aviation commerciale) et mai - août 2018⁷ (aviation d'affaires). La première étude avait pour objectif de déterminer si l'électrification des passerelles des terminaux permettait de diminuer le temps d'utilisation des groupes auxiliaires de puissance (APU) ce qui a été le cas au vu des temps et taux d'utilisation du 400 Hz. Les résultats des observations sont :

- temps de fonctionnement moyen de l'APU de 22 minutes (4 minutes à l'arrivée, 18 minutes au départ).
- temps de branchement moyen du 400Hz de 35 minutes.
- temps de recouvrement moyen entre l'APU et le 400Hz de 2 minutes à l'arrivée et 4 minutes au départ ;
- taux de fonctionnement du 400 Hz en 2014 : 93%.

La seconde étude d'observation a mis en exergue un temps d'utilisation moyen de l'APU est de 11 minutes contre une connexion aux *pop-out* de 32 minutes en moyenne, représentant environ 400 tonnes de dioxyde de carbone (CO₂) et 1 tonnes d'oxydes d'azote (NOx) évitées dans l'année.

II. LES RESTRICTIONS DE L'UTILISATION DE L'APU

1) LES RESTRICTIONS SUR LES PLATEFORMES EN ÎLE-DE-FRANCE

Pour réduire les émissions liées au fonctionnement du groupe auxiliaire de puissance (APU) pendant l'escale, les autorités françaises ont commencé à prendre des dispositions pour limiter son utilisation. En Île-de-France, l'arrêté du 27 juillet 2012⁸ est entré en vigueur le 28 octobre 2012 (avec un moratoire de six mois sur son application⁹), réglementant l'utilisation des moyens permettant aux aéronefs de s'alimenter en énergie et climatisation-chauffage. Cet arrêté concerne les trois aéroports suivants : Paris - Charles - de - Gaulle, Paris - Orly et Paris - Le Bourget.

Le tableau suivant présente les temps d'utilisation autorisés par l'arrêté, ces temps dépendant du type d'avion, de s'il s'agit d'un départ ou d'une arrivée et enfin de l'équipement total ou partiel du poste en moyens de substitution :

⁶ Lettre aux riverains n°49 septembre 2015 - Aéroport de Nice - Côte-d'Azur

⁷ Lettre aux riverains n°59 octobre 2018 - Aéroport de Nice - Côte-d'Azur

⁸ <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000026257685&dateTexte=&categorieLien=id>

⁹ Les premiers PV dressés datent de 2014

	Départ		Arrivée
Type d'aéronef	<140 tonnes (court- et moyen-courriers)	≥140 tonnes (long courrier)	Tout aéronef
Poste équipé	10 min		5 min ou au temps nécessaire à la mise à la disposition des moyens de substitution mobiles
Poste partiellement ou non équipé	60 min ou 80 min		30 min ou au temps nécessaire au débarquement des passagers des soutes et aux opérations liées à la touchée

Tableau 2: Résumé des temps autorisés par l'arrêté du 27 juillet 2012 relatif au temps d'utilisation de l'APU

2) LES RESTRICTIONS SUR LES AUTRES AÉROPORTS FRANÇAIS

Quelques autres aéroports en France sont également soumis à des arrêtés de restriction :

- l'arrêté du 24 avril 2006¹⁰ limite l'utilisation de l'APU à 20 minutes après l'arrivée et 60 minutes avant le départ sur l'aéroport de Nantes –Atlantique ;
- l'arrêté du 2 mars 2010¹¹ limite l'utilisation de l'APU à 30 minutes à l'arrivée et 30 minutes au départ (excepté au parking Kilo où l'utilisation de l'APU est interdit à l'arrivée) sur l'aéroport de Nice – Côte-d'Azur.

Pour certains aéroports il y a des restrictions mentionnées dans le document de publication d'information aéronautique ou *Aeronautical Information Publication* (AIP). Le tableau suivant résume ces temps d'utilisation du groupe auxiliaire de puissance APU (pour l'aéroport de Toulouse-Blagnac les temps sont uniquement donnés par le code de bonne conduite environnementale) :

Aéroport	Départ	Arrivée
Bâle-Mulhouse	60 min	20 min
Paris-Beauvais	30 min (maximum 45 min en continu)	20 min
Toulouse-Blagnac	60 min	20 min

Tableau 3: Restrictions des temps d'utilisation de l'APU dans les aéroports de Bâle-Mulhouse, Paris-Beauvais et Toulouse-Blagnac selon l'AIP

¹⁰ <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000460151>

¹¹ <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000022050091&categorieLien=id>

3) LES AÉROPORTS EUROPEENS

Une comparaison des restrictions de l'utilisation de l'APU a été effectuée sur les plus grands aéroports de l'Union Européenne. Les 30 aéroports les plus fréquentés en Europe en 2018¹² ont été considérés dans cette étude. Parmi ces 30 aéroports, 23 ont une restriction relative à l'APU. Les règles et les modalités d'utilisation des aérodromes, y compris les restrictions de l'utilisation de l'APU, sont publiées dans le document AIP de chaque aéroport. Parmi ces 23 aéroports, 18 ont une information précise¹³ sur les restrictions des APU. Un tableau récapitulatif de ces restrictions est disponible en annexe 2.

Parmi ces 18 aéroports, certains ont des temps d'utilisation plus restrictifs que les autres c'est le cas par exemple de :

- Copenhague, avec 5 minutes autorisés au départ et à l'arrivée sur un poste équipé ou non ;
- Stockholm-Arlanda, avec 5 minutes autorisés au départ et à l'arrivée pour un poste équipé ou non ;
- Palma de Mallorca, avec 2 minutes pour l'arrivée et 5 minutes pour le départ sur un poste équipé.

Pour les aéroports ayant des temps d'utilisation de l'APU les moins restrictifs, parmi eux il y a :

- l'aéroport de Barcelone (pour les longs courriers, sur un poste éloigné, avec des moyens de substitution) l'autorisation de l'utilisation au départ est de 50 minutes ;
- l'aéroport de Londres-Gatwick (pour les longs courriers, avec moyen de substitution) autorise au départ 50 minutes ;
- l'aéroport de Londres Heathrow autorise au départ 60 minutes (pour l'A380).

Ces temps d'autorisation sont similaires aux temps autorisés par l'arrêté d'Île-de-France en cas de poste non ou partiellement équipé en moyens de substitution. Néanmoins, ces autorisations de temps sont faites selon certaines conditions, ici ce sont pour des gros porteurs et sur des postes éloignés et pas nécessairement équipés en moyens de substitution.

A l'aéroport de Madrid Barajas, il n'y a pas un grand écart entre les temps autorisés sur un poste équipé ou non pour les courts-et moyen-courrier :

- à l'arrivée et au départ sur un poste non équipé, l'APU peut être utilisé jusqu'à 10 minutes ;
- à l'arrivée sur un poste équipé l'APU peut être utilisé jusqu'à 2 minutes et 5 minutes pour le départ.

Sur ces 23 aéroports, les modalités maximales d'utilisation de l'APU peuvent varier selon d'autres facteurs, comme :

- des **conditions météorologiques**, par exemple à l'aéroport de Copenhague, si la température extérieure est inférieure à -10°C ou supérieure à +25°C, l'APU peut être utilisé jusqu'à 15 minutes avant le départ ;
- une **hiérarchie des moyens de substitution**, à l'aéroport de Londres-Heathrow : le GPU ne peut être utilisé que lorsque le 400Hz n'est pas disponible ;

¹² <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/10265946/7-06122019-AP-EN.PDF/8f2c9d16-c1c4-0e1f-7a66-47ce411faef7>

¹³ Donc 5 aéroports n'ont pas de restrictions précises sur l'utilisation de l'APU, seulement une note dans l'AIP qui mentionne que l'APU doit être utilisé le moins possible

- des **restrictions de nuit** comme à l'aéroport de Madrid-Barajas, où l'utilisation de l'APU est interdite entre 22 :00 et 6 :00 sur certains postes de stationnement.

III. ANALYSE STATISTIQUE DU TEMPS D'UTILISATION DE L'APU

1) CONTEXTE DE L'ANALYSE

Une analyse statistique sur le temps d'utilisation du groupe auxiliaire de puissance (APU) sur les trois grands aéroports d'Île-de-France a été réalisée. Les données sont issues des procès-verbaux (PV) de renseignement administratif dressés entre juillet 2014 et fin décembre 2019 lors des contrôles effectués par la gendarmerie des transports aériens (GTA) dans le cadre de l'arrêté du 27 juillet 2012¹⁴. Les observations sont des mesures de terrain (chronométrage du temps d'utilisation de l'APU). Ces contrôles ne faisant pas partie des missions principales de la GTA, le nombre d'échantillon est relativement faible par rapport au nombre de mouvements d'avion sur les aérodromes. La représentativité des temps d'utilisation doit être considéré selon le nombre de procès-verbaux pour chaque configuration (long-courriers ou court- et moyen-courrier, arrivée ou départ, etc.).

A noter également qu'il arrive bien sûr que la simple intervention des gendarmes pour le contrôle du temps d'utilisation de l'APU incite le pilote à arrêter l'APU avec pour résultat une durée d'utilisation de l'APU réduite. Enfin, les temps d'utilisation de l'APU au départ peuvent être parfois sous-estimés car dans certains cas, l'APU est déjà en fonctionnement à l'arrivée des gendarmes.

Depuis 2014, plus de 1200 PV ont été analysés pour les trois aéroports confondus. Le nombre de PV ne cesse d'augmenter année par année : d'une part grâce au travail de sensibilisation de l'ACNUSA et au travail de la gendarmerie du transport aérien, mais aussi à travers la révision du Plan National de l'Aviation Civile (PNAC)¹⁵ menée en 2017 par la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC). Conformément au Plan Protection de l'Atmosphère (PPA) d'Île-de-France¹⁶, il est stipulé dans ce plan que le contrôle de l'utilisation du groupe auxiliaire de puissance (APU) par la GTA doit être renforcé lors d'un épisode de pollution dès lors que le niveau d'alerte ou la persistance de l'épisode de pollution sont prévus pour le lendemain.

2) ANALYSE STATISTIQUE PAR AÉROPORT

a) Aéroport de Paris – Orly

Les temps médians d'utilisation des APU, ainsi que des histogrammes sur la répartition des temps d'utilisation, sont reportés dans le tableau et les figures suivants. Ici, les PV dressés ne concernent aucun poste entièrement équipé en moyen de substitution donc les temps maximaux autorisés sont les temps maximaux.

Comme inscrit dans l'arrêté de restriction, deux types d'aéronefs : court/moyen-courrier et long-courrier sont distingués dans ce tableau, de même que les temps d'utilisation à l'arrivée et au départ :

¹⁴ <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000026257685&dateTexte=&categorieLien=id>

¹⁵ https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/PNAC_pic_pollution_prolonge.pdf

¹⁶ <http://www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/le-plan-de-protection-de-l-atmosphere-ppa-d-ile-de-r2244.html>

	Nombre de PV	Temps médian d'utilisation de l'APU en minutes		Temps autorisé par l'arrêté sans moyens de substitution
		court- et moyen-courrier	long courrier	
Arrivée	CC/MC: 555 LC: 114	7	18	30 min
Départ	CC/MC: 76 LC: 29	16	63	60 ou 80 min pour les LC

Tableau 4: Temps médian d'utilisation de l'APU à Paris - Orly

Sur l'aéroport de Paris - Orly, les temps médians d'utilisation de l'APU varient, respectivement pour les court- et moyen-courriers et long-courriers, entre 7 et 18 minutes pour l'arrivée et entre 16 et 63 minutes pour le départ. Les temps observés sont tous en dessous de la limite autorisée lorsque le poste n'est pas équipé en moyen de substitution (30 minutes à l'arrivée et 60/80 minutes au départ).

Le temps médian d'utilisation pour les long-courriers à l'arrivée est important, de l'ordre d'une heure, mais le faible nombre de PV analysés (inférieur à 30) ne permet pas de conclure.

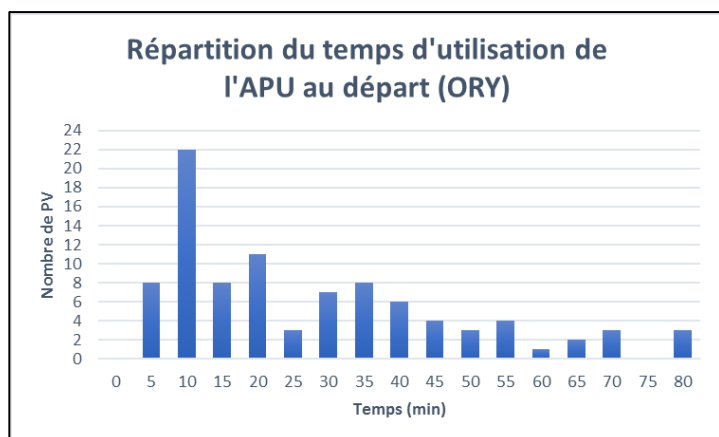


Figure 8: Histogramme des temps d'utilisation de l'APU à Paris - Orly pour le départ

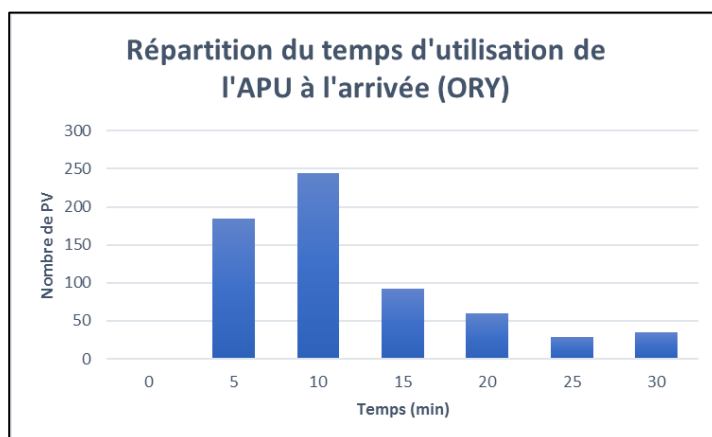


Figure 9: Histogramme des temps d'utilisation de l'APU à Paris - Orly pour l'arrivée

Sur les histogrammes¹⁷ présentés ci-dessus, les temps d'utilisation le plus fréquemment observés sont, tous types avions confondus de :

- 10 minutes au départ ;
- Entre 5 et 10 minutes à l'arrivée.

¹⁷ PV dressés depuis 2016 pour le départ : 105 PV dont 12 supérieurs à 80min, pour l'arrivée : 669 PV dont 25 sont supérieurs à 30min

Temps d'utilisation du groupe auxiliaire de puissance (APU) et saisonnalité :

Lors de l'escale, l'APU permet notamment le fonctionnement du système de climatisation et chauffage à l'avion, son temps d'utilisation est donc susceptible de varier en fonction de la température extérieure. Sur l'aéroport de Paris – Orly, très peu voire aucun moyen de substitution à la climatisation / chauffage n'est disponible nécessitant le recours à l'APU pour réguler la température en cabine dans le cas où les températures sont remarquables. La question s'est donc posée de savoir si l'APU est-il alors plus utilisé dans ces cas : températures froides typiquement observées en hiver ou températures chaudes typiquement observées en été ?

La première approche choisie a été de regarder les temps d'utilisation de l'APU en fonction de la saison. Les temps d'utilisation de l'APU ont été distingués en fonction des quatre saisons pour les PV reçus fin 2018 et en 2019 :

Type d'aéronef	Temps médian d'utilisation de l'APU durant l'escale ¹⁸ (en minutes) et nombre d'échantillons analysés			
	Hiver (PV relevés entre le 21/12/2018 et le 19/03/2019)	Printemps (PV relevés entre le 20/03/2019 et le 20/06/2019)	Eté (PV relevés entre le 21/06/2019 et le 22/09/2019)	Automne (PV relevés entre le 23/09/2019 et le 21/12/2019)
Court et moyen-courriers	Médiane : 29 Nombre de PV : 72	Médiane : 22 Nombre de PV : 81	Médiane : 56 Nombre de PV : 75	Médiane : 42 Nombre de PV : 160
Long-courriers	Médiane : 51 Nombre de PV : 15	Médiane : 86 Nombre de PV : 15	Médiane : 117 Nombre de PV : 30	Médiane : 83 Nombre de PV : 29

Tableau 5: Temps médian d'utilisation de l'APU (et nombre d'échantillons) pour l'aéroport de Paris-Orly en fonction des saisons

Pour les court- et moyen-courriers, les temps d'utilisation de l'APU sont compris entre 22 et 56 minutes avec un maximum observé en été et un minimum au printemps. L'APU semble être plus utilisé pour des températures hautes que pour des températures basses où la cabine peut bénéficier du chauffage des différents moteurs de l'avion. Il existe un indice, appelé indice de rigueur¹⁹, utilisé par Météo France, qui permet de déterminer si l'hiver est plus ou moins rigoureux par rapport à une moyenne. L'indice de rigueur calculé pour l'année considérée à montrer que l'hiver 2018/2019 était moins rigoureux qu'une année moyenne. Une piste intéressante serait de regarder en détail les températures sur une année et de regarder comment varie le temps d'utilisation de l'APU. Cela permettra de voir s'il existe une corrélation entre les températures remarquables et l'utilisation de l'APU.

¹⁸ Le temps médian d'escale correspond à la somme du temps médian d'arrivée et du temps médian de départ pour une saison et pour un type d'aéronef

¹⁹ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indice-de-rigueur-degres-jours-unifies-aux-niveaux-national-regional-et-departemental>

Pour les longs courriers, les temps d'utilisation montrent une plus grande amplitude entre les saisons, mais le faible nombre d'échantillon ne permet pas de conclure sur un effet potentiel de la température sur les temps d'utilisation de l'APU.

Temps d'utilisation du groupe auxiliaire de puissance (APU) et modèles de compagnies aériennes :

On peut distinguer deux types de compagnies aériennes. Les compagnies aériennes dites « Low Cost » ont un modèle économique basé notamment sur une grande efficacité opérationnelle qui passe par la maximisation du nombre de passagers et la **réduction des temps d'escale** mais également par l'homogénéité des flottes permettant une optimisation des coûts de maintenance et de formation du personnel navigant technique et commercial. Les compagnies dites « régulières » qui effectuent des vols réguliers, quel que soit le nombre de passager dans l'avion. Le modèle de la compagnie aérienne influence-t-elle les temps d'utilisation des APU ? Une comparaison des temps d'utilisation de l'APU entre les compagnies dites « Low Cost » (Easyjet, Transavia, Vueling...) et les compagnies « régulières » (Air France, Iberia...) est présentée dans le tableau pour les PV établis en 2019 :

Type d'aéronef	Arrivée		Départ	
	Compagnies Low Cost	Compagnies régulières	Compagnies Low Cost	Compagnies régulières
Court et moyens courriers	Médiane : 7	Médiane : 8	Médiane : 18	Médiane : 29
	Nb de PV : 190	Nb de PV : 197	Nb de PV : 7	Nb de PV : 13
Long-courriers	Médiane : 20	Médiane : 18	*Nombre de PV insuffisant	Médiane : 70
	Nb de PV : 25	Nb de PV : 54		Nb de PV : 11

Tableau 6: Temps médian d'utilisation de l'APU en fonction du type de compagnies aériennes à l'aéroport d'Orly

Ces résultats montrent qu'à l'arrivée les temps d'utilisation sont similaires pour les deux types de compagnie. Pour les départs, on remarque d'importants écarts entre les deux types de compagnies allant de 10 à 30 minutes de différence pour un même type d'aéronef. On observe un temps d'utilisation plus faible pour les compagnies low cost. Toutefois, le nombre d'échantillon pour le départ ne permet pas de conclure l'analyse. Cependant il serait intéressant d'approfondir l'étude avec un nombre d'échantillon plus important, pour voir si une différence significative est observée.

En résumé, pour Paris – Orly, on observe des temps médians d'utilisation de l'APU :

- à l'arrivée : 7 minutes (courts et moyen-courriers) et 18 minutes (longs courriers) ;
- au départ : 16 minutes (courts et moyen-courriers) et 63 minutes (longs courriers).

D'après les histogrammes les temps les plus observés sont :

- à l'arrivée : 5 à 10 minutes ;
- au départ : 10 minutes.

Les temps médians observés sont bien en dessous de la limite actuelle autorisée qui est de 30 minutes (arrivée) ou de 60 à 80 minutes (départ) pour les postes partiellement ou non équipés en moyen de substitution comme c'est le cas sur cette plateforme. Un autre aspect de cette étude a été de voir si la saisonnalité ou le type de compagnies aériennes pouvaient influencer le temps de l'utilisation de l'APU, mais le faible nombre d'échantillon n'a pas permis de conclure.

b) Aéroport de Paris – Charles-de-Gaulle (Paris - CDG)

Les temps médians de l'utilisation du groupe auxiliaire de puissance (APU) ainsi que des histogrammes pour l'aéroport de Paris – Charles-de-Gaulle sont reportés ci-dessous, contrairement à la plateforme de Paris – Orly ici 42 des PV ont été établis sur des postes totalement équipés en moyens de substitution :

	Nombre de PV	Temps médian d'utilisation de l'APU en minutes		Temps autorisé par l'arrêté sans moyens de substitution
		court- et moyen-courrier (CC/MC)	long courrier (LC)	
Arrivée	CC/MC: 109 LC: 100	6	11	30 min
Départ	CC/MC: 32 LC: 89	22	46	60 ou 80 min pour les LC

Tableau 7: Temps médian d'utilisation de l'APU à l'aéroport de Paris – Charles- de- Gaulle

Les temps médians d'utilisation pour Paris – Charles-de-Gaulle sont de 22 et 46 minutes respectivement pour les court- et moyen – courriers et les long-courriers au départ, et 6 et 11 minutes à l'arrivée. Ces temps sont similaires à ceux constatés sur la plateforme de Paris – Orly. Sur les histogrammes²⁰ (figures 10 et 11) au départ, il y a plus de disparités et il est difficile de distinguer une tendance. Pour l'arrivée, le temps le plus observé est de l'ordre de 5 à 10 minutes. A noter que le nombre d'échantillons est plus faible pour le départ que pour l'arrivée.

²⁰ PV dressés depuis 2014 pour le départ : 121 PV dont 10 qui sont supérieurs à 80min, pour l'arrivée : 209 PV dont 4 supérieurs à 30 min

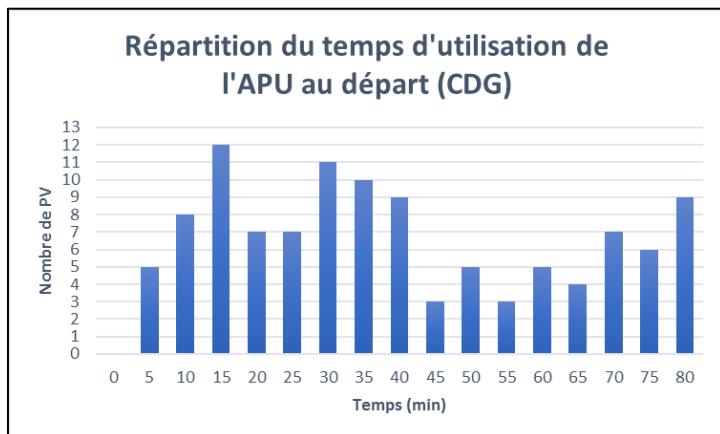


Figure 8: Histogramme des temps d'utilisation de l'APU à Paris - CDG pour le départ

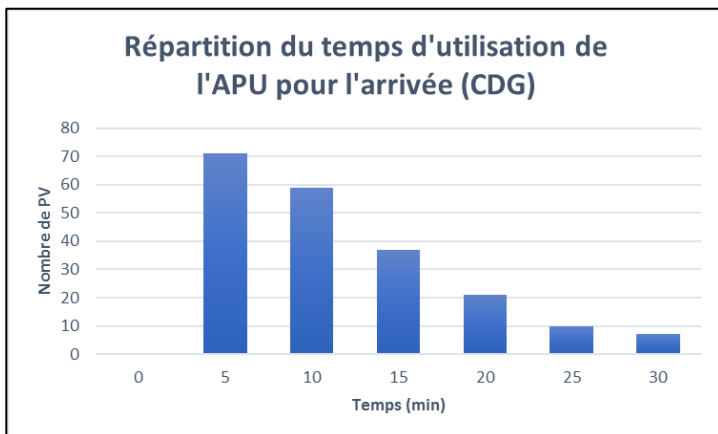


Figure 9: Histogramme des temps d'utilisation de l'APU à Paris - CDG pour l'arrivée

Une analyse a été également réalisée sur la variation du temps d'utilisation du groupe auxiliaire de puissance (APU) en fonction des saisons et du type de compagnies aériennes pour la plateforme de Paris – Charles-de-Gaulle. Cependant le nombre d'échantillon étant trop faible, cela n'a pas permis de conclure sur l'analyse (les résultats sont reportés dans l'annexe 1).

Sur cette plateforme, 42 des PV (sur 330 en total) ont été établis sur un poste totalement équipé en moyens de substitution : cela comprend la fourniture en électricité et en climatisation-chauffage. A Paris – Charles-de-Gaulle, 16 postes sont équipés en PCA en plus du 400Hz. Les temps de l'utilisation de l'APU sont alors restreints à 5 minutes pour l'arrivée et à 10 minutes pour le départ. Sur les 42 PV dressés, 35 ont été réalisés sur des longs courriers et 7 sur des court-et-moyen-courriers. Sont reportés dans les tableaux suivants, les temps d'utilisation médian de l'APU sur ces postes équipés ainsi que le nombre de manquements relevés :

Type d'aéronef	Temps médian d'utilisation de l'APU sur un poste équipé (min)	Nombre de PV	Temps autorisé
Départ	34	23	10
Arrivée	5	19	5

Tableau 8: Temps médian d'utilisation de l'APU à Paris- Charles-De-Gaulle pour un poste totalement équipé

Le tableau ci-dessus montre que les temps d'utilisation du groupe auxiliaire de puissance (APU) sont de 34 minutes pour le départ et 5 minutes pour l'arrivée. A l'arrivée, le temps médian observé respecte le temps autorisé par l'arrêté. En revanche ce n'est pas le cas pour le départ avec un temps médian de 34 minutes.

Postes équipés en moyens de substitution	
Nombre de PV pour un poste équipé	42
Nombre de manquements	29
Pourcentage de manquements	69%

Tableau 9: Nombre de manquements relevés sur un poste équipé

Ainsi on note que 22 manquements relevés sur 29 sont observés pour le départ.

En résumé, pour Paris – Charles – de – Gaulle, on observe des temps médians d'utilisation de l'APU :

- à l'arrivée : 6 minutes (courts et moyen-courriers) et 11 minutes (longs courriers) ;
- au départ : 22 minutes (courts et moyen-courriers) et 46 minutes (longs courriers).

D'après les histogrammes les temps les plus observés sont :

- à l'arrivée : 5 à 10 minutes ;
- au départ : grande disparité des temps observés.

Les temps observés sont bien en dessous de la limite autorisée qui est de 30 minutes (arrivée) ou de 60 à 80 minutes (départ) pour les postes partiellement ou non équipés en moyen de substitution.

Sur cet aéroport, 16 postes sont considérés comme totalement équipés en moyens de substitution. On observe des temps de 5 minutes pour l'arrivée et 34 minutes pour le départ (pour 42 PV), la majorité des manquements relevés était pour les départs.

c) Aéroport de Paris – Le Bourget

Les temps médians de l'utilisation du groupe auxiliaire de puissance (APU) ainsi que des histogrammes pour l'aéroport de Paris – Le Bourget sont reportés ci-dessous. Tous les PV dressés ont été réalisés sur des postes partiellement ou non équipés (aucun poste n'est encore totalement équipé sur la plateforme de Paris – Le Bourget) ; les limites d'utilisation de l'APU sont maximales :

	Nombre de PV	Temps médian d'utilisation de l'APU en minutes		Temps autorisé par l'arrêté sans moyens de substitution
		court- et moyen-courrier (CC/MC)	long courrier (LC)	
Arrivée	CC/MC: 73 LC: 0	22	-	30 min
Départ	CC/MC: 96 LC: 1	55	87	60 ou 80 min pour les LC

Tableau 10: Temps médian d'utilisation de l'APU à l'aéroport de Paris – Le – Bourget

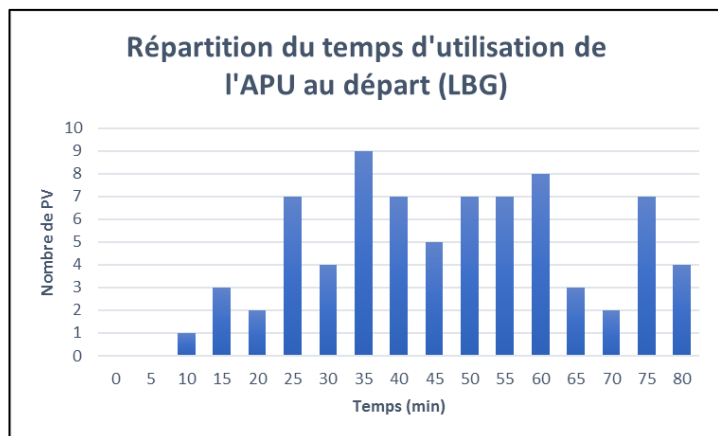


Figure 10: Histogramme des temps d'utilisation de l'APU de Paris – Le – Bourget pour le départ

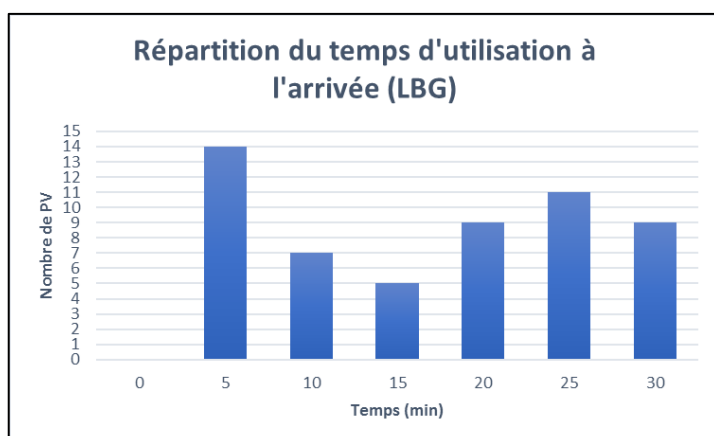


Figure 11: Histogramme des temps d'utilisation de l'APU de Paris – Le – Bourget pour l'arrivée

Sur l'aéroport de Paris – Le – Bourget, les temps d'utilisation de l'APU aussi bien à l'arrivée qu'au départ sont bien supérieurs à ceux observés sur les deux autres plateformes parisiennes. On observe environ 22 minutes à l'arrivée et 55 minutes pour le départ (courts et moyen-courriers) toutefois le nombre d'échantillons est plus faible sur cette plateforme. Il y a également une grande disparité dans la répartition des temps d'utilisation de l'APU.

Cela peut s'expliquer en partie par la spécificité de la plateforme de Paris – Le Bourget qui accueille exclusivement l'aviation d'affaires et dans la mesure où elle n'est dotée d'aucun poste équipé en 400 Hz (fourniture en électricité) ou PCA (fourniture en climatisation) et de très peu d'engins mobiles de substitution. Le comportement des utilisateurs diffère de ceux de l'aviation commerciale : horaire de départ très flexible et moins prévisible que pour l'aviation commerciale, business model.... De plus, il n'existe pas de poste de stationnement « avion » fixe et le trafic est très hétérogène en termes de taille de module avion. Cela nécessite que les sociétés d'assistance en escale s'organisent afin de mettre à disposition un parc d'engins de piste répondant à tous les types « avions » présents sur la plateforme mais également que le gestionnaire mette à disposition des assistants des moyens de substitution fixe.

En résumé, pour Paris – Le Bourget, on observe des temps médians d'utilisation de l'APU :

- à l'arrivée : 22 minutes ;
- au départ : 55 minutes.

Les temps d'utilisation de l'APU sont bien supérieurs à ceux observés sur les deux autres plateformes parisiennes mais également supérieurs à la limite d'utilisation autorisée pour les postes partiellement ou non équipés. Aucun moyen de substitution fixe n'est disponible sur cette plateforme, les moyens mobiles sont en nombre limité pour la fourniture en électricité et quasi inexistantes pour la climatisation.

Cette plateforme est très spécifique comme elle accueille l'aviation d'affaires. Le comportement des utilisateurs diffère de ceux de l'aviation commerciale notamment par des horaires de départ très flexibles et moins prévisibles que pour l'aviation commerciale. En conséquence, les temps d'utilisation de l'APU sont plus hétérogènes.

3) AUTRES AÉROPORTS FRANÇAIS

D'autres analyses d'observation sur le temps d'utilisation du groupe auxiliaire de puissance (APU) ont été menées par les gestionnaires d'aéroports dans différents aéroports en France. Le tableau suivant présente les résultats des analyses sur les aéroports de Nantes – Atlantique, Toulouse – Blagnac et Nice – Côte-d'Azur :

Temps médian d'utilisation de l'APU (min)	Arrivée	Départ
Nantes – Atlantique (2015)	6	17
Toulouse –Blagnac (2013)	6	16
Nice – Côte – d' Azur (2015)	4	18

Tableau 11: Temps d'utilisation de l'APU pour les aéroports de Nantes –Atlantique, Toulouse – Blagnac et Nice – Côte-d'Azur

Ces temps médians sont basés également sur des observations sur le terrain (chronométrage de l'utilisation de l'APU). On constate que pour ces trois aéroports les temps d'utilisation sont de 4 à 6 minutes pour l'arrivée et 16 à 18 minutes pour le départ. Ces temps sont similaires aux temps d'utilisation observés sur Paris – Orly et Paris – Charles-de-Gaulle pour les court-et-moyens courriers. Les temps ne sont donnés que pour les court-et-moyens courriers, qui représentent l'essentiel du trafic de ces trois aéroports.

4) PRINCIPAUX RESULTATS

D'après cette analyse statistique, un temps moyen d'utilisation du groupe auxiliaire de puissance (APU) lors d'une escale (arrivée et départ) de **25 minutes pour les court- et moyen- courriers** est observé aussi bien sur Paris – Orly que Paris – Charles-de-Gaulle. Pour les longs courriers, le temps d'utilisation de l'APU durant l'escale est plus disparate. Les temps médians sont de **57 minutes à Paris – Charles-de-Gaulle** et de **81 minutes à Paris – Orly** mais le faible nombre de procès-verbaux de renseignement relatifs aux escales des longs courriers ne permet pas de conclure de même que pour les départs. L'automatisation des contrôles permettrait d'obtenir une meilleure information.

Pour Paris – Orly et Paris – Charles-de-Gaulle, on observe que les temps d'utilisation de l'APU, sont similaires aux aéroports de Nantes –Atlantique, Toulouse – Blagnac et Nice – Côte-d'Azur (court- et moyen-courrier). Pour les trois plateformes, les temps observés sont supérieurs à la limite autorisée par l'arrêté du 27 juillet 2012 pour les postes partiellement ou non équipés. L'arrêté de restriction d'Île-de-France qui se veut restrictif n'atteint pas son objectif qui est de réduire les nuisances (qualité de l'air local et bruit). Il est en de même pour les autres arrêtés de restriction du temps d'utilisation de l'APU sur les autres plateformes.

EN RESUME

Lors de l'escale, le groupe auxiliaire de puissance (APU), petite turbine, fournit l'électricité et la climatisation ou le chauffage dans l'avion. Son temps d'utilisation peut être aisément réduit notamment grâce aux moyens de substitution fixes ou mobiles existants sur le marché et/ou par des arrêtés restrictifs. La diminution de son utilisation permet de réduire les nuisances sonores et les émissions de polluants atmosphériques.

Différents types de restrictions sont mis en place pour contrôler et réguler le temps d'utilisation de l'APU. A l'échelle européenne, la majorité des 30 aéroports les plus fréquentés ont mis en place des restrictions sur l'utilisation de l'APU, comme les aéroports de Londres-Heathrow, Barcelone, Copenhague... C'est le cas en France où des arrêtés de restriction réglementant l'utilisation de l'APU sont actuellement en vigueur :

- arrêté du 24 avril 2006 pour la plateforme de Nantes -Atlantique ;
- arrêté du 2 mars 2010 pour celle de Nice-Côte-d'Azur ;
- arrêté du 27 juillet 2012 pour les 3 grandes plateformes parisiennes (aéroports de Paris-Orly, Paris-Charles-de-Gaulle et Paris-le Bourget).

D'autres plateformes ont également publié des limitations du temps de l'utilisation de l'APU dans le document de publication d'information aéronautique (AIP).

Les écarts entre les restrictions de temps d'utilisation sur les différentes plateformes à l'échelle européenne peuvent se révéler relativement important (5 minutes, 20 minutes ou 30 minutes). Ces écarts sont encore plus notables quand il s'agit des plateformes françaises dont les temps autorisés sont parmi ceux les plus permissifs en cas de postes non ou partiellement équipés en moyens de substitution. Certains aéroports étrangers prennent en compte les conditions météorologiques extrêmes justifiant ou non de l'utilisation de l'APU montrant ainsi que l'utilisation de ce dernier n'est pas inévitable en cas d'absence de moyen de substitution en climatisation-chauffage. En Île-de-France, les temps d'utilisation sont plus restrictifs si les postes sont équipés en électricité et climatisation-chauffage.

Une étude statistique a été menée sur la base de procès-verbaux de renseignement administratif dressés par la gendarmerie des transports aériens dans le cadre de l'arrêté du 27 juillet 2012 relatif à l'utilisation des moyens permettant aux aéronefs de s'alimenter en énergie et climatisation-chauffage lors de l'escale. Elle présente un premier état des lieux des pratiques d'utilisation de l'APU sur les trois grandes plateformes parisiennes.

L'analyse statistique a pris en compte les PV établis entre juillet 2014 et fin décembre 2019 et les temps médian d'utilisation de l'APU mis en exergue par cette étude sont les suivants sur les trois plateformes :

Nombre d'échantillons	Temps médian d'utilisation de l'APU en minutes					Temps autorisé par l'arrêté avec ou sans moyens de substitution
			OLY	CDG	LBG	
Orly: 555 CDG: 109 LBG: 73	Court- et moyen-courrier	Arrivée	7	6	22	5 min ou 30 min
Orly: 76 CDG: 32 LBG: 96		Départ	16	22	55	10 min ou 60 min
Temps d'escale			23	28	77	
Orly: 114 CDG: 100 LBG: 0	Long courrier	Arrivée	18	11	-	5 min ou 30 min
Orly: 29 CDG: 89 LBG: 1		Départ	63	46	87	10 min ou 80 min
Temps d'escale			81	57	-	

Tableau 12: Temps médians d'utilisation de l'APU sur les plateformes de Paris-Orly, Paris-Charles-de-Gaulle et Paris-Le Bourget

CONCLUSION

Les moteurs auxiliaires de puissance (APU) sont la 2^{ème} source d'émissions atmosphériques sur les aéroports et il apparaît aujourd'hui raisonnable et possible de réduire de manière très significative leurs nuisances. Dans la mesure où le fonctionnement des APU est particulièrement coûteux pour les compagnies, la crise sanitaire actuelle est une opportunité pour que les acteurs économiques unissent leurs efforts pour contribuer à la transition écologique en limitant leur utilisation.

Les expériences françaises et européennes montrent que, lorsque les aéroports sont correctement équipés en moyen de substitution, les APU ne sont utilisés en moyenne que 5 minutes à l'arrivée et 10 minutes au départ.

Il est donc recommandé, notamment pour les agglomérations françaises où la qualité de l'air est particulièrement dégradée :

- 1) Que les autorités concédantes (Etat ou collectivités territoriales) incitent leurs concessionnaires (sociétés d'exploitation aéroportuaires) à équiper tous les postes avions de moyens de substitution, fixes ou mobiles, afin de permettre aux compagnies aériennes de faire l'économie de l'usage des APU ;
- 2) Que l'Etat modernise le cadre réglementaire actuellement en vigueur en fixant des durées maximales d'utilisation des APU de l'ordre de 5 à 6 minutes à l'arrivée et 10 à 12 minutes au départ. L'arrêté ministériel pourrait utilement fixer une échéance pour l'équipement des postes avions et les dispositions transitoires relatives au temps maximal d'utilisation lorsque les postes ne sont pas encore équipés.

La réduction actuelle des trafics et les perspectives de reprise des activités permettent aux sociétés d'exploitation aéroportuaire et aux sociétés d'assistance en escale de lisser leurs investissements tout en offrant un service adapté aux besoins progressifs des compagnies aériennes.

GLOSSAIRE

ACU – Air Conditioning Unit

APU – Auxiliary Power Unit

ASU – Air Start Unit

DGAC – Direction Générale de l’Aviation Civile

GPU – Ground Power Unit

GTA – Gendarmerie des Transports Aérien

OACI – Organisation de l’Aviation Civile Internationale

PCA – Pre-Conditionning Air unit

PNAC – Plan National de l’Aviation Civile

PPA – Plan Protection de l’Atmosphère

PV – Procès-Verbaux

ANNEXE 1

Etude du temps d'utilisation de l'APU en fonction des saisons et du type de compagnies aériennes sur l'aéroport de Paris – Charles-de-Gaulle.

Type d'aéronef	Temps médian d'utilisation de l'APU durant l'escale ²¹ (en minutes) et nombre d'échantillons analysés			
	Hiver (PV relevés entre le 21/12/2018 et le 19/03/2019)	Printemps (PV relevés entre le 20/03/2019 et le 20/06/2019)	Eté (PV relevés entre le 21/06/2019 et le 22/09/2019)	Automne (PV relevés entre le 23/09/2019 et le 21/12/2019)
Court et moyens courriers	Médiane : 39 Nombre de PV : 16	Médiane : 25 Nombre de PV : 10	Médiane : 57 Nombre de PV : 17	Médiane : - ²² Nombre de PV : -
Long-courriers	Médiane : 75 Nombre de PV : 17	Médiane : 49 Nombre de PV : 11	Médiane : 36 Nombre de PV : 27	Médiane : 40 Nombre de PV : 11

Tableau 13: Temps médian de l'APU pour Paris – Charles-de-Gaulle en fonction des saisons

Type d'aéronef	Arrivée		Départ	
	Compagnies Low Cost	Compagnies régulières	Compagnies Low Cost	Compagnies régulières
Court et moyens courriers	Médiane : 6 Nombre de PV : 18	Médiane : 6 Nombre de PV : 27	Médiane : 60 Nombre de PV : 2	Médiane : 41 Nombre de PV : 4
Long-courriers	Médiane : 5 Nombre de PV : 5	Médiane : 11 Nombre de PV : 40	Médiane : 30 Nombre de PV : 2	Médiane : 31 Nombre de PV : 19

Tableau 14: Temps médian de l'APU pour Paris – Charles-de-Gaulle en fonction du type de compagnies

²¹ Le temps médian d'escale correspond à la somme du temps médian d'arrivée et du temps médian de départ pour une saison et pour un type d'aéronef

²² Pas de PV pour les départs

ANNEXE 2

Le tableau ci-dessous résume les limitations de temps d'utilisation mises en place dans 18 parmi 30 aéroports européens où il y a une restriction sur l'utilisation de l'APU, ainsi que leurs taux d'équipement en moyen de substitutions:

Aéroport	sans moyen de substit ution - arrivée	sans moyen de substit ution - départ	avec moyen de substit ution - arrivée	avec moyen de substit ution - départ	Taux d'équipement en 400Hz et PCA
Londres - Heathrow - court et moyen-courrier		30	10	15	60% de PCA (postes au contact)
Londres - Heathrow - long-courrier		60	10	30	
Londres - Heathrow - A380			15	60	
Paris - Charles-de-Gaulle court et moyen-courrier	30	60	5	10	
Paris - Charles-de-Gaulle long courrier		80			
Paris - Orly court et moyen-courrier	30	60	5	10	
Paris - Orly long-courrier		80			
Milan - Malpensa	20	60		5	100 % de 400Hz et PCA (postes au contact) 100% de 400Hz (postes éloignés)
Copenhague			5	5	100% de 400Hz et PCA (postes au contact) 95% de 400Hz et PCA (postes éloignés)
Stockholm - Arlanda				5	100% de 400Hz et 60% de PCA (postes au contact) 40% de PCA (postes éloignés)
Barcelone (postes au contact)			2	5	100% de 400Hz et PCA (postes au contact)
Barcelone (postes éloignés) - court et moyen-courrier			10	10	
Barcelone (postes éloignés) - long-courrier			15	50	
Palma de Mallorca			2	5	100% de 400Hz et PCA (postes au contact)
Londres - Stansted				10	100% de 400Hz (postes au contact) 0% de PCA
Athènes			15	15	100% de 400Hz et PCA (postes au contact) 50% de 400Hz (postes éloignés)
Hambourg			5	10	100% de 400Hz et de PCA (postes au contact)
Prague - Ruzyně			5	20	100% de 400Hz et 60% de PCA (postes au contact)

Tableau 15: restrictions de temps d'utilisation de l'APU et taux d'équipement en moyen de substitutions dans 18 aéroports d'Europe

Le tableau ci-dessous résume les limitations de temps d'utilisation mises en place, dans les 12 aéroports restants parmi 30 aéroports européens, dans le cas où il y a une restriction sur l'utilisation de l'APU :

Aéroport	sans moyen de substitution - arrivée	sans moyen de substitution - départ	avec moyen de substitution - arrivée	avec moyen de substitution - départ
Düsseldorf	-	30	-	-
Madrid - Barajas - court et moyen-courrier	10	10	2	5
Madrid - Barajas - long courrier	15	50	2	5
Amsterdam - Schiphol	-	-	5	10
Londres - Gatwick - court et moyen-courrier	-	-	10	15
Londres - Gatwick - long-courrier	-	90	10	50
Bruxelles	-	-	5	15
Budapest	-	-	5	-
Rome - Fiumicino	L'utilisation de l'APU doit être limité au maximum			
Manchester	L'utilisation de l'APU doit être limité au maximum			
Lisbonne	L'utilisation de l'APU doit être limité au maximum			
Helsinki-Vantaa	L'utilisation de l'APU doit être limité au maximum			
Malaga-Costa Del Sol	L'utilisation de l'APU doit être limité au maximum			

Tableau 16: restrictions de temps d'utilisation de l'APU dans 12 aéroports d'Europe