

Mesures aéroportées et par ballons

+ Complément

Fiche détaillée

Niveau ★★☆☆

(A partir de la 2nd)

I. Introduction

Pour l'étude de la pollution atmosphérique divers types de mesures sont nécessaires et complémentaires les uns des autres. Les mesures fixes dites in situ renseignent sur l'évolution temporelle des concentrations de polluants au niveau de la surface en un point. Les mesures par télédétection depuis le sol permettent d'obtenir les quantités totales d'un polluant dans la colonne atmosphérique au dessus du point de mesure ou, dans certain cas, les profils de concentration en fonction de l'altitude. Les mesures par satellite ont une dimension spatiale bien plus grande mais puisqu'elles fournissent des observations sur la Terre entière mais avec une résolution spatiale encore faible (de l'ordre de la dizaine de km) et elle ne fournissent pas les profils de concentration dans la basse et atmosphère ni à fortiori les valeurs des concentration de polluants en surface. Entre les mesures in situ ou par télédétection depuis le sol et les mesures spatiales, les mesures aéroportées apportent donc des informations complémentaires. Ce sont des mesures réalisées à bord d'avions de recherche ou d'avion de ligne, ou bien par des instruments embarqués sous des ballons. Il s'agit bien sur de mesures limitées dans le temps à la durée de vol de l'avion ou du ballon, et limitées dans l'espace à la trajectoire du vol.

II. Mesures aéroportées

A bord des avions de recherche les instruments embarqués sont de même nature que ceux utilisés dans les stations sol. Les instruments doivent cependant être certifiés pour l'aéronautique. Il peut s'agir d'instruments de mesure de concentrations in situ ou par télédétection (lidars). Dans le premier cas l'air est aspiré à l'intérieur de la carlingue et acheminé jusqu'aux analyseurs (pour les particules atmosphériques l'entrée d'air doit être munie d'une « veine isocinétique » évitant leur reflux), dans le deuxième cas, des hublots en quartz sont aménagés pour permettre le passage des faisceaux laser. Tous les pays scientifiquement développés disposent d'avions de recherche. En France deux types d'avions de recherche existent. Il s'agit des avions de recherche du groupement SAFIRE (CNRS, Météo- France, CNES) et d'avions de ligne instrumentés dans le cadre du programme de recherche MOZAIC-IAGOS.

II.1. Les avions de recherche français

Le groupement d'intérêt Public SAFIRE (Service des Avions Français Instrumentés pour la Recherche en Environnement) dispose de trois avion, un bimoteur à turbopropulseurs ATR 42, un jet Falcon 20, et un monomoteur à hélice Piper Aztec. Ces avions sont équipés d'une instrumentation très complète qui peut être adaptée selon la nature et les besoins des campagnes de recherche qu'ils effectuent. Ils sont fréquemment impliqués dans des campagnes d'étude de la pollution atmosphérique comme ESCOMPTE en 2001 dans la Région de Marseille, AMMA en Afrique de l'Ouest en 2006 et MEGAPOLI en 2009 dans la région parisienne. Pour plus de renseignements sur les avions, leurs missions, et leur équipement on pourra consulter le site Internet de SAFIRE : <http://www.safire.fr/>

II.II. Le programme MOZAIC-IGOS



Measurement of Ozone, water vapour, carbon monoxide and nitrogen oxides by Airbus in-service aircraft



<http://mozaic.aero.obs-mip.fr/>

MOZAIC est un Service d'Observation de l'INSU-CNRS. L'objectif est la surveillance de l'ozone, du monoxyde de carbone, des oxydes d'azote et de la vapeur d'eau à l'aide d'instruments automatiques embarqués à bords d'avions de ligne. Le programme existe depuis 1994. Le programme **MOZAIC** (*Measurement of OZone and water vapour by Airbus in-service airCRAFT*) a été initié en 1993 par un groupement de scientifiques français et européens (Airbus et des compagnies aériennes (Lufthansa, Air France, Sabena et Austrian) pour collecter des données expérimentales de gaz trace (ozone et vapeur d'eau depuis 1994, monoxyde de carbone et oxydes d'azote depuis 2001) en routine sur cinq avions commerciaux. Son but est de mieux connaître et de surveiller la composition chimique de l'atmosphère et d'aider à caractériser l'influence de l'activité humaine. En 2010 le programme MOZAIC sera reformaté et étendu dans le cadre d'un nouveau programme baptisé IAGOS.

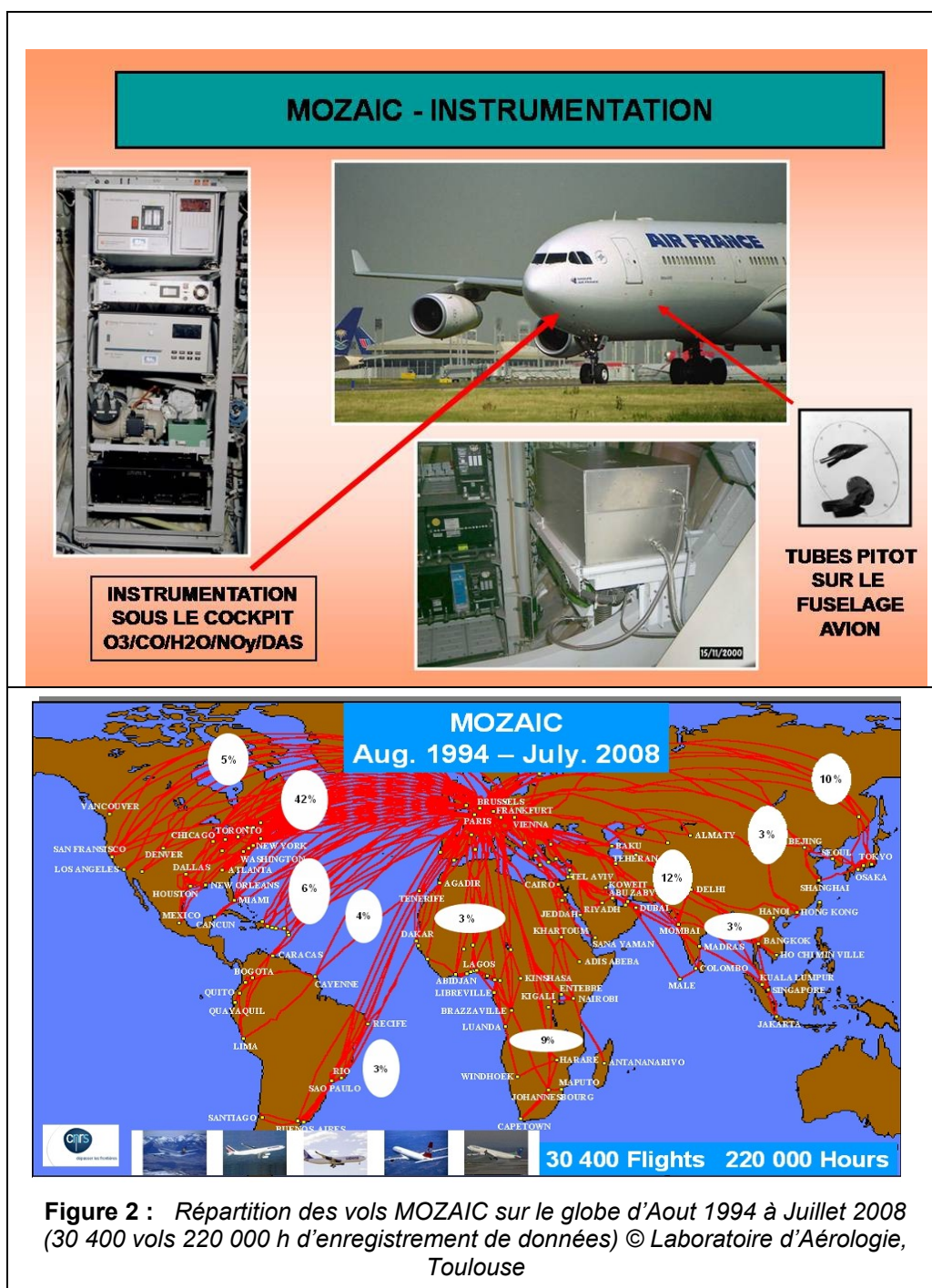


Figure 2 : Répartition des vols MOZAIC sur le globe d'Aout 1994 à Juillet 2008 (30 400 vols 220 000 h d'enregistrement de données) © Laboratoire d'Aérodologie, Toulouse

III. Les ballons instrumentés

III.I. Les radiosondages

Les mesures embarquées sous ballons gonflés à l'hélium sont un autre moyen de sonder l'atmosphère. La mesure est effectuée par des capteurs accrochés sous le ballon qui monte à vitesse constante jusqu'à une altitude variable qui peut atteindre 40 km. Les mesures les plus courantes sont les sondages de pression, température et humidité auxquels peuvent être ajoutées une mesure d'ozone à l'aide d'une sonde électrochimique et une mesure du vent horizontal par la technique de positionnement GPS. Les données sont transmises automatiquement par radio à une station de réception au sol qui dépouille le sondage en temps réel au cours de l'ascension du ballon. Ces mesures sont réalisées couramment pour plusieurs réseaux internationaux de surveillance de l'atmosphère. Il arrive que l'on utilise aussi des ballons en forme de dirigeable reliés au sol par un filin. Il s'agit de ballons captifs qui sont utilisés seulement pour les études des basses couches de l'atmosphère. Le ballon captif peut être maintenu en l'air pendant plusieurs heures, voire plusieurs jours.



Photo 2 : Envoi d'une sonde PTU-Ozone à l'aéroport de Saint Denis de la Réunion. Le lâcher du ballon peut être problématique par vent fort © OPAR, Université de la Réunion

III.II. Les ballons stratosphériques

Les ballons sont aussi très utilisés pour les mesures dans la stratosphère. Ils emportent alors de véritables instruments de mesure sophistiqués de haute précision. Il s'agit de ballons bien plus volumineux que les ballons utilisés pour les sondages d'ozone. La charge utile du ballon peut atteindre plusieurs centaines de kilogrammes. Lorsque le sondage est terminé le ballon est détruit par télécommande et la nacelle portant les instruments retombe freinée par un parachute. Elle est munie d'une balise émettrice qui permet de localiser le point de chute pour la récupération des instruments. Voir : <http://www.cnes.fr/web/CNES-fr/3547-ballons-stratospheriques.php>

Il existe deux types de ballons stratosphériques : les ballons de grand volume gonflés à l'hélium qui effectuent une montée verticale jusqu'à l'altitude maximale pour réaliser la mesure des profils verticaux des constituants atmosphériques et les montgolfières infrarouge qui effectuent des vols de longue durée dans la stratosphère.



Photo 3 : Lancement d'un ballon de grand volume à Kiruna Suède pour l'étude de la couche d'ozone stratosphérique © CNES



Photo 4 : L'instrument SPIRALE du LPCE (Orléans) est un spectromètre à diode laser d'un poids avec sa nacelle, d'environ 500 kg. Les profils verticaux de concentrations d'une douzaine d'espèces - O_3 , CH_4 , CO , CO_2 , N_2O , HNO_3 , NO_2 , NO , HCl , $HOCl$, H_2O_2 , COF_2 - sont mesurés avec une très grande résolution verticale (quelques mètres), une grande sensibilité (rapports de mélange > 10 pptv) et une grande précision. © LPCE

La montgolfière infrarouge, utilisant le principe bicentenaire de la montgolfière que nous connaissons tous, est soutenue par l'air chaud. Son enveloppe est chauffée le jour par le Soleil, lui permettant de monter jusqu'à 30 km d'altitude, et la nuit par le rayonnement infrarouge de la Terre. Bien que faible, la portance générée par l'effet de serre suffit alors à stabiliser le ballon à environ 20 km. Pouvant emporter jusqu'à 50 kg de charge utile, cet aérostat présente l'originalité d'osciller en permanence entre 2 altitudes pendant 2 à 3 semaines. Il est particulièrement intéressant pour étudier la stratosphère. Des montgolfières infrarouges ont parcouru plus d'une fois le tour de la Terre au niveau de l'équateur lors d'expériences scientifiques.