

Les infrastructures aéroportées de recherche pour l'environnement, typologie et intégration européenne

Jean-Louis Brenguier

chargé de mission pour la coordination de l'offre R&D aéronautique,
coordinateur des projets COPAL et EUFAR

Élisabeth Gérard

chef de projet EUFAR

CNRM-GAME, Météo-France et CNRS, bureau@eufar.net

Déroulement de la présentation

- ▶ **Typologie des systèmes d'observation de recherche**
- ▶ **La recherche aéroportée en Sciences de la Terre**
- ▶ **Intégration européenne des infrastructures**

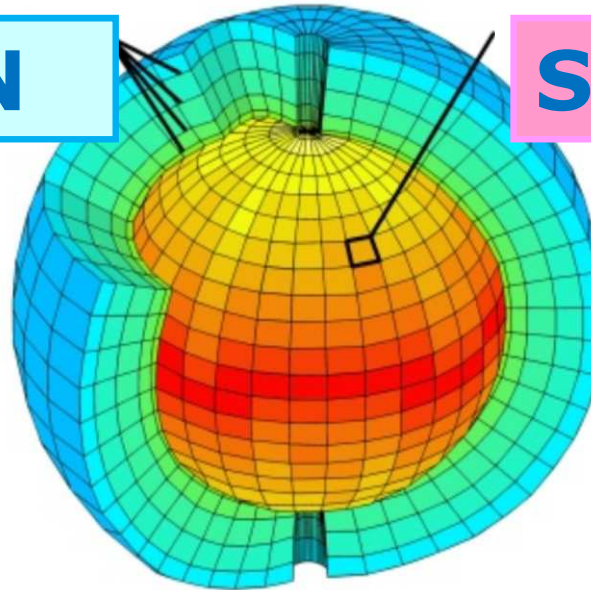
TYPLOGIE DES SYSTEMES D'OBSERVATION

EXPLORATION

- Explorer la physique des phénomènes
- Causalité et rétroaction
- Développement des paramétrisations

SURVEILLANCE

- Réglage des paramétrisations
- Validation du modèle
- Assimilation de données
- Détection des tendances à long terme



PARAMETRISÉ

0.1 m

10 m

km

RESOLU

100 km

10000 km

● Manœuvrabilité

- Innovation
- Performance
- Périodes d'observation intensives

- Initiatives individuelles
- Financement par les programmes scientifiques dans le cadre de campagnes

● Autonomie

- Fiabilité, robustesse, maintenabilité
- Durabilité
- Longues séries de données homogènes

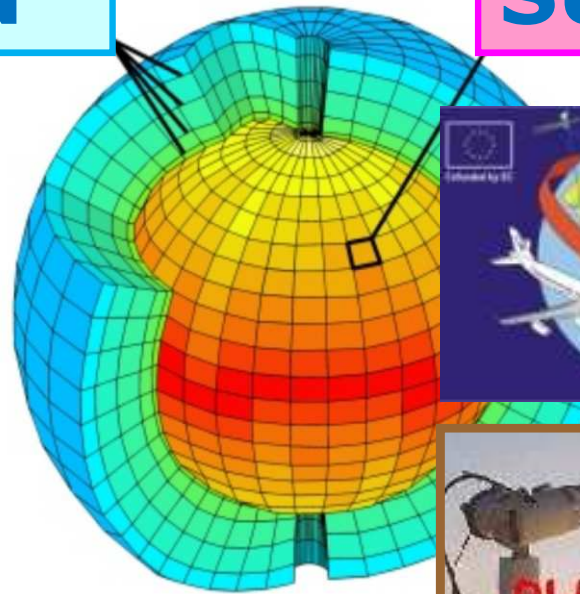
- Planification amont
- Engagement sur le long terme
- Accès quasi gratuit

TYPOLOGIE DES SYSTEMES D'OBSERVATION

EXPLORATION



Avions instrumentés



SURVEILLANCE



Satellites



Super sites



Réseaux
de surveillance



Réseaux Opérationnels

Observatoires de Surface



Navires instrumentés



Bouées instrumentées

LE CONTEXTE EUROPEEN

EXPLORATION

SURVEILLANCE

ESPACE

ESA

COPAL

EUFAR

ATMOSPHERE

IAGOS

ACTRIS

ICOS

EUROCHAMP

EXPEER

INCREASE

SURFACE

SYNTHESYS

INTERACT

MESOAQUA

EUROFLEETS

OCEAN

JERICO

EMSO

EURO-ARGO

BS-SCENE

Les Systèmes d'Observation

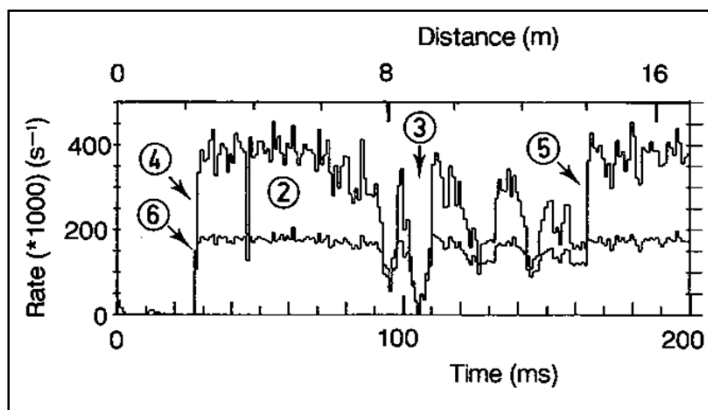
	Avions	Ballons	Stations Sol	Satellites
Vérité In-Situ	OUI	OUI	Limité à la surface	NON
Télédétection	OUI	NON	OUI	OUI
Mobilité/ Flexibilité	OUI	Réduite	NON	NON
Durée d'Obs	Période Intensive	Durée de Vie	Continu	Continu
Couverture/ Résolution	Trajectoire (μm – 100 km)	Trajectoire (μm , plafond)	Environnement proche	Global Pixel (10m-10 km)
Coûts vecteur	10 M€	1 M€	1 M€	100 M€
Charge utile	10 tonnes	100 kg	Illimitée	1 tonne

Champs d'Observation

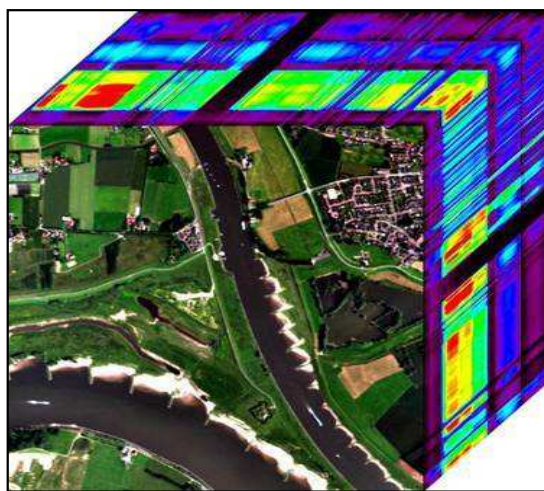
Atmosphère: Dynamique, thermodynamique, chimie des gaz, microphysique et chimie de l'aérosol et des nuages, rayonnement, électricité

Surface: Observation hyperspectrale proche, peu altérée

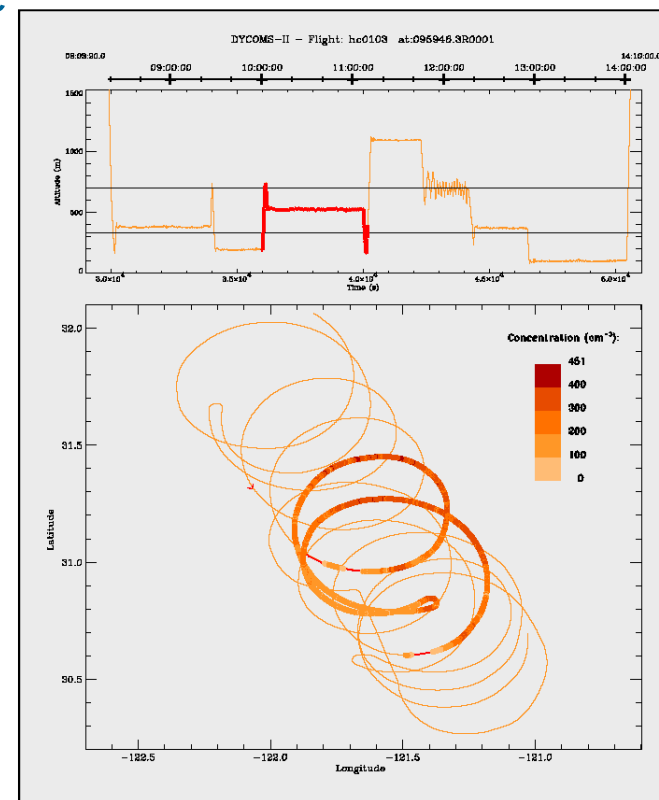
Interne: Gravimétrie, Géo-magnétisme, sismologie



J.L. Brenguier, Météo-France/CNRS



Ils Reusen, VITO

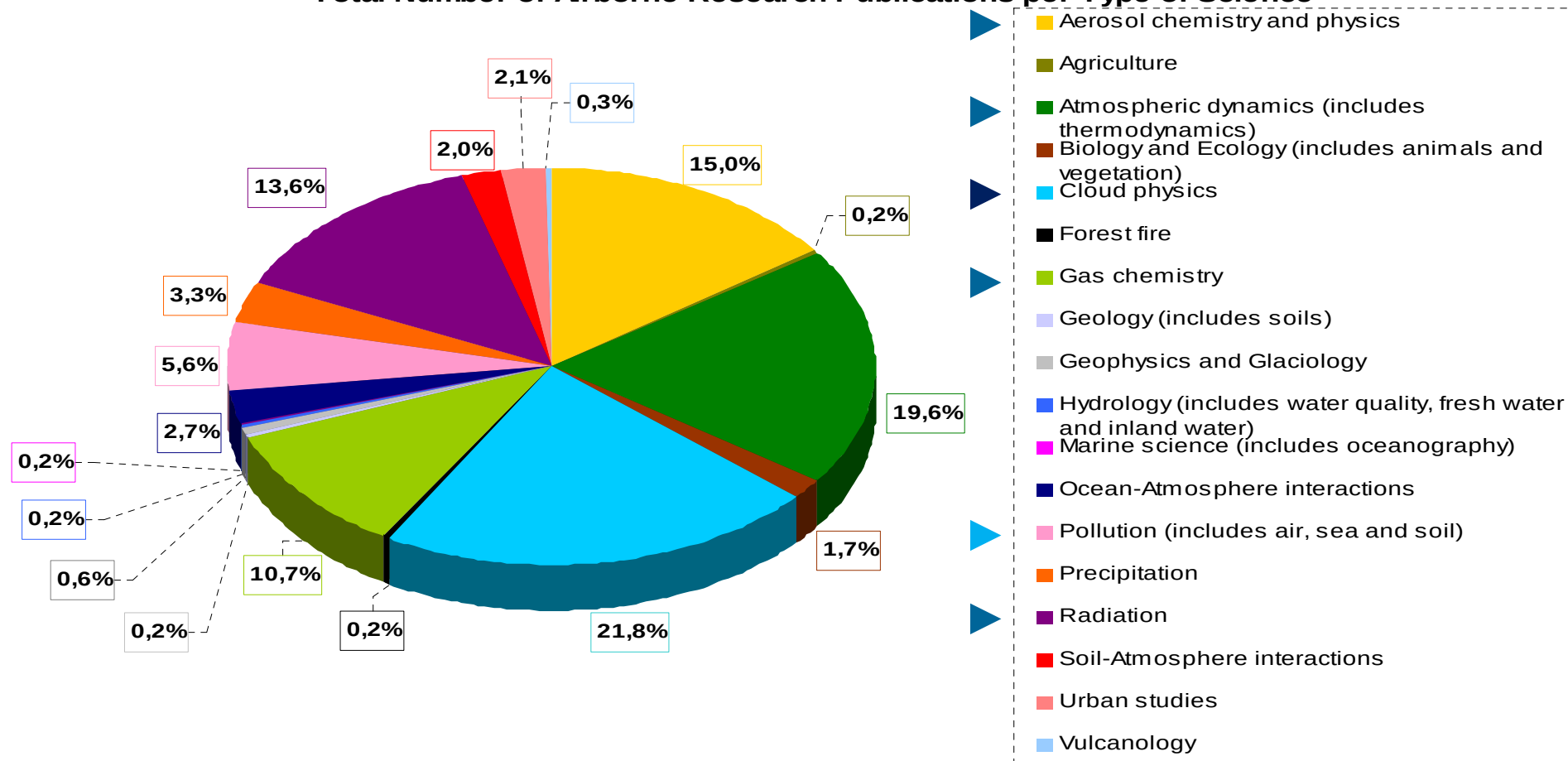


B. Stevens, UCLA

La Recherche Aéroportée en Sciences de la Terre

Statistiques (1800 publications dans revues de rang A)

Total Number of Airborne Research Publications per Type of Science



Intégration Européenne des Infrastructures



EUFAR et COPAL



*Integrated Infrastructure Initiative
FP7*

*ESFRI Preparatory Phase
FP7*

*Budget 8 M€ / 4 ans (2008-2012)
32 Partenaires*

*Budget 1 M€ / 4 ans (2007-2011)
13 Partenaires*

***6 instruments et 21 avions
ouverts à l'accès transnational***

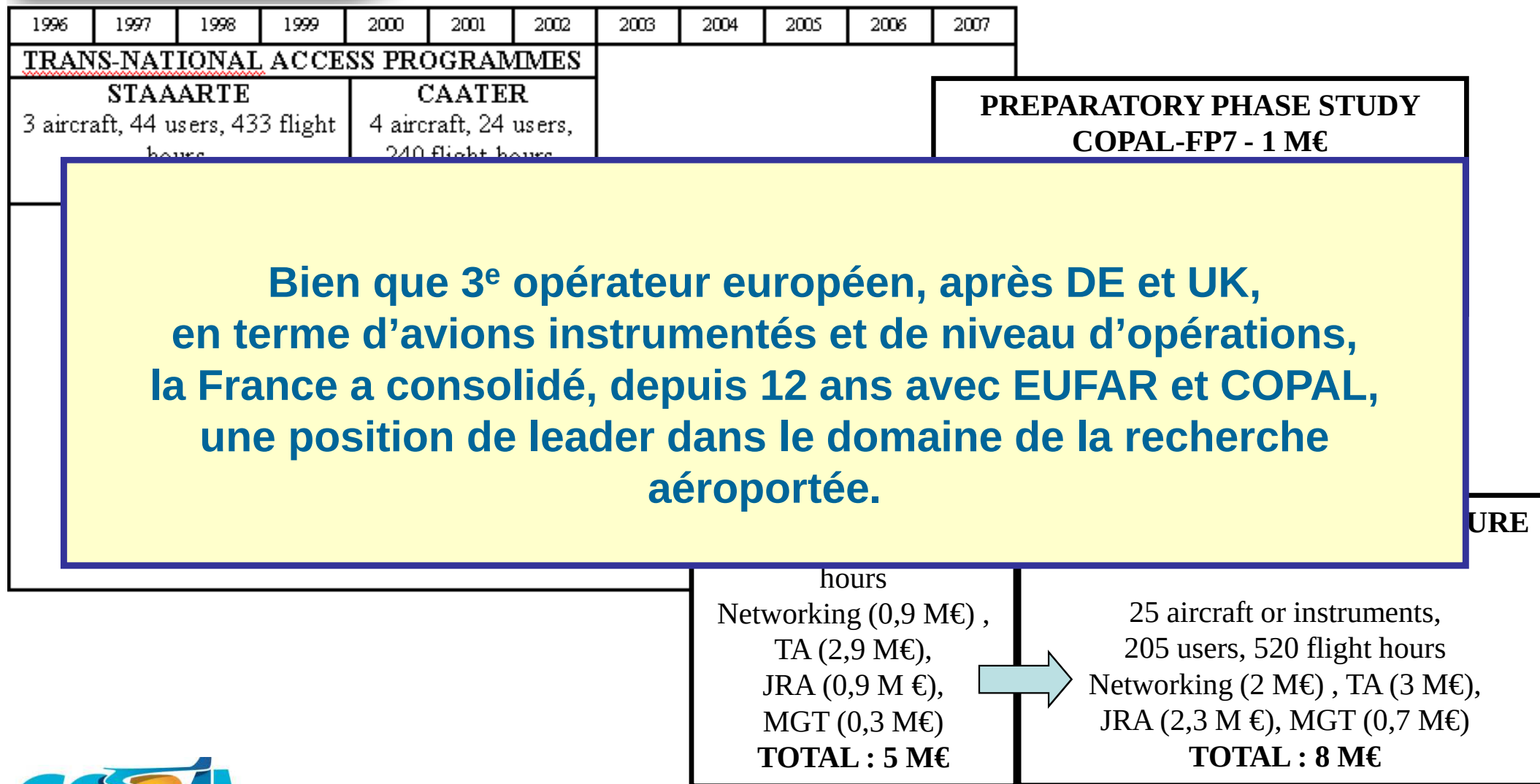
***12 institutions de la recherche
1 PME et 1 juriste***



***www.eufar.net
J.-L. Brenguier, Coordinateur***



Infrastructures Européennes pour la Recherche Aéroportée en Sciences de la Terre

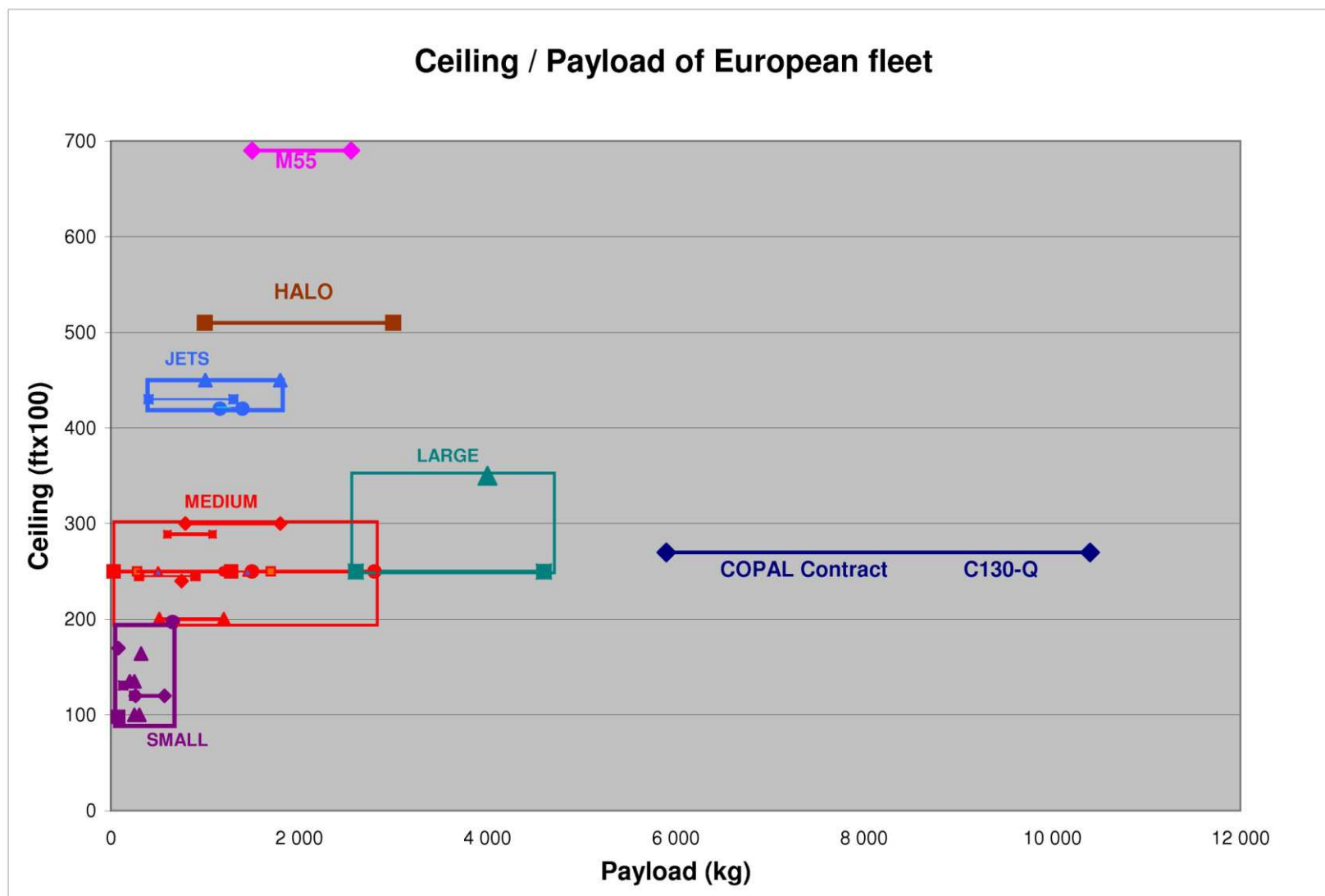


La Flotte Européenne



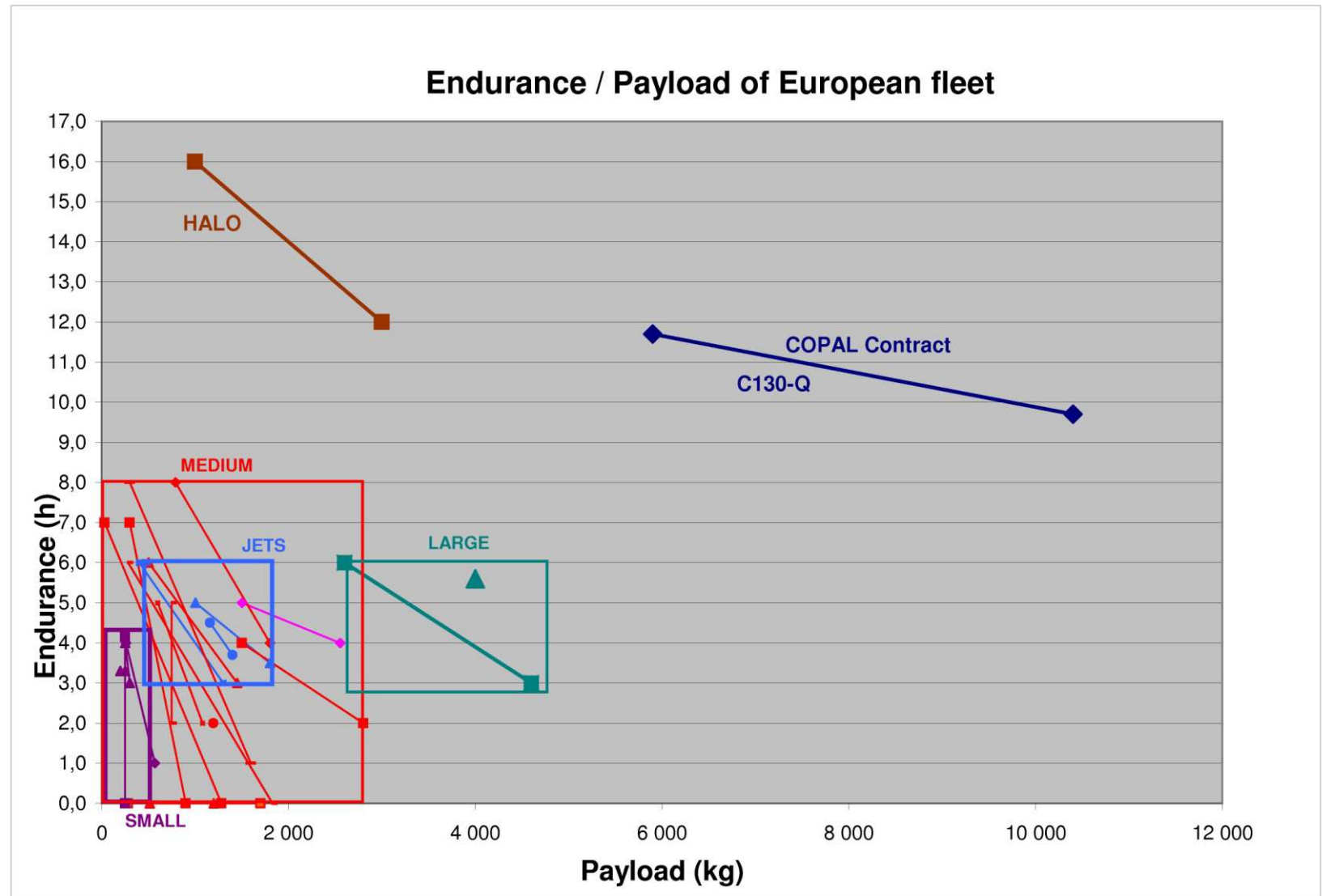
La Flotte Européenne

Quel modèle d'avion ? charge utile / plafond



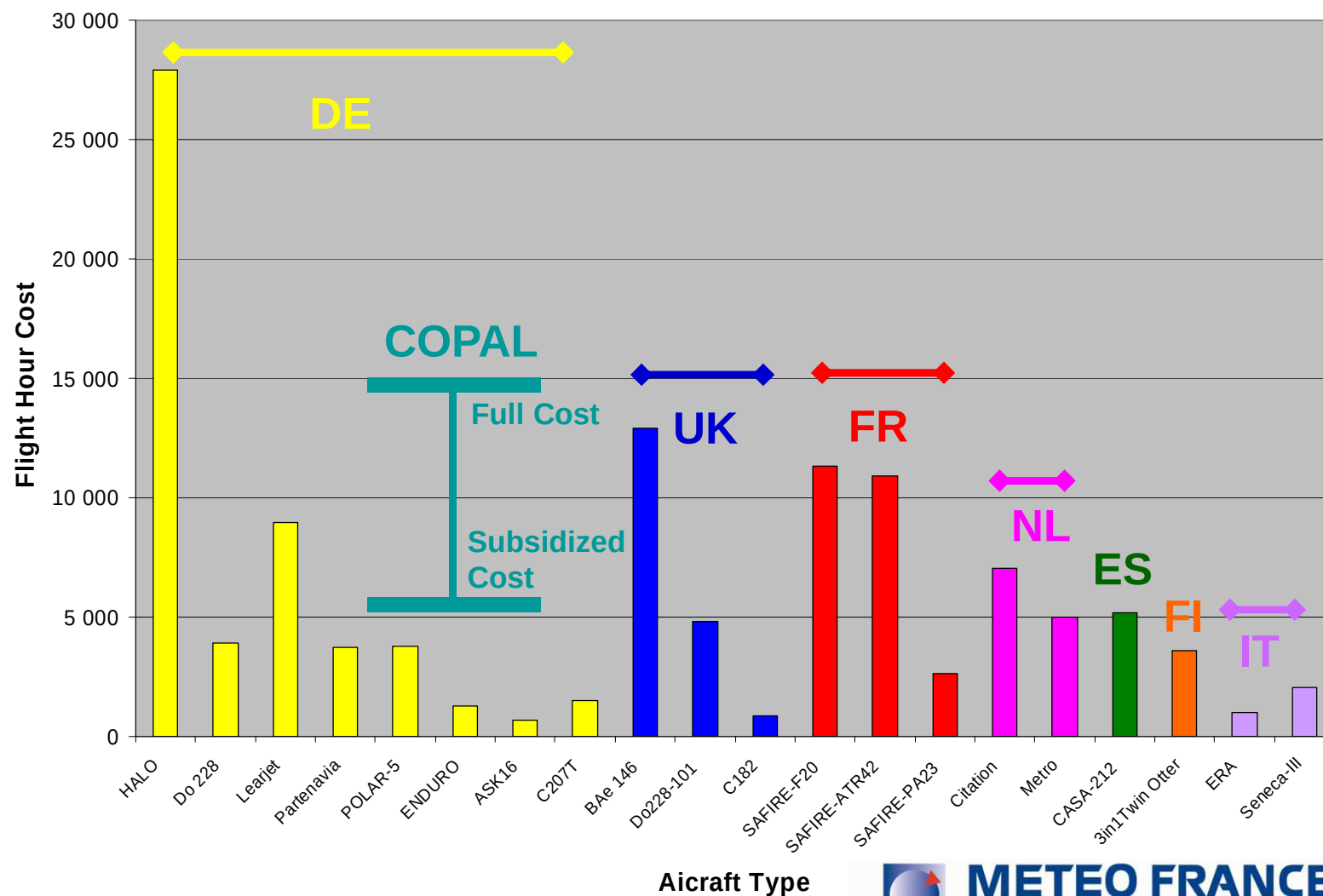
La Flotte Européenne

Quel modèle d'avion? Charge utile / Autonomie



La Flotte Européenne

Quel modèle d'avion? Coût (€)
(heure de vol, amortissement exclu, modèle de coût EC TA)



Le Consortium EUFAR-FP7

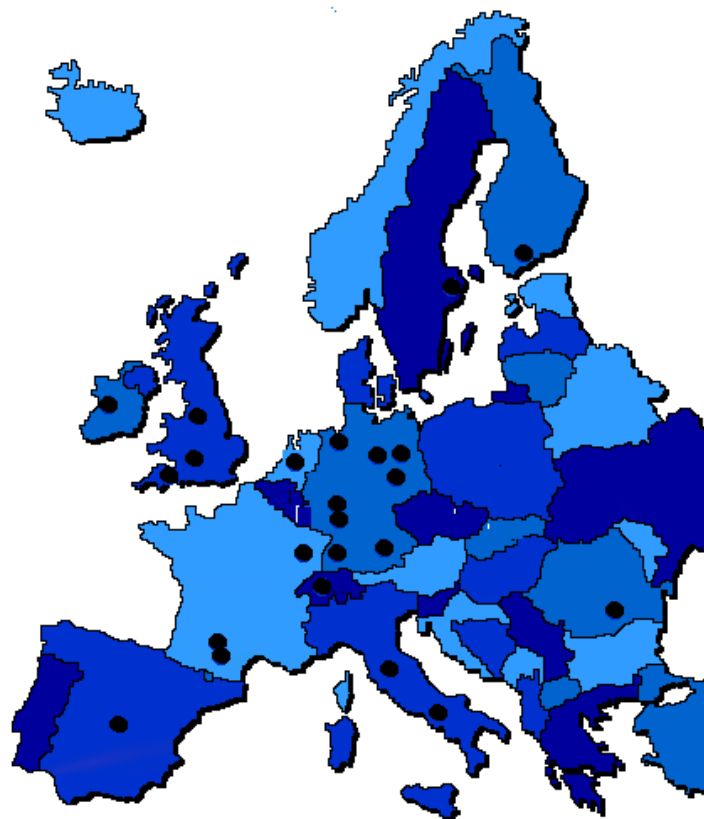
32 partenaires européens

Opérateurs (13); Avions (21) Instruments hyperspectraux (6)

- ▲ MetOffice (UK)
- ▲ DLR (DE)
- ▲ NLR (NL)
- ▲ Enviscope (DE)
- ▲ INSU-CNRS (FR)
- ▲ NERC-ARSF (UK)
- ▲ INTA (ES)
- ▲ FUB (DE)
- ▲ KIT-G (DE)
- ▲ AWI (DE)
- ▲ CNR (IT)
- ▲ UNIMAN (UK)
- ▲ VITO (BE)

Coordinateur

- ▲ MF-CNRM (FR)



- ▲ Jülich (DE)
- ▲ STFC (UK)
- ▲ USZ (HU)
- ▲ UCAM (UK)
- ▲ UWAR (PL)
- ▲ COSINE (NL)
- ▲ IRSN (FR)
- ▲ COMAT (FR)
- ▲ VKI (BE)
- ▲ UZH (CH)
- ▲ WU (NL)
- ▲ ISBE (CZ)
- ▲ TAU (IL)
- ▲ GFZ (DE)
- ▲ PML (UK)
- ▲ UNILEIPZIG (DE)
- ▲ PTB (DE)
- ▲ ONERA (FR)

•Management (0,6 M€)

Networking Activities

- N1. Scientific Advisory Committee (MF-CNRM-FR)
- N2. TA coordination (MetOffice-UK)
- N3. Future of the Fleet (Jülich-DE)
- N4. Expert Working Groups (UNILEIPZIG-DE)
- N5. Education and Training (VITO-BE)
- N6. Standards and Protocols (DLR-DE)
- N7. Airborne Data Base (STFC-UK)
- N8. e-Communication (MF-CNRM-FR)
- N9. Sustainable Structure (MF-CNRM-FR)

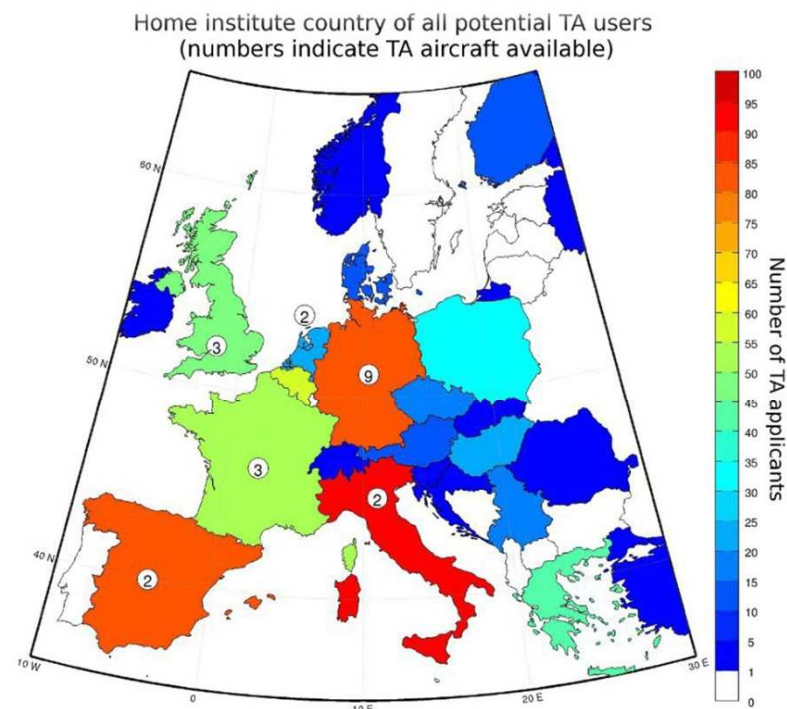
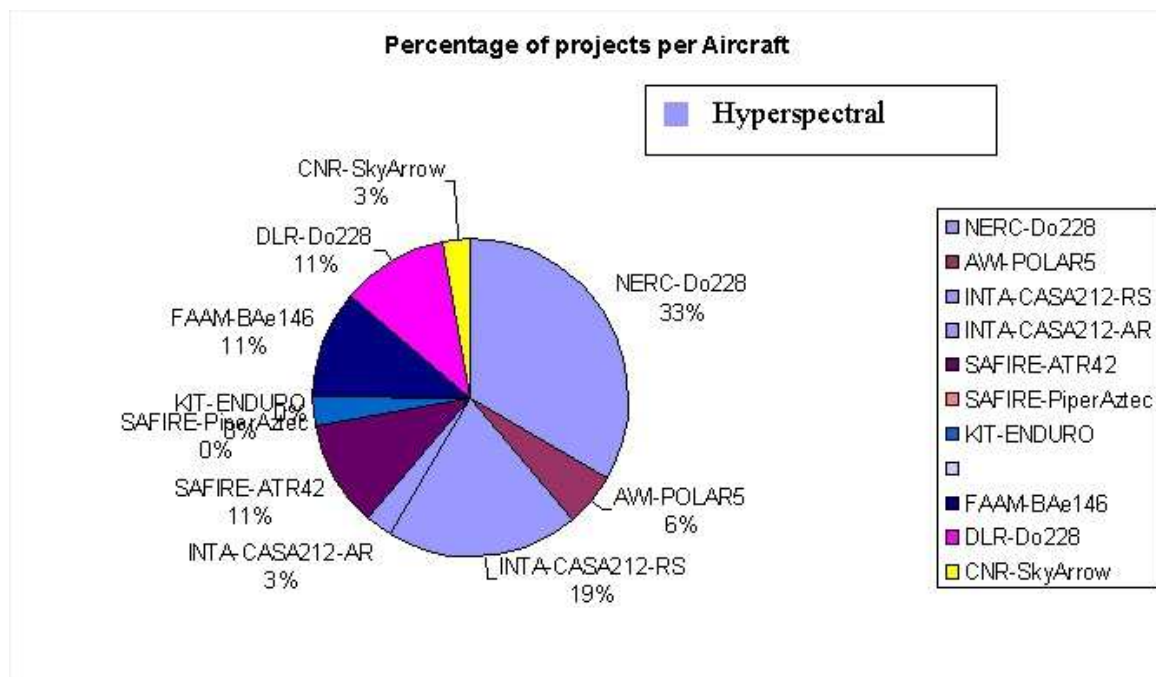
Transnational Access (TA)

Joint Research Activities (JRA)

- JRA1 Evaluation of hygrometers (Jülich-DE)
- JRA2 Quality layers for hyperspectral imaging (VITO-BE)
- JRA3 Optical cloud drop spectrometer (IRSN-FR)

NETWORKING : N2-TAC

- Allocation d'heures de vol et frais de participation aux campagnes :
 - 3 M€ (520 heures de vol et plus de 200 utilisateurs scientifiques)
- Trois types de projets TA:
 - scientifique; école d'été; développement instrumental



- ┆ **Projet COPAL dans le FP6**
- ┆ **Avion stratosphérique et drones dans le FP7**
- ┆ **White book « Stratospheric Aircraft in Europe » (Août 2011)**
 - ┆ Intérêt utilisation avion stratosphérique durant 15 dernières années:
 - ┆ Développements techniques, résultats scientifiques
 - ┆ Besoin identifié à court et moyen terme
 - ┆ Avion de recherche avec plafond > 15 km
 - ┆ Domaine de la recherche atmosphérique et climatique

**18 groupes d'experts organisent des ateliers de prospective, des expériences d'intercalibration.
83 experts, provenant de 13 pays, publient un livre de référence sur la mesure aéroportée.**

Support to airborne measurements:

Calibration/Validation (Tim Malthus)
Certification/Operation (Stefan Kommallein)
Instrument Integration (Phil Brown)
Imaging sensors (Koen Meuleman)
Processing (Daniel Schlaepfer)
Unmanned Aerial Systems (Jochen Reuder)
Polar Research (J. E. Kristjansson)
Stratospheric Research (Cornelius Schiller)

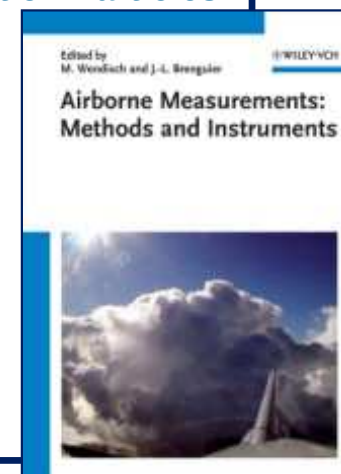
Specific measurement fields:

Thermodynamics (Martin Zoeger)
Turbulence (Marco Esposito)
Active Remote Sensing (Jaques Pelon)
Radiation (Jonathan Taylor)
Gas-Phase Chemistry (Jim McQuaid)
Cloud Microphysics (Manfred Wendisch)
Aerosols (Paola Formenti)
Vegetation applications (Michael Schaepman)
Water applications (Steve Groom)
Soil applications (Eyal Ben-Dor)

Handbook (2012) on

Airborne Measurements: Methods and Instruments

- 1. Introduction**
(Wendisch, Brenguier)
- 2. Basic Thermodynamic and Dynamic Parameters**
(Bange, Esposito, Lenschow)
- 3. Gas Phase Measurements**
(Schlager, McQuaid)
- 4. In Situ Measurements of Aerosol Particles**
(Petzold, Baumgardner)
- 5. In Situ Characterization of Clouds and Precipitation Particles**
(, Baumgardner, Brenguier)
- 6. Particle Sampling Issues**
(Krämer, Twohy)
- 7. Radiation Measurements**
(Wendisch, Pilewskie)
- 8. Hyperspectral Remote Sensing**
(Eyal Ben-Dor)
- 9. Active Remote Sensing**
(Pelon, Vali)



NETWORKING : N5-ET

- 4 écoles d'été FP7 déjà organisées (Hongrie, France, Italie)
- géomorphologie, turbulence, intercomparaison, chimie atmosphérique
- 70 chercheurs et 10 enseignants parmi 185 candidats



ADDRESS, géomorphologie
Août 2010, Tihany, Hongrie
20/72 candidats sélectionnés
NERC ARSF Dornier 228



TETRAD, turbulence
Sept 2010, Hyères, France
20/23 candidats sélectionnés
SAFIRE ATR42



SONATA, chimie atmosphérique
Août 2011, Pescara, Italie
20/54 candidats sélectionnés
FAAM BAe-146



QAD durant ICARE-2010, qualité de l'air, intercomparaison
Oct-Nov 2010, Toulouse, France
20/36 candidats sélectionnés
Avions de la flotte aéroportée EUFAR

N6-SP

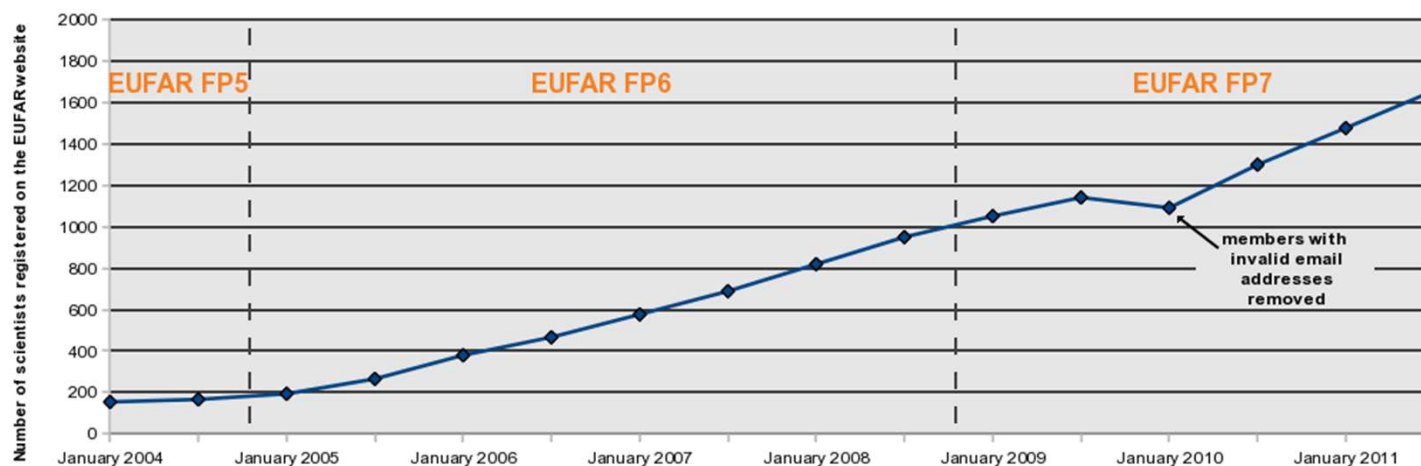
- Développement de protocoles pour la mesure aéroportée
- Soutien logiciel (open source) aux utilisateurs et aux opérateurs pour le traitement, le contrôle de qualité et l'analyse des données
- Standards pour le transfert en temps réel des données, à bord et entre l'avion et le sol

N7-DB

- Portail unique pour toutes les bases de données européennes de mesures aéroportées (données et métadonnées)

NETWORKING : N8-EC

**Members of EUFAR website
between 2004 and 2011**



- ❖ > 1700 membres
- ❖ 250 visites/jour
- ❖ 75 000 visites/an

- ▶ **Evaluation de modèles de structure juridique**
 - ❖ pérennisation EUFAR
- ▶ **Mise en œuvre de l'Open Access**
- ▶ **Monitoring des activités de la flotte et de leur impact scientifique**
- ▶ **Coordination avec COPAL et la communauté internationale des opérateurs d'avions de recherche**
 - ❖ US/ICCAGRA – Europe/EUFAR

**JRA1
DENCHAR
Jülich (DE)**

Développement et évaluation en vol d'hygromètres innovants pour la mesure de l'humidité de la couche limite à la stratosphère

**JRA2
HYQUAPRO
VITO (BE)**

Développement d'indicateurs de qualité pour les produits de l'observation hyperspectrale de la surface.
Implémentation dans les chaînes de traitement.
Développement de produits de niveau 3 pour l'eau et le sol.

**JRA3
ALIDS
IRSN (FR)**

Conception et construction d'un nouveau spectromètre de gouttes de nuage utilisant l'interférométrie laser



COPAL Preparatory Phase

Community Heavy-Payload Long-Endurance Instrumented Aircraft for Tropospheric Research in Environmental and Geo-Sciences

Un objectif

- ❖ construire et équiper un avion à grande charge utile (10 tonnes) et grande autonomie (12 heures) pour la recherche européenne en environnement et Sciences de la Terre

Une opportunité

- ❖ pour les pays qui n'ont pas encore investi dans les infrastructures aéroportées de contribuer à ce domaine au meilleur niveau, avec un avion capable d'atteindre n'importe quelle région du globe, avec une charge utile suffisante pour conduire de grande expériences pluridisciplinaires

Un cadre

- ❖ Preparatory Phase project (FP7-capacities)
- ❖ 4 year project (01/11/2007-31/10/2011)
- ❖ Coordination: Météo-France (Jean-Louis Brenguier)

Le Consortium COPAL

RFI

SME

Pan-European
law firm

Beneficiary Number *	Beneficiary name	Beneficiary short name	Country	Date enter project	Date exit project
1	Météo-France, Centre National de Recherches Météorologiques	CNRM	FR	Month 1	Month 48
2	Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial	INTA	ES	Month 1	Month 48
3	Finnish Meteorological Institute	FMI	FI	Month 1	Month 48
4	Natural Environment Research Council	NERC	UK	Month 1	Month 48
5	Fundação para a Ciência e a Tecnologia	FCT	PT	Month 1	Month 48
6	Consiglio Nazionale delle Ricerche	CNR	IT	Month 1	Month 48
7	General Secretariat for Research and Technology	GSRT	EL	Month 1	Month 48
8	University of Warsaw, Institute of Geophysics	UW	PL	Month 1	Month 48
9	Enviscope GmbH	Enviscope	DE	Month 1	Month 48
10	The Meteorological Office	Met.Office	UK	Month 1	Month 48
11	Centre National de la Recherche Scientifique	CNRS	FR	Month 1	Month 48
12	SJ Berwin LLP	SJ BERWIN	UK/BE	Month 1	Month 48
13	Deutsches Zentrum Fuer Luft-und Raumfahrt E.V.	DLR	DE	Month 1	Month 48

Charge utile / Avion Communautaire

- ❖ Lors de campagnes de mesures internationales, 10 à 20 laboratoires peuvent participer à des études pluridisciplinaires, couvrant l'ensemble des processus physiques (dynamique, rayonnement, nuage, aérosols, gaz, ...)

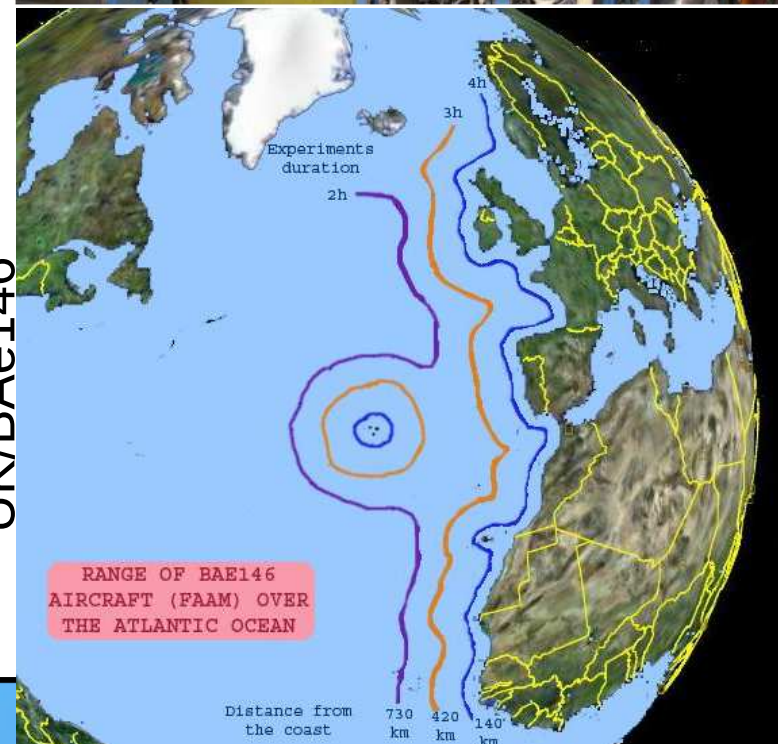
Autonomie

- ❖ L'autonomie est la principale limitation de la flotte européenne
- ❖ Avec une autonomie de 5,5h, le BAe-146 (UK) est limité à une paire d'heures de mesure sur les zones éloignées / sous équipées (océan, régions polaires ou Sahel)

US/NCAR-C130



UK/BAe146



▲ **Résultats**

- ❖ Faisabilité technique prouvée (ex: NCAR/NFS C130-Q)
- ❖ Principal écueil: manque d'engagement financier national

▲ **Perspectives: maintenir la dynamique**

- ❖ Mise en oeuvre du Memorandum of Understanding (MoU)
 - ➔ Promouvoir et développer la recherche scientifique aéroportée européenne en environnement et Sciences de la Terre
 - ➔ Mettre en œuvre l'Open Access
 - ➔ 10 signataires
- ❖ Convergence d'EUFAR et COPAL
 - ➔ Participation active des partenaires COPAL financeurs de la recherche (RFI) dans EUFAR (activité N3-FF « Future of the Fleet ») pour
 - Poursuivre l'objectif de COPAL de construction d'un avion de recherche européen à grande charge utile et grande autonomie
 - Mettre en oeuvre l'Open Access dans EUFAR

Conclusion sur les infrastructures aéroportées de recherche

- ┆ **Depuis 12 avec EUFAR et COPAL,**
 - ❖ la France a consolidé une position de leader dans le domaine de la recherche aéroportée
- ┆ **Répondre aux besoins exprimés par**
 - ❖ une population beaucoup plus diverse et pluridisciplinaire,
 - ❖ autrefois limitée à une population d'utilisateurs experts
- ┆ **Défis à relever**
 - ❖ performance de la mesure
 - ❖ effort de structuration/intégration à poursuivre
 - standardisation des formats, constitution de bases de données pérennes interconnectées, éducation, communication, etc.
- ┆ **Rôle moteur de la Commission Européenne**

Merci



de votre attention

✦ **Open Access (OA) ou Equal Terms Trans-national Access**

- ✧ TA: éligibilité si [pays d'affiliation du candidat $\neq$ pays d'appartenance de l'opérateur]
- ✧ OA: éligibilité au-delà de ce critère
 - attribution des heures de vol accordée selon le mérite scientifique uniquement
 - affaires financières réglées au niveau institutionnel

✦ **Bénéfices de l'Open Access**

- ✧ Développer la communauté des utilisateurs dans les pays sans avion de recherche
- ✧ Faciliter le transfert de connaissance aux scientifiques de ces pays

✦ **Pour les pays possédant des infrastructures de recherche (RIs)**

- ✧ Echange d'accès entre RIs (navires de recherche, OFEG)

✦ **Pour les pays sans RIs à échanger**

- ✧ Contributions aux coûts opérationnels en espèces ou en nature (i.e. personnel scientifique mis à disposition chez l'opérateur)