

De la formalisation des circuits visuels en pilotage à l'optimisation de la gestion des ressources et des priorités au sein du cockpit : Détection, caractérisation, rééducation, adaptabilité et robustesse.

Olivier LEFRANCOIS, Doctorant au Laboratoire Facteurs Humains et Neuroergonomie, ISAE – OPL Airbus 320 – Boeing 737

Mickaël CAUSSE, chercheur au Laboratoire Facteurs Humains et Neuroergonomie, ISAE

- > **Circuit Visuel: C'est l'observation logique et continue des instruments de vol.**
- > **Un circuit visuel méthodique et ayant du sens est nécessaire afin d'effectuer des changements d'attitude et de performances appropriés.**
- > **Les caractéristiques du circuit visuel (circuit, fréquence, temps de fixation, ...) sont déterminés par la nature intrinsèque, la complexité et l'importance de l'information venant des éléments intérieurs / extérieurs, ainsi que l'expertise pilote ”.**
- > **Le circuit visuel est également décrit comme étant une activité subconsciente, conditionnée, dépendant de la situation et utilisant les instruments de vol primaire. Le circuit visuel reflète les informations nécessaires au pilote , basées sur son model mentale et spécifique à une phase de vol donnée .**
- > **La nature subconsciente du circuit visuel peut être interrompue par des distractions, la charge de travail, les automatismes, la passivité, un model mental inadéquat, l'ergonomie, ou encore un manque.**
- > **Funk et al. (2000): la demande attentionnelle des automatismes interfere significativement avec la performance obtenue sur d'autres tâches critiques pour la sécurité (ex: too much "head-down"time).**
- > **Recommandation FAA (1998): 4-5 s max de temps de fixation dans le cockpit pour 16 s à l'extérieur.**

Mental workload and stimuli processing



Boeing B-17, Dutchess' Daughter, après un "belly landing" dû à une erreur du pilote (1944)

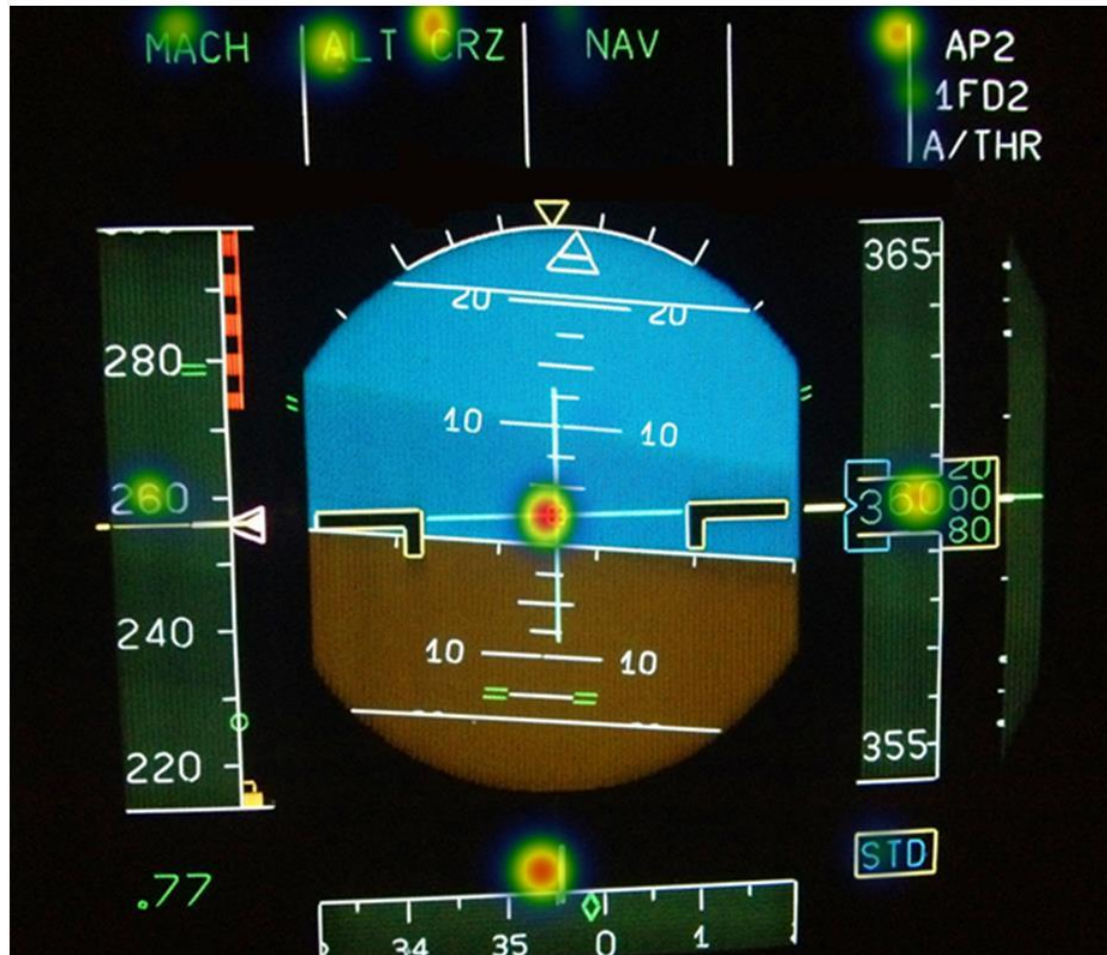


A C-17 Globemaster after a belly-landing at Bagram Airfield, Afghanistan due to pilot error (2009). Investigation pointed out aircrew distractions and task saturation

"There are two types of pilots: Those that have landed gear up, and those that will."

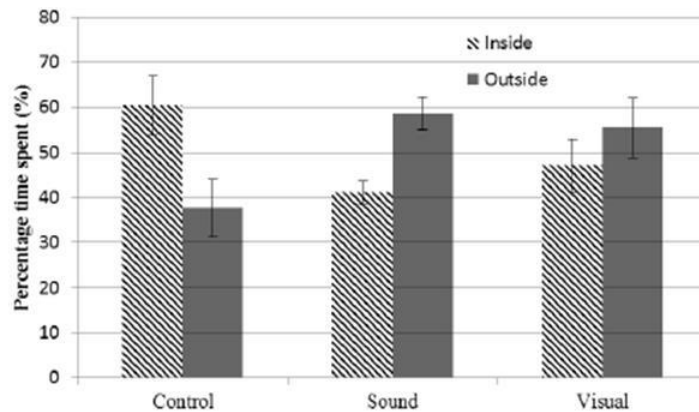


Maturation progressive de l'eye tracking

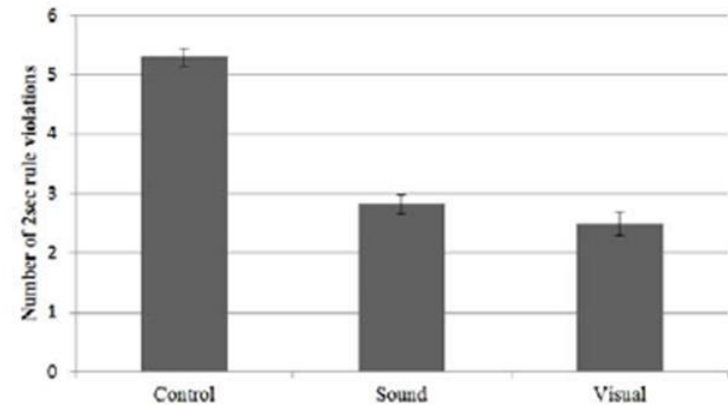


Dubois et al. (2015) : entrainer des pilotes militaires *Ab Initio* à monitorer l'extérieur

- 15 pilotes de l'armée de l'air
- Notification si tête "basse" > 2 sec
 - Contrôle
 - Bip sonore
 - Masquage du cockpit



Diminution temps à l'extérieur notamment avec le stimulus sonore



Diminution des violations de "2 sec" avec le son et le visuel

But de l'étude



But de cette campagne :

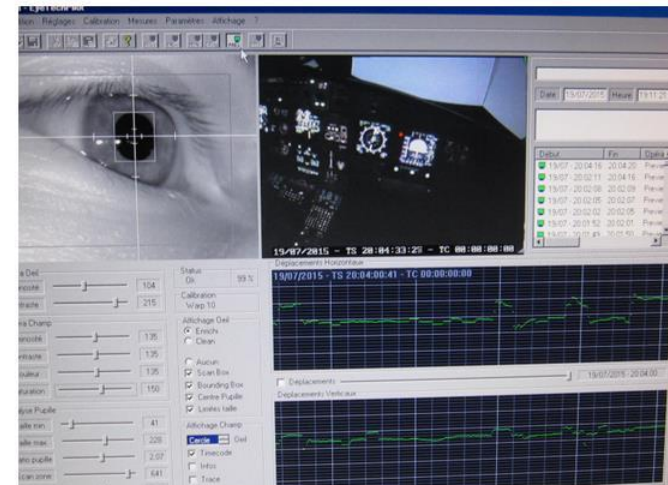
- > Etude du circuit visuel en fonction des niveaux d'automatismes;
- > Caractérisation des circuits visuels PF / PNF au regard des performances lors d'approches de précision et à vue ;
- > Etude du phénomène de « tunnelisation » ;
- > Etude du circuit visuel au regard des spécifications FCOM / FCTM ;
- > Constitution d'une base de donnée initiale avant le processus de rééducation de la campagne n° 2 : 20 pilotes XX qualifiés sur Airbus 320 en équipage constitué (3 approches ILS sous différents niveaux d'automatismes , 1 approche cat 3 et 1 approche à vue sans automatismes).

Sondage pré-expérimentation



Présentation de la campagne d' expérimentation n° 1

Isae Campagne en simulateur Air France

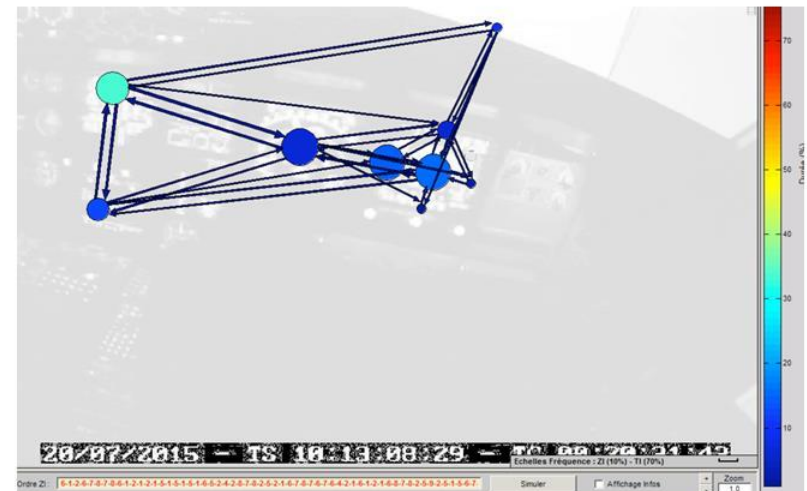
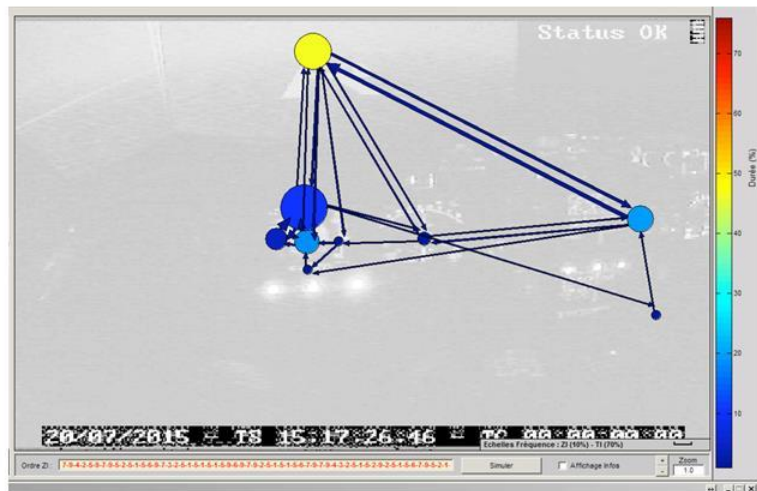
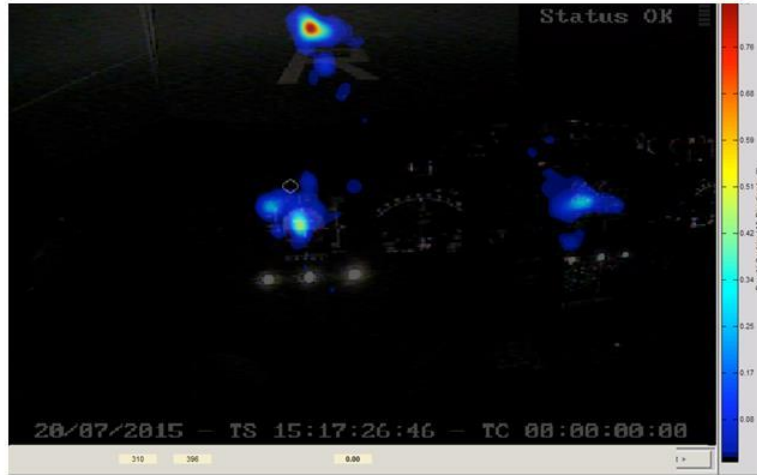


4) Présentation des résultats préliminaires



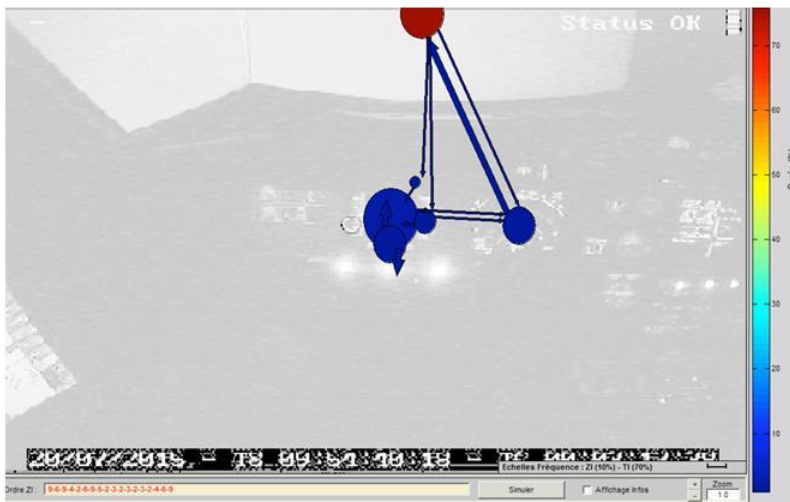
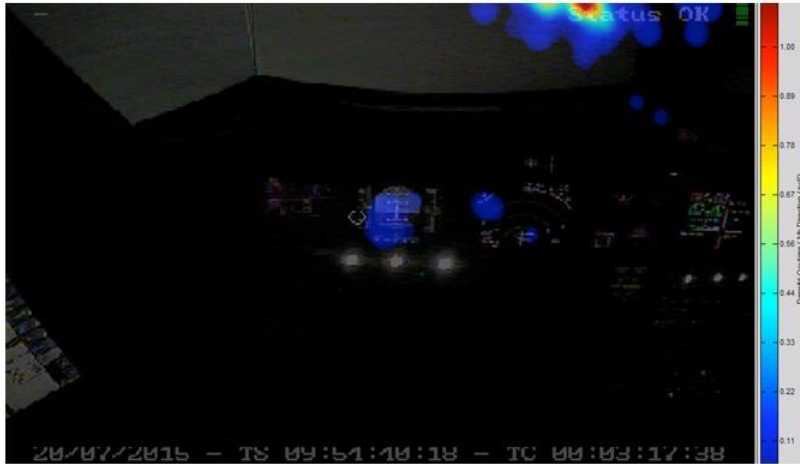
- > Etude des circuits visuels dans le cadre d' approches CAT 3 (PM)
- > Etude d' approches sous « tunnelisation »
- > Circuit visuel en remise de gaz
- > Très bon circuit visuel PF ILS CAT 1
- > Très bon monitoring en PM « Pitch / Bank »



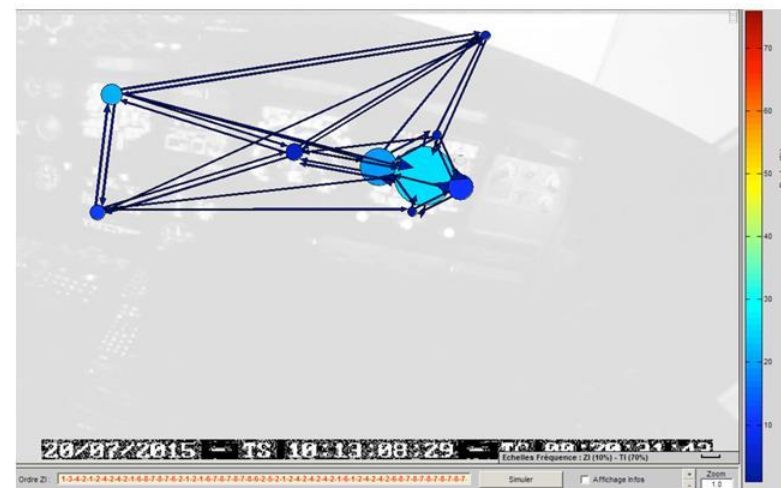


CDB PF

OPL PM

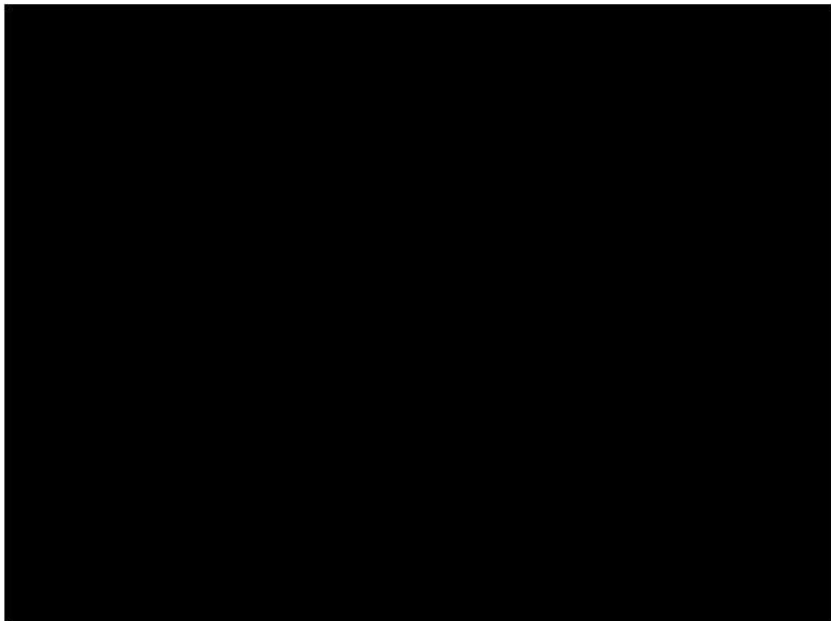


CDB PF



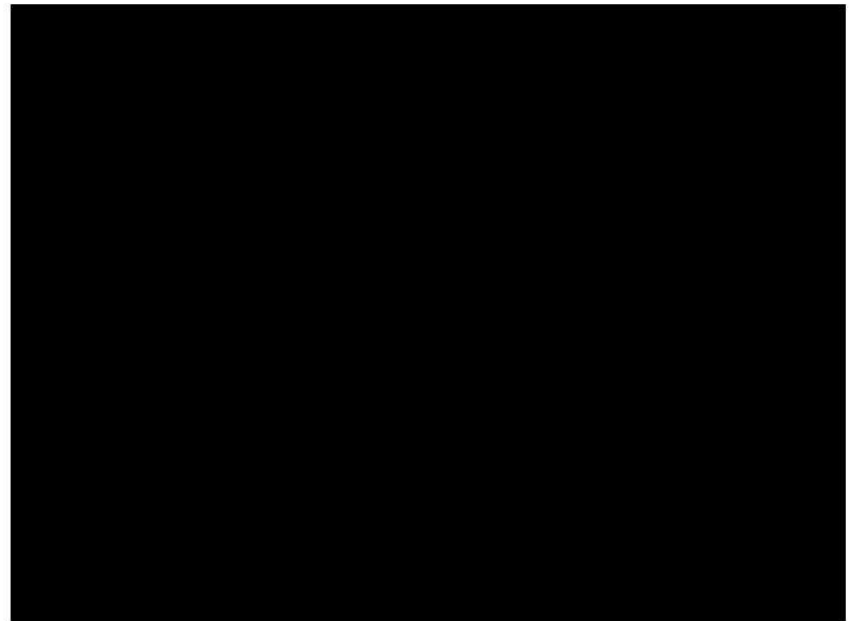
OPL PM

PM

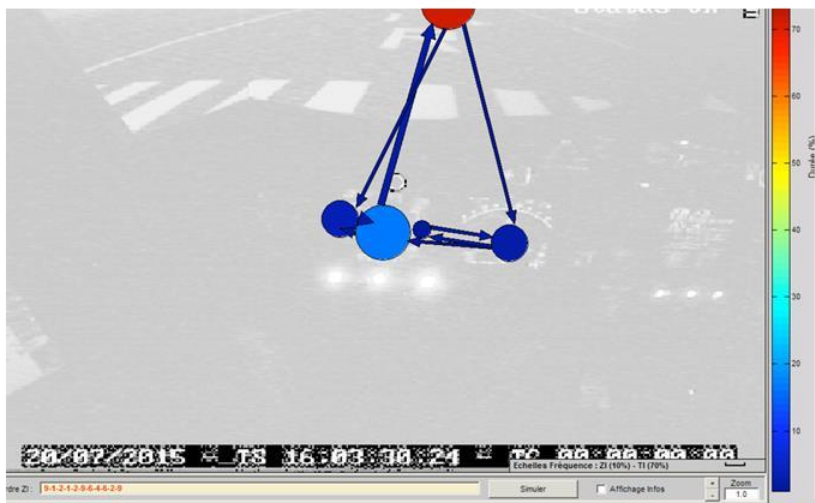
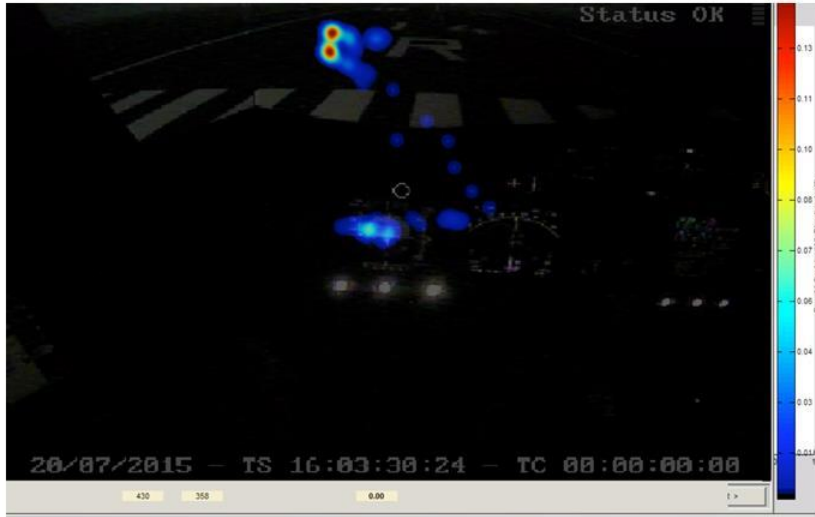


Pas d'annonce « Glide » malgré un vario à 1400 ft en courte finale
Tunnelisation sur la piste en courte finale
Pas de monitoring de l'assiette et de l'inclinaison

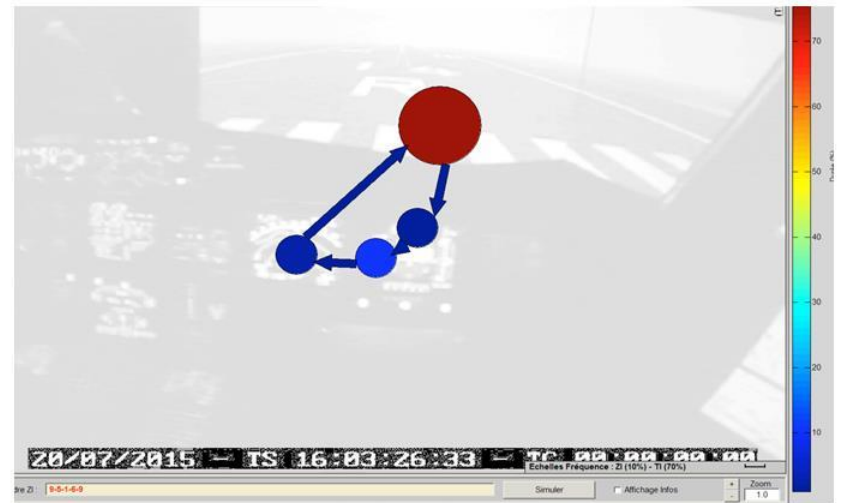
PF



Pas d'intégration du variomètre dans le circuit visuel
Pas d'intégration des N1 dans le circuit visuel
Tunnelisation sur la piste
Pas de lecture du « FMA » en Remise de Gaz

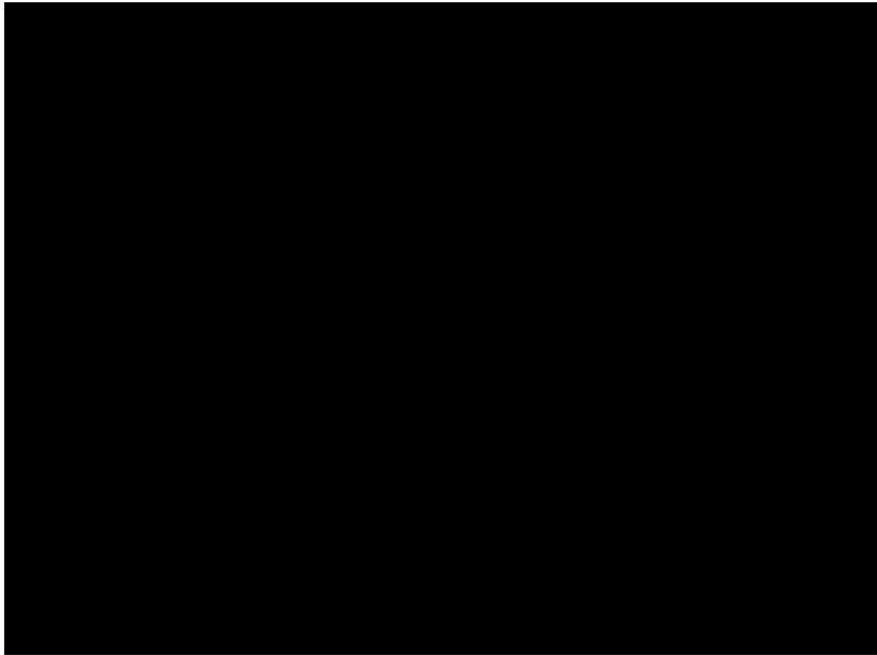


CDB PM



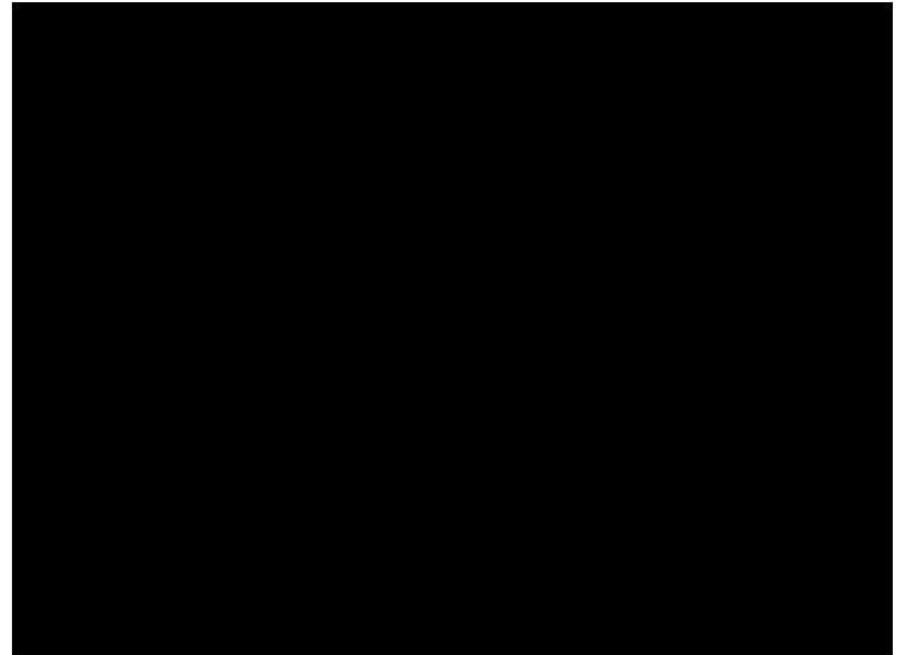
OPL PF

PM

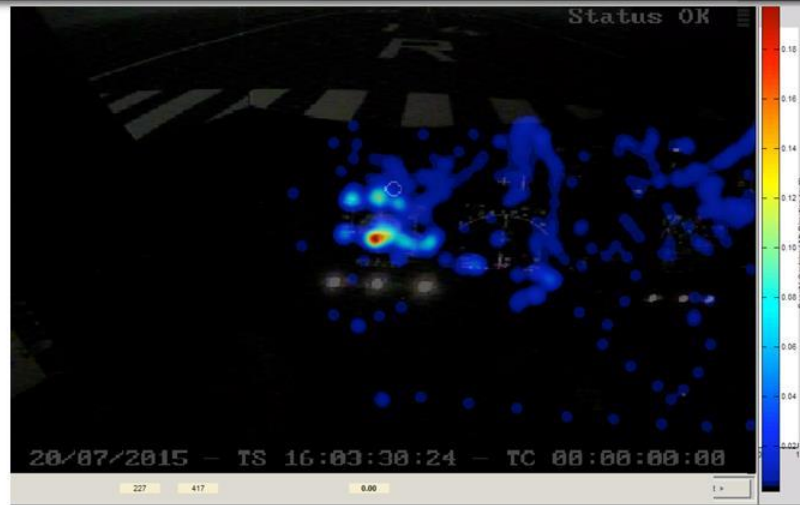


Annonce « Glide » en finale
Bon monitoring de l'assiette et de l'inclinaison

PF



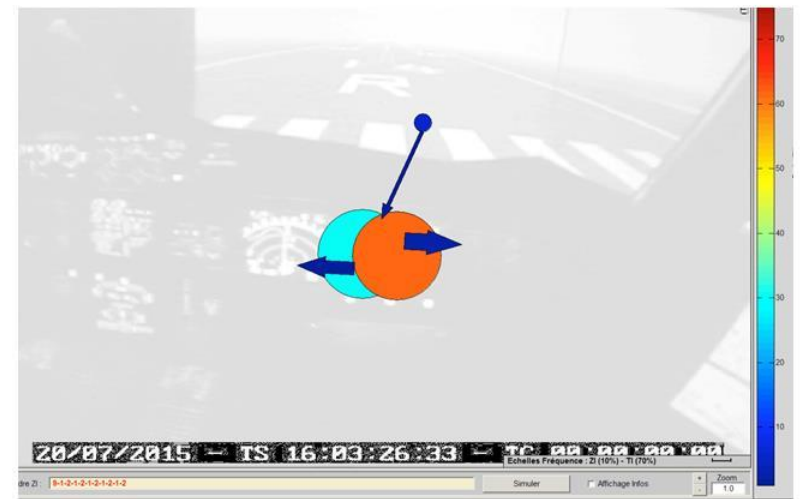
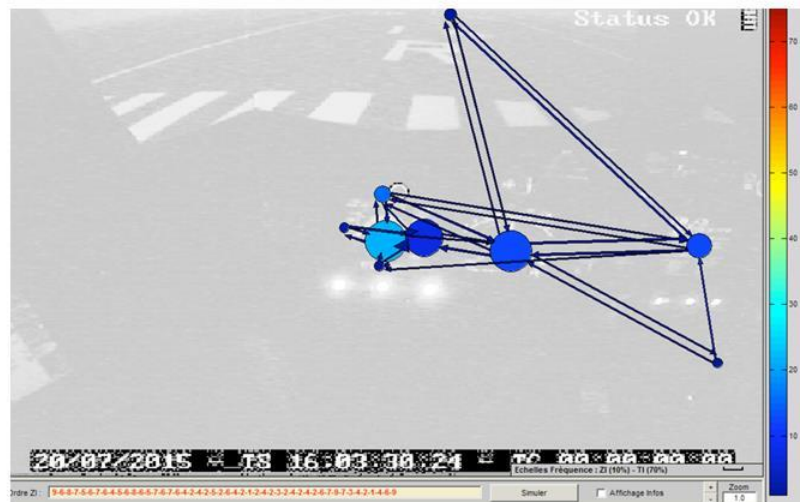
Pas d'intégration du variomètre dans le circuit visuel
Pas d'intégration des N1 dans le circuit visuel
Tunnelisation sur la piste en courte finale
Pas de lecture du « FMA » en Remise de Gaz

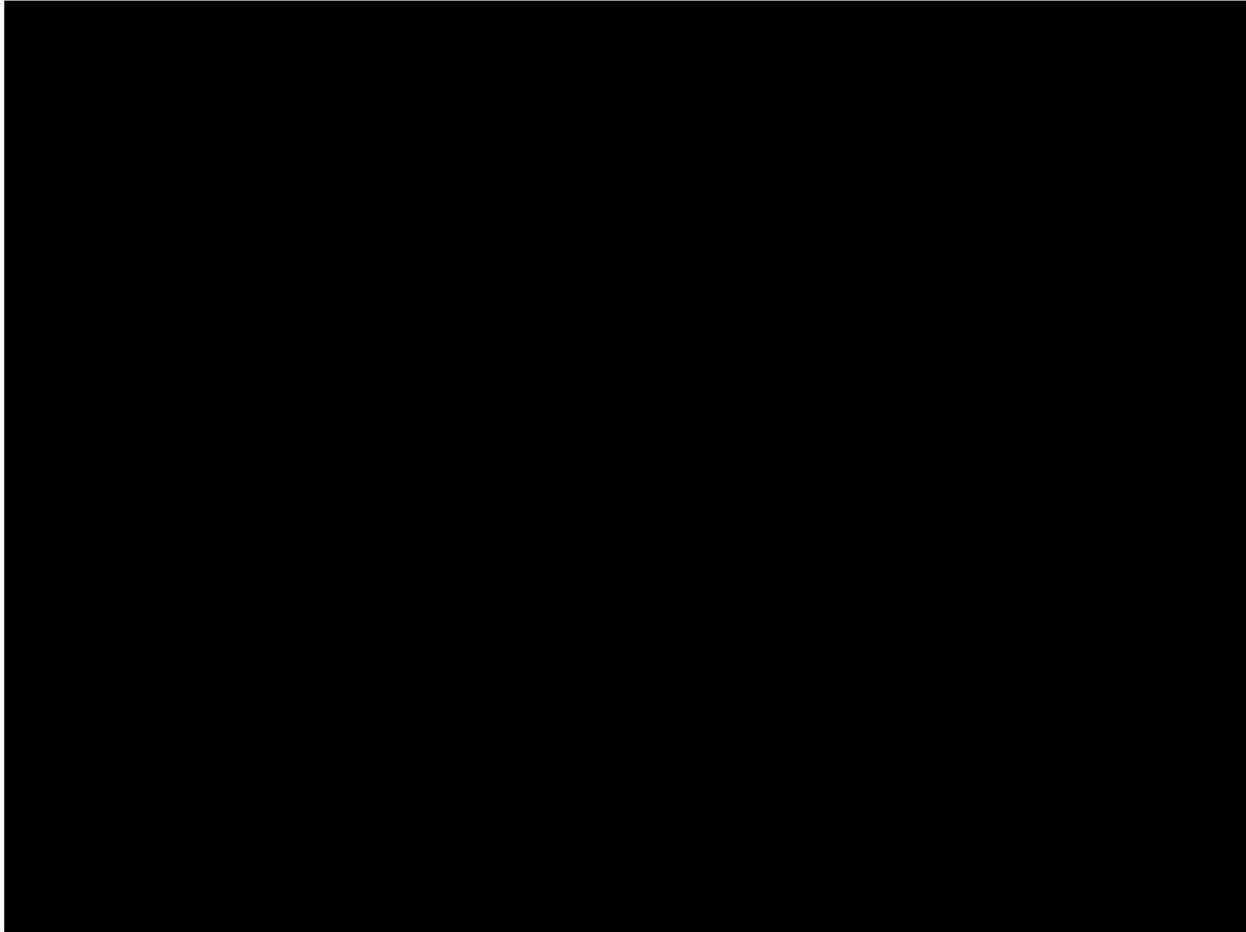


CDB PM



OPL PF

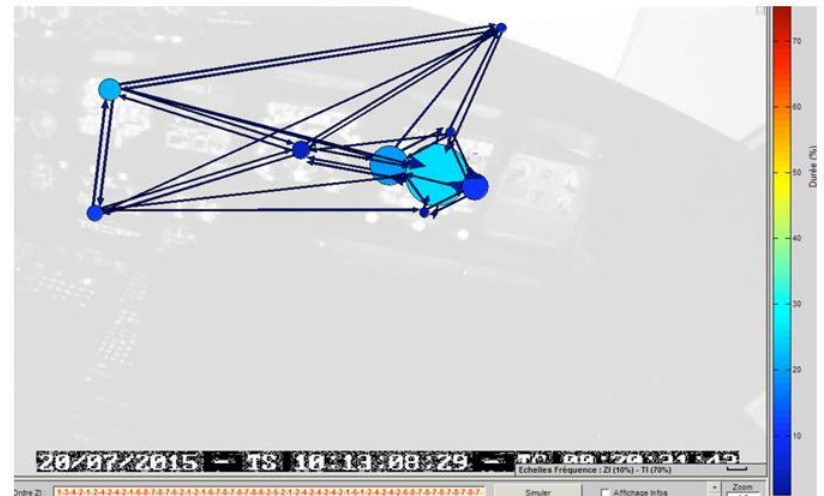
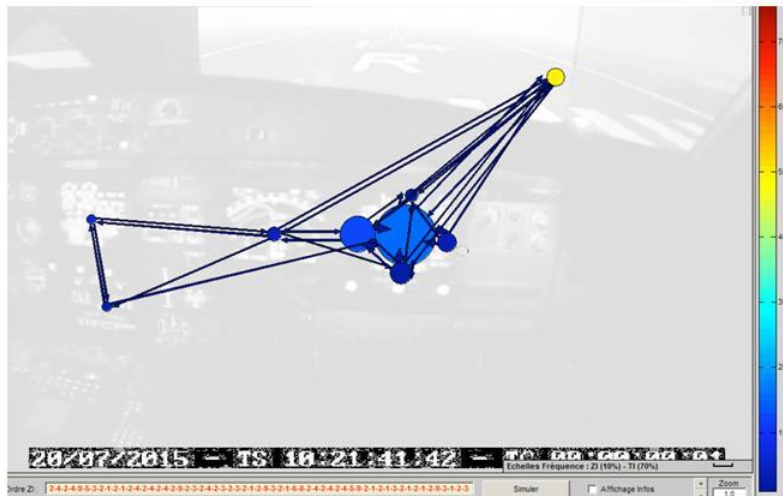


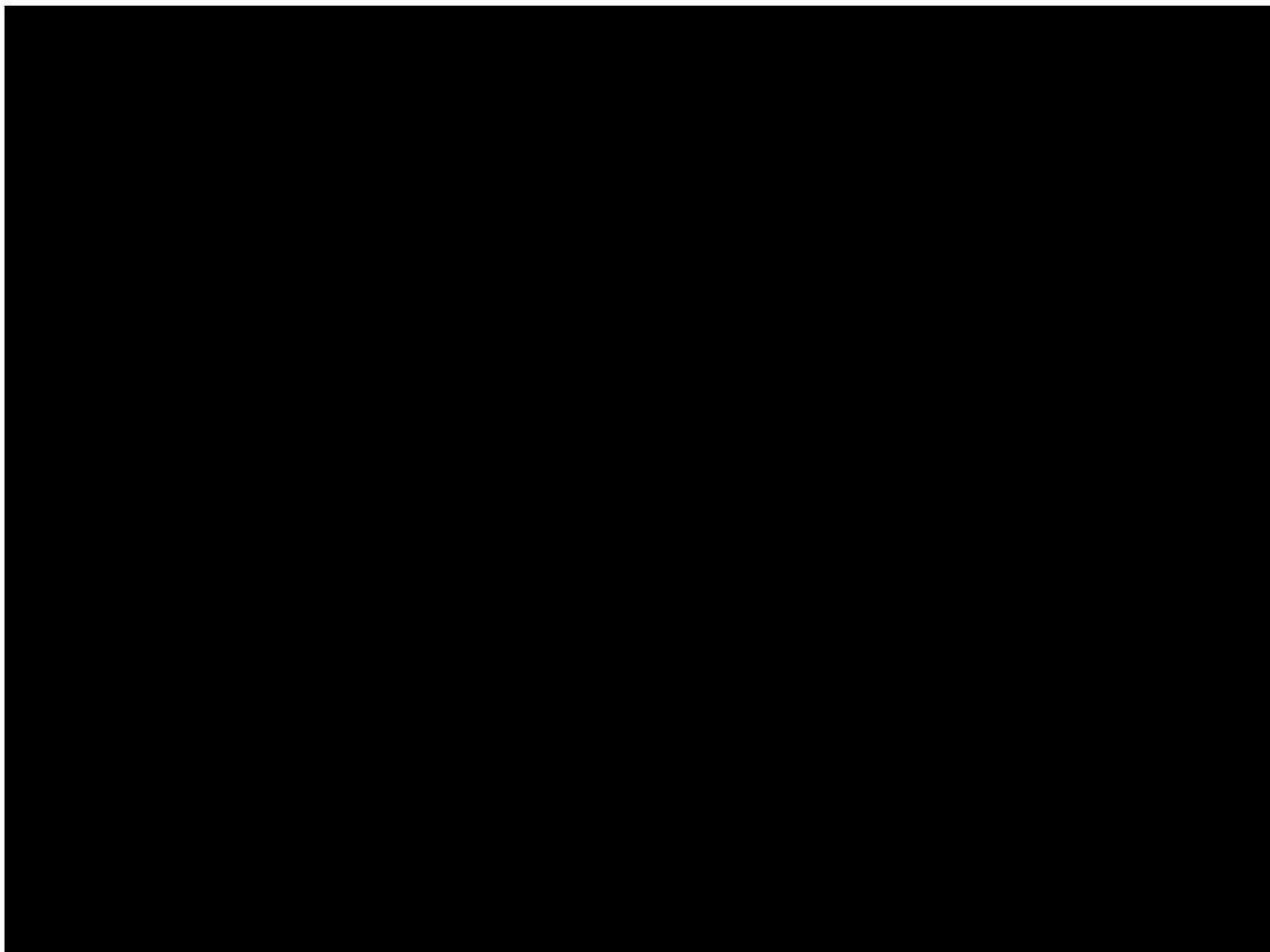


Intégration de l'ensemble des paramètres dans le circuit visuel

Intégration des N1 dans le circuit visuel

Circuit visuel : Attitude – Glide - Vario / Attitude – Loc / Attitude – Extérieur / Attitude- Vitesse – N1 / ...





5) Statistiques Post Expérimentation



Travaux à venir



- > Etude de la transition entre les instruments et analyse plus poussée de prédiction
- > Etudier la possibilité (Opportunité) de réaliser des tests en vol réels
- > Etudier des partenariats (Airbus, DGAC, BEA)



Questions ?

