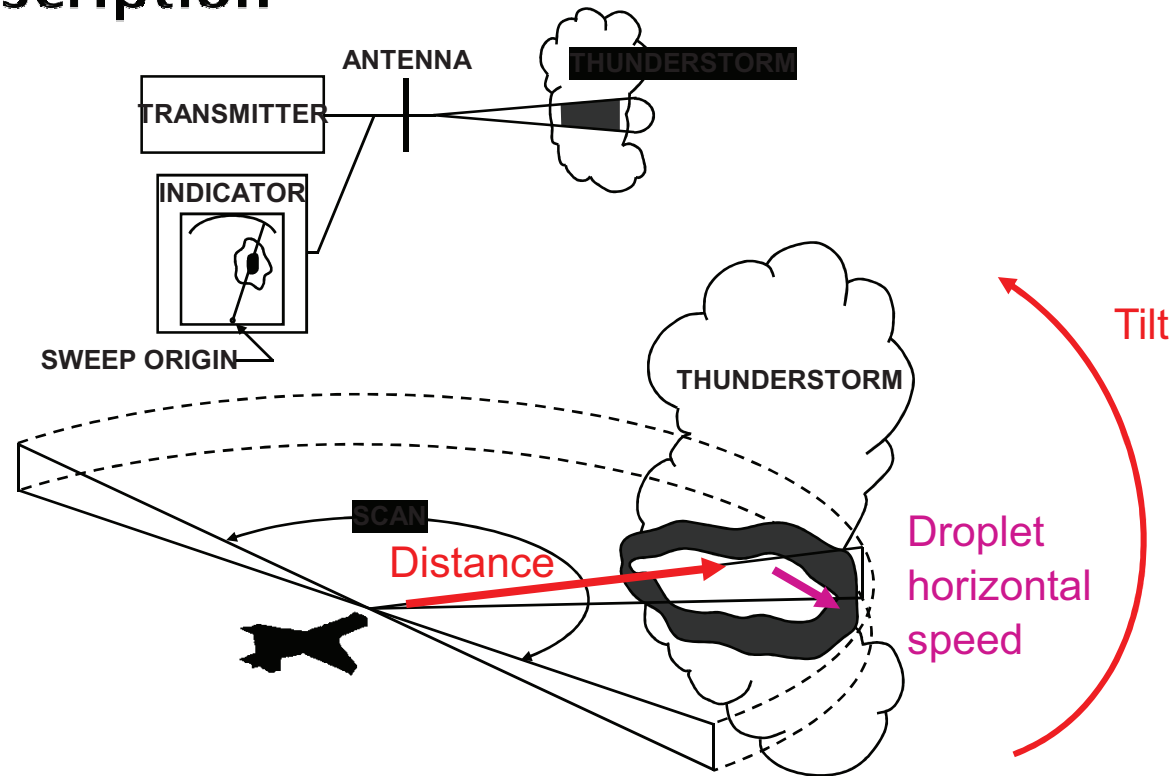


PARTIE 4 • Fonction WXR

Introduction

- WXR système embarqués
- permettant de visualiser les phénomènes météorologiques humides: détection et la localisation de perturbation atmosphérique dans un rayon de 320 Nm devant l'avion, détection et la localisation de turbulence due à la présence de précipitation la détection de phénomène de cisaillement de vent (windshear) à $\pm 60^\circ$. l'affichage d'événements windshear à $\pm 30^\circ$ jusqu'à 5 Nm . Il existe trois niveaux d'alertes windshear : advisory, Caution et Warning.
- Le Weather Radar peut être installé en single radar (un transceiver en soute avionique) ou dual (deux transceivers en soute avionique) selon la configuration avion choisie.
- Les Radar Météo ont commencé à être déployés dans les années 70.

General Description



WXR provides the flight crew with a representation of weather (compensated for A/C attitudes):

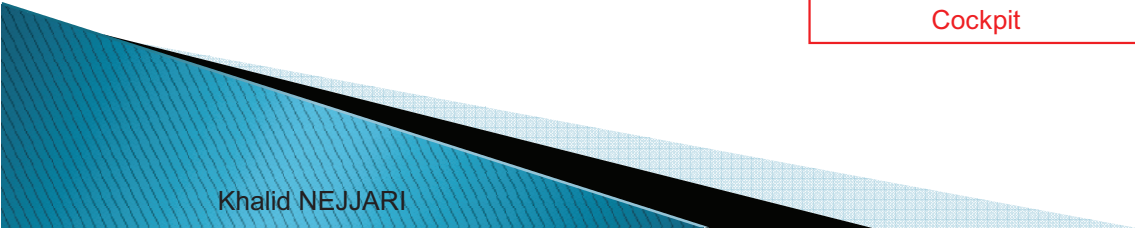
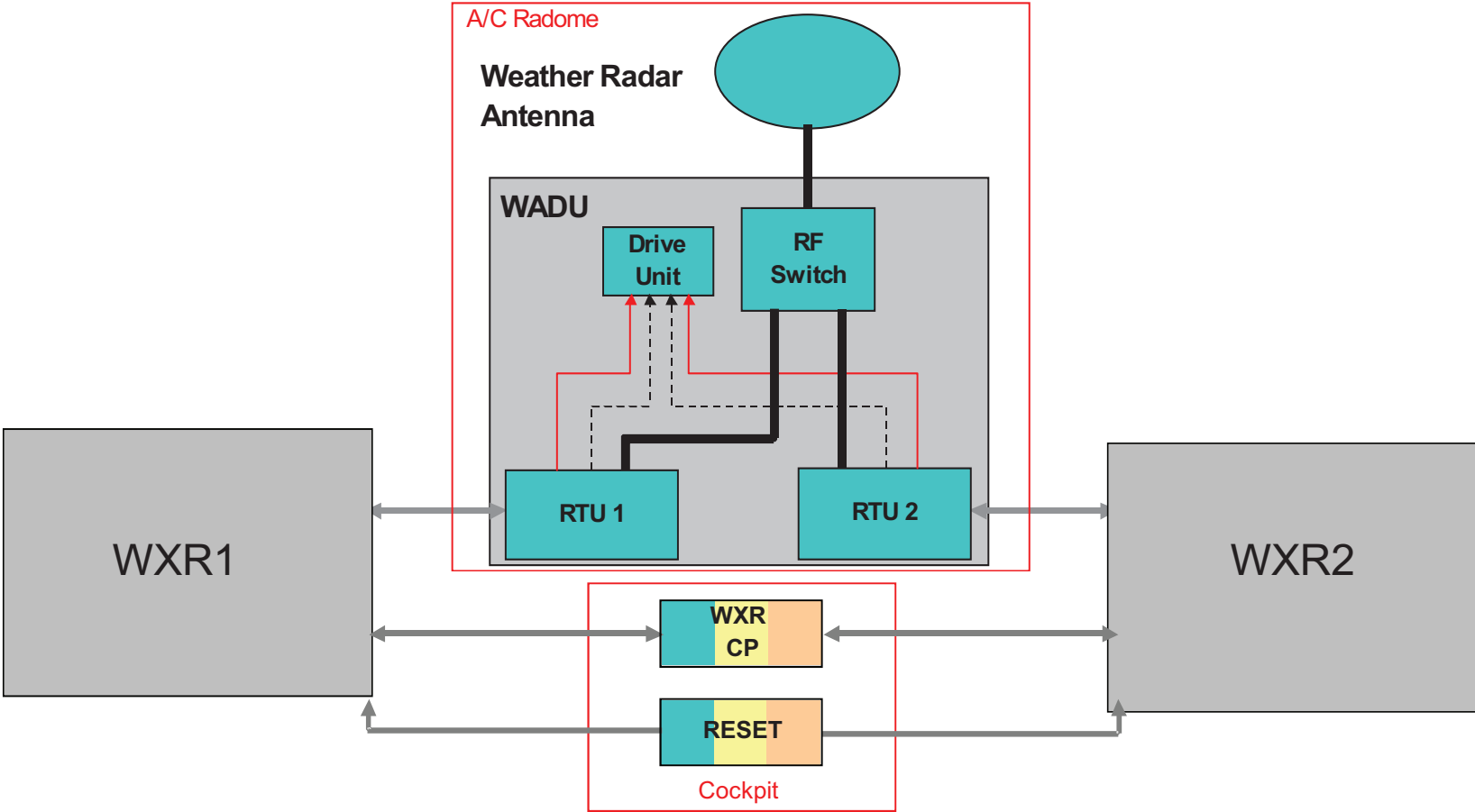
- Localisation (tilt and distance) and density of water particules
- Turbulence information and windshear detection through particle horizontal speed detection

Principe général

- Principe du radar: émission d'une impulsion d'onde radio très intense mais brève, l'énergie frappe une cible et une petite portion de l'énergie est retournée au radar.
- $F \approx 10 - 12 \text{ GHz}$



Architecture du WXR



Composants du WXR

- Antenna drive & drive unit



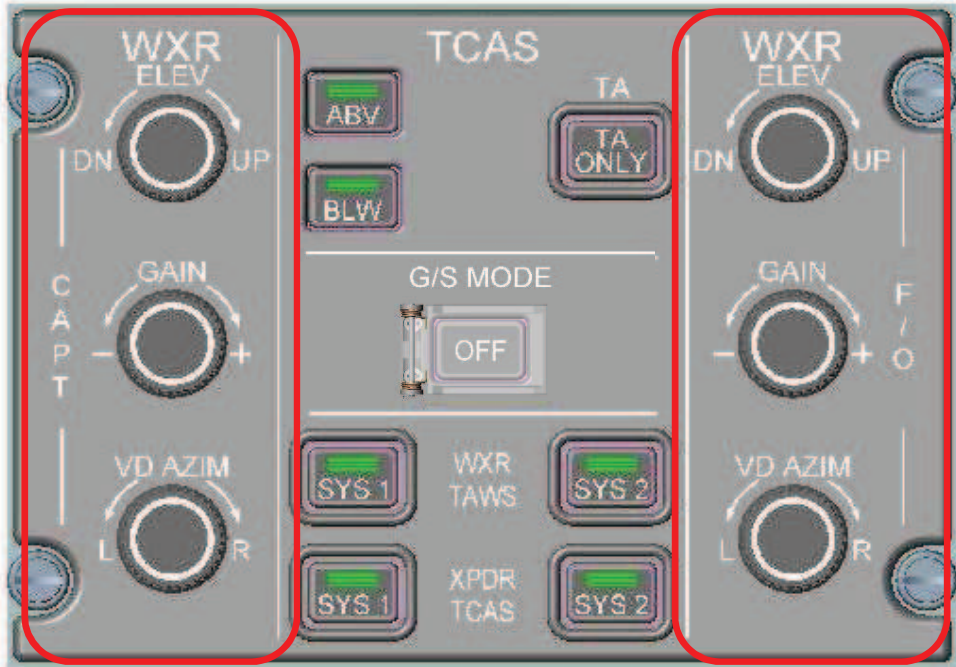
- LRU WXR



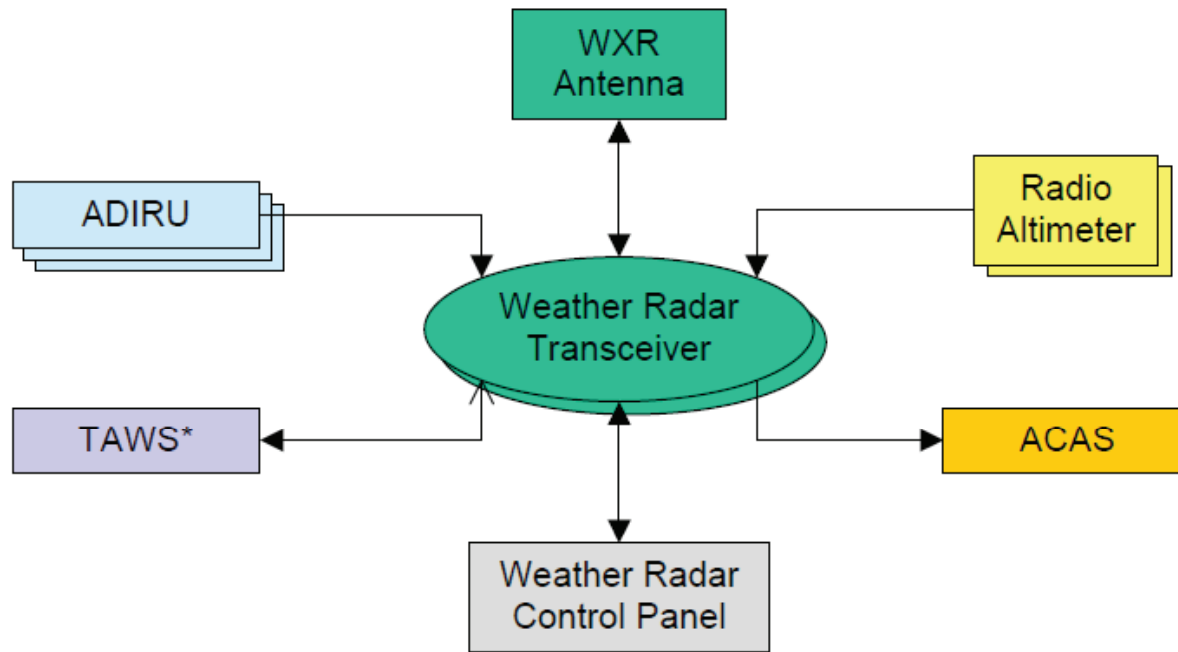
- 2 RTU



- WXR control panel



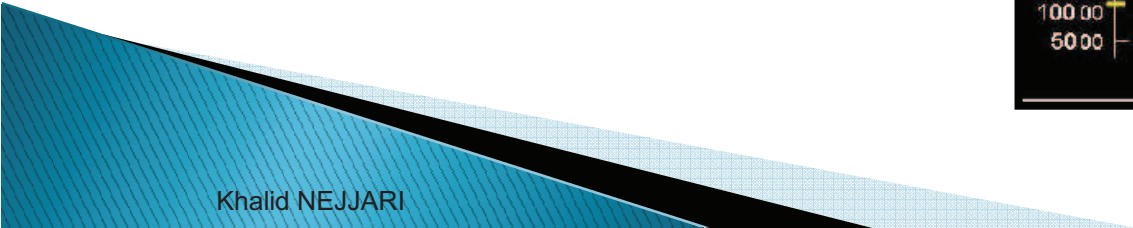
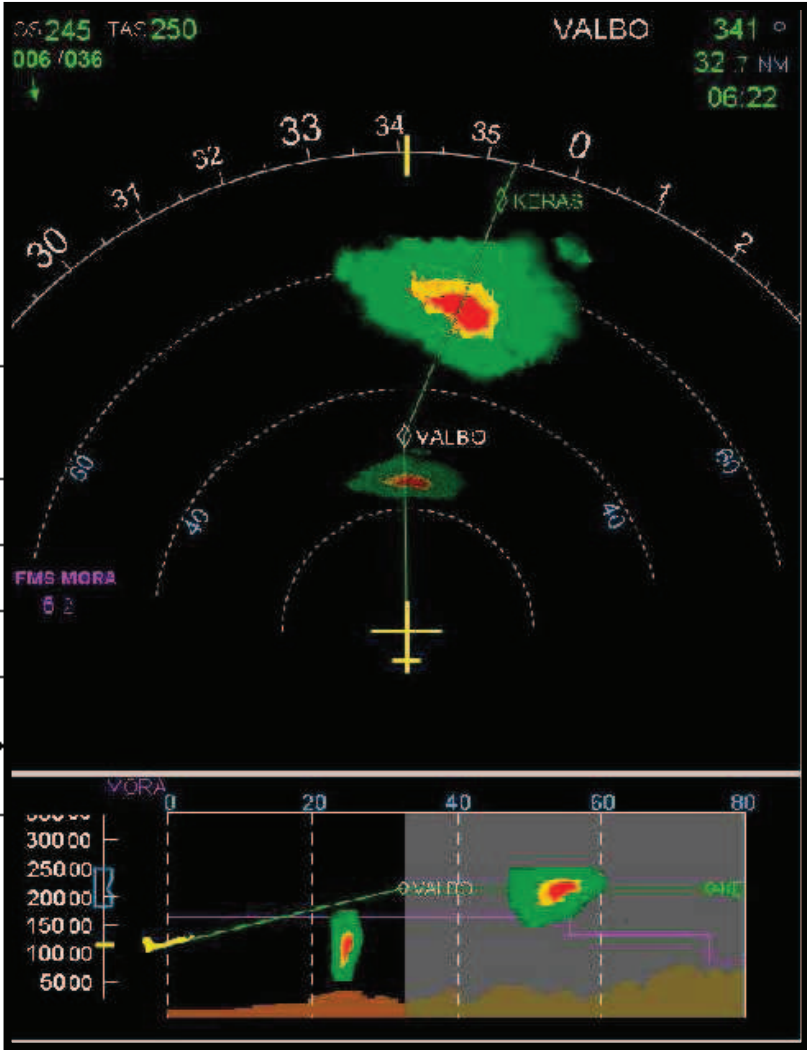
Interfaces WXR (pour l'A350)



EXTERNAL SOURCE	Type d'informations
LGERS	Air / sol
ADIRS Switching	Permet de selectionner le système de position de l'AESS
FCU	Display type, range, mode FCU selected altitude
RA	Fournit la radio altitude
MMR	Position , vitesses, position accuracy
FWS	2
CMS	1
DLCS	1
PRIM	2
ADIRU	Fournit position, vitesses
FMS	Position , FMS, position accuracy
TAWS	Base de donnée Terrain, pour filtrer les reflections dues au sol
CDS (DUs)	Affiche les données TAWS
ICP	Gain, Azimut, Elevation du faisceau RADAR

Code couleur de l'image WXR 1 / 2

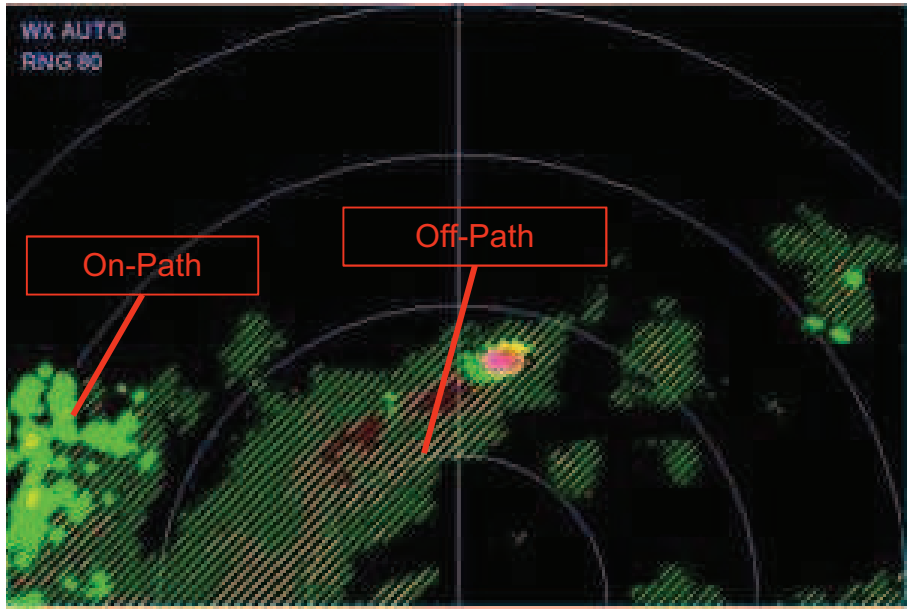
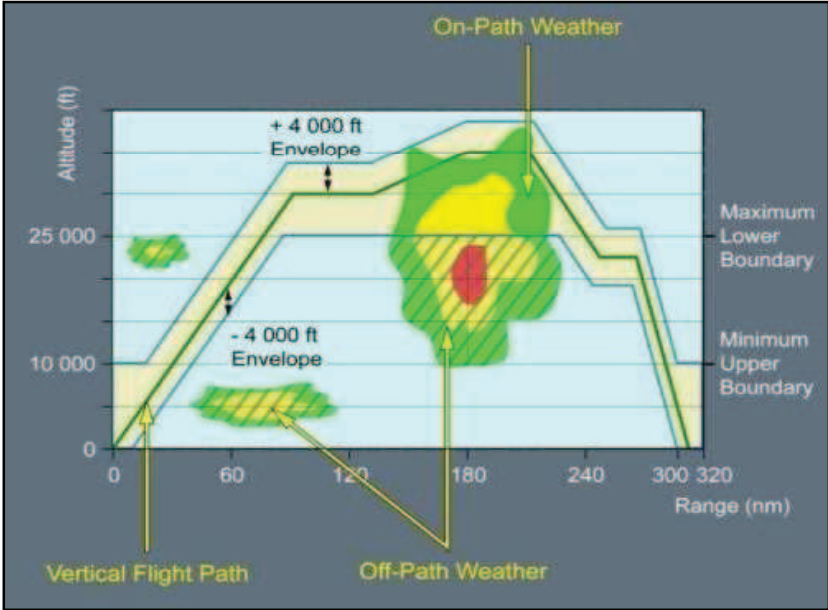
Color	Precipitation	Precipitation rate (mm/h)
Black		PR < 1
Green	Weak	1 < PR < 4
Yellow	Moderate	4 < PR < 12
Red	Strong and higher	12 < PR
Magenta	Turbulence	5 m/s < ΔPR



Code couleur de l'image WXR 2/2

Image Radar pleine : ON Path: intercepte le plan de vol

Image Radar hachurée: Off Path: présent en dehors du plan de vol

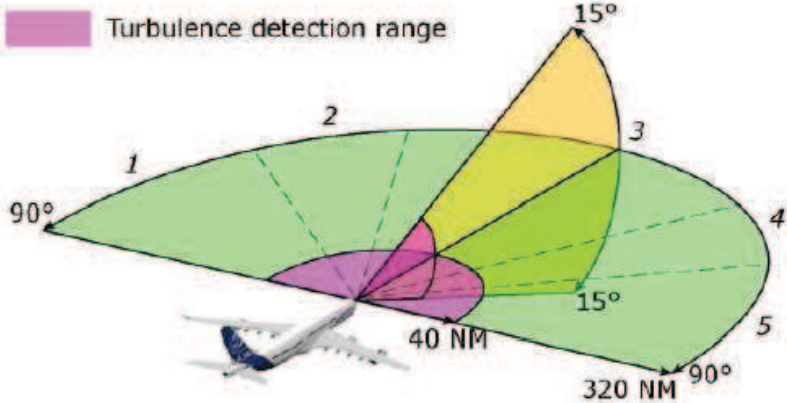


Les modes du WXR

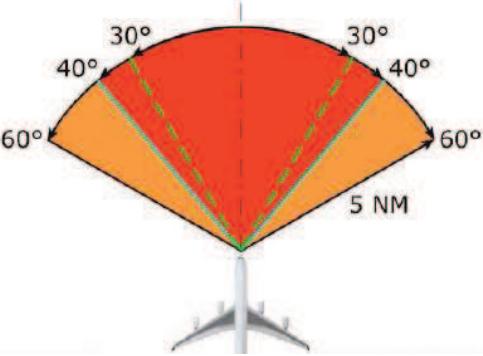
- Le WXR est capable de détecter 3 phénomènes principaux:
 - La météo (plus précisément les nuages humides) (représenté sous différentes couleurs)
 - Les turbulences (TURB) (en magenta)
 - Les wind shears (vents de cisaillement) (en rouge)

Couverture de balayage WXR

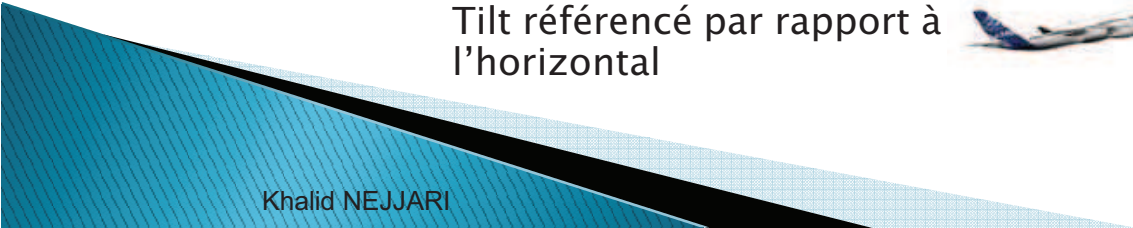
►Turbulences / Météo



►Windshear: (vent de cisailleme



►Différence entre le pitch et Tilt référencé par rapport à l'horizontal



Détection de la météo 1 / 4

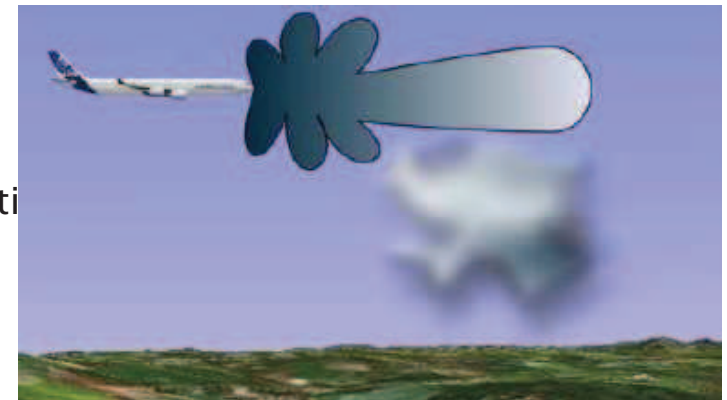
- Fonction principale:

Détecte les précipitations à plus de 320NM, voire 640NM (pour WXR A400M)

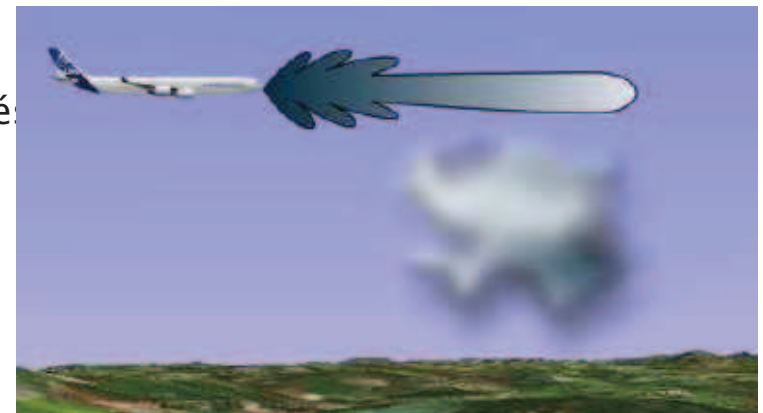
Éléments principal: l'antenne WXR

Il existe 2 types d'antenne WXR

- ▶ Antenne Parabolique : (ancienne génération)
 - + Faisceau large
 - Lobes secondaires important



- ▶ Antenne Plate: (nouvelle génération)
 - ± Faisceau plus directionnel
 - + Lobes secondaires diminués



Détection de la météo 2 / 4

- Impact principal des lobes secondaires

Apparition de nuages « fantômes ».

À $\pm 45^\circ$

Généralement après un recalibrage ces nuages « fantômes » disparaissent.

Si ils sont persistant, pb RADOME.



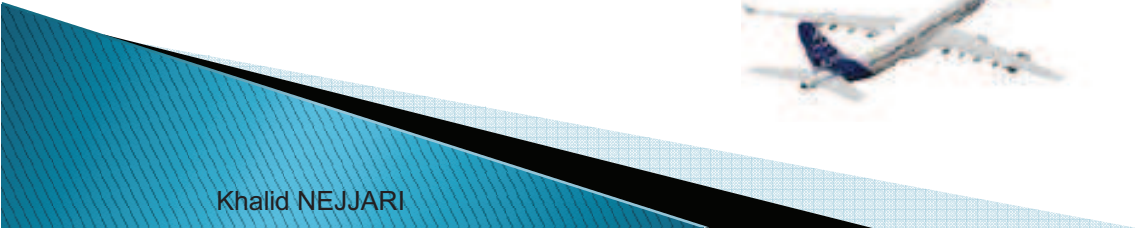
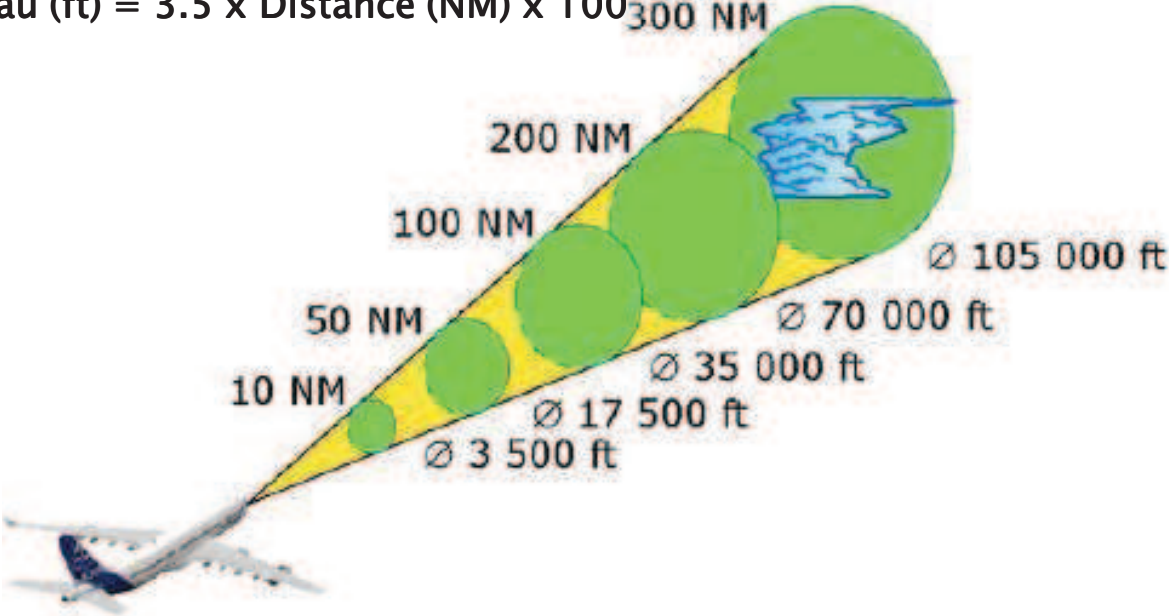
Détection de la météo 3 / 4

La distance influe sur le diamètre du faisceau principal:

Ouverture du faisceau RADAR est de 3,5°.

Formule approximative:

$$\text{Diamètre faisceau (ft)} = 3.5 \times \text{Distance (NM)} \times 100$$

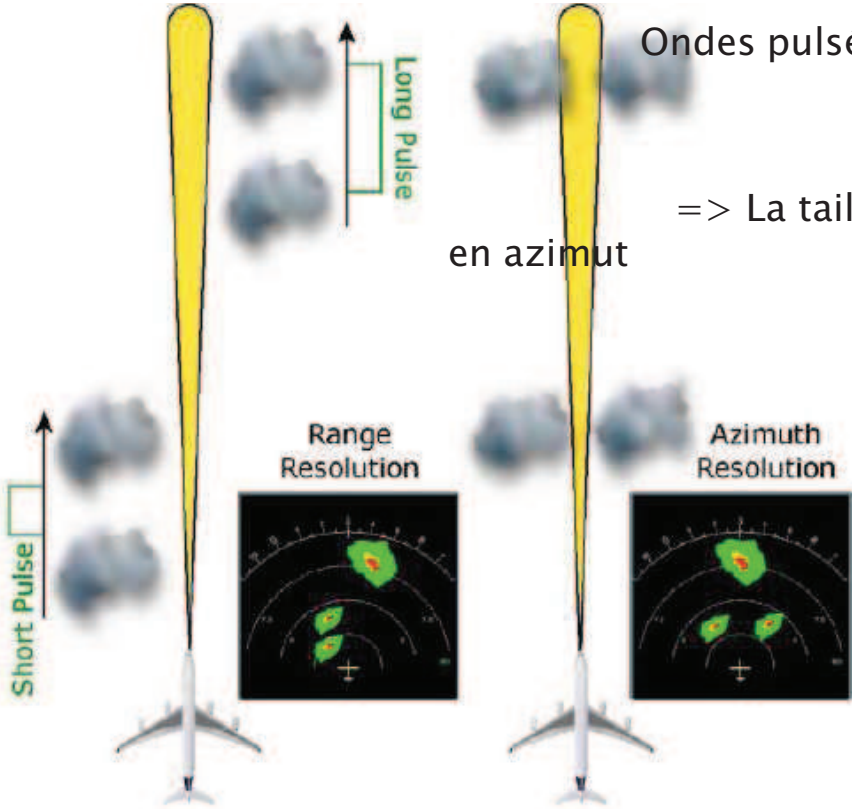


Détection de la météo 4/4

Selon le range, le WXR va émettre différents type d' impulsions

- Détection Long range (> 80NM)
Ondes à haute énergie (compensation de l'atténuation de l'onde)
Ondes pulsées LR sont plus « larges » que les ondes pulsées SR.

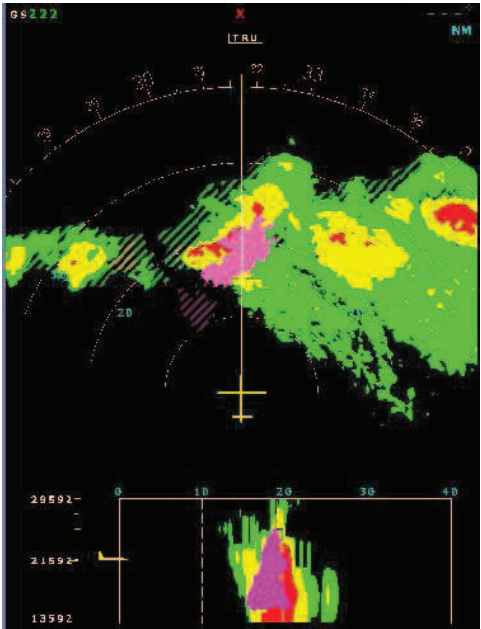
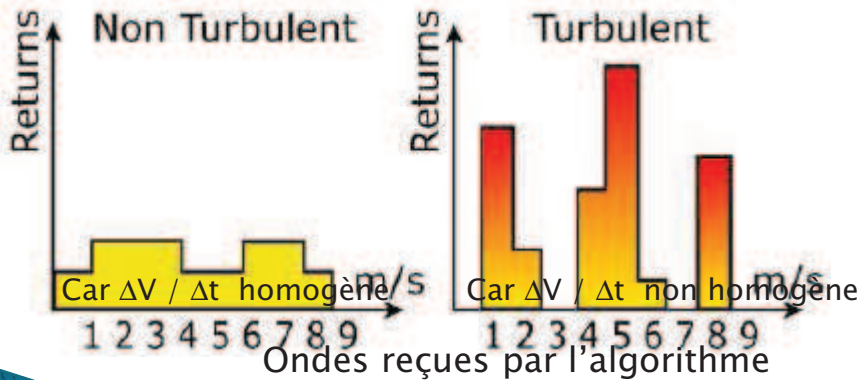
=> La taille des ondes influent donc sur la résolution en range et en azimuth



Détection des turbulences

- ▶ Les turbulences d'air en conditions claire ne sont pas détectées (sauf en RWS).
- ▶ Seules les turbulences d'air chargé en humidité sont détectées.
- ▶ Quand les molécules d'eau (du nuage) se déplacent de façon tourbillonnaire ($>5\text{m/s}$) et $\Delta V / \Delta t$ important.
 - L'onde RADAR revient perturbée (basé sur l'effet Doppler)
 - L'algorithme du WXR détermine la provenance du train d'onde, (Scan antenne, puissance reçue)
 - L'algorithme du WXR détermine la distance, (puissance de l'onde reçue)

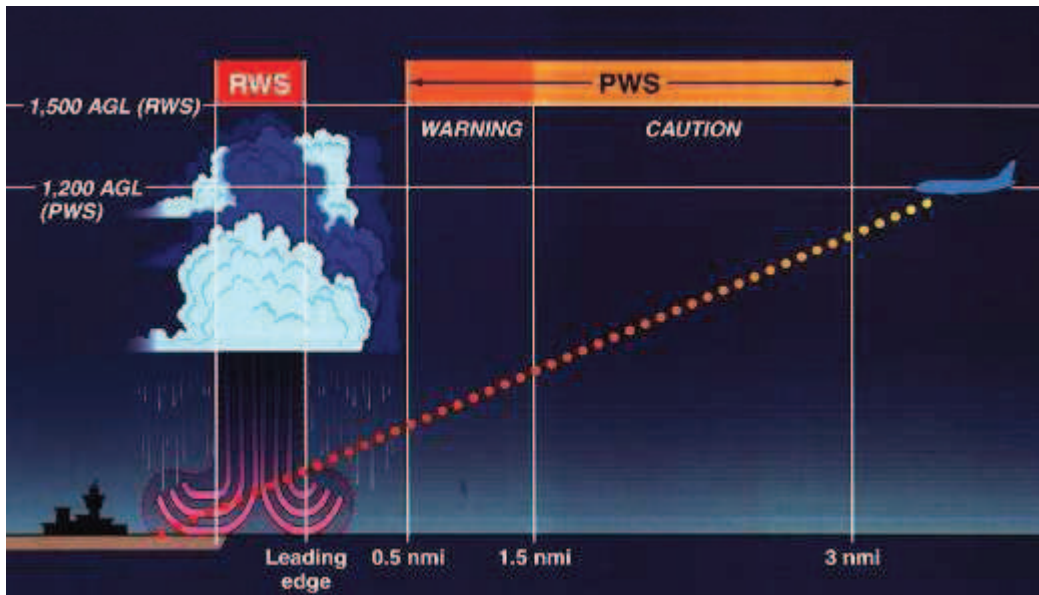
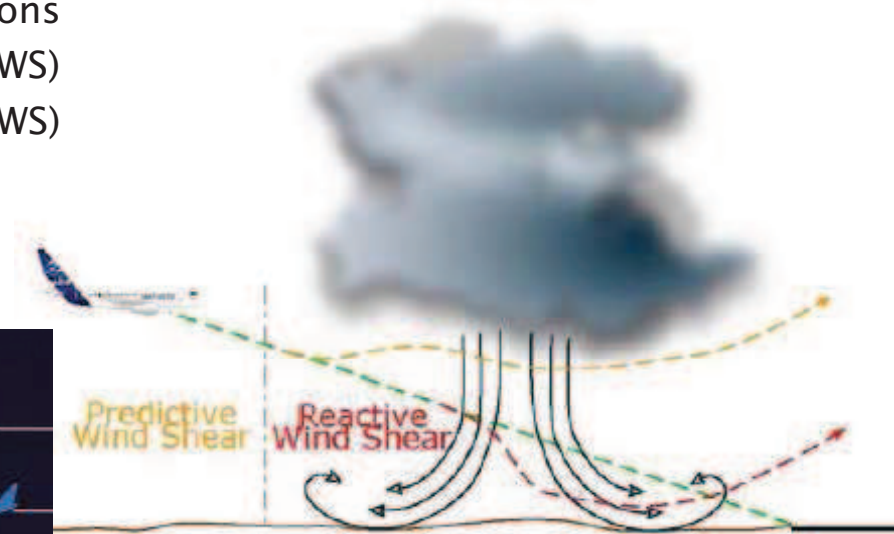
▶ Représentation:



En magenta zone de Turbulence
ON / OFFpath et VD

Détection du Windshear

- ▶ Il existe deux type de détections
 - Predictive Windshear (PWS)
 - Reactive Windshear (RWS)



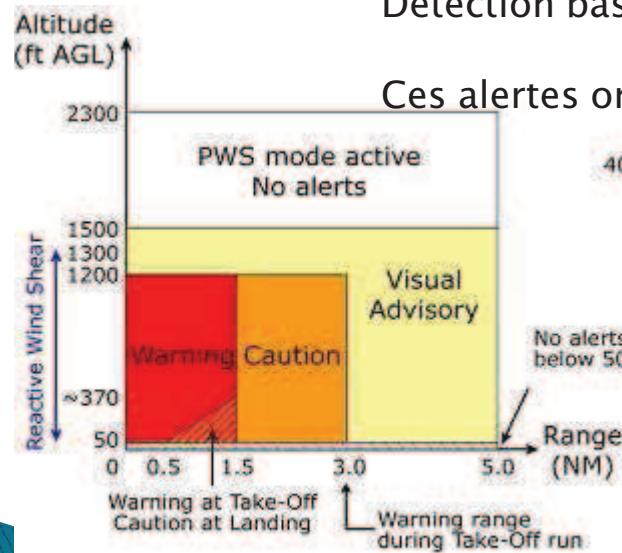
Détection du Windshear PWS 1 / 3

► Predictive Windshear (PWS) fonction active en dessous de 2300ft.

Alerte orales et visuelles. En dessous de 1500ft jusqu'à 50 ft, sur un range [5NM; 0,5NM] avec un angle d'ouverture en face de l'A/C. (angle d'ouverture fonction des fournisseurs)

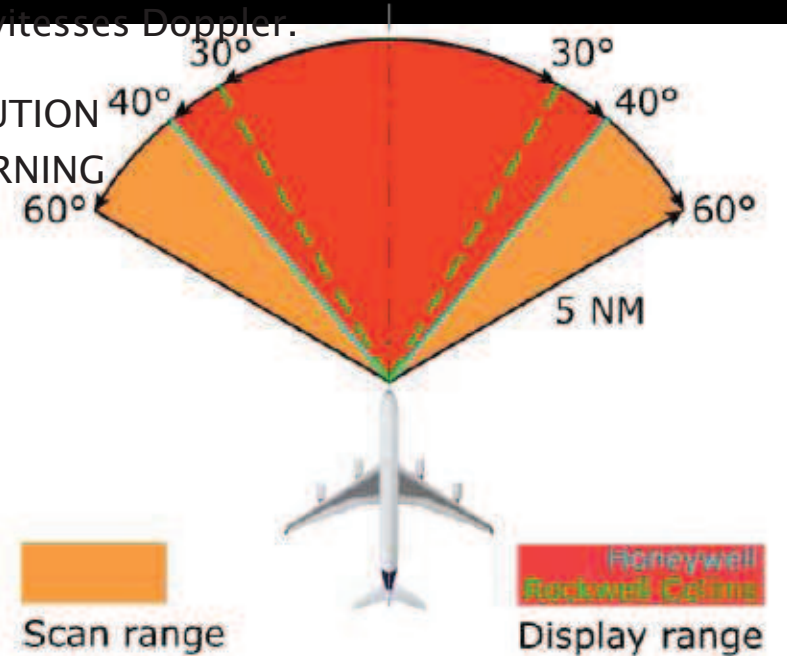
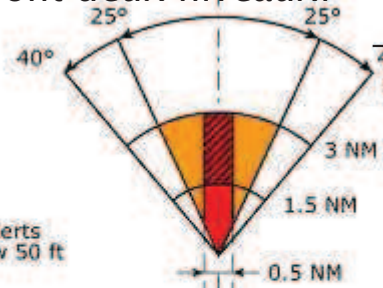
Peut détecter jusqu'à 8 alertes

Détection basée sur des mesures de vitesses Doppler.



Ces alertes ont deux niveaux:

- CAUTION
- WARNING



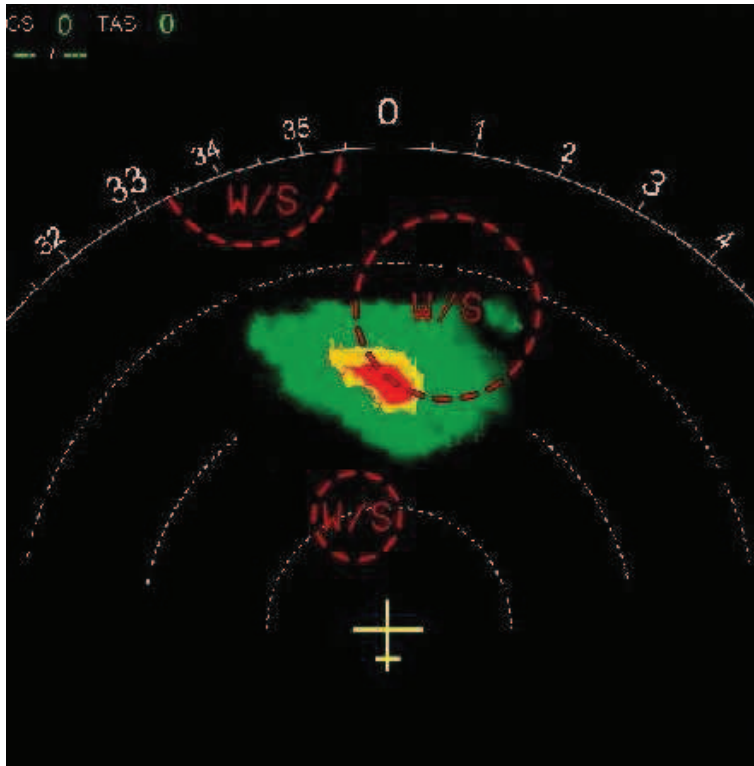
Warning when on Ground
Caution when Airborne

Scan range

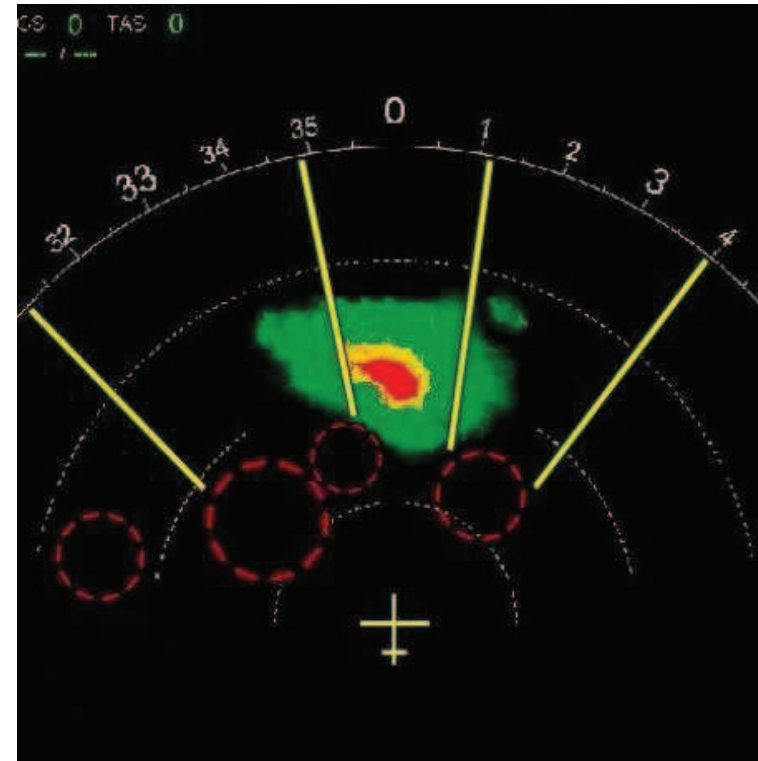
Honeywell
Rockwell Collins
Display range

Détection du Windshear PWS 2 / 3

► Représentation du Windshear au CDS:



Range de l'affichage < 10NM



Range de l'affichage > 10NM

Détection du Windshear PWS 3 / 3

- ▶ Différents messages affichable sur le ND

Message	Function	Localization	Layout
PRED W/S (AMBER)	Predictive windshear function inoperative	ND right lower corner 4 th line	PRED W/S
W/S: CHANGE MODE (RED)	PWS W/S warning and PLAN mode selected on EFIS CP	ND center part	W/S: CHANGE MODE
W/S: SET RNG 10 NM (RED)*	PWS W/S warning and range greater than 10 nm selected on EFIS CP Or PWS W/S warning and ZOOM and OANS activated	ND center part	W/S: SET RNG 10 NM
W/S: INCREASE RANGE (RED)*	PWS W/S warning and range in ND ZOOM on EFIS CP	ND center part	W/S: INCREASE RANGE
W/S: CHANGE MODE (AMBER)*	PWS W/S Caution and PLAN mode selected on EFIS CP	ND center part	W/S: CHANGE MODE
W/S: SET RNG 10 NM (AMBER)*	PWS W/S Caution and range greater than 10 nm selected on EFIS CP Or PWS W/S caution and ZOOM and OANS activated	ND center part	W/S: SET RNG 10 NM
W/S: INCREASE RANGE (AMBER)*	PWS W/S Caution and range in ND ZOOM on EFIS CP	ND center part	W/S: INCREASE RANGE

Détection du Windshear RWS 1 / 4

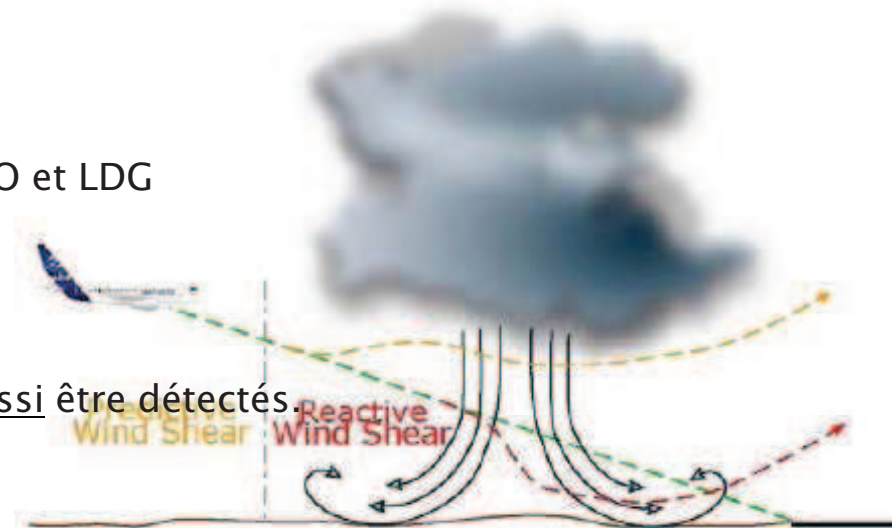
► Reactive Windshear (RWS)

Alertes orales et visuelles en phase de T/O et LDG

Vents de cisaillement « secs » peuvent aussi être détectés.

En opposition au PWS, le RWS remonte les alertes quand l'avion se trouve déjà dans la perturbation.

Risque: diminution de la marge pour atteindre le décrochage (« STALL »)



Enveloppe du RWS entre : 50 ft et 1300 ft RA.

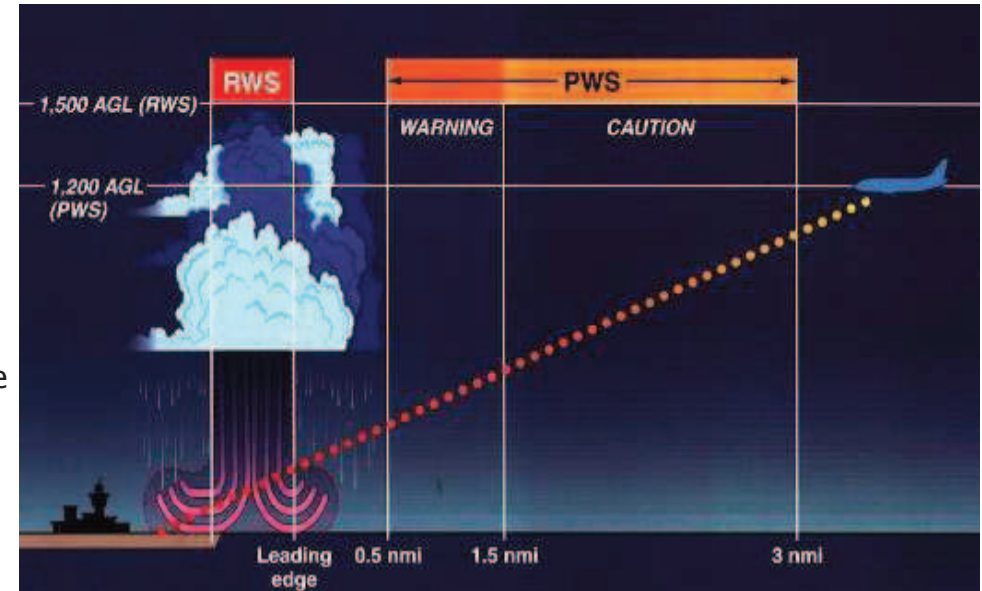
Détection du Windshear RWS 2 / 4

► Reactive Windshear (RWS)

Reactive Wind Shear mesure les variations énergétiques dues aux vents.
Le Facteur de Sévérité (Severity Factor: SF) Permet de quantifier la sévérité des vents de cisaillement.

$$SF = SF_{\text{Longitudinal}} + SF_{\text{Vertical}}$$

Avec: $SF_{\text{Longitudinal}} > 0$ quand vent arriere,
 $SF_{\text{Vertical}} > 0$ quand vent vertical.



Reactive Wind Shear remonte des alertes quand:

- En approche:
 - $SF \geq 0.2 g$ ou
 - $\alpha + \Delta\alpha \geq \alpha_{\text{Floor}}$ (angle d'incidence de décrochage) et $SF \geq 0,04 g$ à $0,07 g$ (fonction de la valeur α), $\Delta\alpha$
- est proportionnelle à SF en accord avec Vitesse d'Aterrissage (VLS) et l'angle entre x et le vecteur vitesse (FPA).
- $\alpha + \Delta\alpha$ est l'angle d'attaque actuel(α) plus la variation estimée due au vent ($\Delta\alpha$).
- Lors du décollage, $SF_{\text{Longitudinal}} > 0.08 g$.

Enveloppe du RWS entre : 50 ft et 1300 ft RA.

Les alertes Reactive Windshear RWS 3 / 4

Alertes: Détection RWS

Alerte Visuelle

Message "WINDSHEAR " rouge affiché sur les deux PFD (et HUD).

Message flashe pendant 9 s, et reste affiché , aussi longtemps que le windshear est detecté.



Alerte Orale

Alerte orale WINDSHEAR alert



Détection du Windshear RWS 4 / 4

Remarques importantes sur la detection du RWS

Rappel:

L'alerte WINDSHEAR (en mode RWS) remonte en phase de T/O ou Landing quand l'A/C arrive dans une zone de turbulences (gradients de vitesse du vents), ce qui réduit la marge aérodynamique du décrochage ("STALL").

Historiquement,

Plusieurs autres systèmes aéroportés sont capables de détecter les reactivities windshear.

PRIMs , FACs, et même certains EGPWS (GPWS).

Ces systèmes possèdent des algorithmes de calculs en prenant en entrés des données venant des ADIRU (ΔV , accélération verticale) .

- Merci de votre attention

