

Amélioration des mesures Doppler, Mosaïque de cisaillement et Champs 3D Métropole

Antoine Kergomard, Clotilde Augros, Météo France,
Forum des Utilisateurs Radar, Mardi 2 Février 2009



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

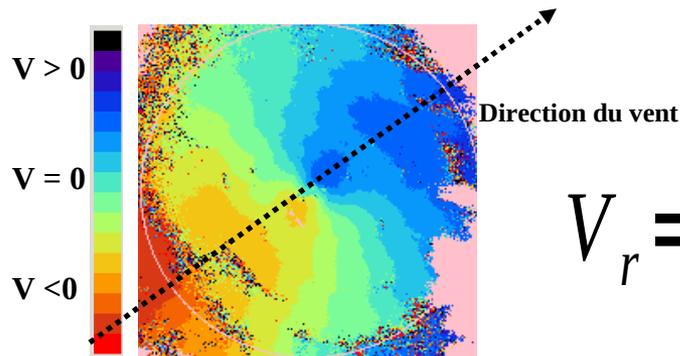
Plan

- Principe de la mesure Doppler et problèmes de qualité actuels
- Améliorations proposées
- Une application de la mesure Doppler : la mise en place d'une expérimentation de mosaïque nationale de cisaillement de basses
- Champs 3D métropolitains



Principe de la mesure Doppler et problèmes de qualité actuels

- **Vitesse radiale** = composante du vecteur vent parallèle à l'axe de visée du radar



$$V_r = \frac{\lambda}{4\pi} \cdot \frac{d\phi}{dt}$$

$d\Phi$ = différence de phase entre 2 impulsions radar

$dt = 3 \text{ ms}$ (temps entre 2 tirs radar, appelé **PRT**)

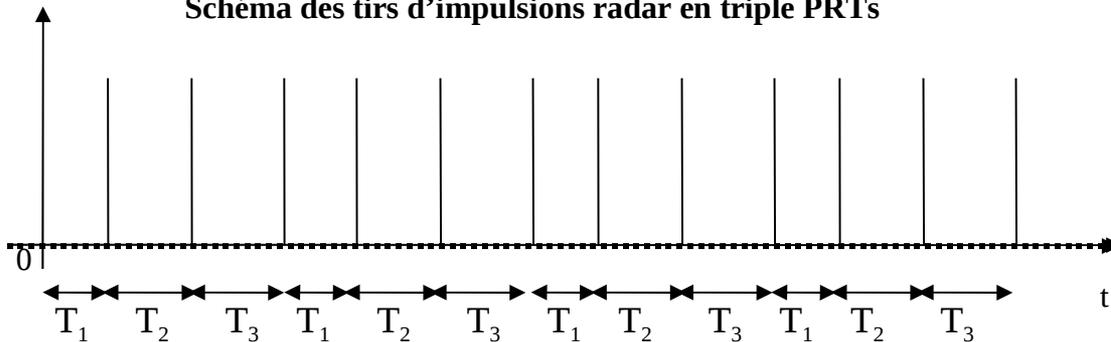
$\lambda =$ longueur d'onde (5 cm pour un radar bande C)

- On mesure en réalité la détermination principale $d\Phi'$ de $d\Phi$ (entre $-\pi$ et π)
- la vitesse mesurée est comprise entre $-V_{\text{nyquist}}$ et $+V_{\text{nyquist}}$ (**+ ou - 5 m/s**)
- **ambiguïté** dès que la vitesse vraie sort de cette plage, elle est alors « **repliée** » dans l'intervalle de Nyquist

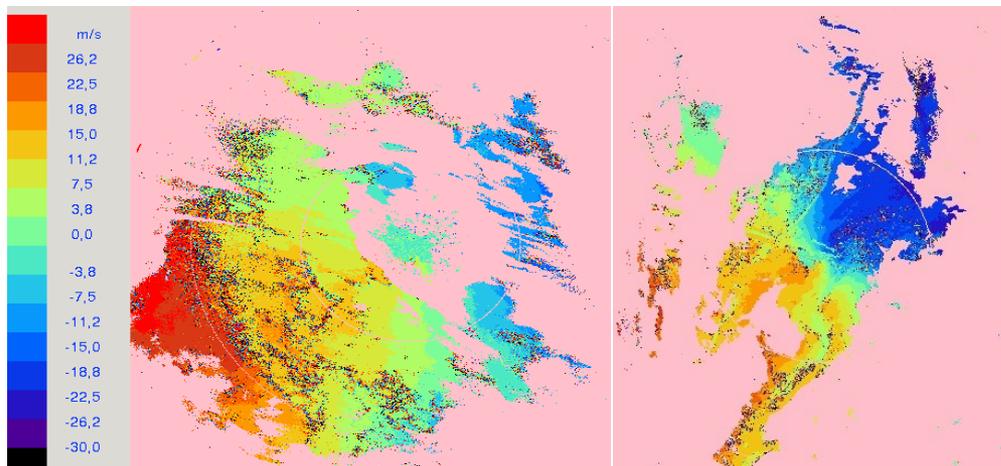
Principe de la mesure Doppler et problèmes de qualité actuels

- On utilise la méthode dite du « **triple PRT** » pour **lever les ambiguïtés de mesure**

Schéma des tirs d'impulsions radar en triple PRTs



- La combinaison des 3 vitesses ainsi mesurées permet de **restituer la vitesse vraie** jusqu'à une vitesse **Vne** de + **ou - 60 m/s** (avec la configuration actuelle des radars du réseau)
- Malgré cette méthode, de nombreux pixels restent mal dépliés



→ **Problème pour le modèle AROME (on recommande actuellement l'application d'un filtre médian 5x5 km² avant assimilation);**

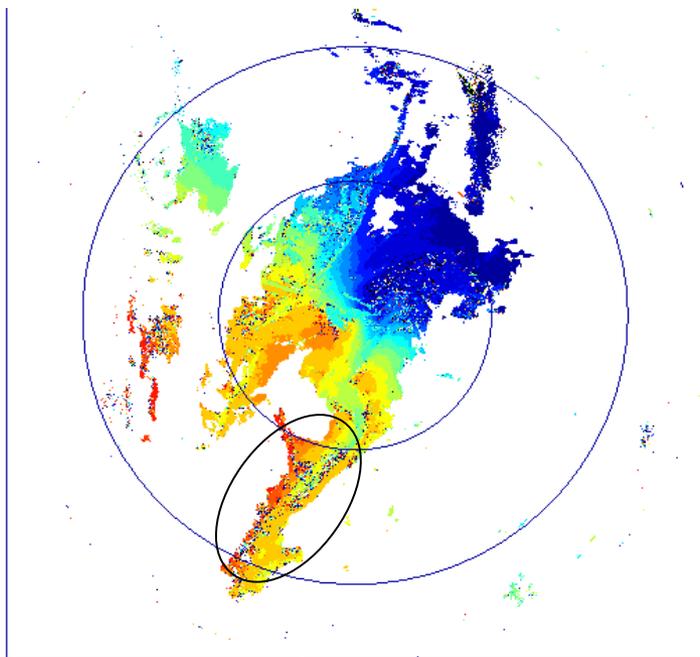
→ **Problème pour les champs 3D métropolitains de réflectivité et de vent (où on applique aussi un filtre 5x5 km²)**

→ **Problème pour l'identification des structures de cisaillement / convergence de petite échelle (énormément de fausses alarmes actuellement !)**

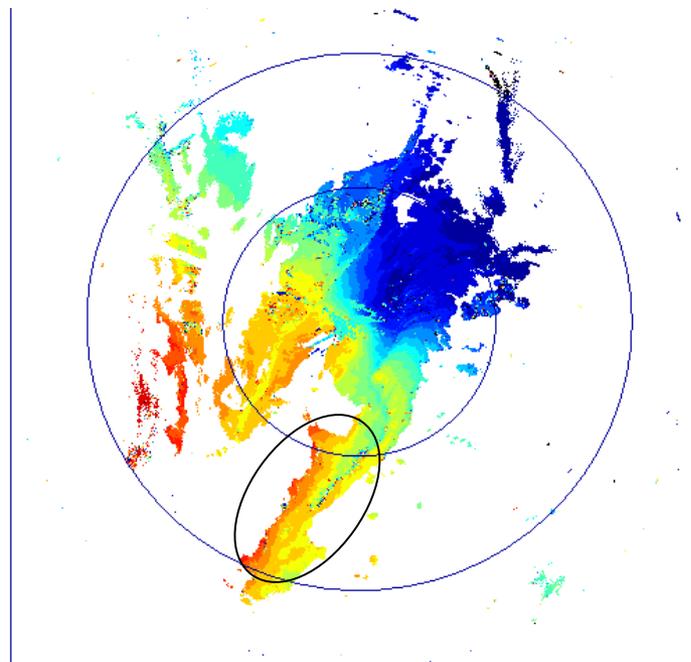
Améliorations proposées

- Résultats : exemple sur le radar de Trappes

Images de vitesse radiale (m/s) 512x512 km le 19/01/2009 à 1500 UTC (élévation 0.8 °)



Basses PRFs (moyenne de 333 Hz) et $V_{NE}=60$ m/s → 5935 valeurs aberrantes de vitesse : **16,5 % d'erreurs**



Hautes PRF (moyenne de 471 Hz) et $V_{NE}=44$ m/s → 2011 valeurs aberrantes de vitesse : **5,3 % d'erreurs**

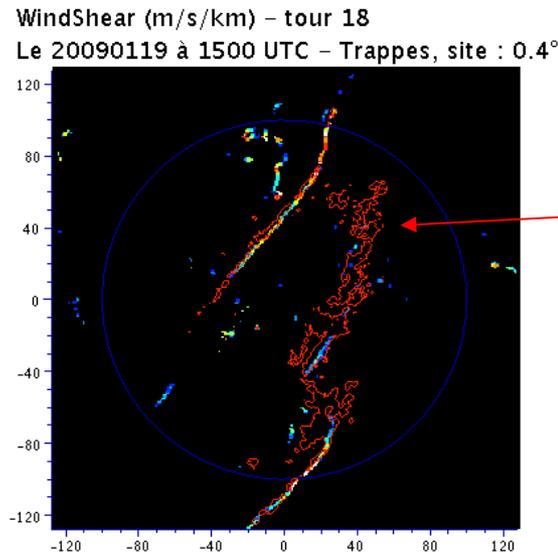
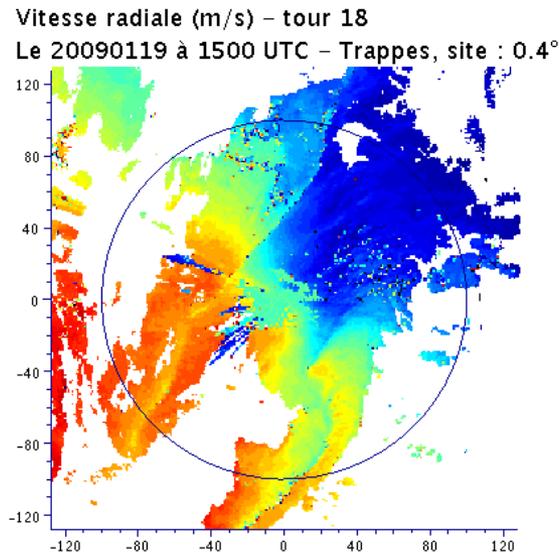
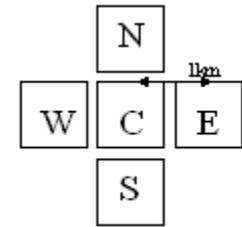
- L'implémentation de ces améliorations sur les radars opérationnels va se dérouler de manière progressive (radar après radar) à partir de 2010.



Expérimentation de production d'une mosaïque nationale de cisaillement de basses couches

- Objectif : créer à partir des données Doppler une mosaïque nationale d'indicateur de cisaillement horizontal de basses couches (cisaillement horizontal maximal entre 0 et 3 km) pour détecter les fronts de rafales et les tornades
- Premiers résultats à partir d'un radar pour un site donné:

Indicateur de cisaillement sur un pixel = gradient maximal de vitesse radiale entre ce pixel et l'un des 4 pixels voisins

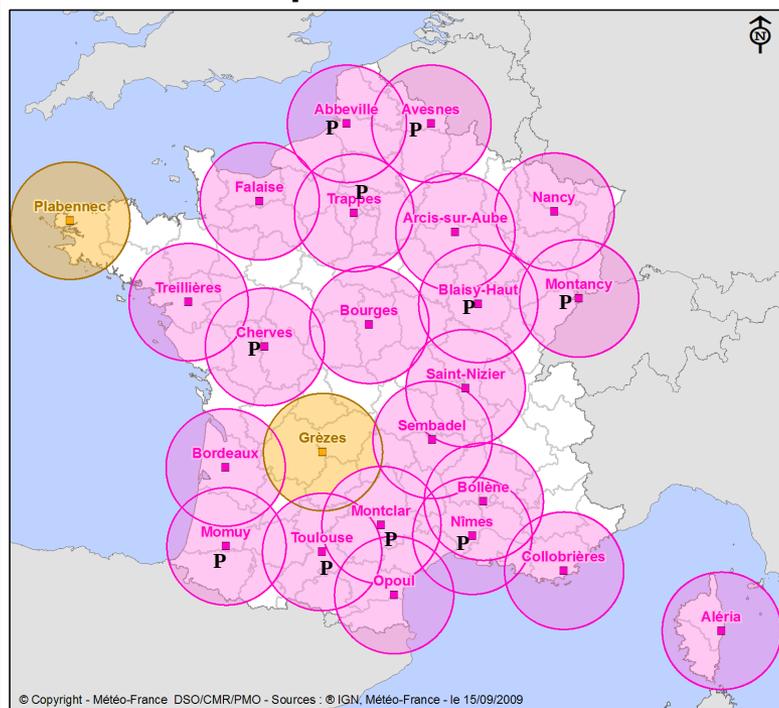


Les zones de réflectivité supérieure à 35 dBZ sont indiquées par des contours rouges

→ Bonne détection des lignes de cisaillement associées au lignes de convergence mais risque de fausses alarmes si la vitesse radiale comporte des erreurs

Un réseau dense : la clé des champs 3D

Les radars du réseau ARAMIS septembre 2009



© Copyright - Météo-France DSO/CMR/PMO - Sources : © IGN, Météo-France - le 15/09/2009

0 100 200 300 400 500 Km

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Légende

- radar doppler
- radar non dopplérisé

- ARAMIS : Application Radar A la Météorologie Infra-Synoptique
- 24 radars :
 - 22 Doppler
 - 10 à double polarisation
- Grezes et Plabennec prévus Doppler en 2010
- Au départ : une expérience concluante sur la région parisienne en 2007
- Le produit 3D : une mosaïque nationale de vent et de réflectivité 3D basée sur :
 - L'exploration volumique de l'ensemble des radars
 - La combinaison des mesures Doppler des radars voisins (distance moyenne inter-radars ~ 150km)

Description de la chaîne de traitement

PRETRAITEMENT

- En entrée : les fichiers pour AROME 15mn : contiennent les tours d'antenne de réflectivité, de vitesse radiale, les données « Type d'écho » (bruit, pluie, mer, ciel clair), l'advection.
- Filtrage médian des Vr, pour suppression des repliements
- Synchronisation des tours d'antennes Z et Vr par rapport à l'heure du produit
- Interpolation de type Cressman des données de Z et de Vr dans la grille finale de restitution

TRAITEMENT

- Calcul de la mosaïque 3D de réflectivité (maximum ou pondération en fonction de la distance)
- Calcul de la mosaïque de vent (algorithme MUSCAT)

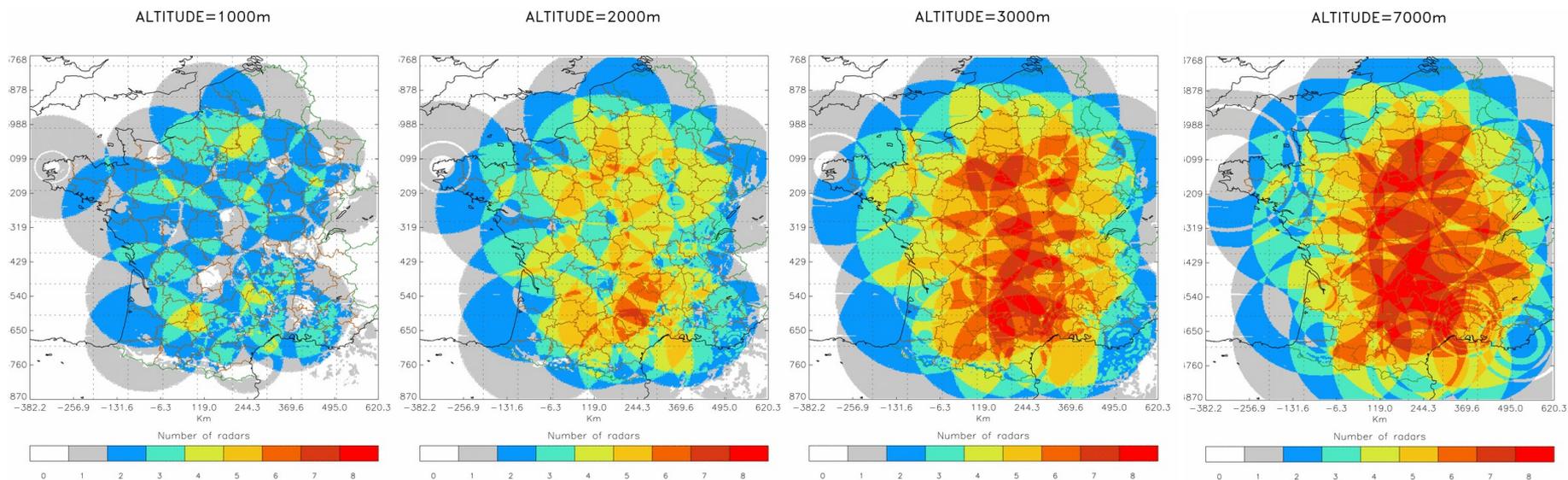
POST-TRAITEMENT

- Fabrication de fichiers au format BUFR pour les terminaux de visualisation des prévisionnistes



Le produit Champs 3D : Carte d'identité

- Produit final, en projection stéréographique polaire, de résolution :
 - Horizontale : 2.5km
 - Verticale : 500m
- 24 niveaux de 500m à 12000m
- 5 paramètres 3D : réflectivité, vent et divergence
- Couverture globalement bonne, mais plus faible dans les basses couches (peu de zones de recouvrement entre radars)



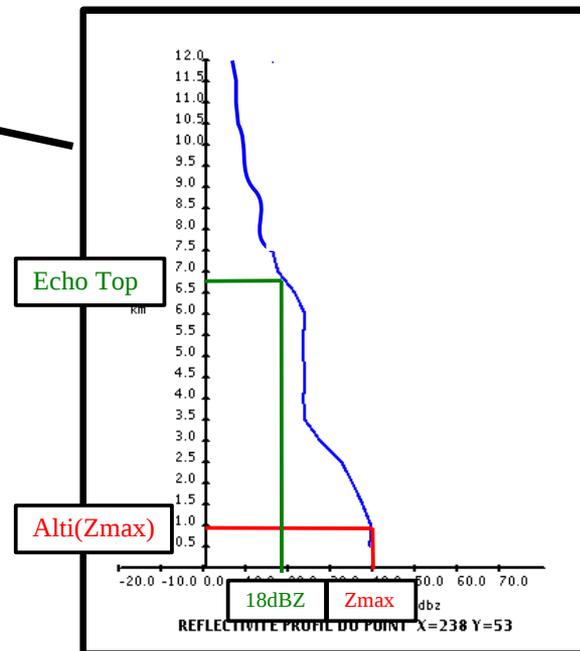
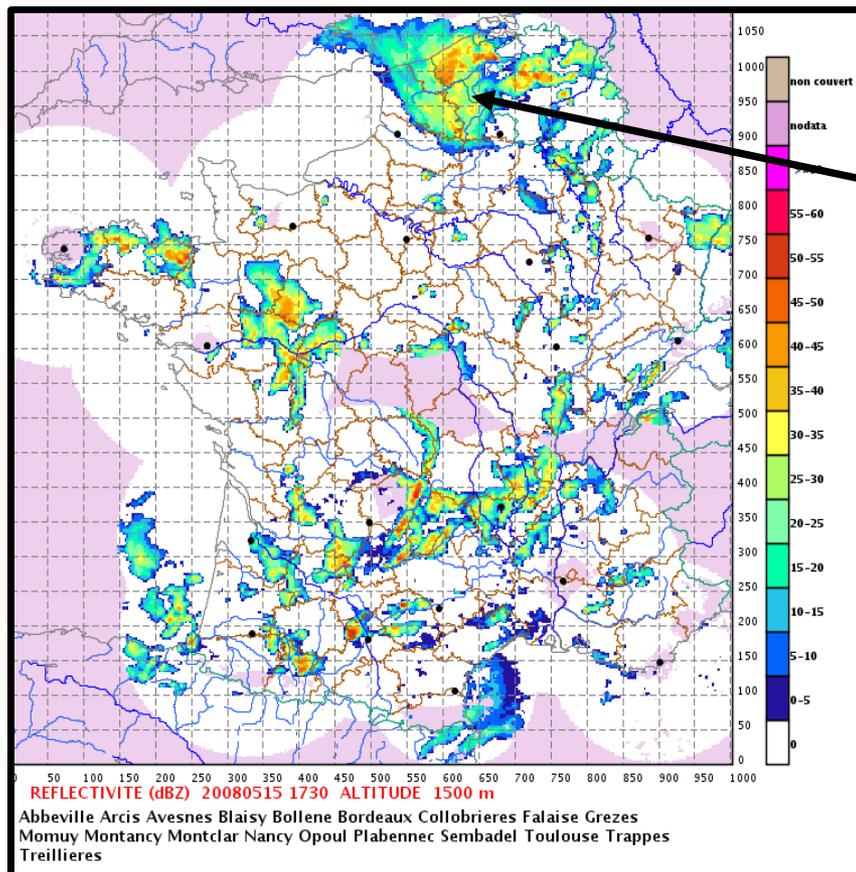
(Basé sur les modes d'exploitation des 23 radars au 25 Janvier 2010)



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Le 2D issu du 3D : une perspective intéressante

- Objectif : synthétiser l'information 3D en une seule image 2D
- Différents paramètres calculables : VIL, Zmax, EchoTop



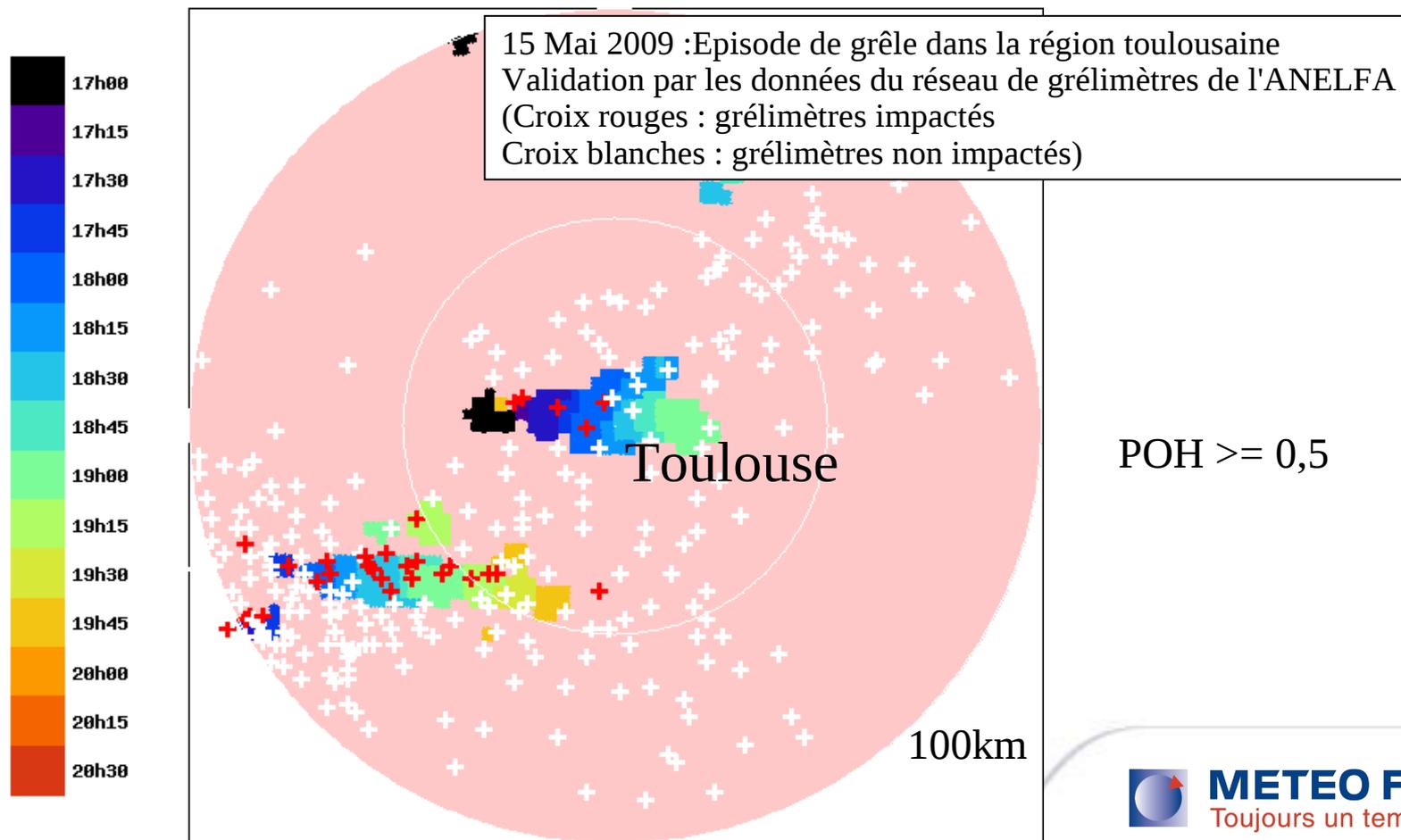
15/05/2008 à 17:30, coupe horizontale à 500m,
et Profil vertical

Un autre produit 2D issu du 3D pour la détection de la grêle

- POH (Delobbe et Holleman, 2006) :

$$POH = 0.319 + 0.133 \times (Alti_{iso-45dBZ} - Alti_{iso-0^{\circ}C})$$

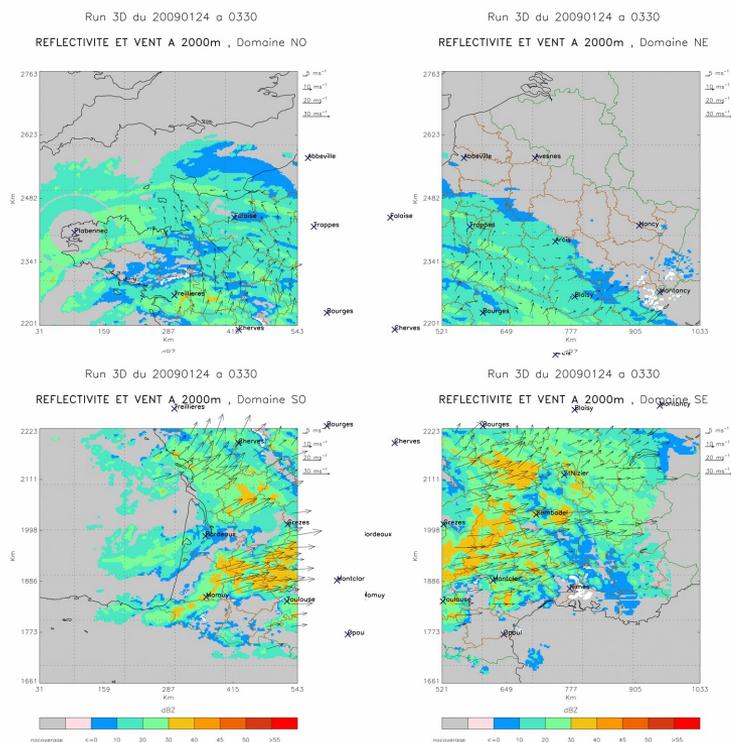
Trace de POH 20080515 (Rayon=100km) site=0.8deg



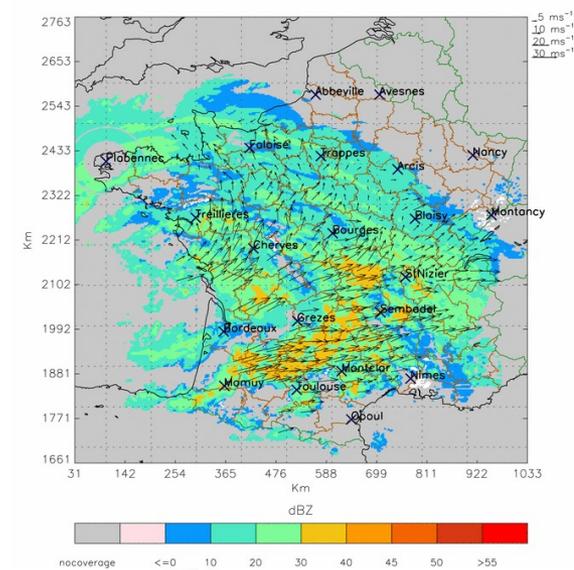
Vent 3D : Des calculs lourds

	Un run pour le domaine national	4 runs sur 4 sous-domaines se recoupant
Temps approximatif de calcul dans le cas d'une situation très pluvieuse	~45min	~15min

Run 3D du 20090124 à 0330



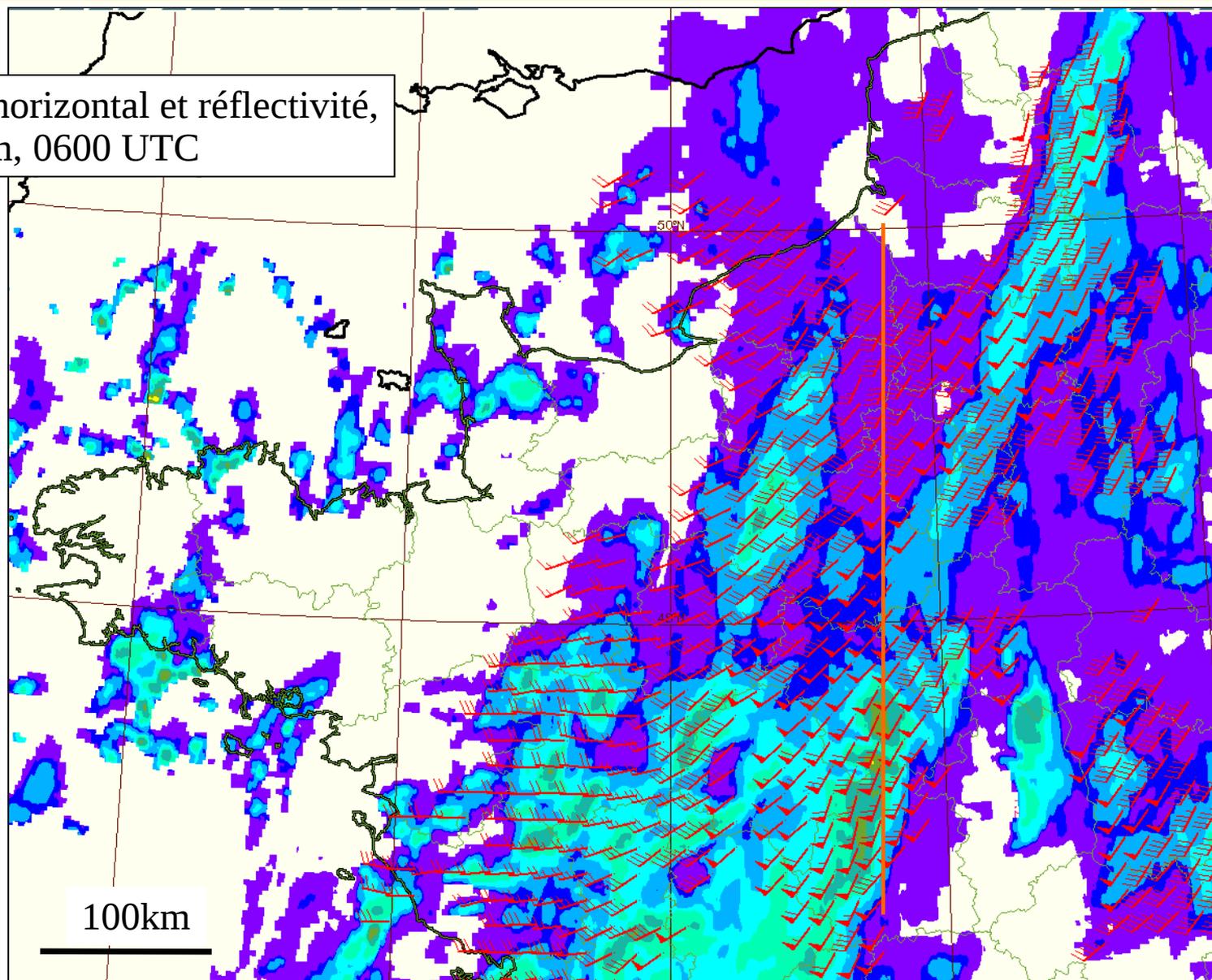
Run 3D du 20090124 à 0330
REFLECTIVITE ET VENT A 2000m , 4 Domaines



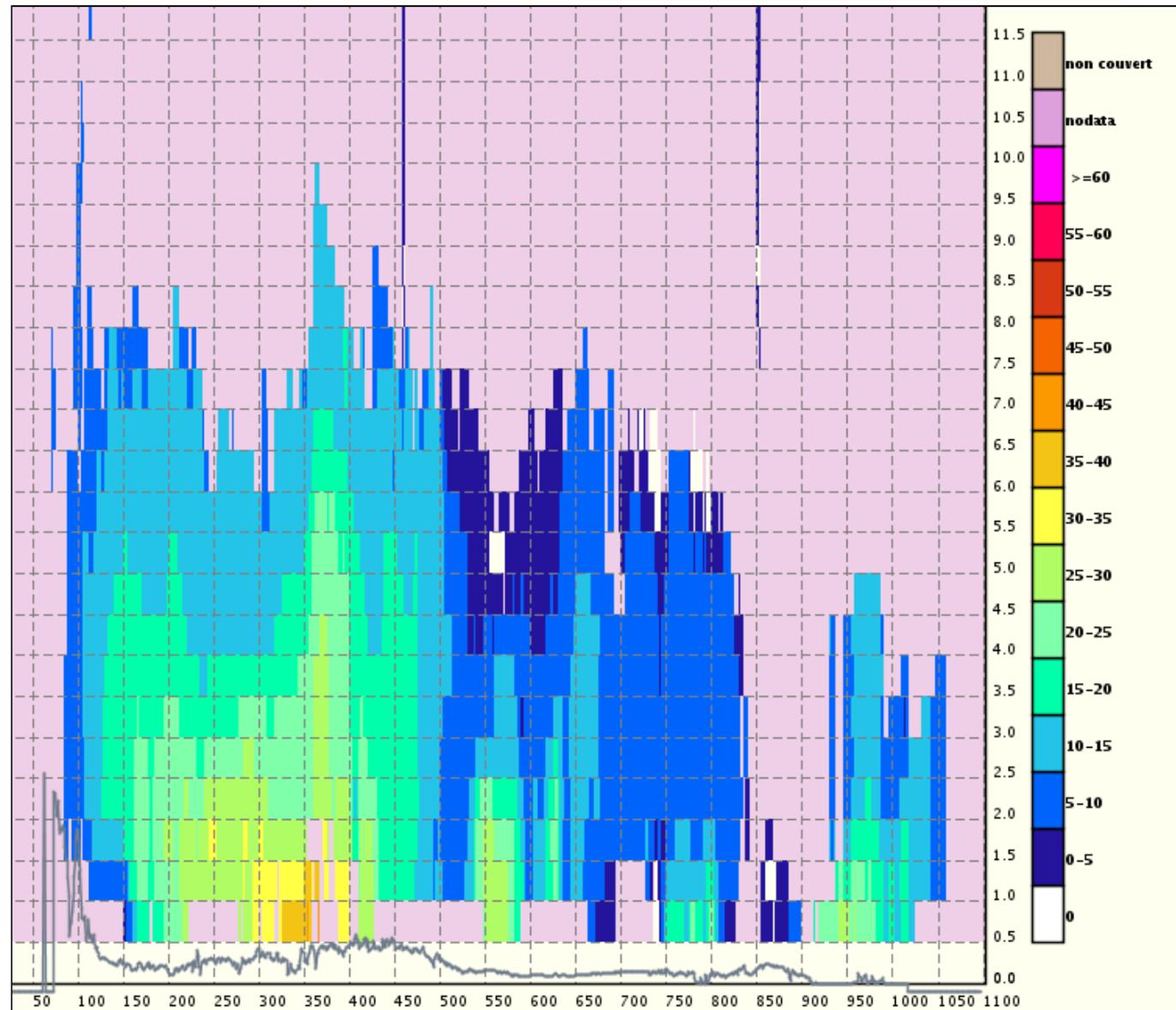
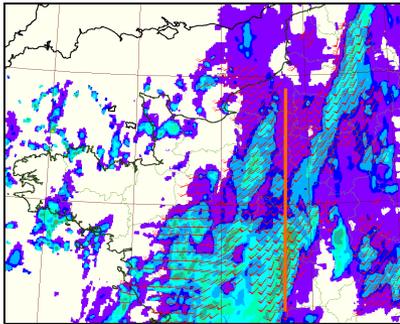
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

4 Mars 2009 (1)

Vent horizontal et réflectivité,
1500m, 0600 UTC

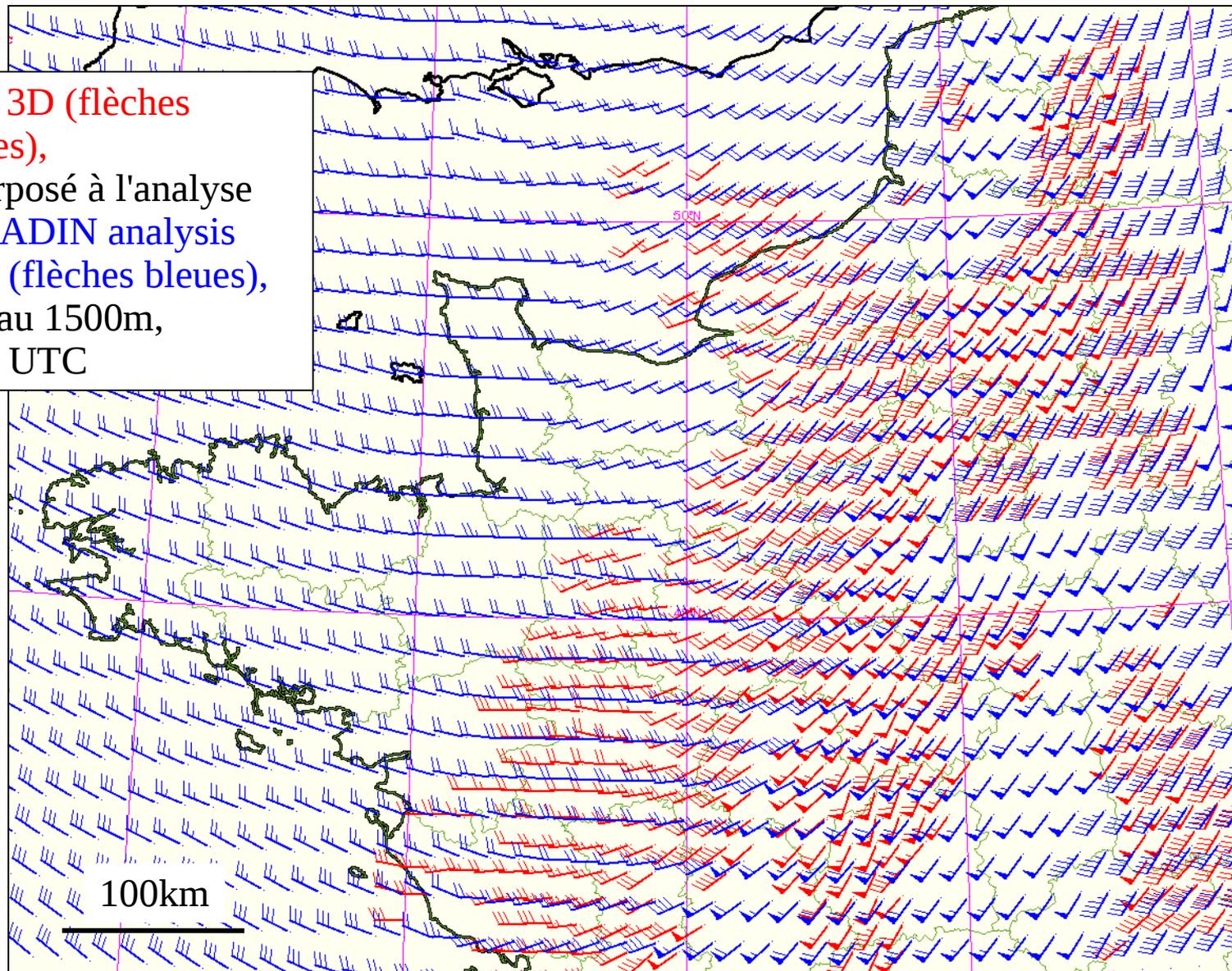


Coupe verticale, 4 Mars 2009, 0600 UTC



4 Mars 2009 (2), Validation de modèles

Vent 3D (flèches rouges),
superposé à l'analyse
d'ALADIN analysis
wind (flèches bleues),
Niveau 1500m,
0600 UTC



Expérience de DPREVI/LABO

- **Objectif :** évaluer l'intérêt de ces données pour la prévision opérationnelle (compréhension pour l'analyse, apport pour la prévision, notamment immédiate)
- Expérience menée sur des épisodes pluvieux de Août à Novembre 2009
- Un retour globalement positif, mais...
 - Difficile d'évaluer objectivement les champs en raison du manque d'observations de référence à l'échelle étudiée
 - Mise en évidence de vents erronés sur des situations d'air clair (migration d'oiseaux)
 - peu d'information dans les basses couches, problème inhérent à la mesure (peu de recouvrement en dessous de 1000m)
 - Certaines situations pluvieuses problématiques
- Un outil intéressant pour valider les sorties modèles
- Un grand intérêt du champ de divergence pour la prévision immédiate
- Une étude menée par le CMIR/SE sur un cas cévenol montre un intérêt notable de ces champs 3D pour la reconnaissance précoce des orages multicellulaires (Présentation de F. Saix)



Perspectives pour les champs 3D

- Mise en place d'un code qualité pour le vent et pour la réflectivité (statique dans un premier temps).
- Visualisation sous synergie du nouveau format BUFR, qui permettra la visualisation de coupes verticales
- Prise en compte du relief pour l'interpolation (travail d'Olivier Bousquet, CNRM/GMEI)
- Tests d'intégration à l'environnement SOPRANO
- **Mise en opérationnel en 2010**
- Production des champs 2D issus du 3D en opérationnel à l'horizon 2011.



Merci!

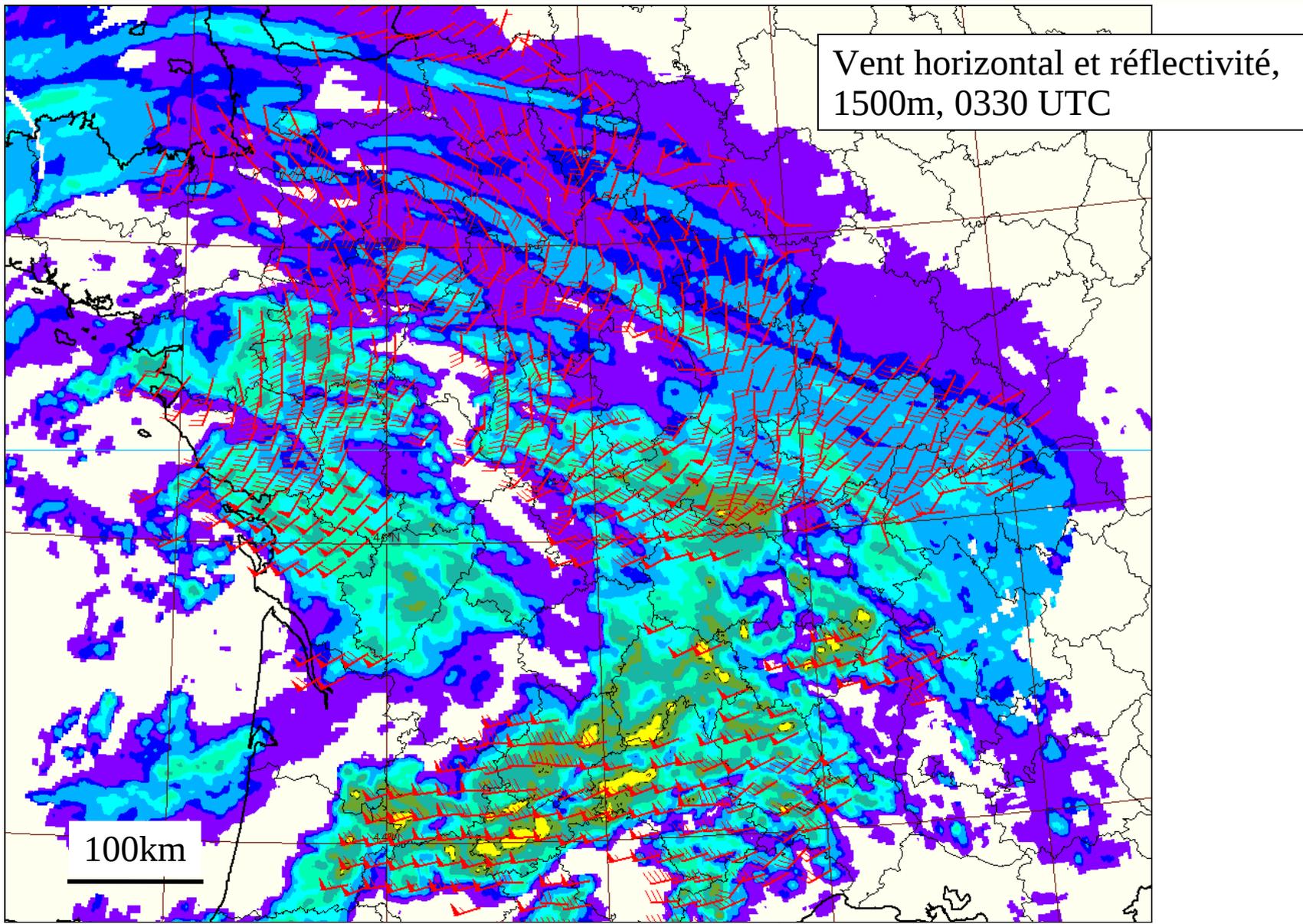


METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

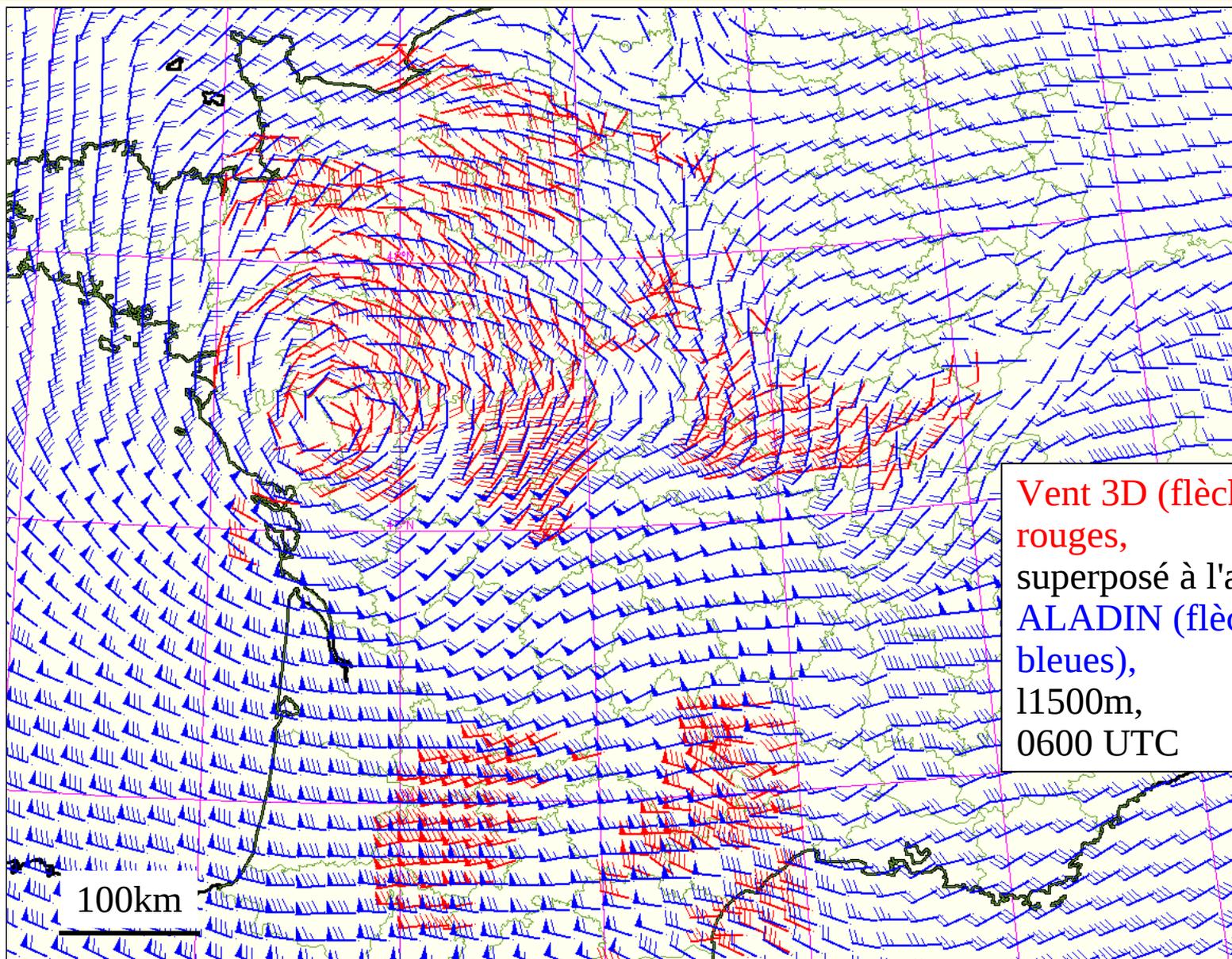


METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

24 Janvier 2009 (1), Tempête Klaus



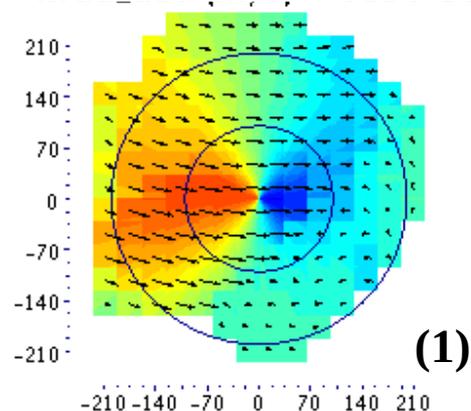
24 Janvier 2009 (2), Tempête Klaus



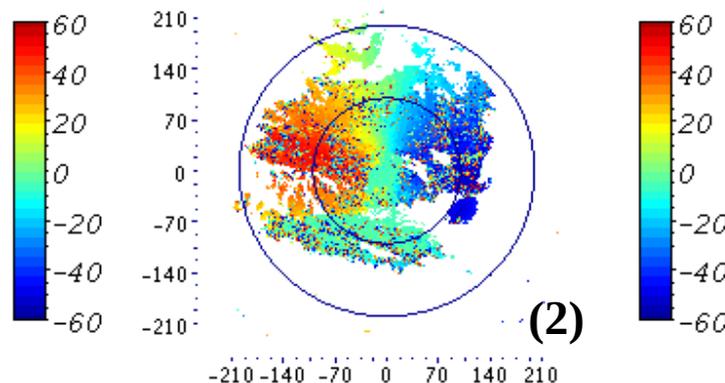
Améliorations proposées

- Algorithme de dépliement des vitesses supérieures à la vitesse maximum mesurable à partir du champ d'advection

Vitesse radiale restituée à partir du champ d'advection



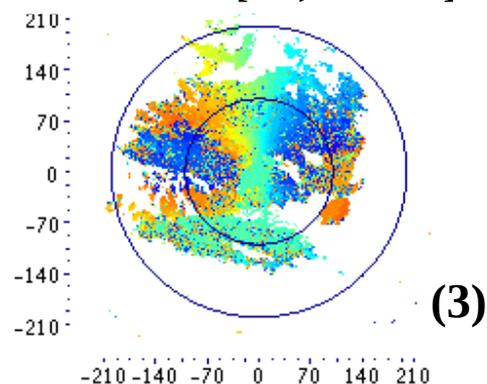
Vitesse radiale réelle



Test sur le cas de la tempête du 24 janvier 2009 (radar de Toulouse à 0830 UTC) :

L'algorithme compare l'image de vitesse radiale (3) qui contient des zones mal dépliées au champ d'advection (1) et « déplie » les vitesses lorsque l'écart est supérieur à $2 \times VNE$ ($2 \times 40 = 80$ m/s ici)
 → Les erreurs sont bien éliminées sur l'image (4)

Vitesse radiale repliée dans l'intervalle de $[-40, +40$ m/s]



Vitesse radiale restituée par l'algorithme

