



# Météo en Antarctique

Pourquoi fait-on de si bonnes prévisions ?

Rachel Honnert

Février 2024 - Dumont d'Urville

- La fabrication d'une prévision en 4 étapes :
  1. Comprendre
  2. Observer
  3. Modéliser
  4. Prévoir et communiquer
- Phénomènes remarquables à DDU
- Prévision à DDU
- Participer

# Étape 1 : comprendre

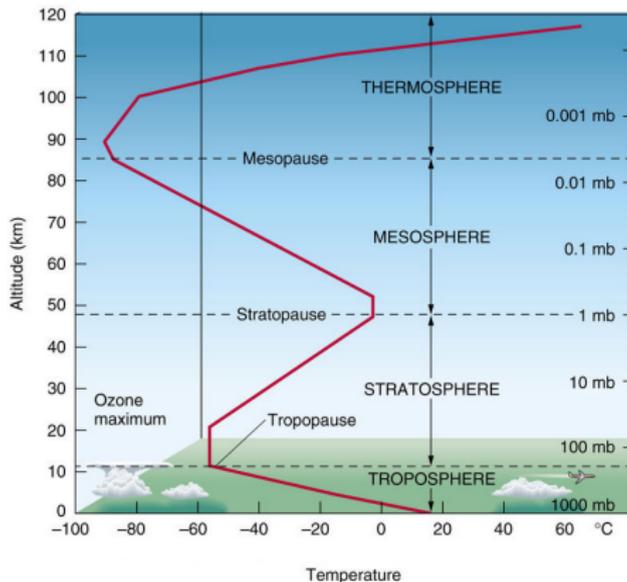
Qu'est-ce que l'atmosphère ?

Une mince couche de fluide à la surface de la Terre :



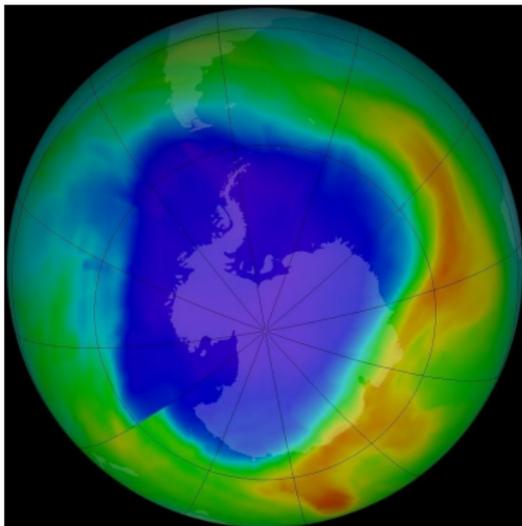
# Étape 1 : comprendre

Une superposition de couches distinctes :



# Étape 1 : comprendre

La stratosphère, très sèche, contient la "couche d'ozone"



*Champ de concentration en Ozone (ECMWF)*

# Étape 1 : comprendre

Protection contre les UV :

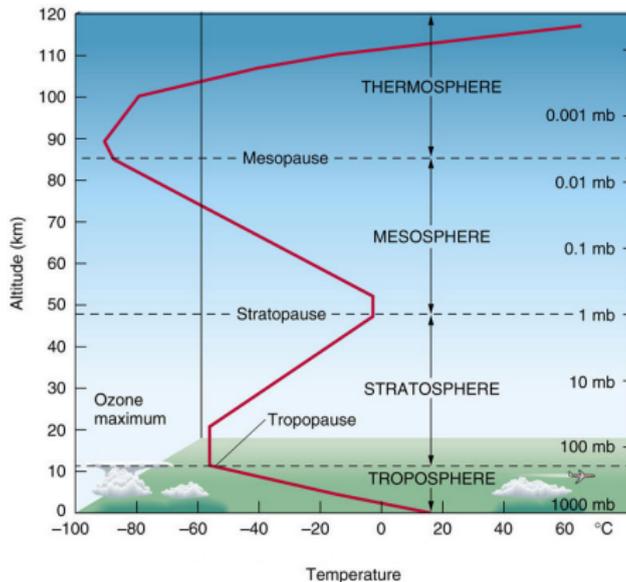
mercredi 07 février 2024		
	Indice UV	5

- Indice UV lié à la prévision Ozone du modèle Mocage
- Infoclimat "Observation"  $\leq$  calibré en France
- Indice "Ciel Clair", les nuages ne protègent pas

# Étape 1 : comprendre

Qu'est-ce que l'atmosphère ?

Une superposition de couches distinctes :



# Étape 1 : comprendre

La troposphère, lieu des phénomènes météorologiques :



*METEOSAT canal visible.*

# Étape 1 : comprendre

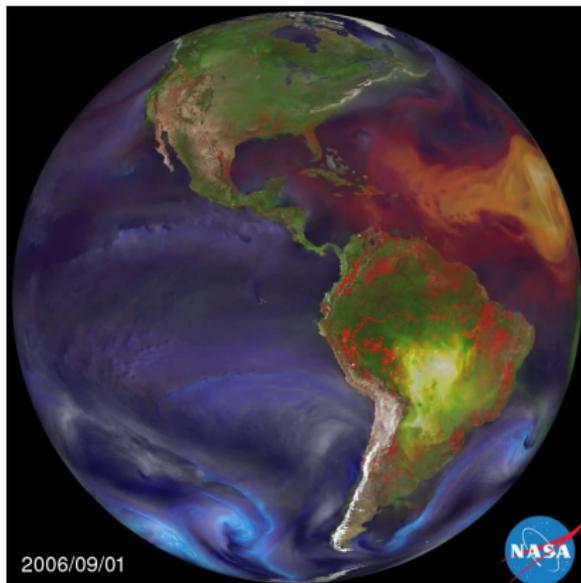
La couche en contact avec le sol  
(où nous vivons !) s'appelle la couche limite :



*San Francisco sur les particules*

# Étape 1 : comprendre

Les mouvements horizontaux de l'atmosphère sont complexes et chaotiques :



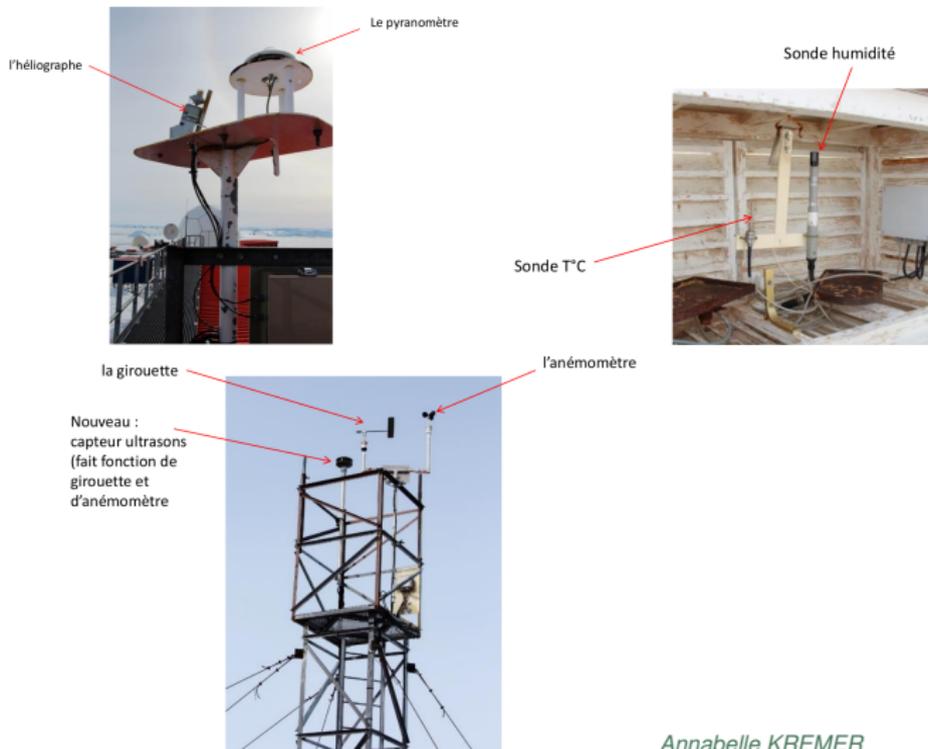
... mais les lois de la physique sont bien connues !  
(XVIII<sup>ème</sup>-XX<sup>ème</sup> siècles)

# Étape 2 : observer

Les observations de l'atmosphère sont très diverses :



# Station sol à DDU



Annabelle KREMER

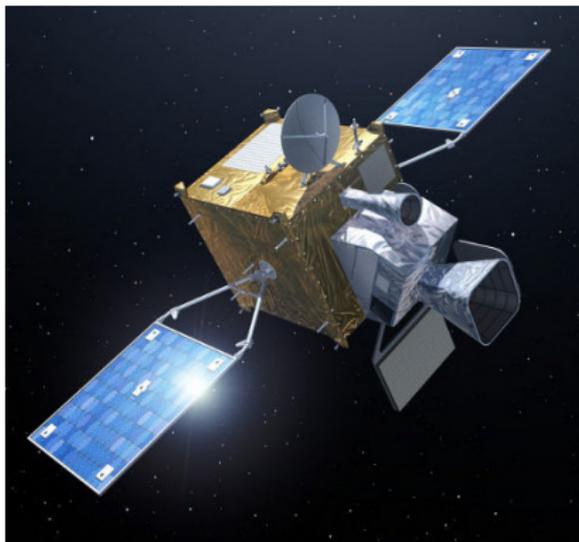
# Capteurs en altitude

Capteurs embarqués sur les avions commerciaux et  
Radars météorologiques :



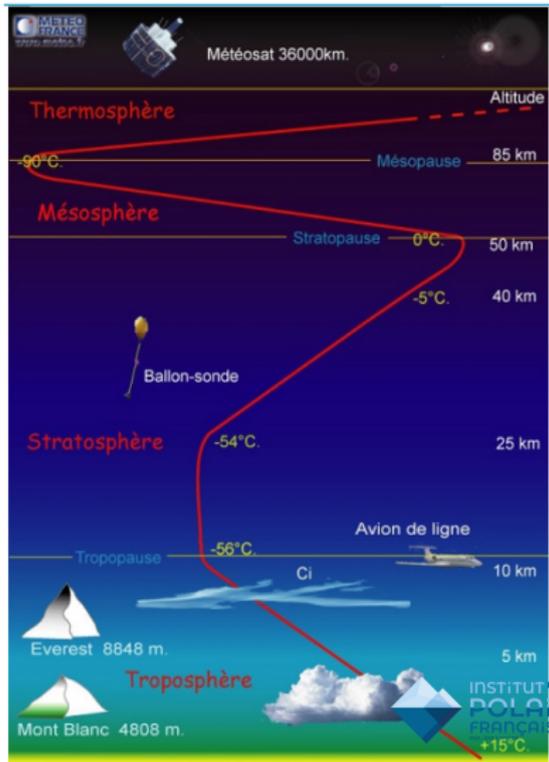
# Capteurs en altitude

Ballons-sondes + Satellites météorologiques :



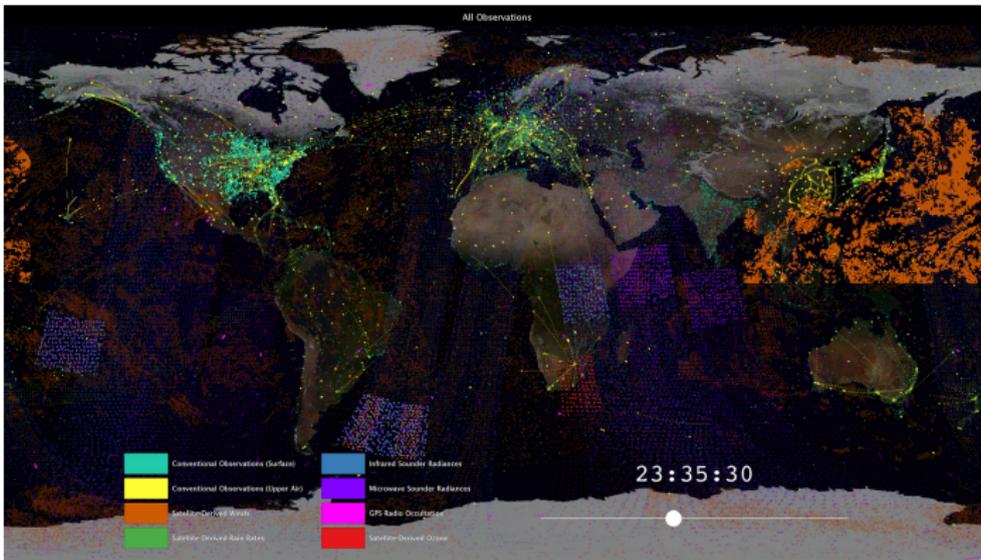
# Radiosondages à DDU

Radiosondages à DDU :

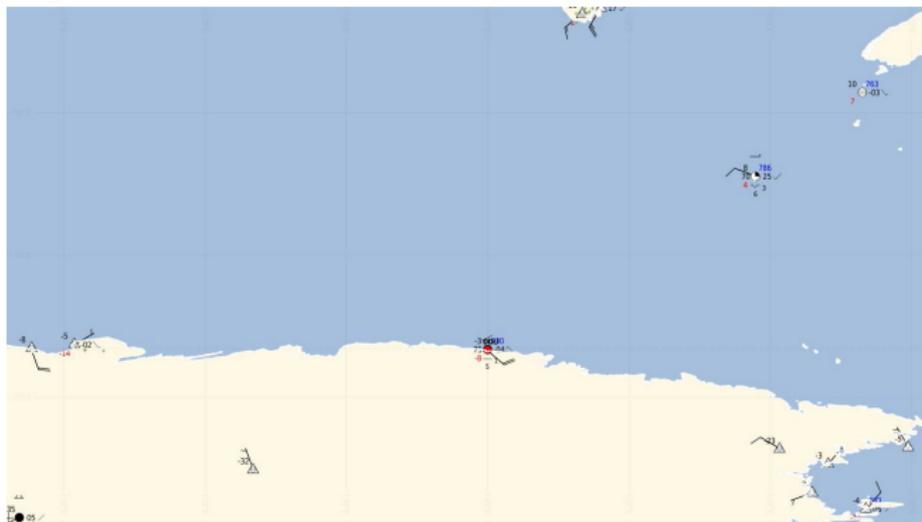


# Résumé ...

Toutes les observations sont transmises en temps réel suivant les normes WMO : Observations cumulées pendant 6 heures :

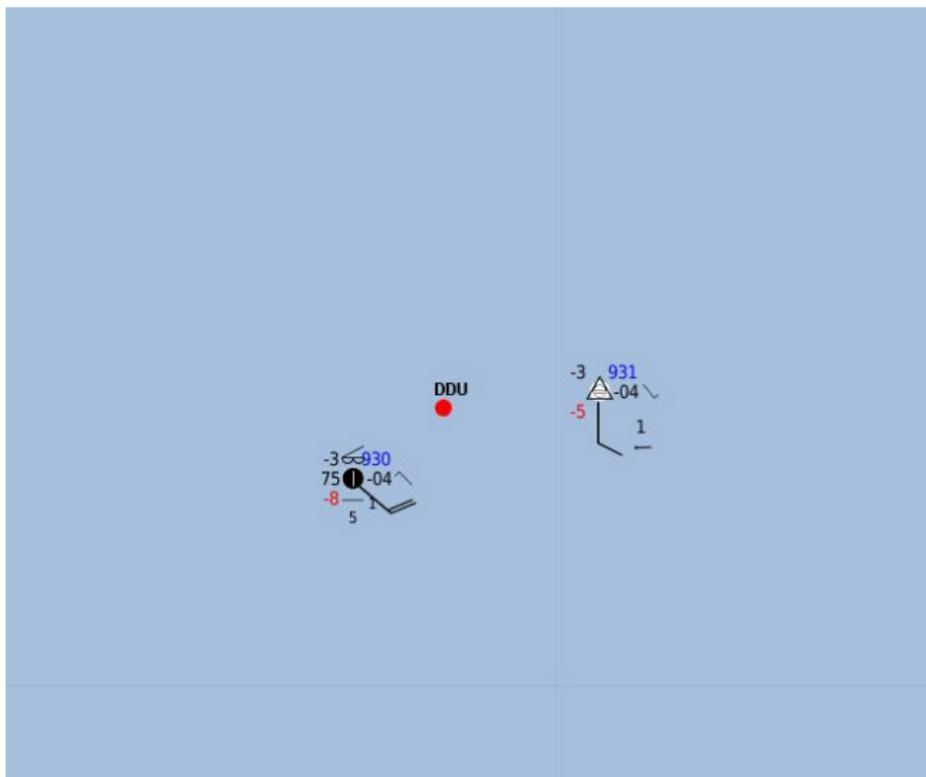


# Observations disponibles de DDU

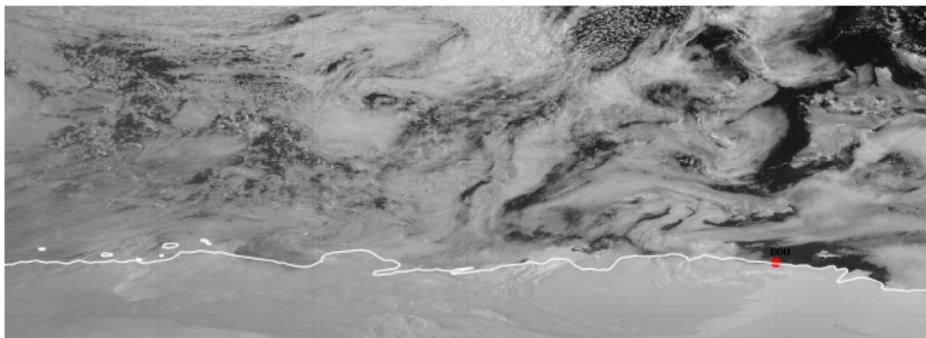


*Stations sols*

# Observations disponibles de DDU

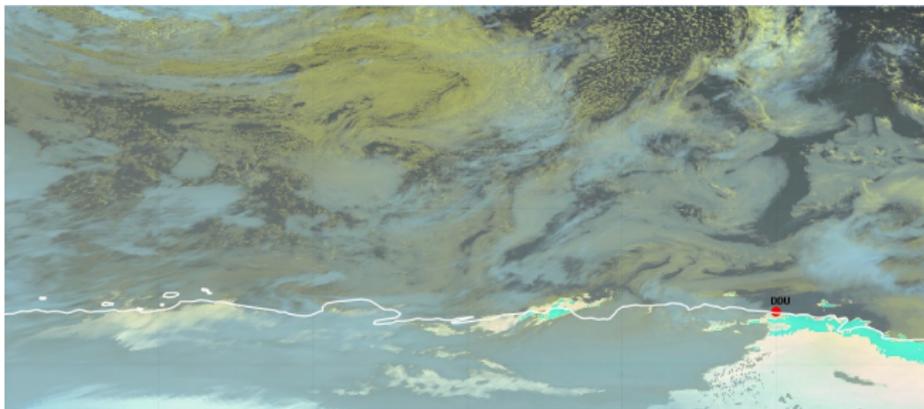


# Observations disponibles de DDU



*Images satellite géostationnaire visible  
(Himawari-9 février 2024)*

# Observations disponibles de DDU



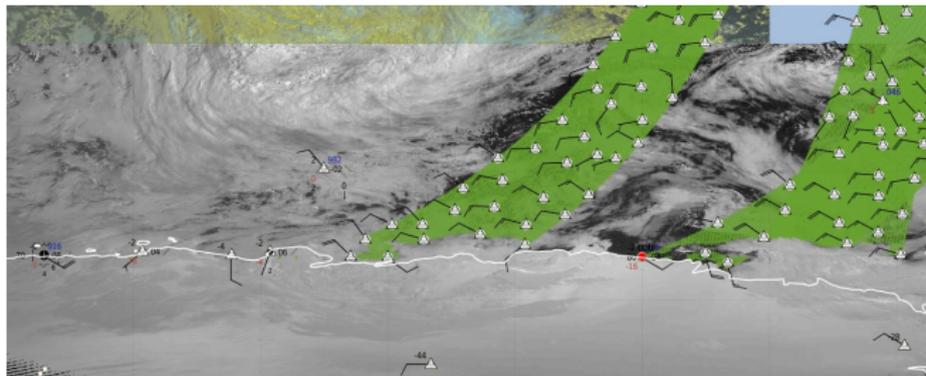
*Images satellite géostationnaire composition colorée  
(Himawari-9 février 2024)*

# Observations disponibles de DDU



*Images satellite défilants : Vent ASCATAL*

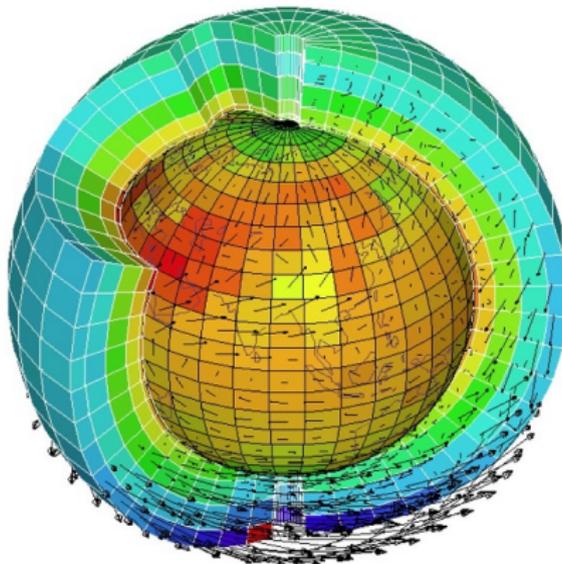
# Observations disponibles de DDU



*TH all obs + Satellite*

## Étape 3 : modéliser

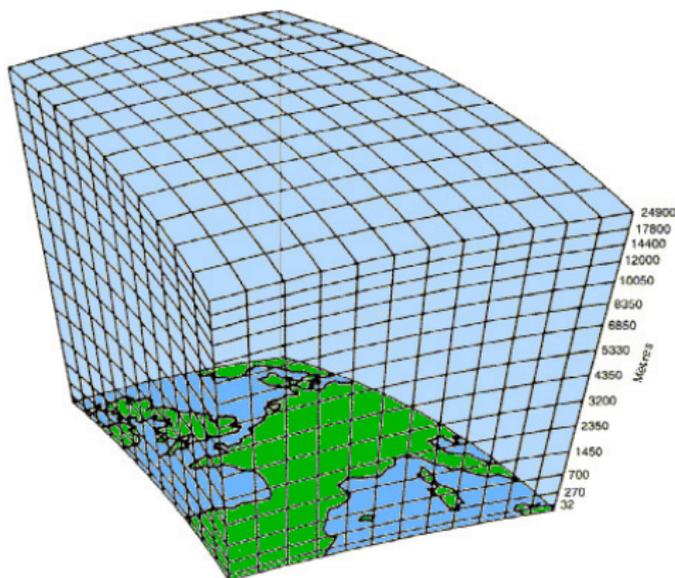
Un modèle numérique est un programme informatique qui simule le comportement de l'atmosphère :



*Modèle Global*

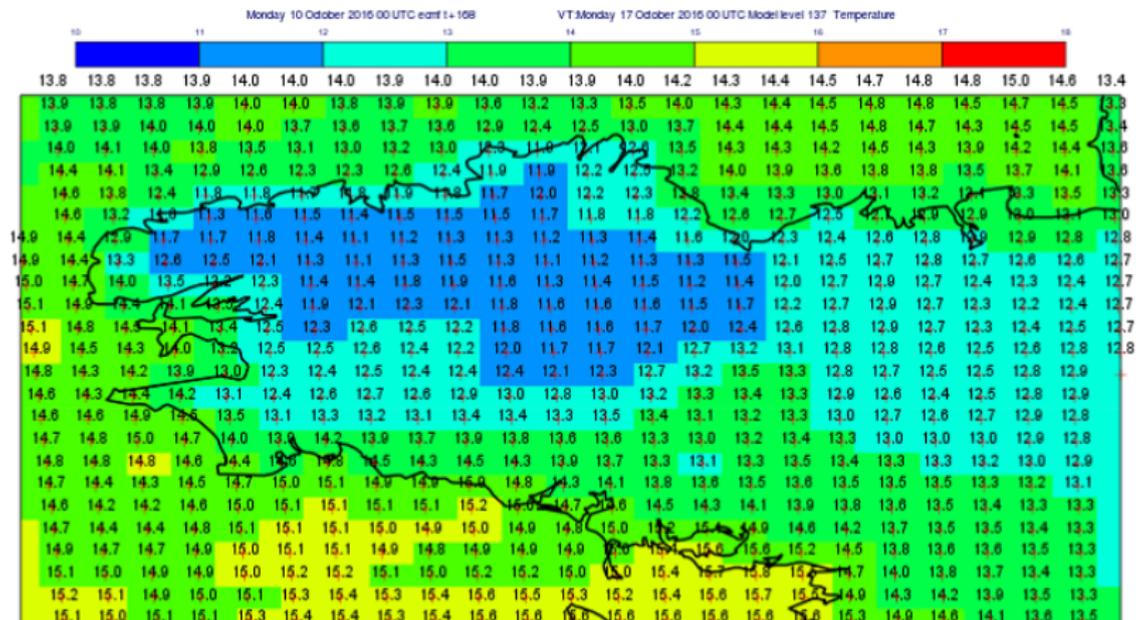
# Étape 3 : modéliser

Un modèle numérique est un programme informatique qui simule le comportement de l'atmosphère :



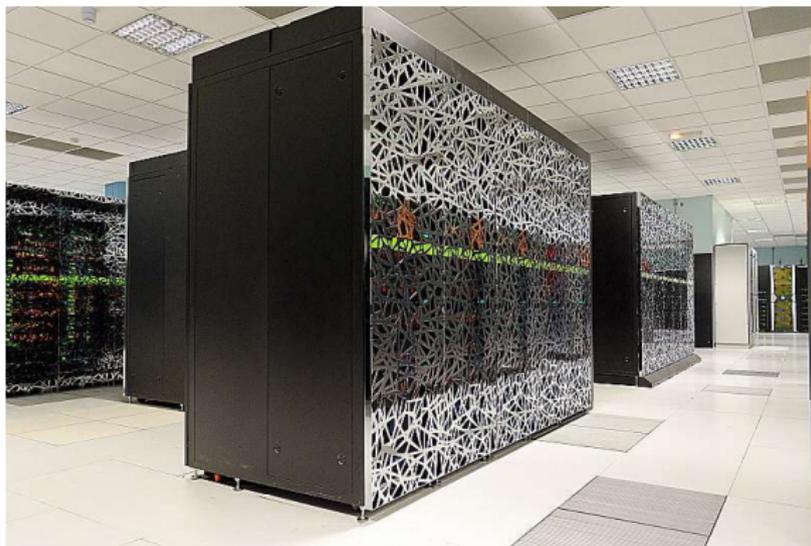
*Modèle à Aire Limitée (LAM)*

# Étape 3 : modéliser



T2m IFS sur la Bretagne

## Étape 3 : modéliser



*Calculateur Bull de Météo France*

# De réaliste à réel

**Modèle** et observations sont combinés pour donner une **analyse** :

Ebauche Modèle

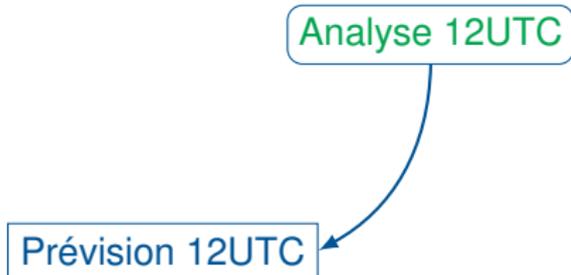
Observations

**Modèle** et observations sont combinés pour donner une **analyse** :



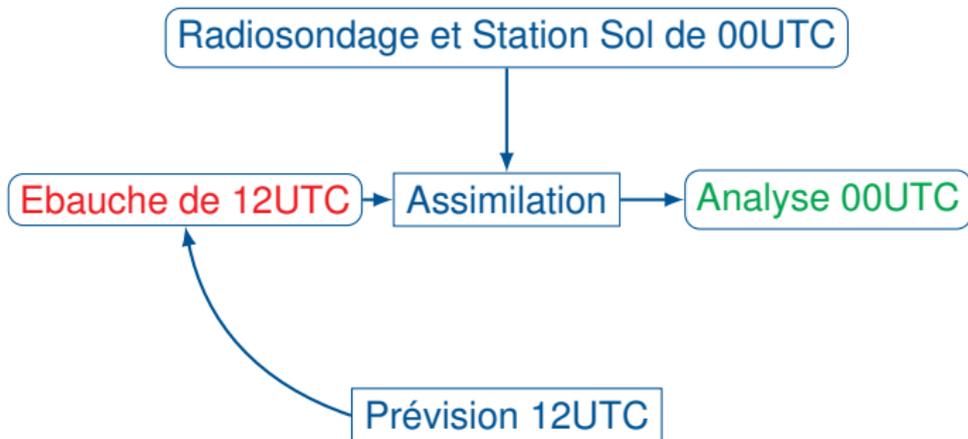
# De réaliste à réel

A 5h locale, on reçoit le modèle de 12UTC :



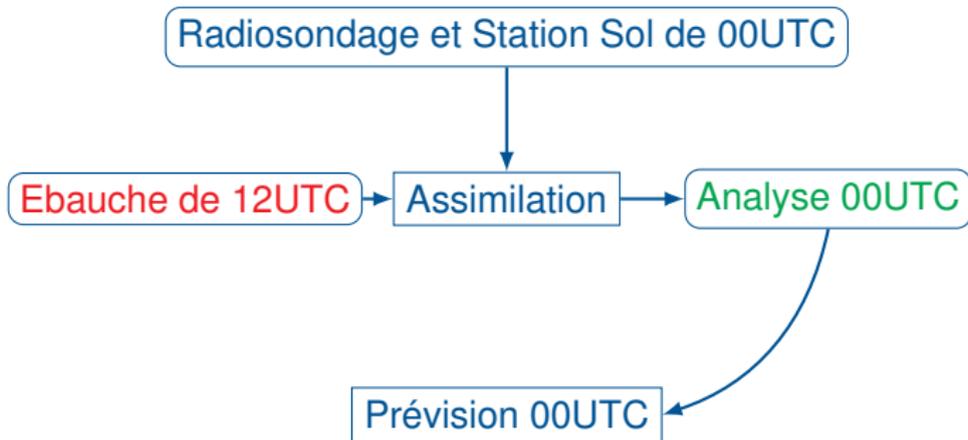
# De réaliste à réel

A 10h locale, on envoie les données stations et le radiosondage pour le modèle de 00UTC :



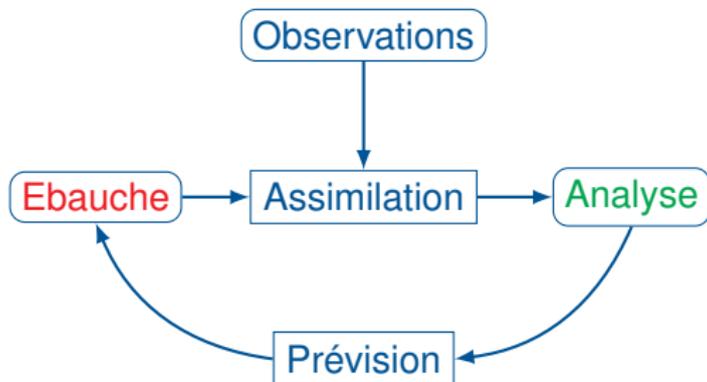
# De réaliste à réel

A 17h locale, on reçoit le modèle de 00UTC :



# De réaliste à réel

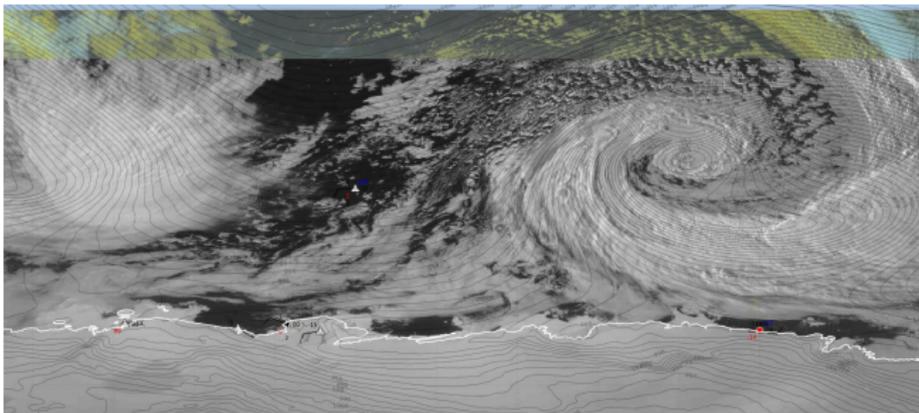
C'est sans fin



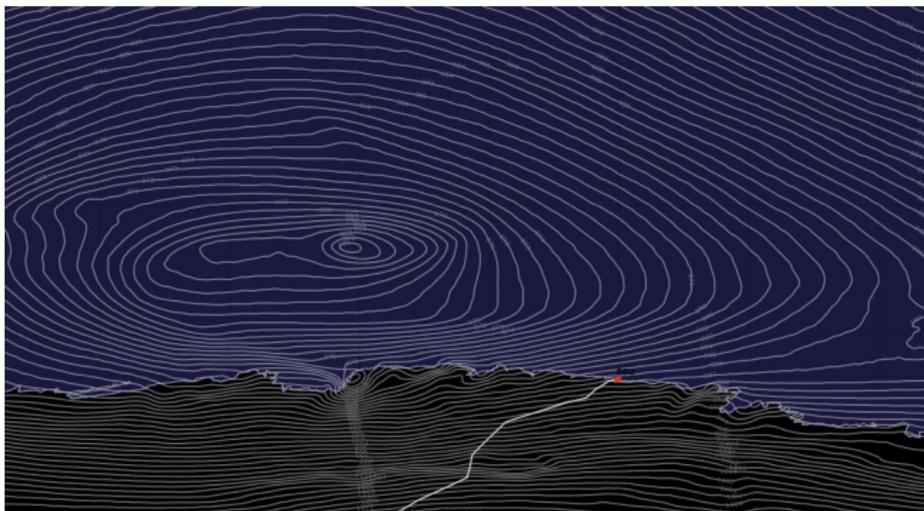
- La fabrication d'une prévision en 4 étapes :
  1. Comprendre
  2. Observer
  3. Modéliser
  4. Prévoir et communiquer
- Phénomènes remarquables à DDU
- Prévision à DDU
- Participer

# Perturbation des moyennes latitudes

Cas du 13 février 2024 :

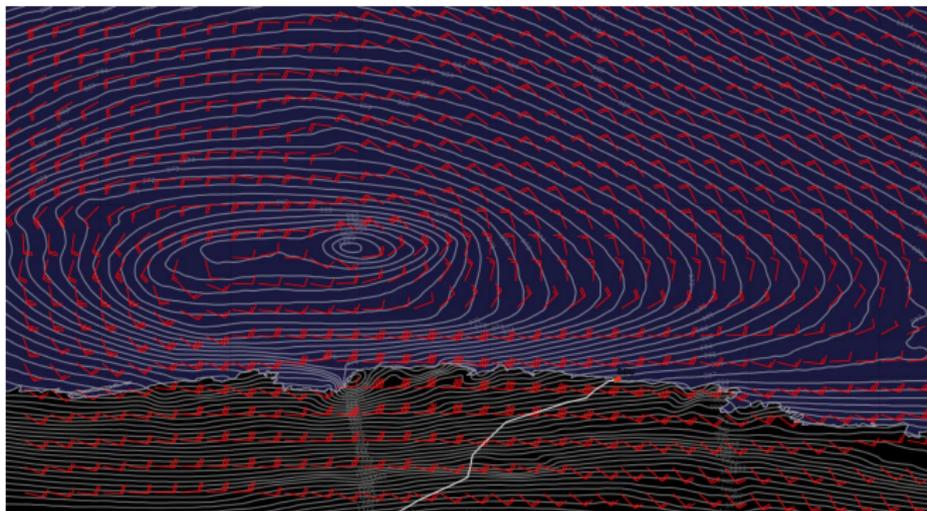


# Perturbation des moyennes latitudes



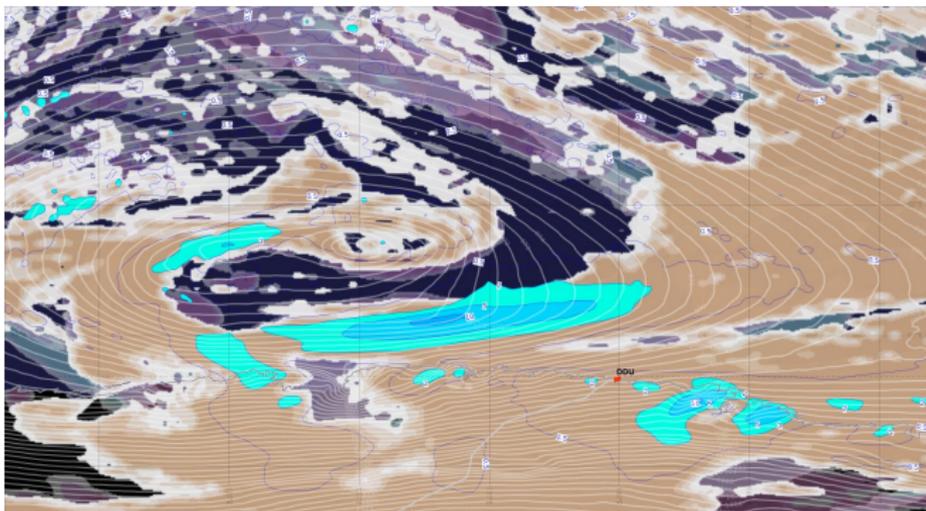
Anomalie dans le champ de pression

# Perturbation des moyennes latitudes



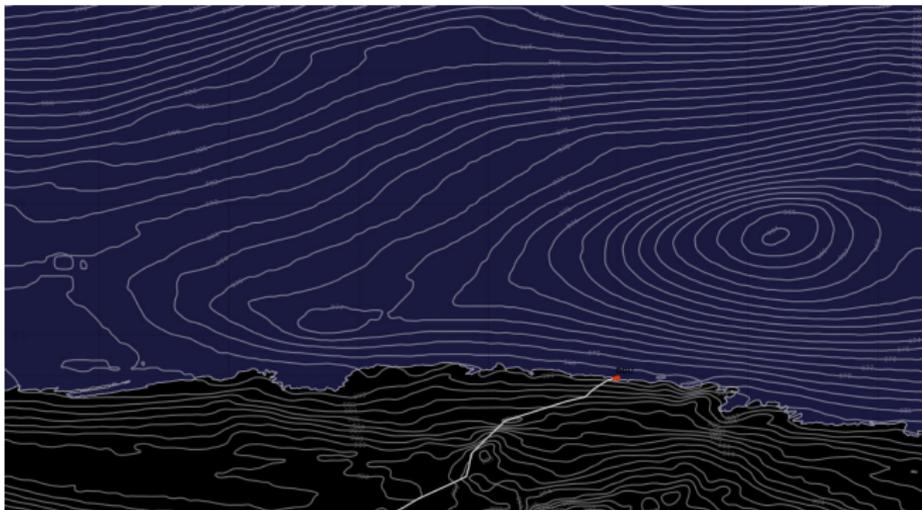
Organisation des vents (direction et force) : Vent d'Est à DDU

# Perturbation des moyennes latitudes



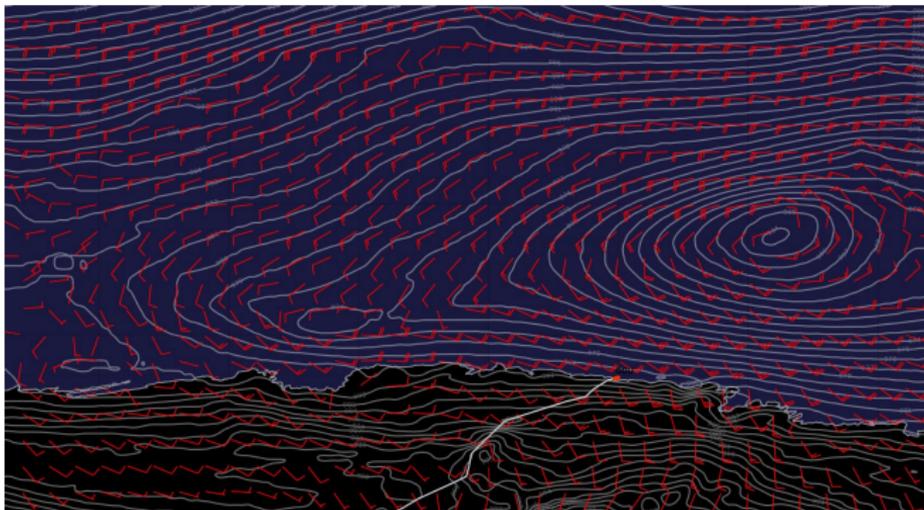
Perturbation => amas nuageux associés. Neige à DDU

# Perturbation des moyennes latitudes



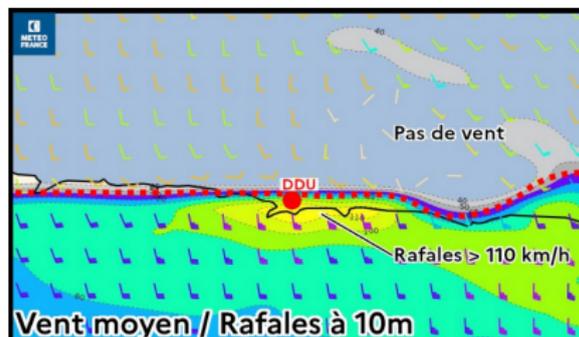
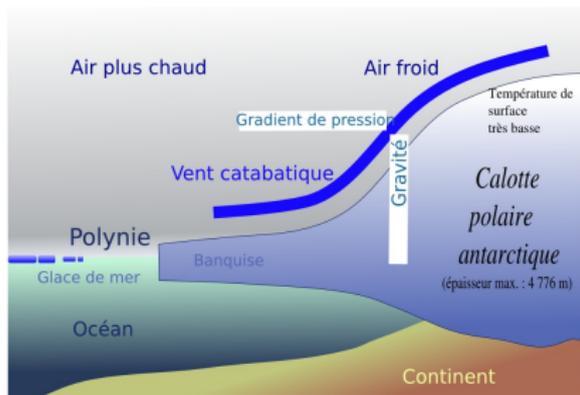
Les perturbations passent d'Ouest en Est

# Perturbation des moyennes latitudes



Favorisent les catabatiques

# Catabatisme



# Catabatiques et Catabatiques purs

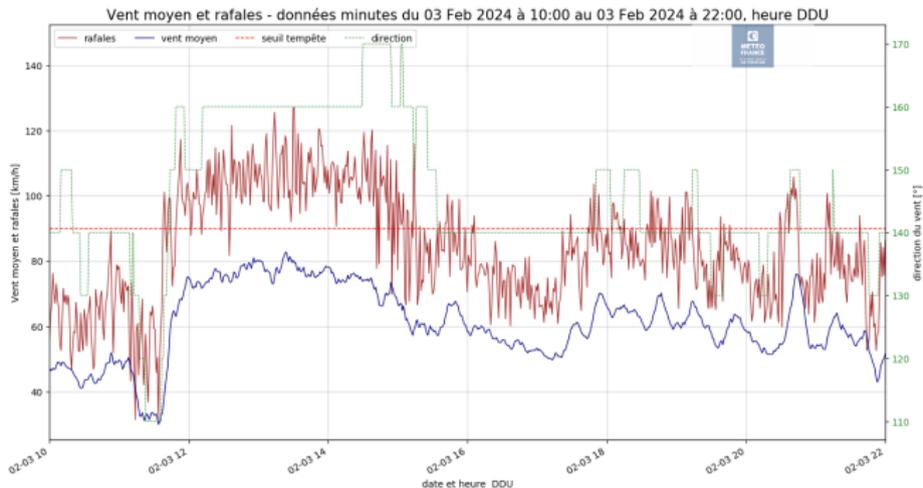
Cas du 2 février 2024 :



*Photos : Stéphane Besnoist*



# Mur de neige et Phénomène de Loewe



# Mur de neige et Phénomène de Loewe

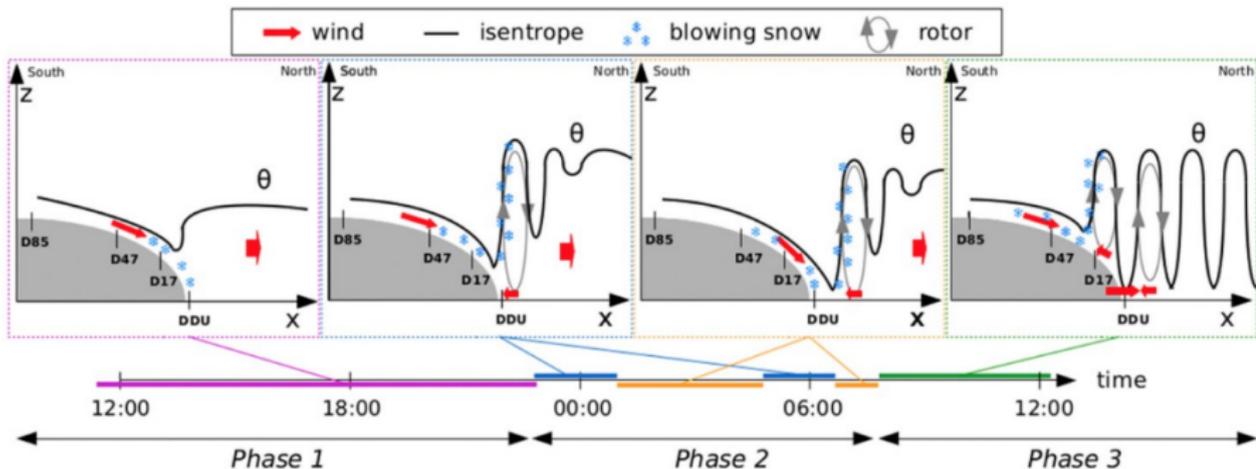
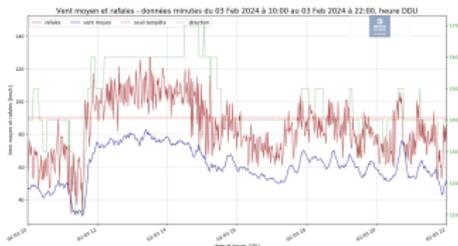


FIG. 6. Schematic of the different phases of the event.

# Jour Blanc

Banquise + Soleil bas + RS saturé => danger pour l'hélicoptère



# Prévision

- **2 bulletins par jour** (8h et 19h) : J à J+2 (plus qualitatif J+5)
- **Assistance météorologique** : pour les travaux logistiques ou de construction ou d'entretiens, le navire ravitailleur aux abords du continent et pour tout déplacement sur la banquise
- **Veille météo** : débaclé

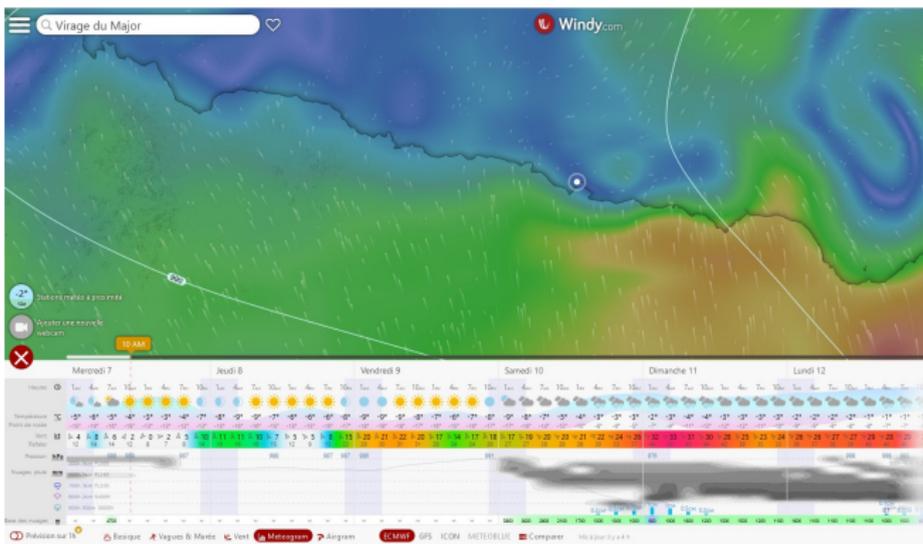
		jeudi 15 février 2024										vendredi 16 février 2024						
		7h <small>(observé)</small>	10h	13h	16h	19h	22h	01h	04h	7h	10h	13h	16h	19h	22h	01h		
Nuages et Temps sensible																		
Complément éventuel		Prévision en mode dégradé																
Température (°C)		-4,7	-3	-1	-1	-4	-5	-6	-6	-5	-3	-1	-1	-3	-5	-7		
Resseurt (°C)		-12	-10	-8	-6	-11	-13	-14	-15	-14	-10	-6	-4	-11	-15	-17		
Vent		Direction		NE	SE	SE	SE	SE	SE									
		Moyen (KT)		14	15	15	10	15	15	13	20	20	15	10	5	20	25	25
		Rafales (KT)		24	25	20	15	20	20	25	25	20	15	10	25	30	30	
Commentaires		Manips en extérieur																
		LIDAR																
		Glacio																
Hauteur des vagues (m)		0,7	0,8	0,8	0,4	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	0,8	0,4	0,1	1,5	-	-		

Rose des Vents	NW		↓N	NE		Nuages	Temps sensible					neige faible	neige modérée à forte	pluie et neige mêlée	neige échasse neige	Chasse-neige	tempêtes	
	→W		0var	←E			JOUR											
	↘SW		↑S	↗SE			NUIT											
La température ressentie calculée correspond au windchill canadien																		

# Prévision : Température

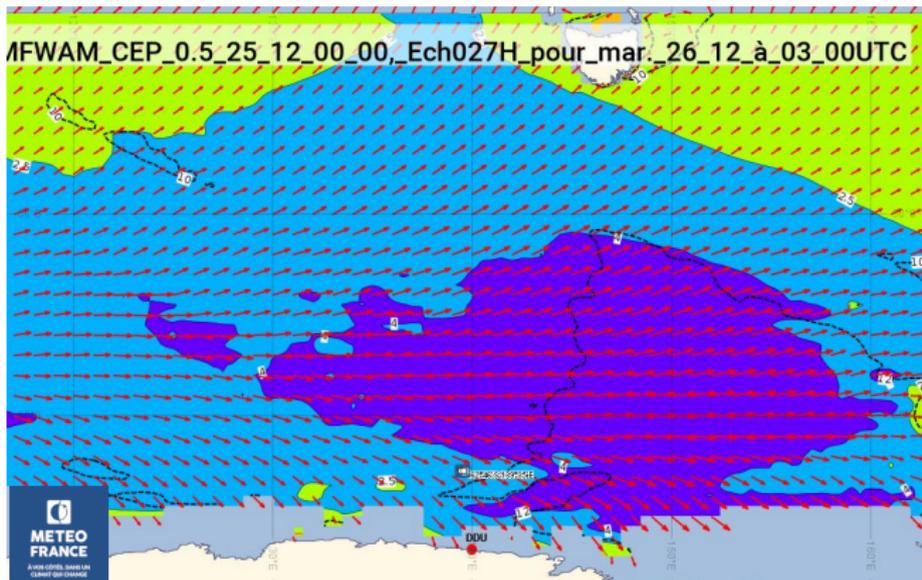
Pourquoi Windy est dans les choux ?



⇒ La température n'est jamais  $> 0^{\circ}\text{C}$ .

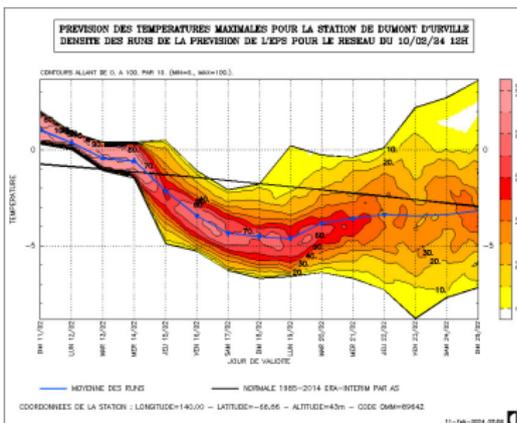
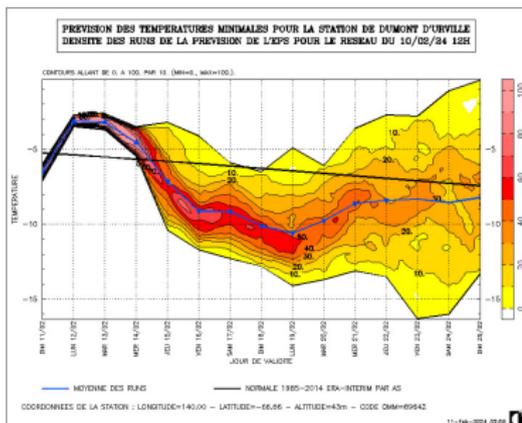
# Prévision : Température

C'est quoi le problème ? La banquise dans IFS



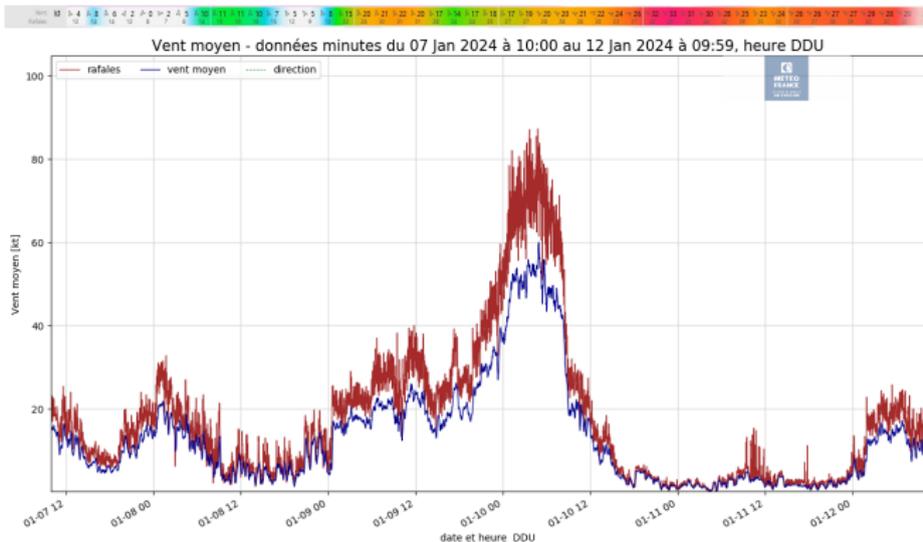
# Prévision : Température

Comment fait-on pour s'en sortir ? Adaptation statistique.

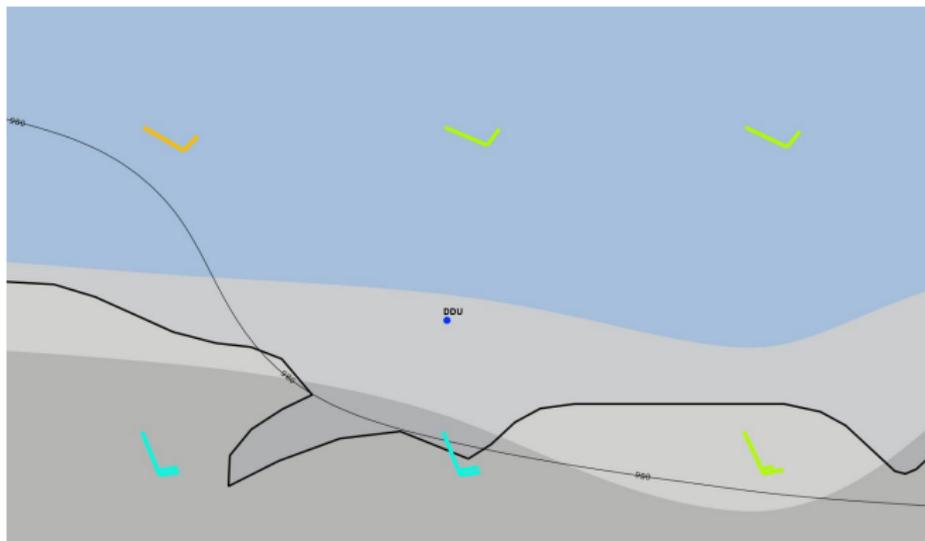




# Le vent avec Windy ? Vraiment ?



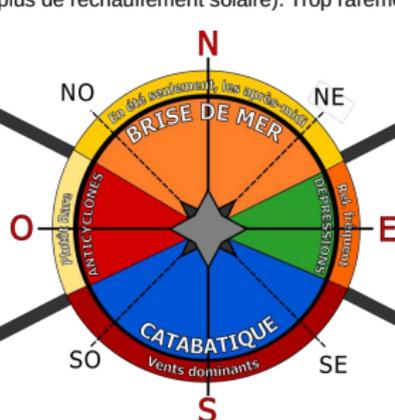
# Prévision du vent à DDU



# Prévision du vent à DDU

De mi-Novembre à fin Février, une brise de mer de 5 à 10kt peut se mettre en place l'après-midi sur DDU. Elle s'établit d'autant plus facilement que l'ensoleillement est fort & que le catabatique et l'enneigement sont faibles. Dans ces situations, il faut souvent jouer un peu au-dessus des AS de Tmax (advection d'air plus doux et plus de réchauffement solaire). Trop rarement vu par le modèle.

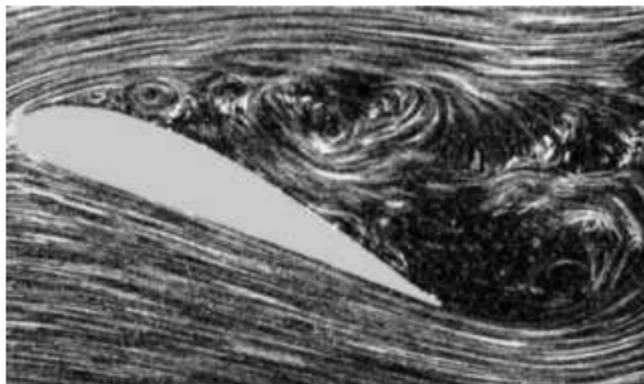
Rare car il faut qu'une dorsale anticyclonique vienne frôler la côte de Terre Adélie pour forcer l'apparition de ce régime de vents. En été, la brise de mer peut « aspirer » de l'Ouest sur la côte.



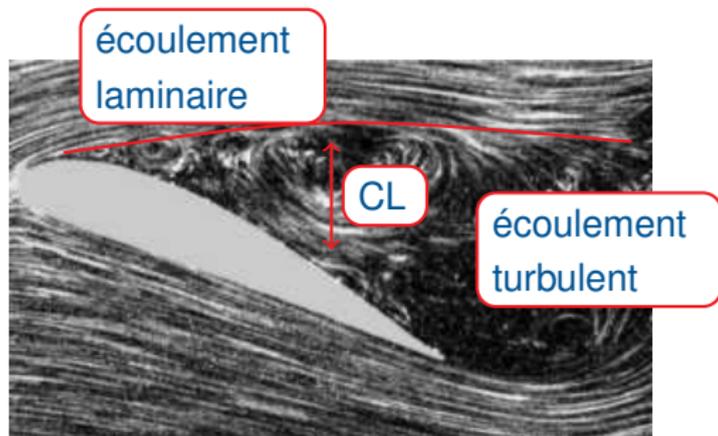
Quand une dépression prend la main sur le flux de DDU. Peut virer à la tempête quand elle se compose avec le catabatique. Peut être un peu au-dessus de ce que propose le modèle, par Venturi le long de la côte.

Le catabatique domine en hiver et revient toutes les nuits en été. Il est renforcé par la présence d'une dépression à l'Est *et/ou* une dorsale au Nord-Ouest *et/ou* un anticyclone et réserve d'air froid sur le dôme C. Quand ces 3 éléments sont présents, il y a parfois tempête. Il faut souvent jouer au-dessous des AS de Tempé dans ces situations car la masse d'air froide dévale la pente et atteint DDU. Le modèle sous-estime fréquemment les valeurs de vent (correction de +5/10kt souvent pertinente).

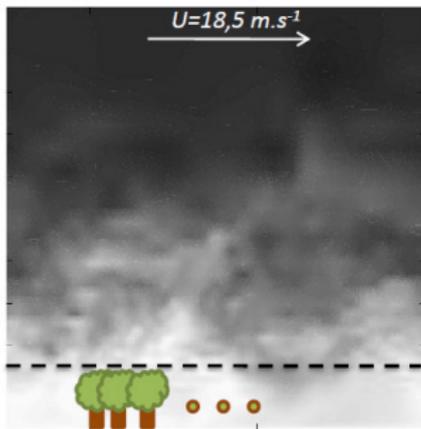
## Écoulement d'un fluide abordant une plaque



## Écoulement d'un fluide abordant une plaque



# Vent et Turbulence



# Une rafale, c'est unique

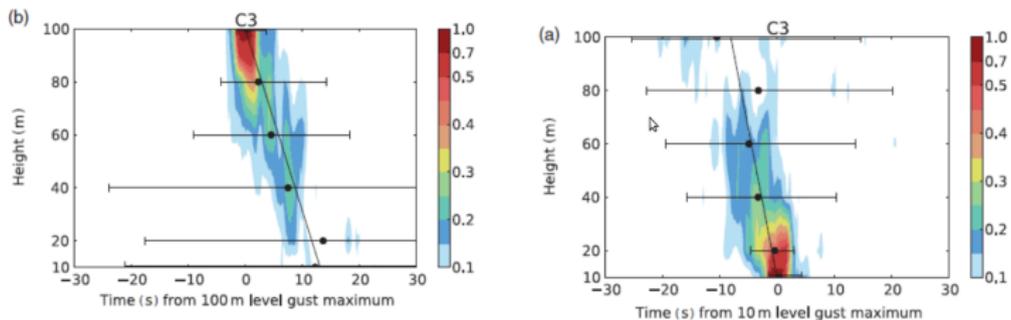
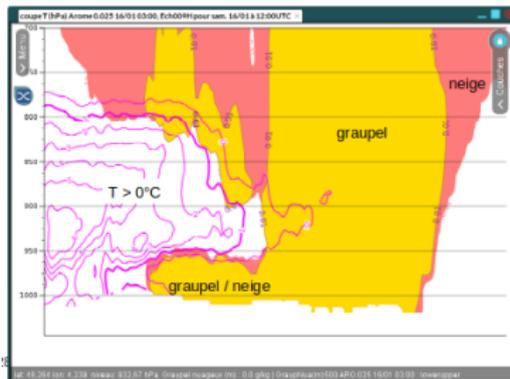
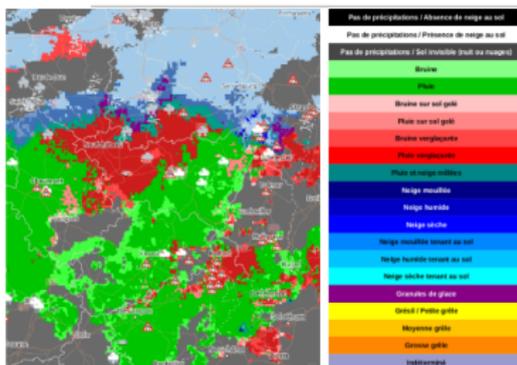


FIGURE – *Suomi et al. (2015)* /  $G = U/\bar{U}^T$  / profileur de vent

⇒ La rafale ne se propage pas.

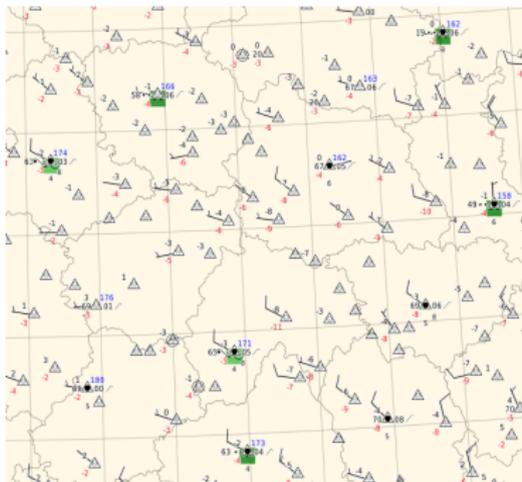
# Neige en métropole

Ils ont des outils en plus ...



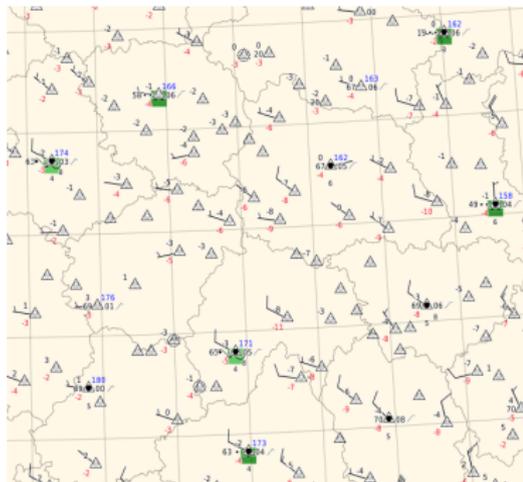
# Prévision : Mise en œuvre

Mais c'est pas simple pour autant ...



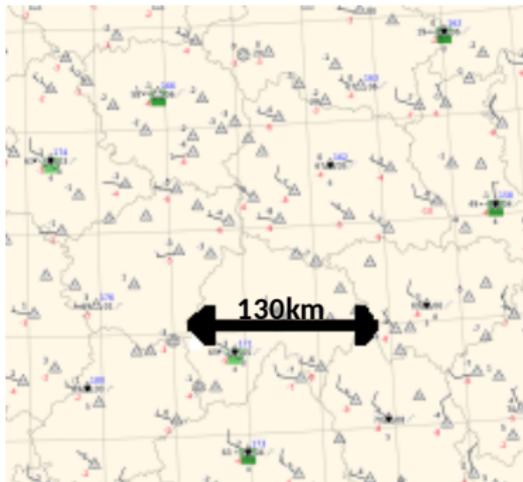
# Prévision : Mise en œuvre

Mais c'est pas simple pour autant ...



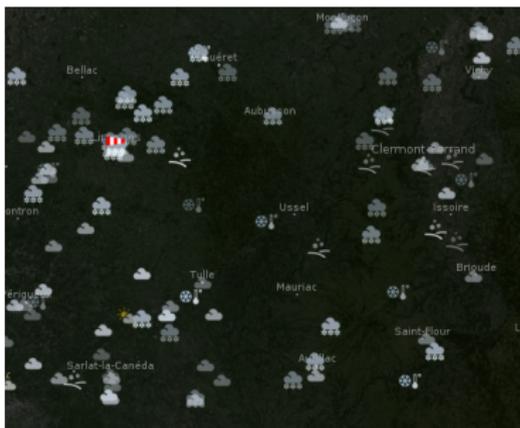
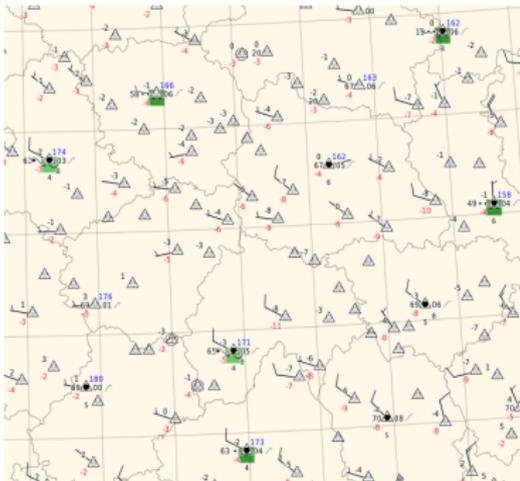
# Prévision : Mise en œuvre

Mais c'est pas simple pour autant ...

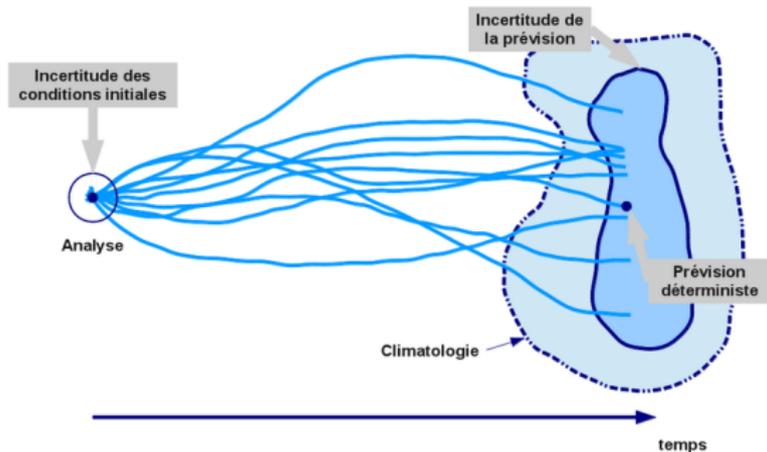


# Prévision : Mise en œuvre

Mais c'est pas simple pour autant ...

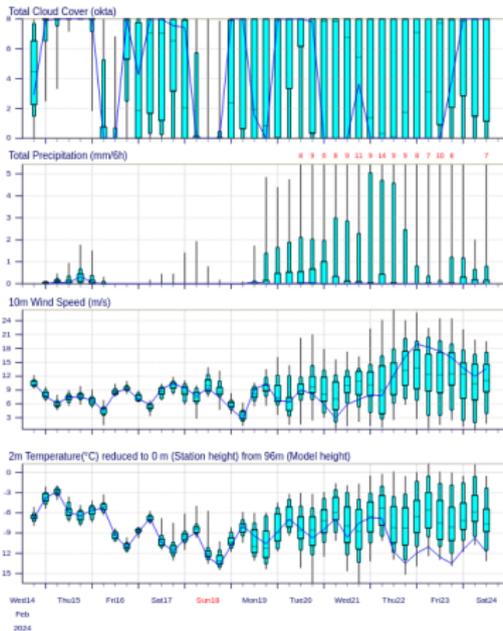


# Prévision d'ensemble



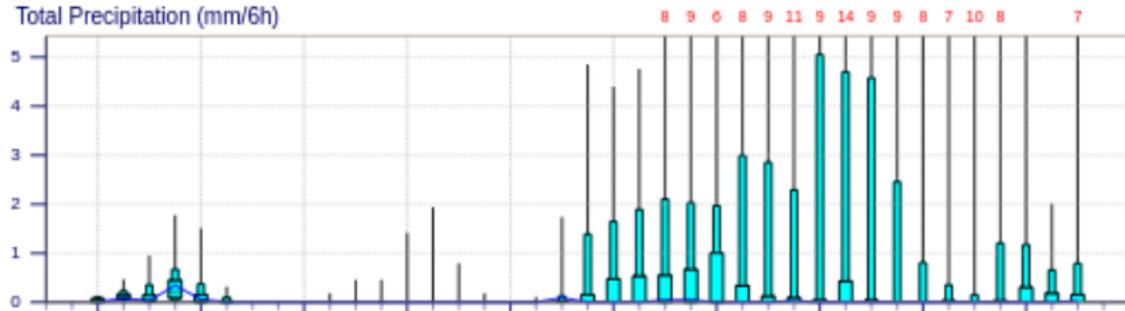
# Prévision d'ensemble

ENS Meteogram  
 User city:DDU 66.68°S 139.82°E (ENS land point) 0 m  
 High Resolution Forecast and ENS Distribution Wednesday 14 February 2024 12 UTC



# Prévision d'ensemble

Total Precipitation (mm/6h)



# Observations participatives

## Observation participative - TA74

**Lieu:**

**Observation:**

- Halo
- Neige
- Verglas
- Jour Blanc
- Mur de Neige

**Photo (facultatif):**

 Aucun fichier sélectionné.

# Phénomènes optiques



*Halos (merci Léa) et Paréliés*

# Phénomènes optiques



*Nuage stratosphérique polaire ou nuage nacré.*

## Observation participative - TA74

### Lieu:





### Observation:

- Halo
- Neige
- Verglas
- Jour Blanc
- Mur de Neige

### Photo (facultatif):

 Aucun fichier sélectionné.




# Jour Blanc, Mur de Neige et Autre...

## Observation participative - TA74

### Lieu:

 Prudhomme

 D10

 DDU

### Observation:

- Halo
- Neige
- Verglas
- Jour Blanc
- Mur de Neige

### Photo (facultatif):

 Aucun fichier sélectionné.



- Et ce qu'on va voir un jour un "jour blanc" ?
- "Mur de neige" ... !
- Et puis, la case "TRUC"

# Observation de Trucs



Merci pour votre attention !

# Rafales : définition

1. Wikipédia : Une rafale de vent est, en un site donné, un renforcement brutal et passagé du vent.
2. La rafale aéronautique c'est quand la vitesse maximale du vent dépasse d'au moins 10 nœuds sa vitesse moyenne (calculée sur 2 minutes) :  $G(T = 2min) > 5(m/s) + \bar{u}^T$
3. La définition OMM : le maximum du vent moyenné sur 3 s (vent instantané) à 10 m sur une heure ou 10 min => Le maximum du vent moyenné sur  $t_g=3$  s à 10 m sur une heure.
4. Un diagnostic du vent maximum à 10 m sur une heure (AROME).
5. ...

# Période et Durée

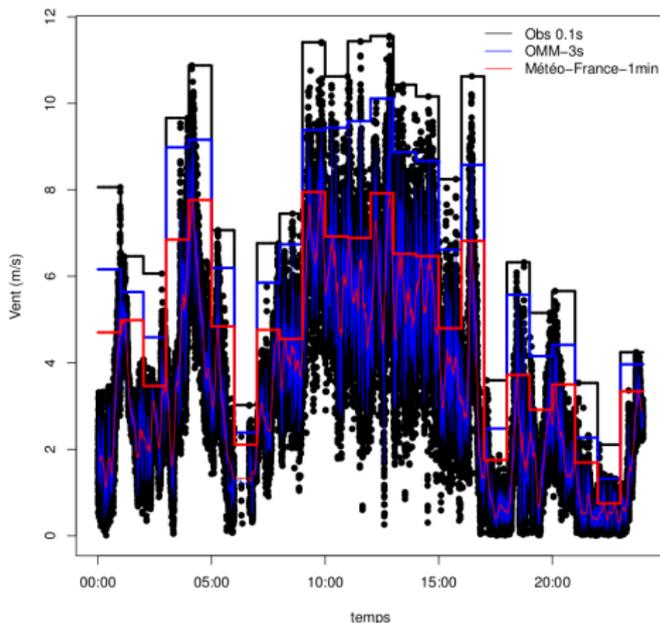
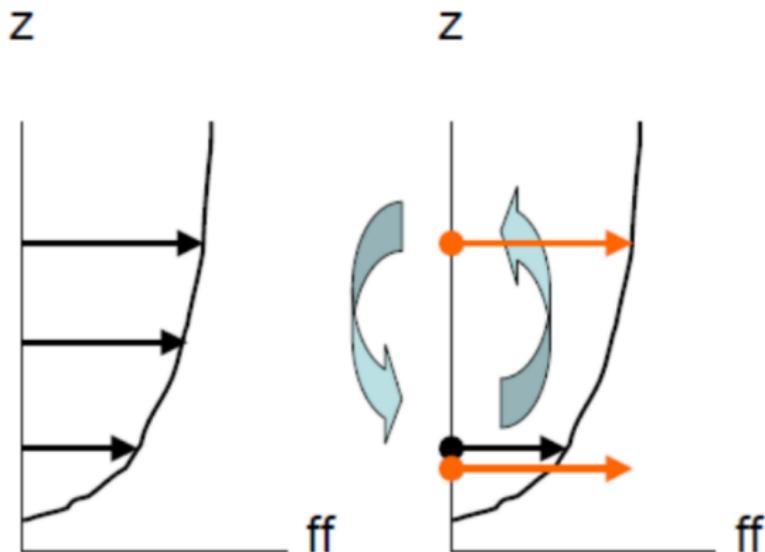


FIGURE – Vent à 10 Hz à 40 m par lidar sur le site de Clermont-Ferrand.

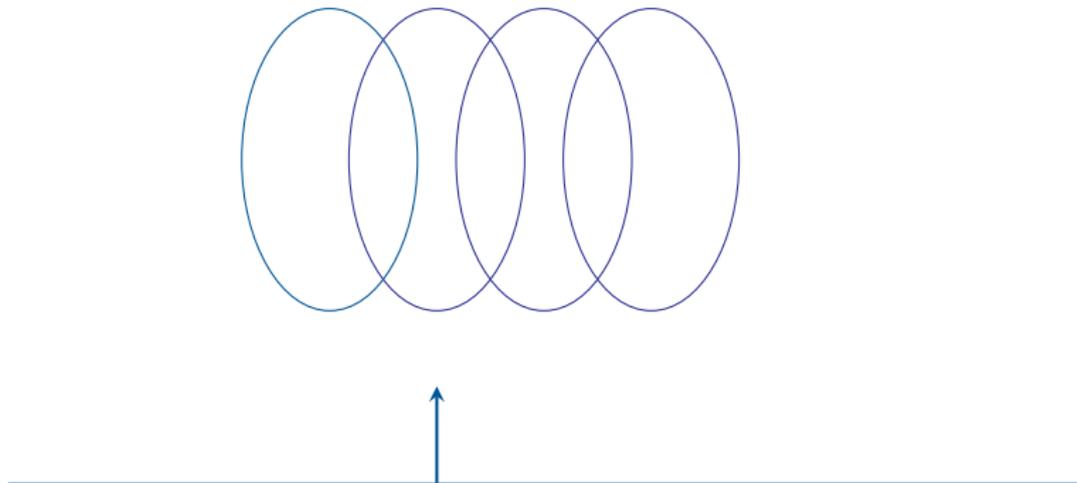
# Rafales : mécanisme

Du vent qui transporte du vent ...



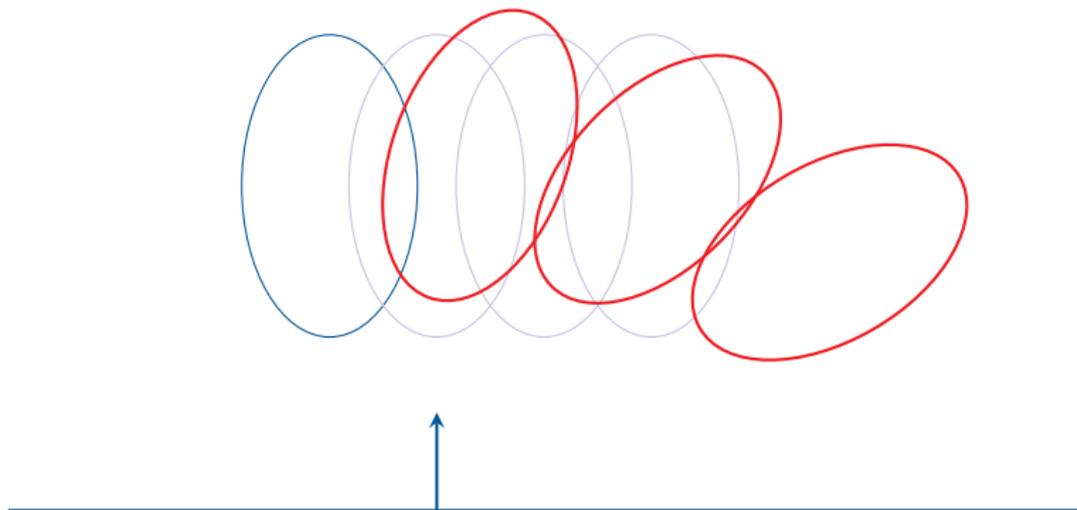
# Frozen eddies vraiment ?

Les rafales ne se propagent pas !



# Frozen eddies vraiment ?

Les rafales ne se propagent pas !



# La rafale observée à Météo-France

Acquisition toutes les 250 ms de la direction et vitesse instantanées du vent (Di, Fi). Les recommandations OMM sont d'utiliser du vent moyen 3s pour les rafales et de fournir le maximum sur 10 min et 1 heure.

- F3i : moyennes glissantes 3s des Fi.
- Fvx : max sur les 10 dernières minutes des F3i
- Fxi3 : max de tous les F3sm (max des F3i sur la minute courante) sur l'heure

Ce qui n'a pas pu être mis en place pour des raisons techniques. Les rafales utilisées à Météo-France :

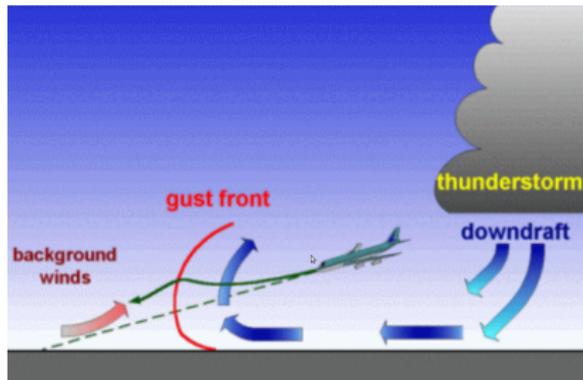
- Fm10 : max des Fi sur les 10 dernières minutes
- Fxi : max de tous les Fm1 (max des Fi sur la minute courante) sur l'heure.

# Mécanisme : Rafale convective

Uniquement de la **convection profonde**. On distingue :

Le front de rafale : bord d'attaque de la poche d'air froid et dense qui se propage en surface. Il donne des rafales spatialement homogènes.

Les rafales descendantes : Elles concernent de moins larges zones que le front de rafale. Elles se produisent par intermittence aux endroits où l'air froid subsident atteint le sol ([?]).



# Givrage et pluies verglaçantes

