



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Outils de suivi et de prévision du risque de ruissellement

Florian Brunetta

CEREMA, Aix-en-Provence Les Milles, 22 juin 2023

Le ruissellement qu'est-ce dont ?

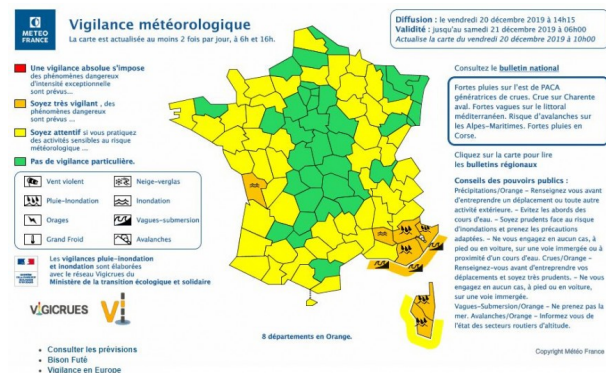
- Le ruissellement se produit lorsque l'eau n'arrive pas à s'infiltrer dans le sol
 - Soit le sol reçoit plus d'eau qu'il ne peut en absorber (pas forcément de saturation)
 - = Précipitation de (très) forte intensité *ex : Orages sur sol artificialisé, Gros orages après une période de sécheresse,...*

 - Soit le sol est saturé et ne peut plus absorber d'eau
 - = Toute précipitation même d'intensité modérée va ruisseler
ex : Précipitations stationnaires, deuxième épisode méditerranéen en qqs jours,...

Anticiper le ruissellement

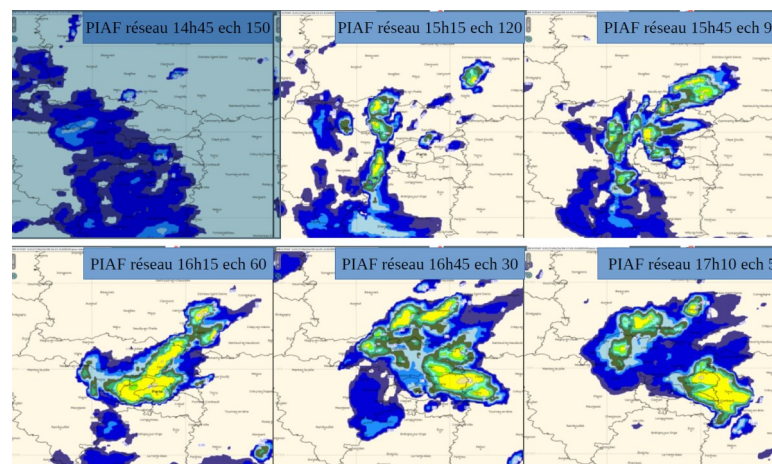
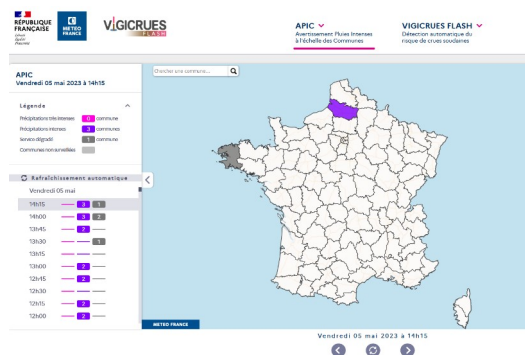
→ Prédiction expertisée des précipitations pouvant être impactantes :

La Vigilance Pluie-Inondation



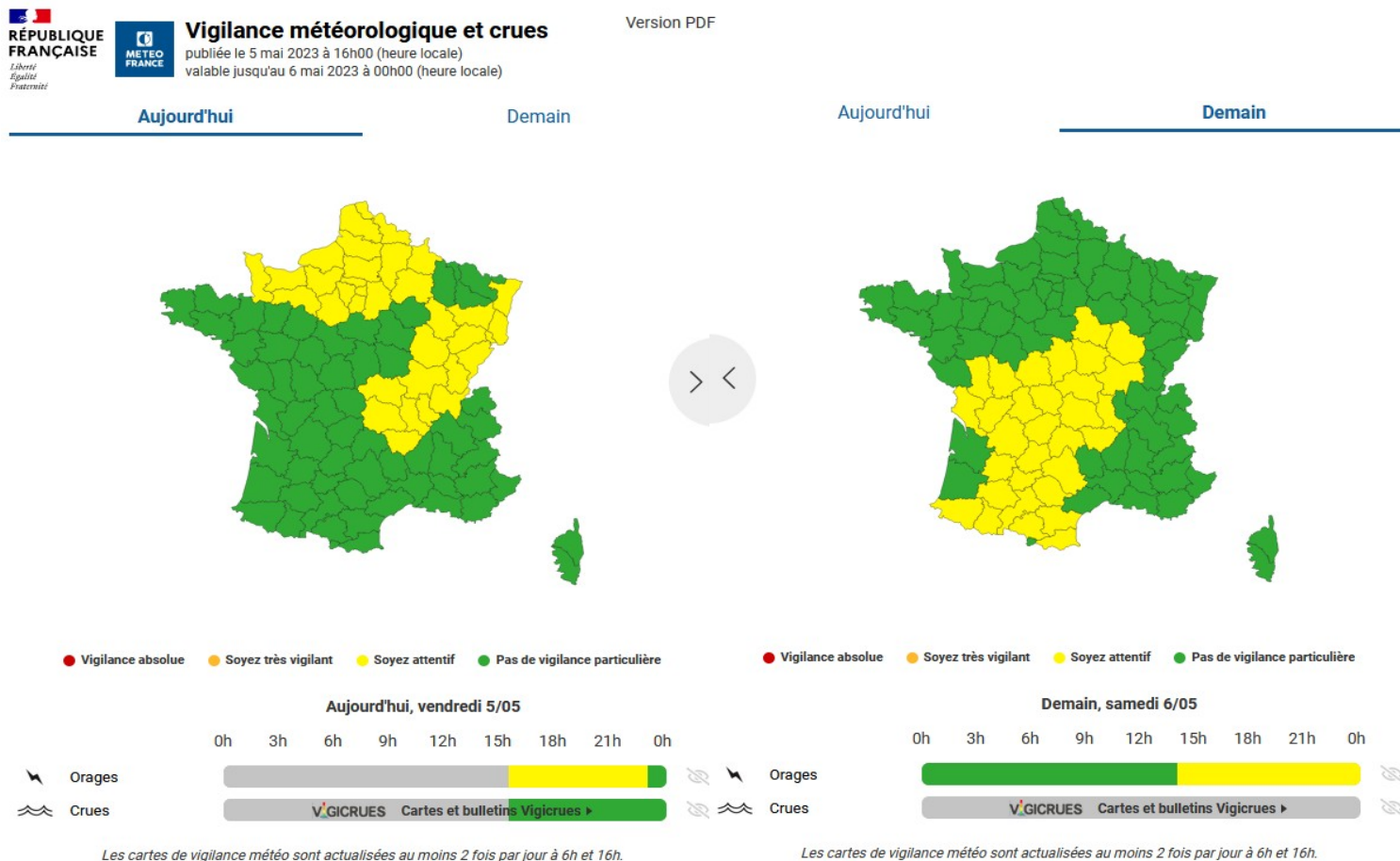
→ Détection des précipitations intenses et leur évolution

Produits APIC et PIAF



La Vigilance Pluie-Inondation

Nouveauté depuis fin 2022 : la Vigilance Version 6



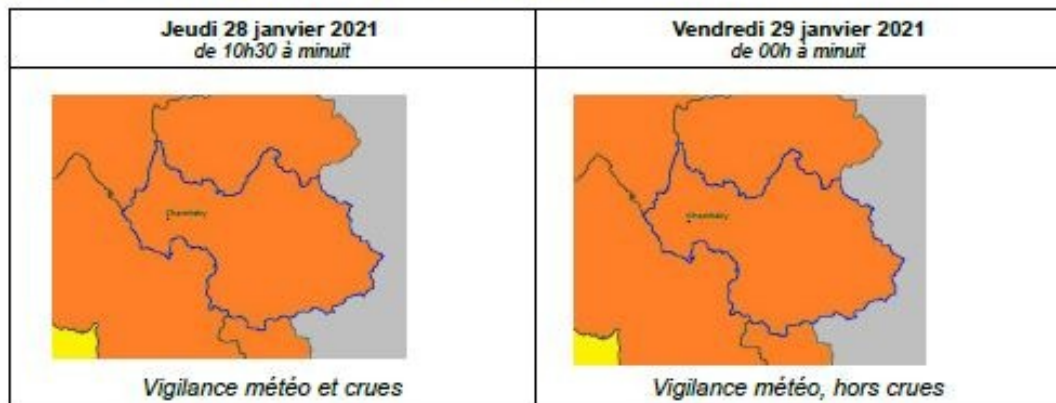
2 cartes de vigilance pour J et J+1 avec frise chrono pour chaque paramètres

Bulletin de suivi vigilance Savoie (73)

Émis le jeudi 28 janvier 2021 à 10h30 par le Centre Météorologique Inter-Régional de Lyon

prochain bulletin au plus tard le jeudi 28 janvier 2021 à 16h00

de neige vers 800/1000 m en fonds de vallées intérieures mais déjà sous forme de pluie plus à l'ouest jusque vers 1500 m environ. On a déjà relevé depuis hier soir 10 à 20 mm en 12 h sous forme de pluie en basses vallées. Elles vont se poursuivre en journée de jeudi et, après une petite atténuation en soirée redevenir soutenues jusqu'en mi-journée de vendredi.



Previsibilité et incertitudes

Aujourd'hui Jeudi 28 janvier et demain Vendredi 29 janvier

Les cumuls attendus par endroits (50 à 70 l/m² jeudi puis encore 40 à 60 l/m² vendredi) sont d'autant plus préoccupants qu'il pourrait s'y ajouter à partir de l'après-midi de jeudi de l'eau provenant de la fonte d'une partie du manteau neigeux aux basses altitudes.

Synthèse de l'évolution pour la Zone de Défense Sud-Est*

Pluie-Inondation

Aujourd'hui Jeudi 28 janvier	Demain Vendredi 29 janvier
Des précipitations soutenues touchent actuellement les Alpes du nord. Elles tombent encore sous forme de neige vers 800/1000 m en fonds de vallées intérieures (Bourg St Maurice et Chamonix) mais déjà sous forme de pluie plus à l'ouest jusque vers 1500 m environ. On a déjà relevé depuis hier soir 10 à 20 mm en 12 heures sous forme de pluie en basses vallées.	

	Jeudi 28 janvier				Vendredi 29 janvier				
	06 h	12 h	18 h	00 h	06 h	12 h	18 h	00 h	
Pluie-Inondation									Pluie-Inondation
Vent violent									Vent violent
Avalanches									Avalanches
Crues					Consultez le site vigicrues.gouv.fr				Crues

Qualification

Pluie-Inondation

Aujourd'hui Jeudi 28 janvier et demain Vendredi 29 janvier

Épisode pluvieux très marqué d'autant plus remarquable qu'il est accompagné d'un redoux en montagne, en partie à l'origine de la vigilance avalanches.

Avalanches

Aujourd'hui Jeudi 28 janvier et demain Vendredi 29 janvier

Phénomène se produisant en moyenne une fois tous les 5 à 10 ans environ sur Savoie et Haute-Savoie, tous les ans en Isère et dans le nord des Hautes Alpes.

Situation générale pour la Zone de Défense Sud-Est*

Aujourd'hui jeudi 28 janvier et demain vendredi 29 janvier

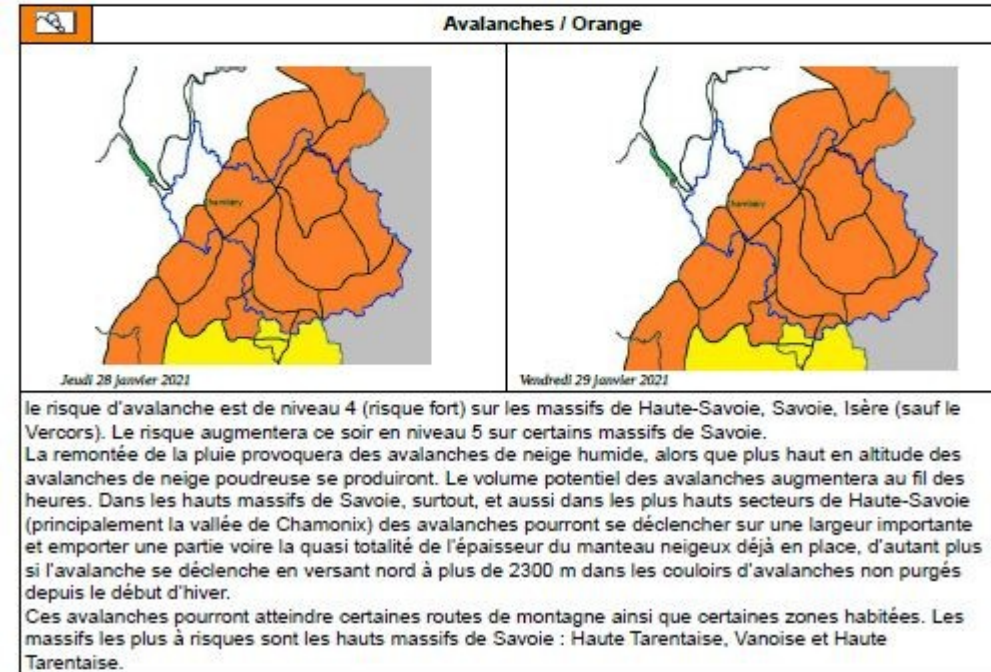
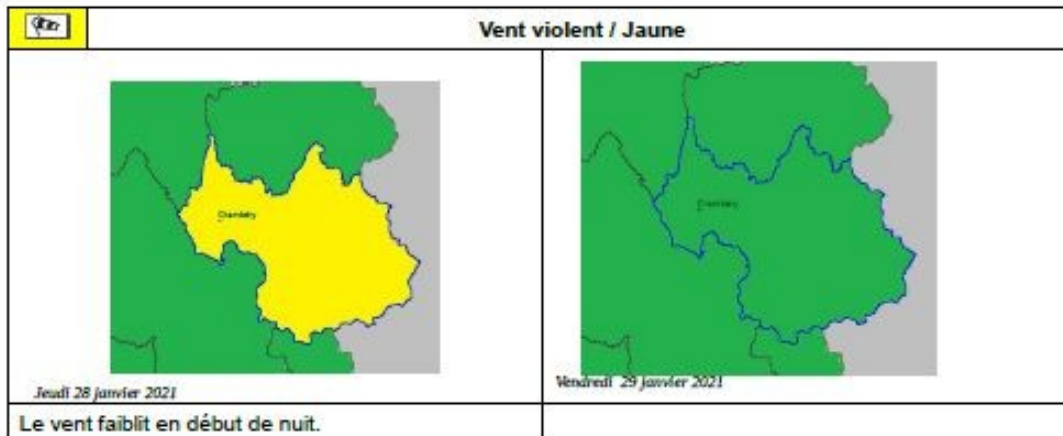
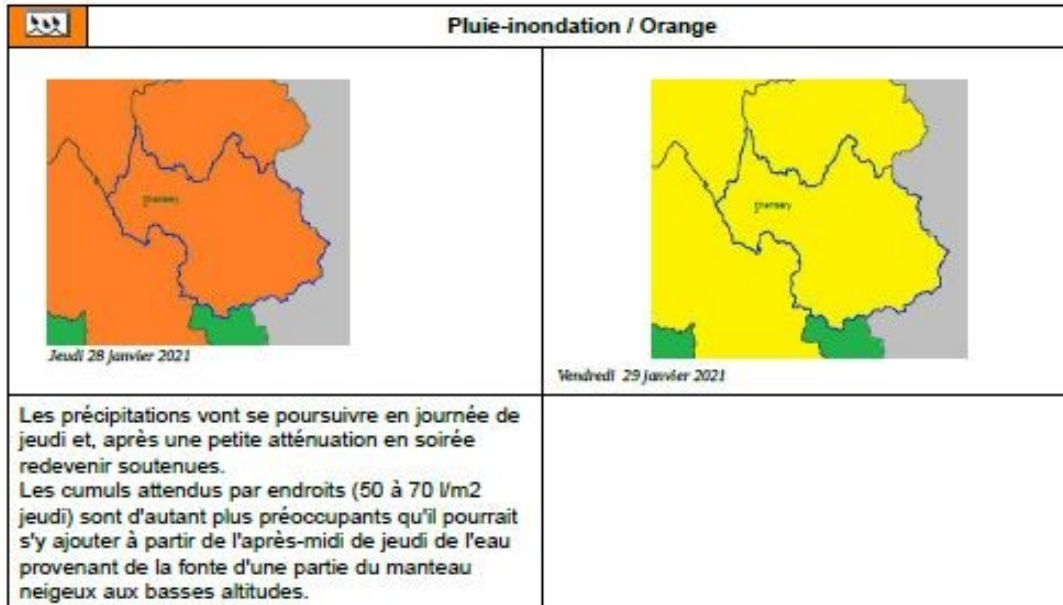
Des précipitations soutenues touchent actuellement les Alpes du nord. Elles tombent encore sous forme

Avalanches

Aujourd'hui Jeudi 28 janvier et demain Vendredi 29 janvier

Importantes précipitations accompagnées d'un redoux en cours se déposant sur un manteau neigeux assez fragile en altitude dans certains massifs (20 à 50 cm de neige tombée depuis hier, puis de 40 à 80 cm attendus dans les prochaines 24h).

Évolution sur le département de la Savoie (73)



[Conséquences et conseils de comportement](#)
[Prévisions sur le département](#)

* La Zone de Défense Sud-Est regroupe les régions Auvergne et Rhône-Alpes

Des précisions au niveau départementales seront fournies si elles sont pertinentes

Dans certains cas, des commentaires pourront être associés à une Vigilance Jaune

La Vigilance

MÉTROPOLE ▾

EN SAVOIR PLUS ▾

VIGILANCE ACCESSIBLE

PROCHAINS JOURS

A+




L'onglet « Prochains jours » donne accès à la carte des phénomènes dangereux prévus dans les 7 prochaines jours.

Prévision des phénomènes dangereux

La couleur indique la probabilité (nulle, faible, moyenne, élevée).

Diffusion : le samedi 08/02/2020 à 13 h 15

[> Pour mieux comprendre](#)



Lundi 10/02/2020 (J+2)

Mardi 11/02/2020 (J+3)

Pas de risque de 'Grand froid'

J+2 et J+3

La tempête CIARA continuera de générer de violentes rafales jusque lundi matin sur le Nord-est du pays, et de fortes rafales sur une large moitié nord. Le vent deviendra ensuite tempétueux sur le relief des Alpes puis en Corse dans la soirée et nuit de lundi à mardi.

Mardi, le vent sera encore tempétueux sur les Alpes et en Corse.

De façon concomitante, dans un contexte de grandes marées, de très fortes vagues levées par ces vents violents risquent d'engendrer des submersions sur les zones exposées du littoral de la Bretagne et de la Manche. le phénomène risque de perdurer jusqu'à mardi.

Pour les journées J+2 et J+3

Probabilité	
Vent violent	quasi nulle
Pluie-Inondation	faible ≤ 30%
Orages	moyenne > 30% - 70%
Neige-verglas	élevée > 70%
Vagues-submersion	

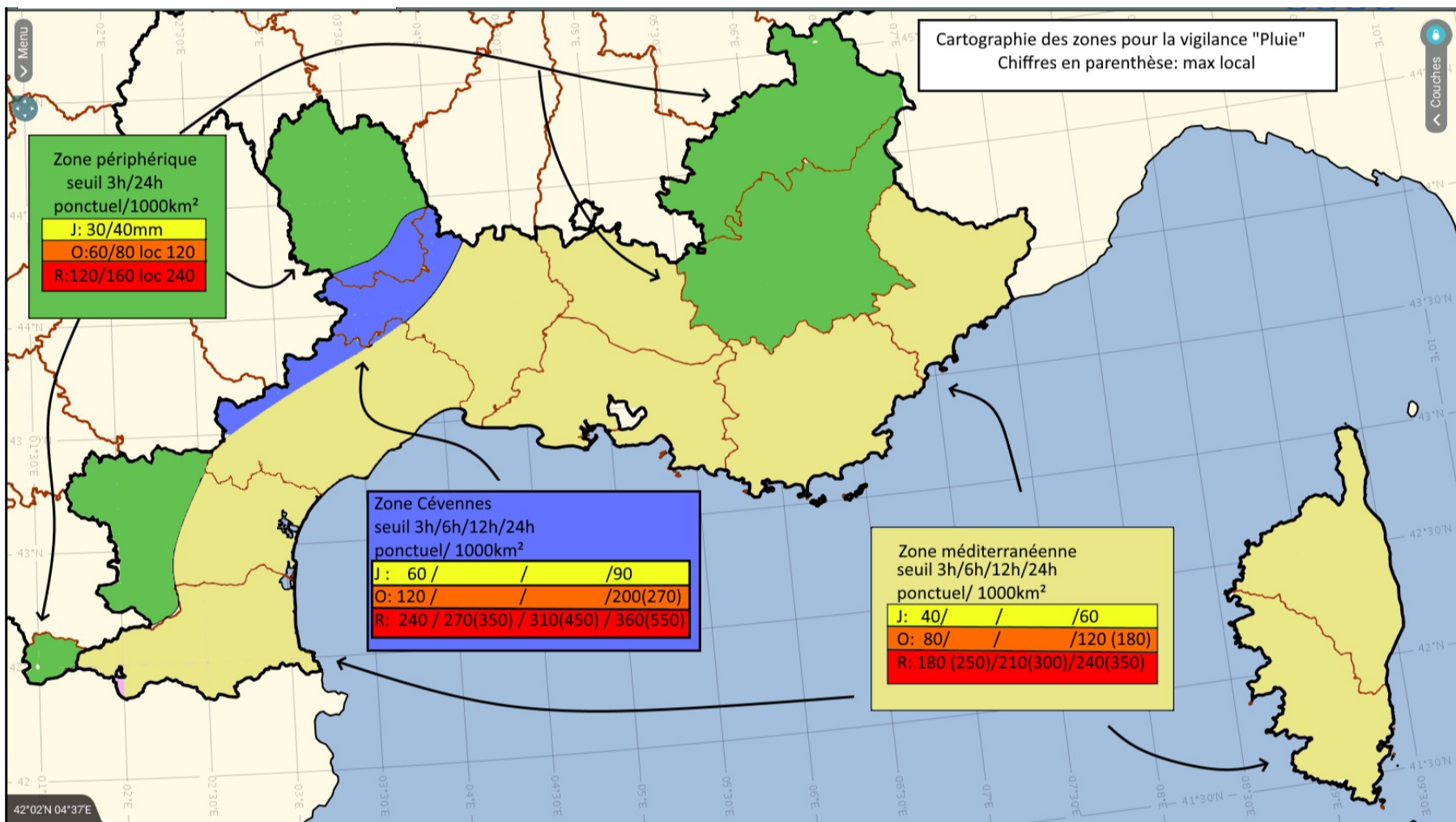
Ces cartes présentent les phénomènes potentiellement dangereux pour les journées J+2 et J+3. Le pictogramme indique le phénomène dangereux prépondérant. La couleur indique la probabilité de survenue du phénomène (quasi nulle, faible, moyenne, élevée). La probabilité est précisée à l'aide d'un pourcentage (exemple 70%).

[> Vigilance météorologique pour les prochaines 24 heures](#)

Copyright Météo-France

La Vigilance Pluie-Inondation

Des seuils régionaux.....



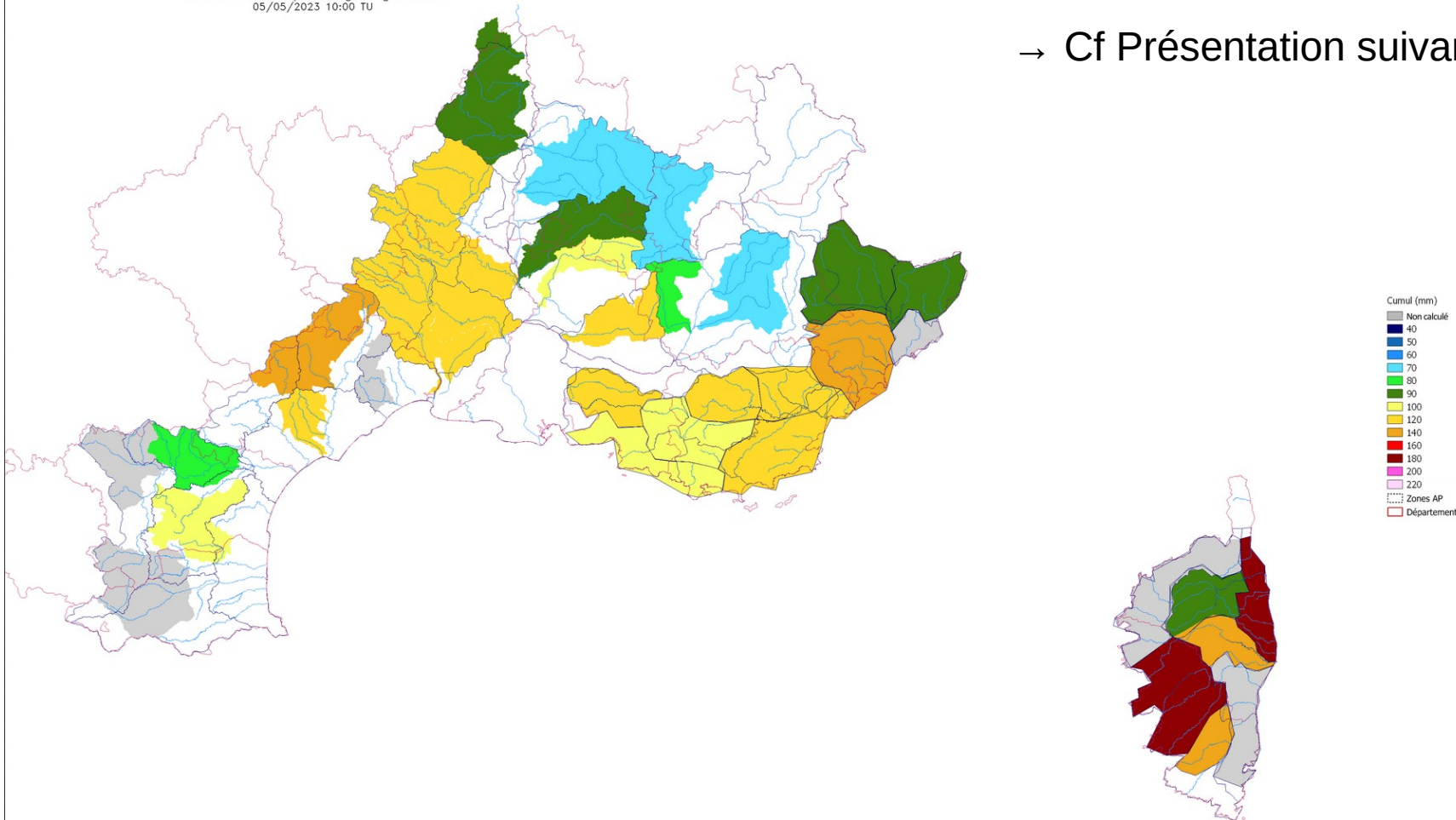
La Vigilance Pluie-Inondation

.....adaptés au contexte Hydro

Expérimentation Météo-France, SPCME,
SPCGD, SPCMO

→ Cf Présentation suivante de Yann Laborda

Cumul 24h Nécessaire pour Passage en Vigilance Jaune
05/05/2023 10:00 TU



Anticiper le ruissellement

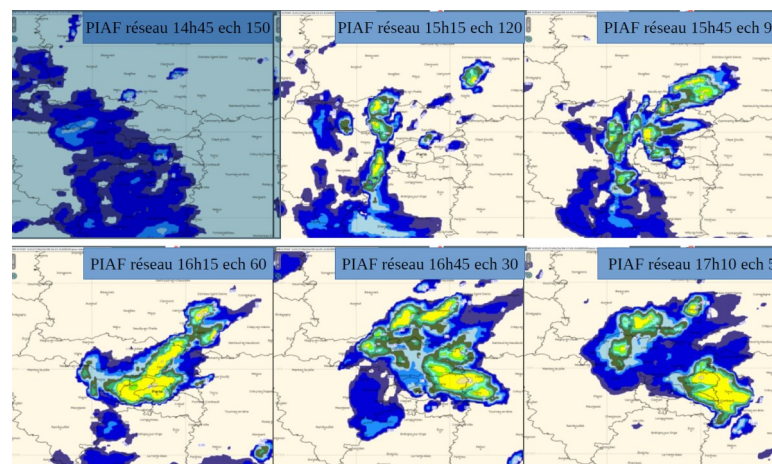
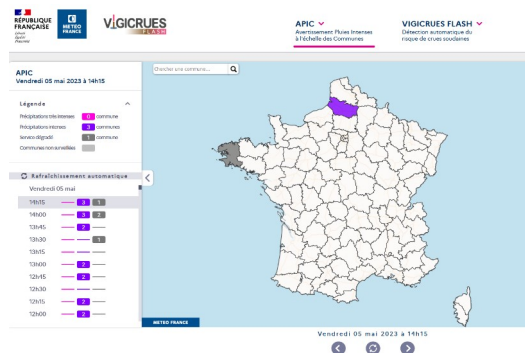
→ Prédiction expertisée des précipitations pouvant être impactantes :

La Vigilance Pluie-Inondation



→ Détection des précipitations intenses et leur évolution

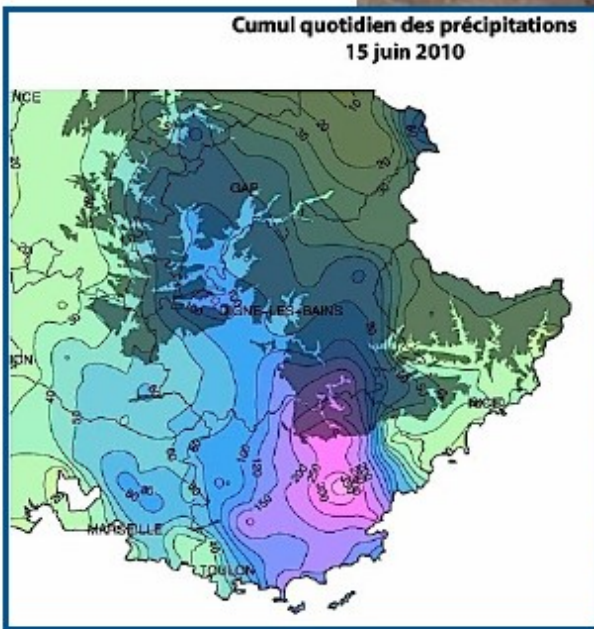
Produits APIC et PIAF



Détection des précipitations intenses : APIC

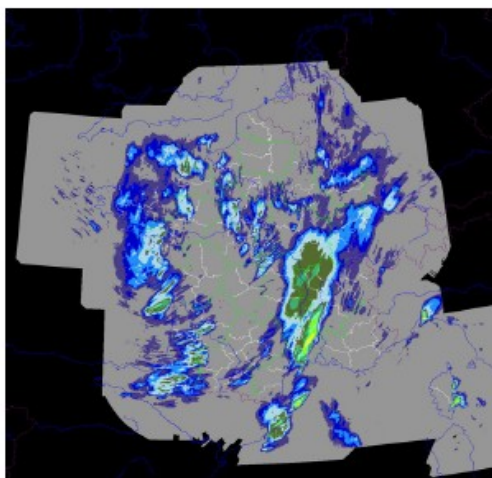
APIC = Avertissement **P**récipitations **I**ntenses à l'échelle des **C**ommunes

Tout est parti de l'épisode de Draguignan du 15 juin 2010



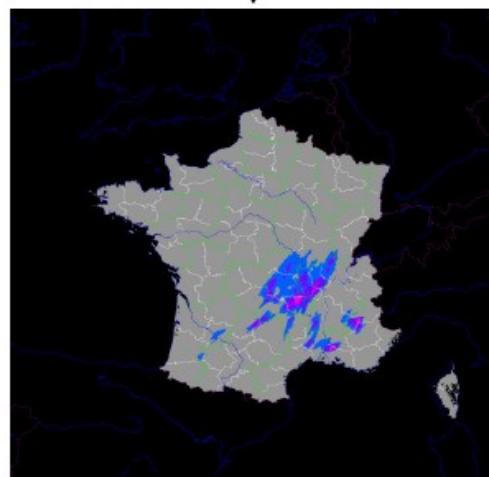
→ commande d'un service d'**avertissements aux communes** signalant le caractère **exceptionnel** des cumuls de **pluies observées** à une échelle **infra-départementale**

Détection des précipitations intenses : APIC

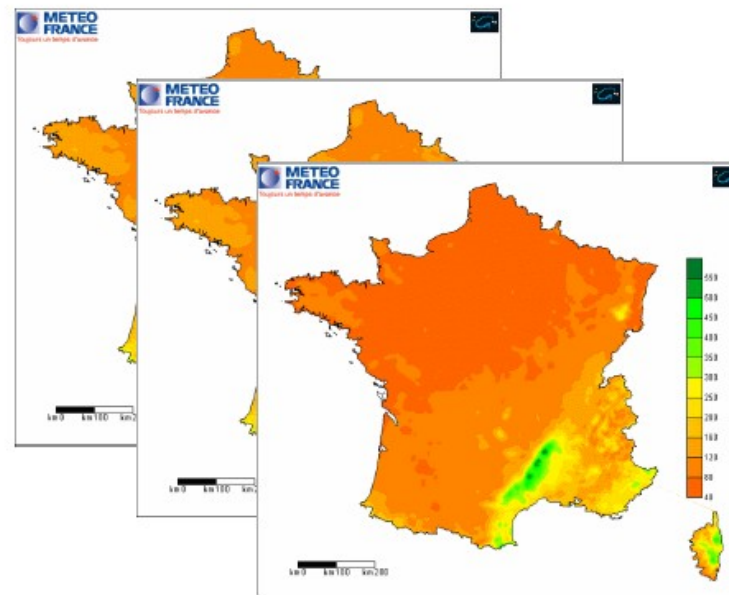


Lame d'eau Antilope sur 1h, 2h, ...24h

classification

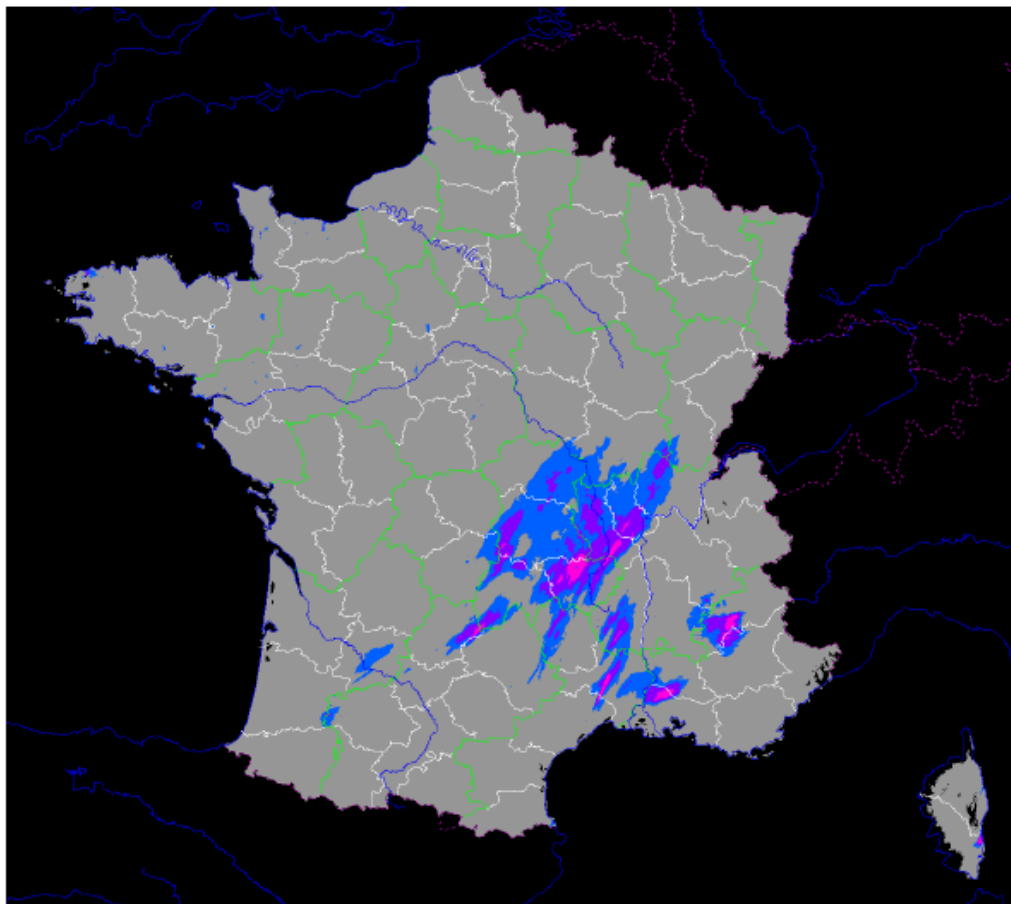


Carte d'aléa pluviométrique



Données SHYREG
(valeurs de cumul
pour durées de retour
2, 10 et 50 ans)

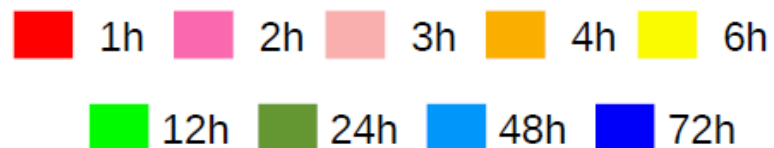
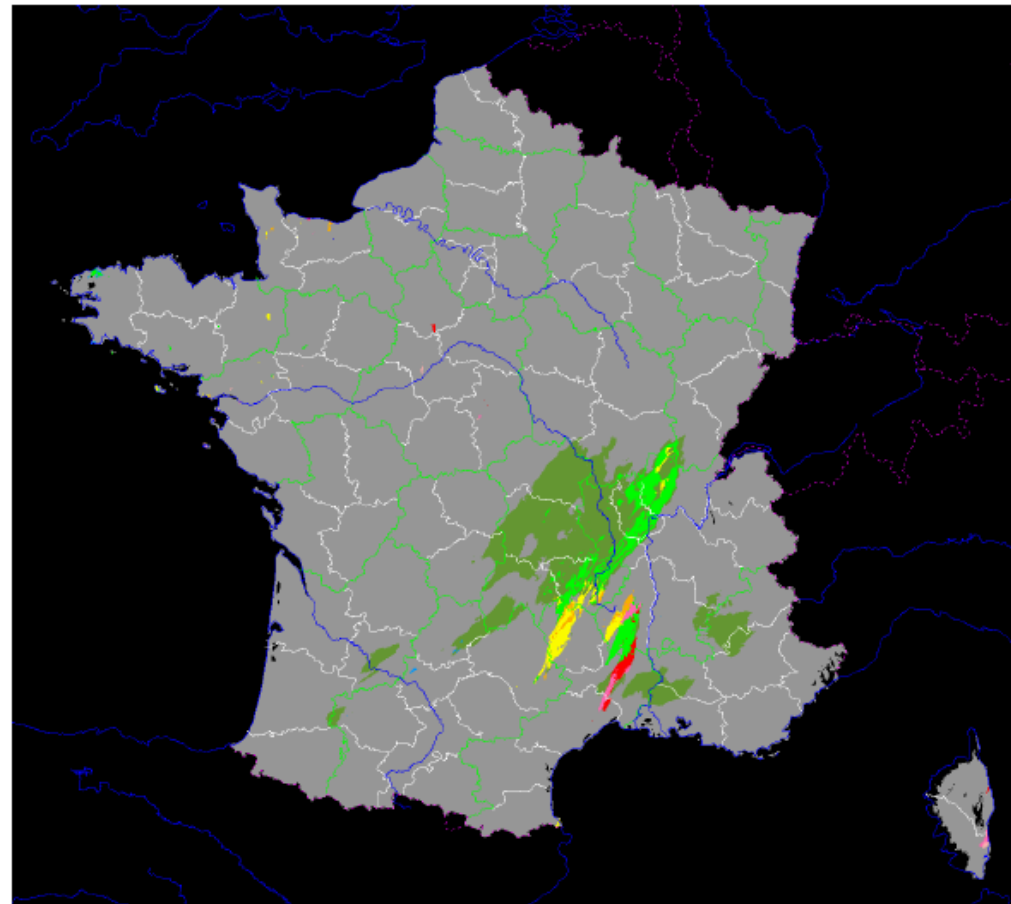
Détection des précipitations intenses : APIC



2 ans < DR ≤ 10 ans

10 ans < DR ≤ 50 ans

50 ans < DR



Détection des précipitations intenses : APIC

- Sélection des pixels couvrant en tout ou partie la commune (dilatation éventuelle pour atteindre au moins 9 pixels)

- Décompte des pixels :
 - dépassant les durées de retour 10 et 50 ans
 - diagnostic d'avertissement de niveau 1 (« pluies intenses ») ou 2 (« pluies très intenses »)

 - à valeur manquante
 - diagnostic de « dégradation temporaire du service » si RR24 prévu >5mm

Limites

- Alimenté par AIGA Pluvio, donc ne porte que sur les **précipitations observées** :
 - la vulnérabilité des sols n'est pas prise en compte
 - ce n'est pas un produit de prévision, même s'il peut y avoir une légère anticipation sur les dégâts éventuels (ruissellement)
- Service très sensible à la qualité de la donnée radar :
 - fausses alertes liées à la grêle, échos en ciel clair...
 - non détections liées à une sous-estimation de la lame d'eau radar
- C'est le déclenchement de l'avertissement qui a un intérêt, pas sa persistance

Détection des précipitations intenses : APIC- VigicrueFlash

Mutualisation avec VigicruesFlash

En 2017, ouverture du service VigicruesFlash en métropole par le SCHAPI

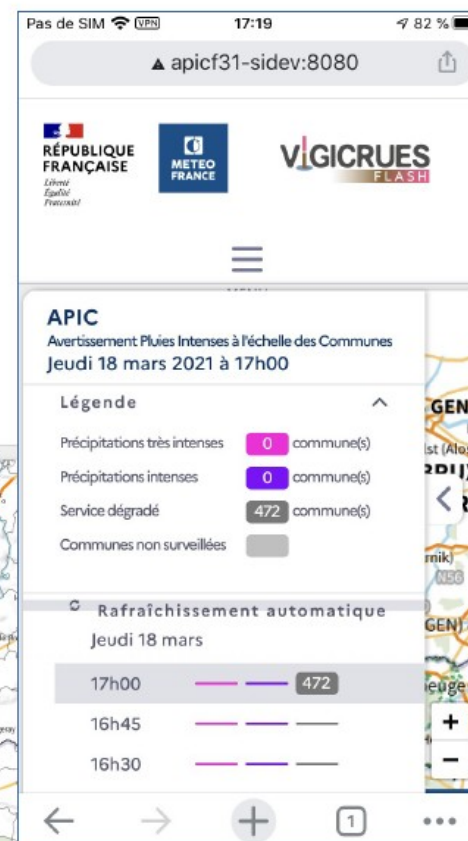
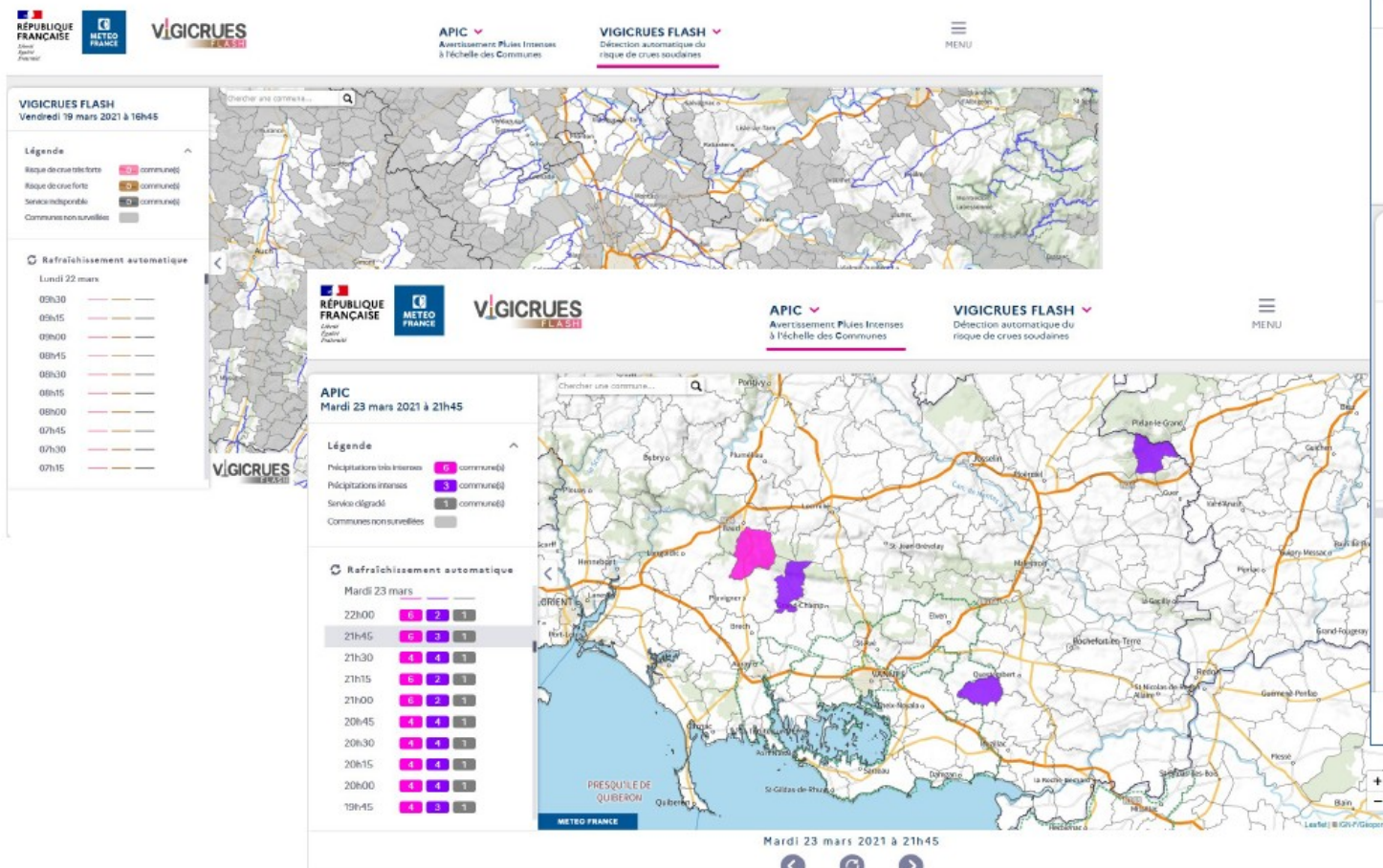
VigicruesFlash porte sur le risque de crues soudaines de certains tronçons de cours d'eau non couverts par Vigicrues

Mutualisation de la production finalisée entre les services APIC et VigicruesFlash

Détection des précipitations intenses : APIC- VigicrueFlash

Plateforme institutionnels : <https://apic-pro.meteofrance.fr>

Plateforme Grand Public : <https://apic.meteofrance.fr>



Détection des précipitations intenses : APIC- VigicrueFlash

Perspectives 2023

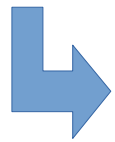
- Ne plus prendre en compte les cumuls $> 6h$ dans APIC
- Intégrer les durées de retour 5, 20 et 100 ans et distinguer des « pluies vraiment très intenses » (100 ans) dans APIC

Et pour plus tard :

- Ajouter une information de tendance à chaque APIC

Évolution des précipitations intenses : PIAF

Détecter les précipitations c'est bien.....mais c'est encore mieux si on a une idée de comment elle vont évoluer



Problématique : Faibles prévisibilité fortes précipitations (orages)

Évolution orages:
Qqs dizaines de mn

VS

Disponibilité modèle :

Arome : ~ H+3h toutes les 3h
Arome-PI : ~H+35 mn toutes les 1h

→ Il faut donc un outil de prévision plus proche des observations en temps réel :

PIAF (Prévision Immédiate Agrégée Fusionnée) : Actualisation toutes les 5mn

Évolution des précipitations intenses : PIAF

$$\text{PIAF} = \alpha \text{ 2PIR} + (1-\alpha) \text{ AROME.PI}$$

Produit d'extrapolation radar



+ Proche des observations aux toutes premières échéances

- Ne sait ni faire évoluer les systèmes, ni anticiper les déviations de trajectoire, ni prendre en compte l'influence du relief

Produit de prévision numérique

$$\frac{D\vec{D}}{Dt} + 2\vec{\Omega} \times \vec{V} - \frac{1}{\rho} \vec{\nabla}_p \cdot \vec{g} + \vec{D}$$

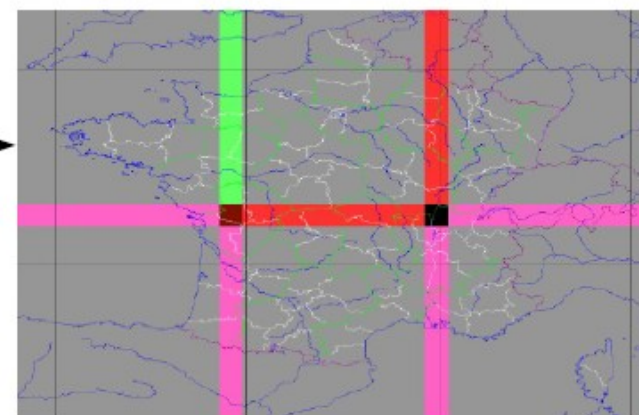
- Méthode d'assimilation : distant des observations aux premières échéances

+ Possède une physique et permet de prévoir l'évolution de l'intensité et les changements de trajectoire, et, de prendre en compte le relief.

α : - poids variant selon l'échéance de la prévision.

- Réévalué à chaque nouveau réseau sur chaque zone : apprentissage sur une fenêtre temporelle de 6h.

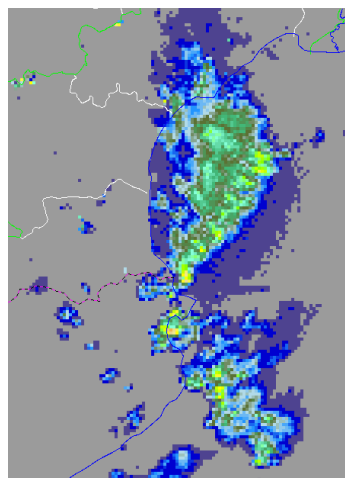
PIAF : - 1 réseau toutes les 5min
- échéance maximale de 3h



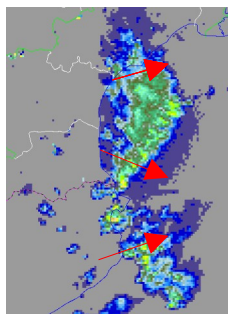
Zones d'apprentissage de α

Évolution des précipitations intenses : PIAF

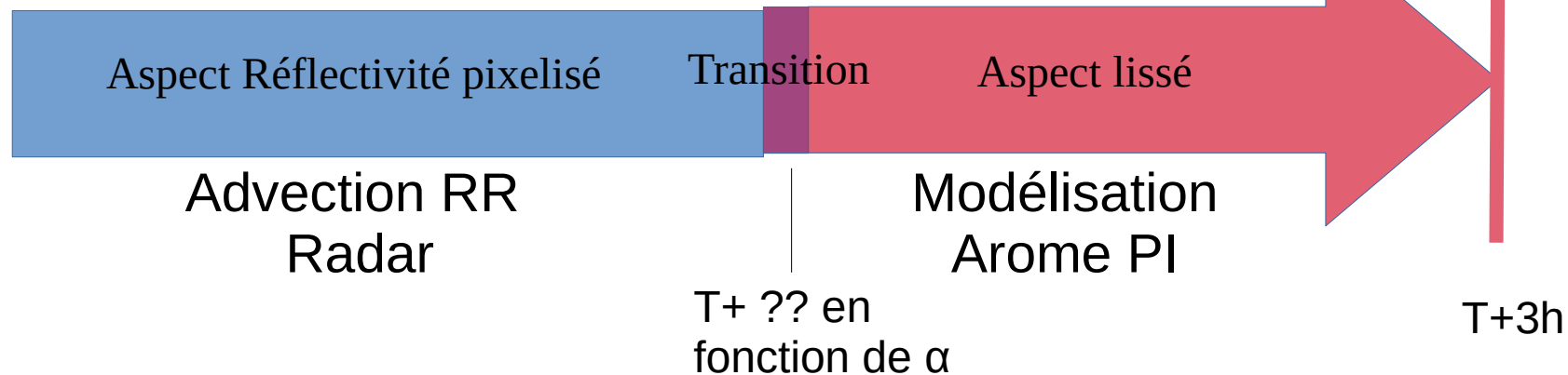
Dans les faits :



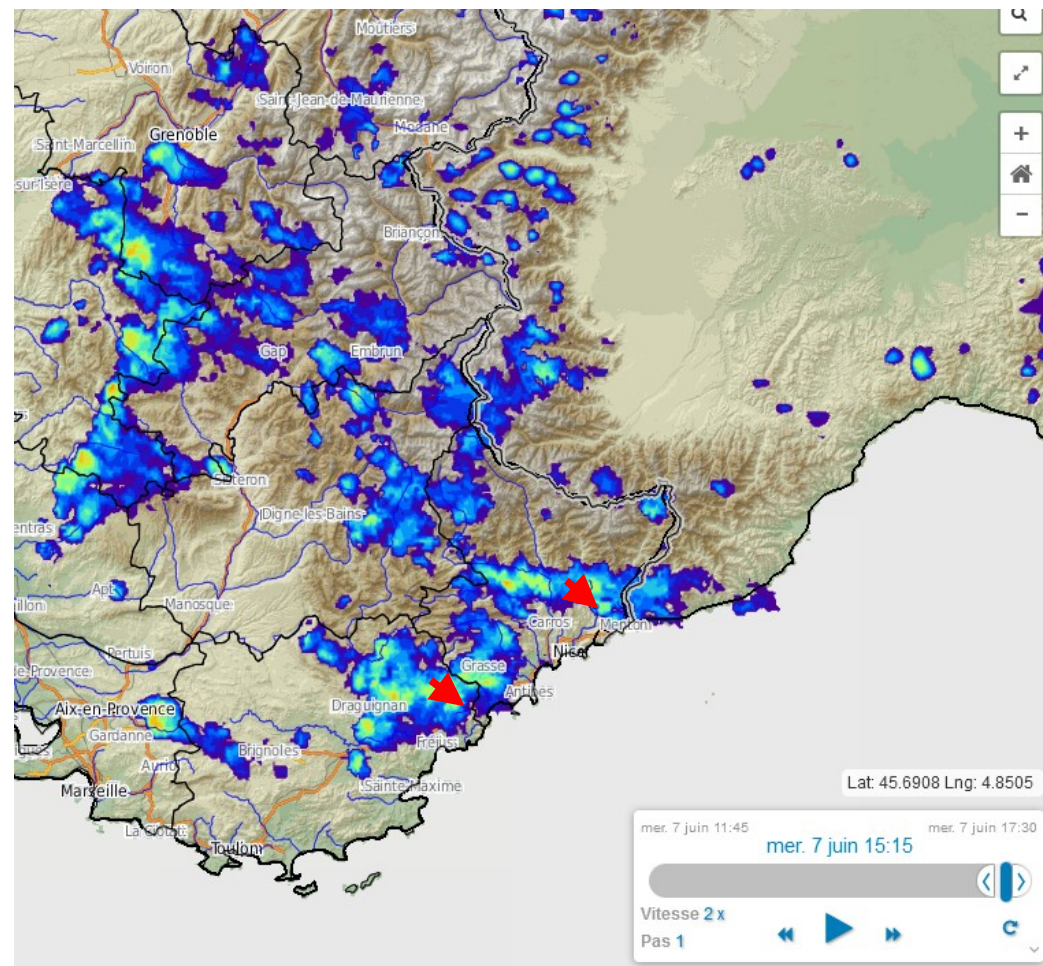
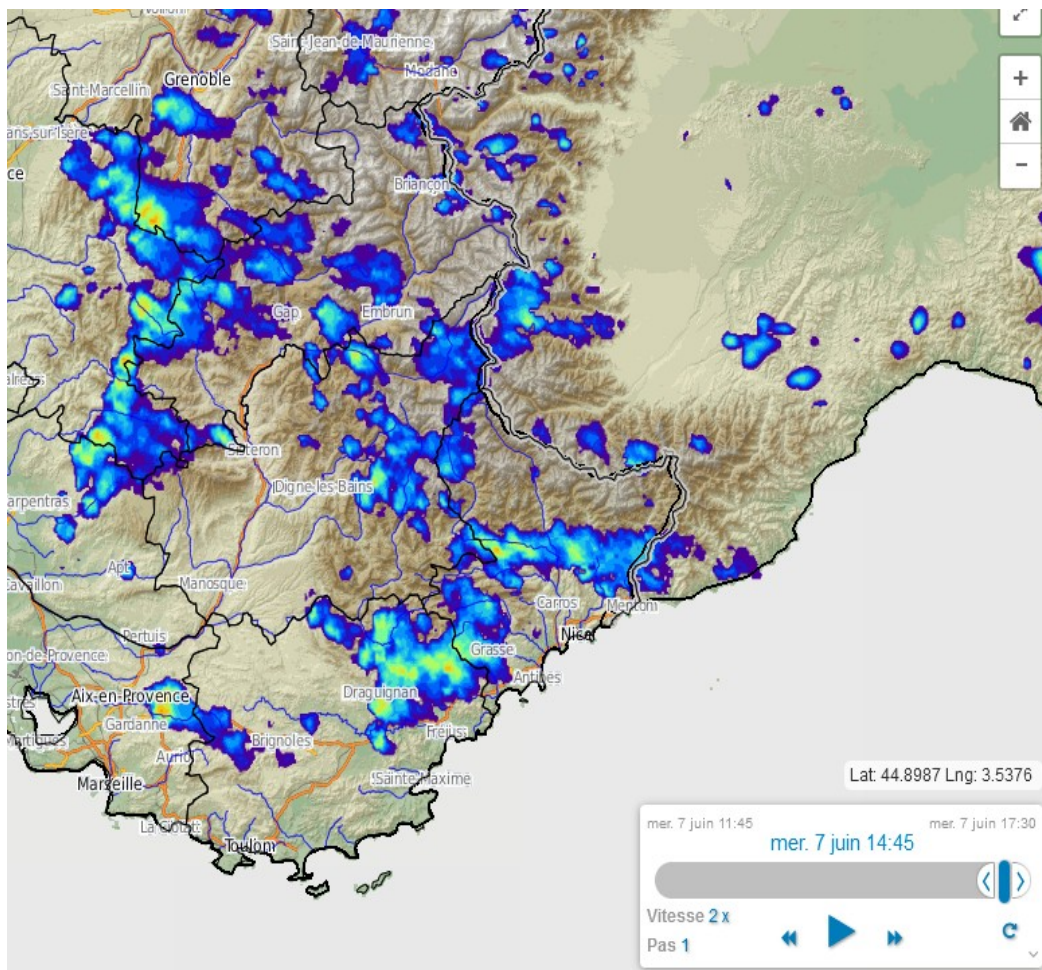
Situation à T0



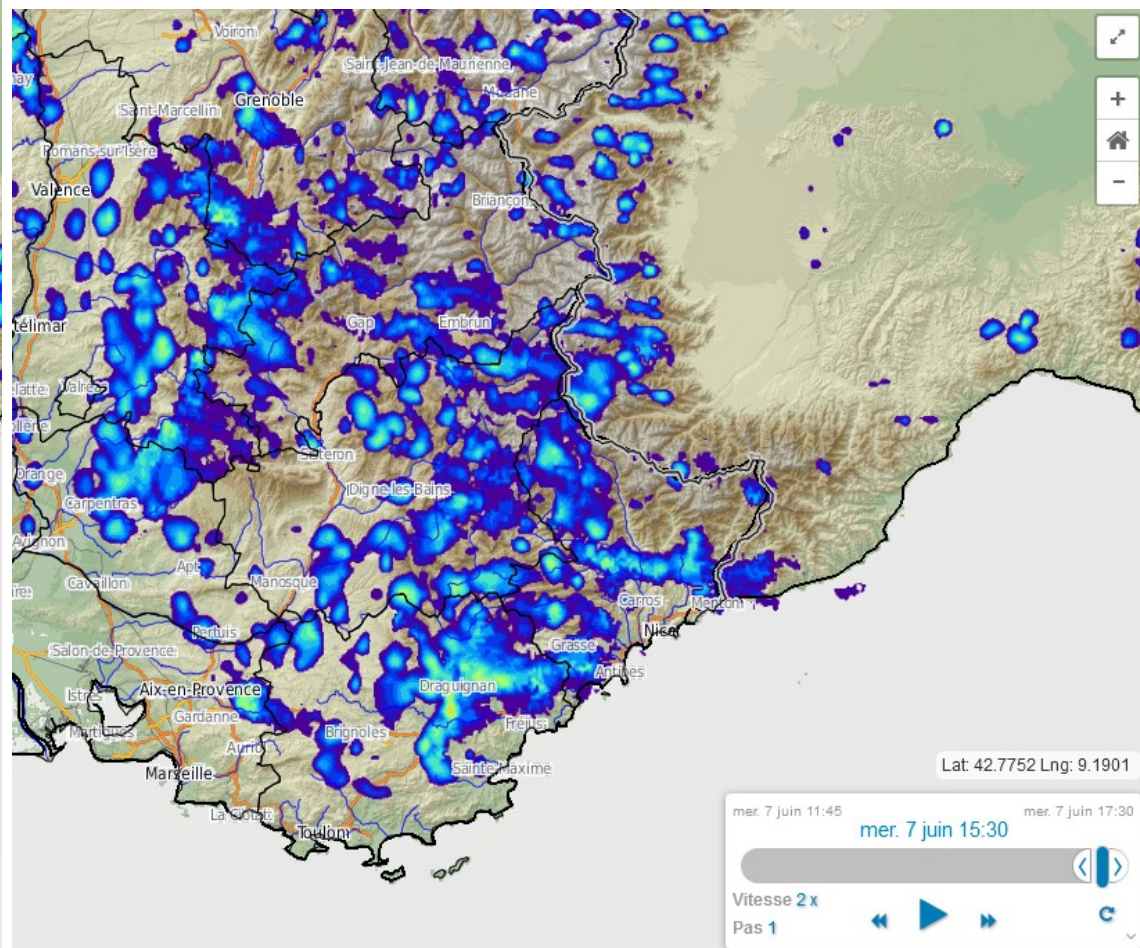
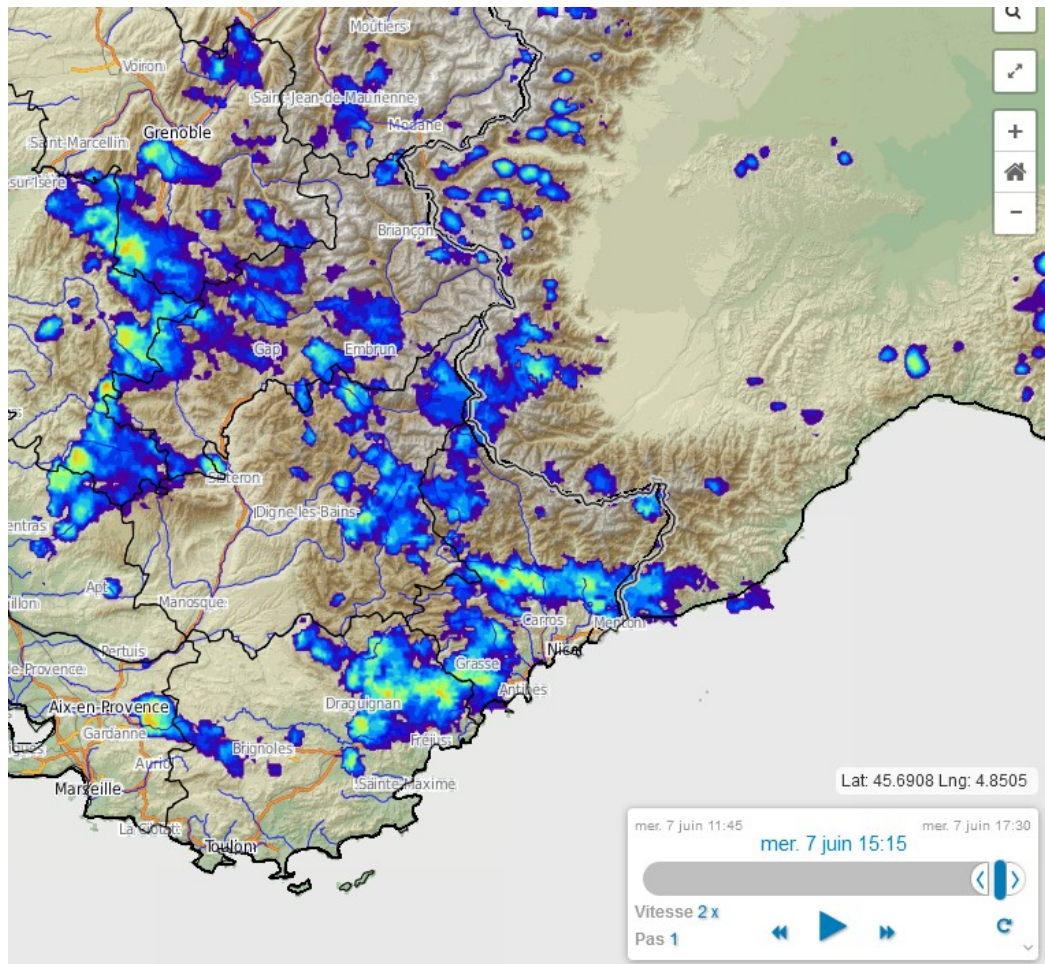
$$\frac{D\vec{U}}{Dt} + 2\vec{\Omega} \times \vec{U} = -\frac{1}{\rho} \vec{\nabla} p + \vec{g} + \vec{D}$$



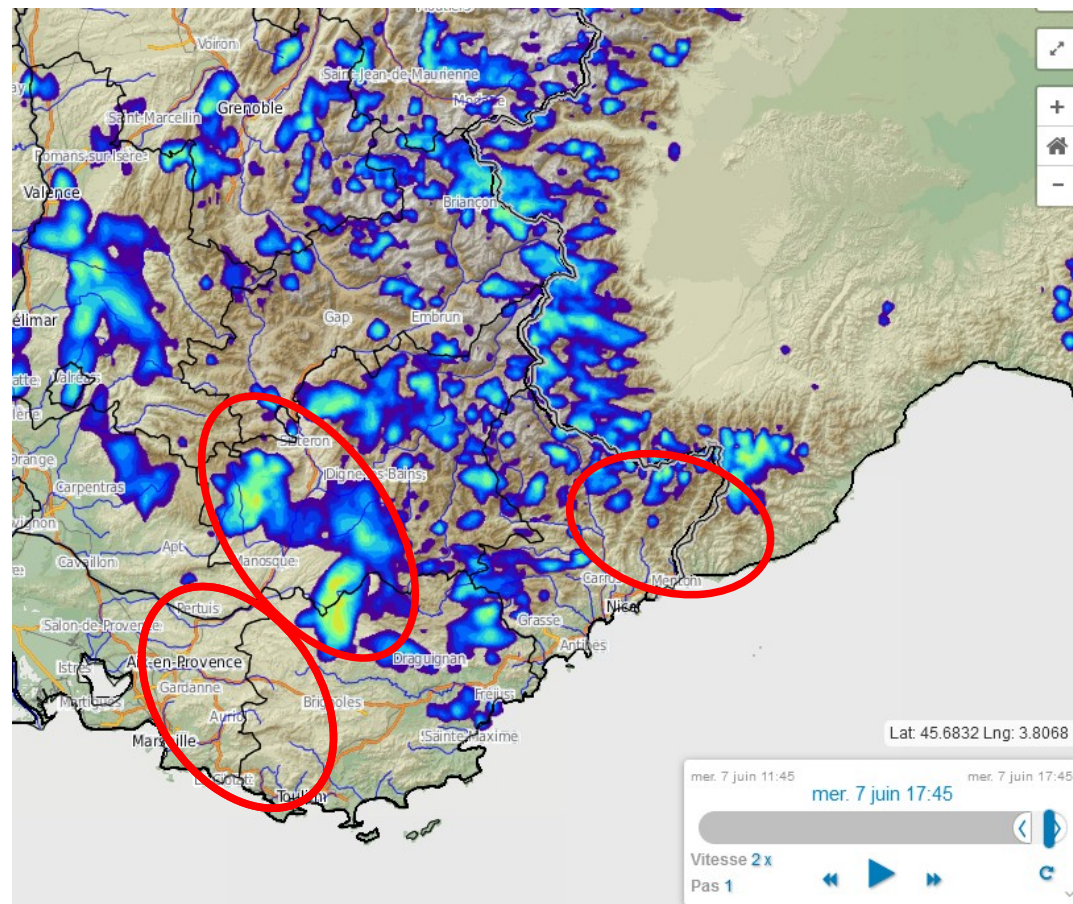
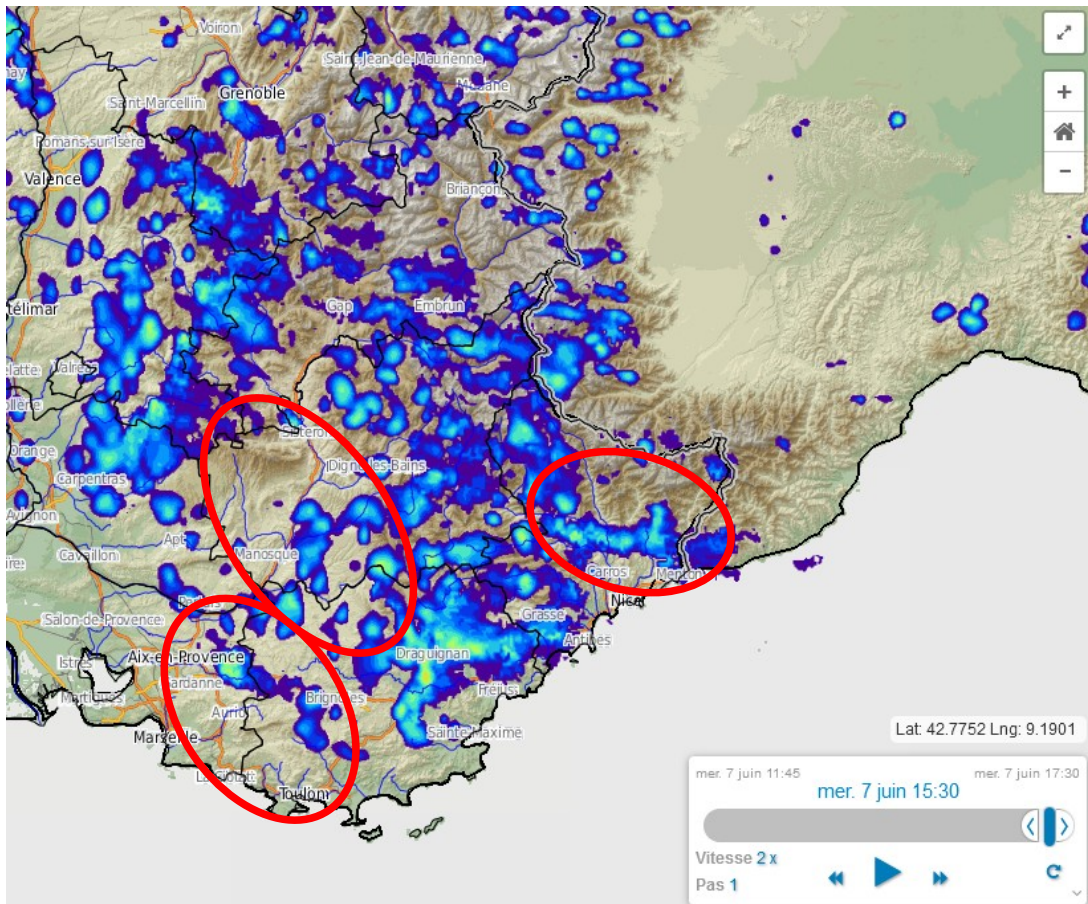
Évolution des précipitations intenses : PIAF



Évolution des précipitations intenses : PIAF

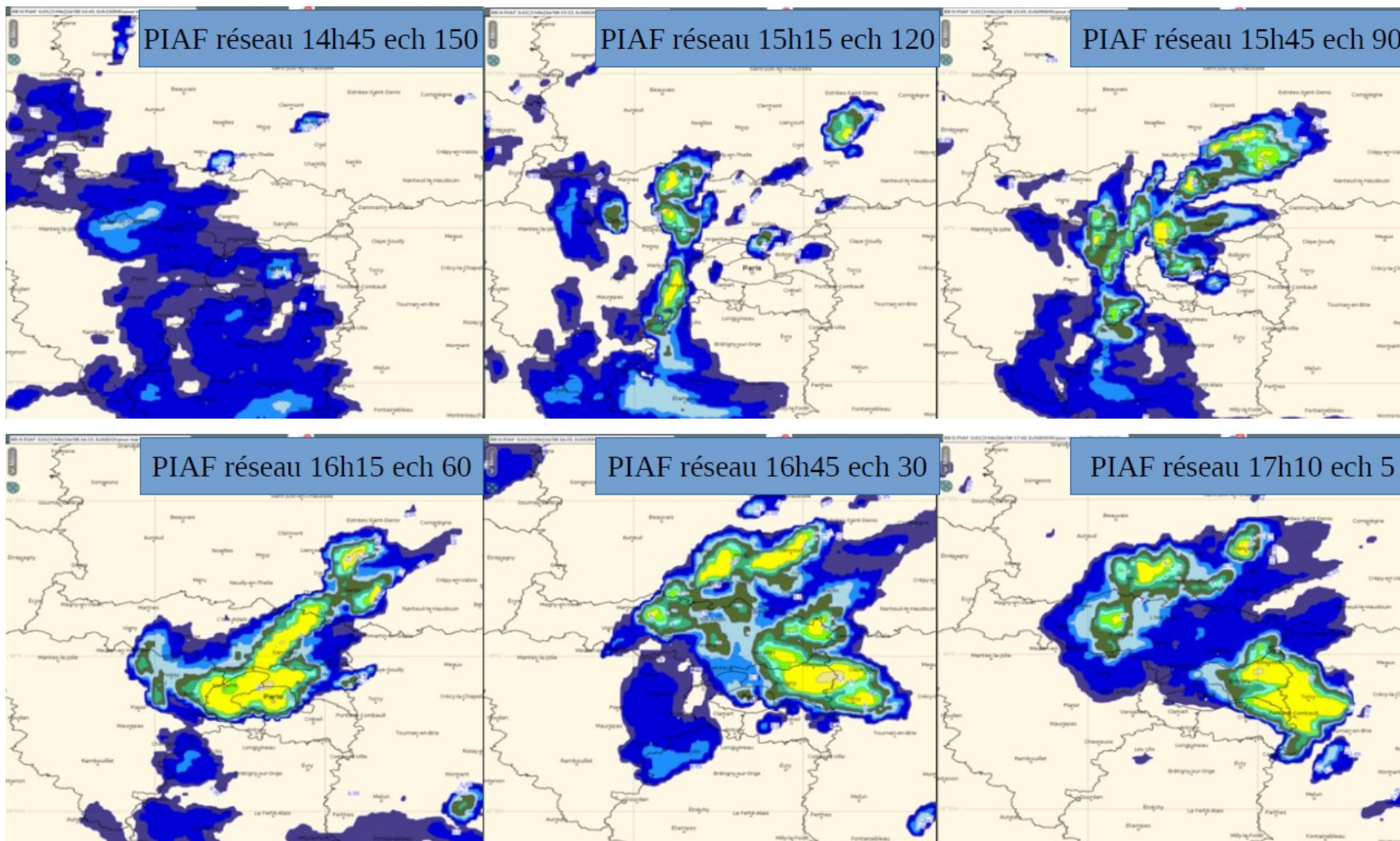


Évolution des précipitations intenses : PIAF



Évolution des précipitations intenses : PIAF

Différents PIAF_RR pour la même date de validité le 16/08/2022 à 17h15
Anticipation correcte a une demi-heure



Évolution des précipitations intenses : PIAF

Limites du produit :

- Stationnarité toujours compliquée à gérer/prévoir
- Reste dépendant de la qualité du modèle (calcul α + prévision Aro-PI pour les dernières échéances)
- Problème gestion relief pour les précipitations stables (perturbation océanique)



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Merci de votre attention !

(Avez-vous des questions ?)