

# Évaluation des prévisions à J+1 du rayonnement solaire et influence de la nébulosité

Marie Cassas

Météo-France

*marie.cassas@meteo.fr*



13 février 2018

# Un besoin du secteur de l'énergie ...

- Prévoir la production d'électricité.
- Prévoir l'intensité optimale dans les câbles en fonction des conditions météo.
- Objectif : mieux intégrer les nouvelles énergies dans le réseau (« smart grids »).



## ... en produits basés sur le rayonnement

- Le rayonnement est le paramètre principal pour la prévision de production photovoltaïque.
- Le rayonnement est fortement influencé par la nébulosité.

La division DSM/EC/Energie développe une offre commerciale à destination du secteur photovoltaïque, qui comprend en particulier :

- l'évaluation des qualités et faiblesses des paramètres de rayonnement issus de la PNT ;
- une interaction avec CNRM/GMME/PHY-NH pour le développement d'algorithmes de prévision de production photovoltaïque.

# Sommaire

- 1 Méthodologie
- 2 Évaluation du rayonnement global
  - Pour toutes les situations
  - Situations ciel clair bien prévu
- 3 Répartition direct/diffus
  - Pour toutes les situations
  - Situations ciel clair bien prévu
- 4 Conclusions et perspectives

## Le paramètre « rayonnement » étudié

- Rayonnement solaire descendant global, direct et diffus en surface.
- Cumuls horaires en journée (unité  $\text{J cm}^{-2}$ ).
- Période : juillet 2016 à juin 2017.
- Localisation : France métropolitaine.

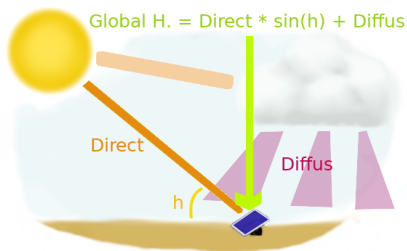


FIGURE – Rayonnements global, direct et diffus.

# Sources de données

## Observations

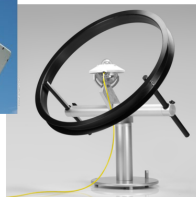
Mesures pyranomètres (202 + un à bande) et pyréliomètres (7) du réseau Météo-France.



Pyranomètre



Pyranomètre à bande



## Prévisions

Prévisions des runs 12UTC, échéances allant de +12 à +35h (correspond à J+1), sur le point de grille le plus proche de chaque point station.

Modèles AROME (maille  $\simeq 2.5\text{km}$ ) et IFS (maille  $\simeq 10\text{km}$ ).

## Filtrage des situations « ciel clair bien prévu »

Des scores en « ciel clair bien prévu » ont été calculés séparément des scores sur toutes les données.

- Ils sont directement liés aux interactions atmosphère - rayonnement.
- En les comparant aux scores sur toutes les situations, on a une idée de l'impact de la nébulosité sur la qualité des prévisions.

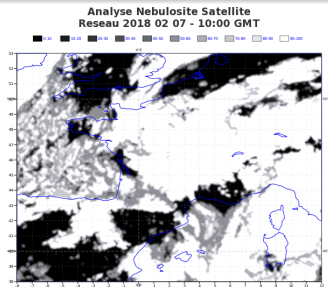
# Méthode de discrimination

## Ciel clair selon le modèle

Calcul du rapport entre rayonnement global net et rayonnement global net "ciel clair" (variable calculée par le modèle).

## Ciel clair selon les observations

Utilisation du produit d'Analyse de Nébulosité Satellite en moyennant les valeurs sur l'heure et sur les points au voisinage des points stations.



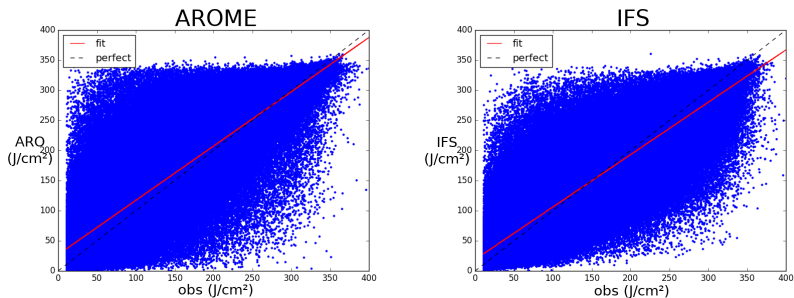


# Sommaire

- 1 Méthodologie
- 2 Évaluation du rayonnement global
  - Pour toutes les situations
  - Situations ciel clair bien prévu
- 3 Répartition direct/diffus
  - Pour toutes les situations
  - Situations ciel clair bien prévu
- 4 Conclusions et perspectives

Pour toutes les situations

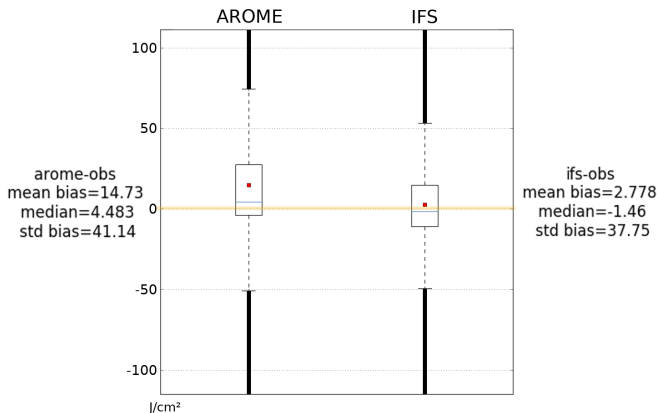
# Une dispersion forte due aux nuages mal prévus



**FIGURE** – Diagrammes de dispersion du rayonnement global « toutes situations » pour AROME/obs (gauche) et IFS/obs (droite).



# Un biais quasiment nul pour IFS ...

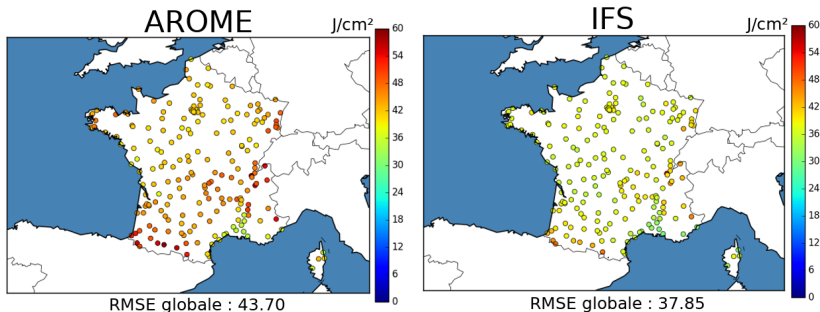


**FIGURE** – Boîtes à moustaches des écarts de rayonnement global « toutes situations » pour AROME-obs (gauche) et IFS-obs (droite).



Pour toutes les situations

... et une meilleure RMSE sur toutes les stations

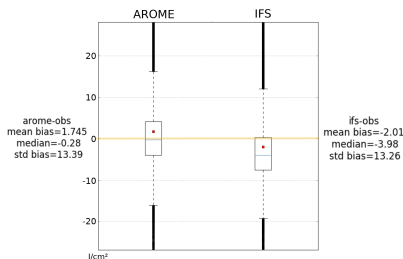


**FIGURE** – RMSE par station du rayonnement global « toutes situations » pour AROME/obs (gauche) et IFS/obs (droite).

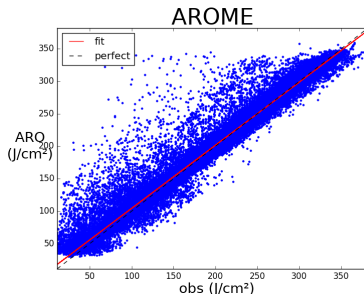


Situations ciel clair bien prévu

# AROME meilleur sur le global en ciel clair



**FIGURE** – Boîtes à moustaches des écarts de rayonnement global « ciel clair bien prévu » pour AROME-obs (gauche) et IFS-obs (droite).



**FIGURE** – Diagramme de dispersion du rayonnement global « ciel clair bien prévu » pour AROME/obs.

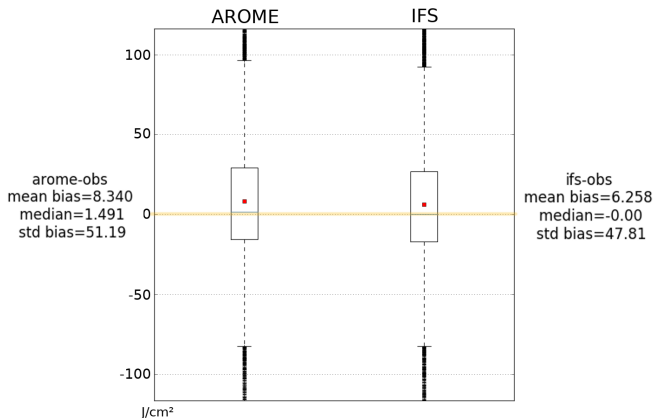


# Sommaire

- 1 Méthodologie
- 2 Évaluation du rayonnement global
  - Pour toutes les situations
  - Situations ciel clair bien prévu
- 3 Répartition direct/diffus
  - Pour toutes les situations
  - Situations ciel clair bien prévu
- 4 Conclusions et perspectives

Pour toutes les situations

# Rayonnement direct : peu de différences entre les modèles



**FIGURE** – Boîtes à moustaches des écarts de rayonnement direct « toutes situations » pour AROME-obs (gauche) et IFS-obs (droite).



Pour toutes les situations

## IFS meilleur sur le diffus

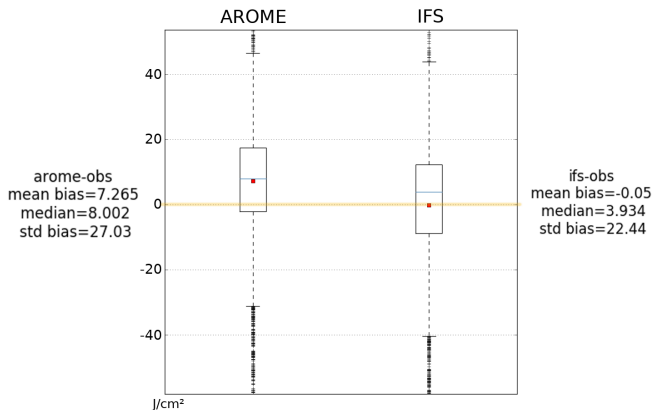


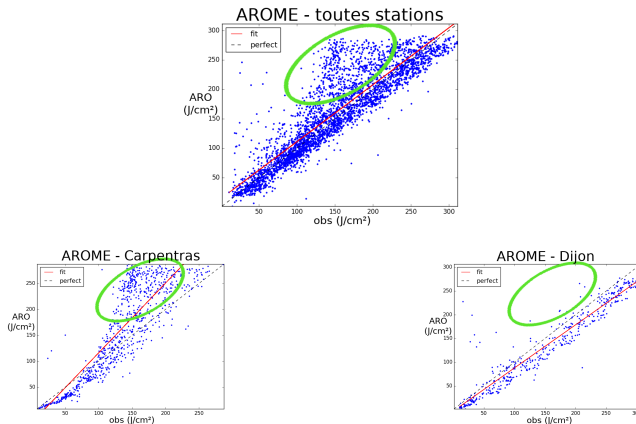
FIGURE – Boîtes à moustaches des écarts de rayonnement diffus « toutes situations » pour AROME-obs (gauche) et IFS-obs (droite).





Situations ciel clair bien prévu

# Sous-estimation du rayonnement direct ?



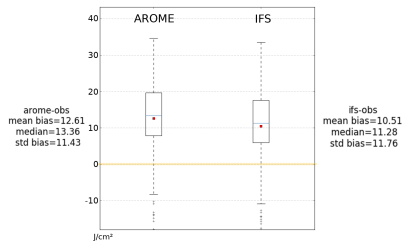
**FIGURE** – Diagrammes de dispersion du rayonnement direct « ciel clair bien prévu » pour AROME/obs sur toutes les stations (haut), à Carpentras (bas gauche) et à Dijon (bas droite).

Ciel clair bien prévu

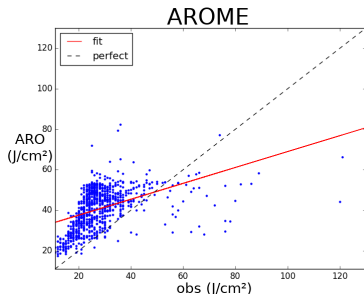


Situations ciel clair bien prévu

# Surestimation de la part de diffus en ciel clair



**FIGURE** – Boîtes à moustaches des écarts de rayonnement diffus « ciel clair bien prévu » pour AROME-obs (gauche) et IFS-obs (droite).



**FIGURE** – Diagramme de dispersion du rayonnement diffus « ciel clair bien prévu » pour AROME/obs.



## Conclusions (1/2)

### Nébulosité

- Les erreurs de prévisions de la nébulosité se répercutent lourdement sur les scores de rayonnement sur point station.

### Rayonnement global

- Dans le cas général, le modèle AROME surestime le rayonnement global, alors que le modèle IFS n'est quasiment pas biaisé.
- Cependant, le modèle IFS sous-estime trop le rayonnement global en ciel clair, où AROME est alors meilleur.

## Conclusions (2/2)

### Répartition direct/diffus

- Dans le cas général, la différence sur le rayonnement global entre AROME et IFS s'explique principalement par la différence sur le rayonnement diffus.
- La répartition direct/diffus en ciel clair est déséquilibrée pour les deux modèles, en faveur d'une surestimation du rayonnement diffus.
- Cette surestimation est légèrement moins importante pour IFS : des améliorations à venir pour AROME avec le schéma ecRad ?

# Perspectives

- Intégrer les données de la station Météopole.
- Calculer ces scores pour le modèle ARPEGE.
- Caractériser différents types de situations nuageuses et évaluer le rayonnement pour chacun de ces types de situations (convection, stratus, cirrus, ...).
- Faire des simulations AROME - ECRAD et étudier quelques cas pour comparer avec le schéma actuel d'AROME.

# Merci pour votre attention