



**HAL**  
open science

## Low-flow forecasting in France using the PREMHYCE operational platform

François Tilmant, François Bourgin, Anne-Lise Véron, Fabienne Rousset, Jean-Marie Willemet, Didier François, Matthieu Le Lay, Jean-Pierre Vergnes, Charles Perrin, Claire Magand, et al.

### ► To cite this version:

François Tilmant, François Bourgin, Anne-Lise Véron, Fabienne Rousset, Jean-Marie Willemet, et al.. Low-flow forecasting in France using the PREMHYCE operational platform: recent advances and perspectives. IAHS-AISH Scientific Assembly 2022, May 2022, Montpellier, France. 10.5194/iahs2022-66 . hal-03701578

**HAL Id: hal-03701578**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03701578>**

Submitted on 22 Jun 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# IAHS 2022 Scientific Assembly

IAHS2022-66

## Low-flow forecasting in France using the PREMHYCE operational platform

**François Tilmant**<sup>1</sup>, F. Bourgin<sup>1</sup>, A.-L. Véron<sup>1</sup>, F. Rousset<sup>2</sup>, J.-M. Willemet<sup>2</sup>, D. François<sup>3</sup>, M. Le Lay<sup>4</sup>, J.-P. Vergnes<sup>5</sup>, C. Perrin<sup>1</sup>, C. Magand<sup>6</sup>, M. Morel<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Université Paris Saclay, INRAE, Catchment Hydrology team, Antony, France, [premhyce@inrae.fr](mailto:premhyce@inrae.fr)

<sup>2</sup> Météo-France, Direction of Climatology, Toulouse, France

<sup>3</sup> Université de Lorraine, LOTERR, Metz, France

<sup>4</sup> EDF-DTG, Grenoble, France

<sup>5</sup> BRGM, Orléans, France

<sup>6</sup> French Biodiversity Agency (OFB), Vincennes, France

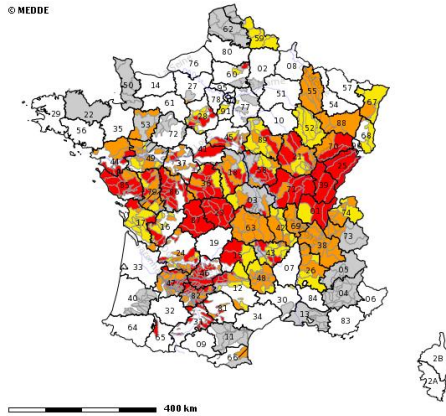
<sup>7</sup> Ministry for the Ecological Transition, Water and biodiversity direction, Paris, France

Montpellier, 02/06/2022

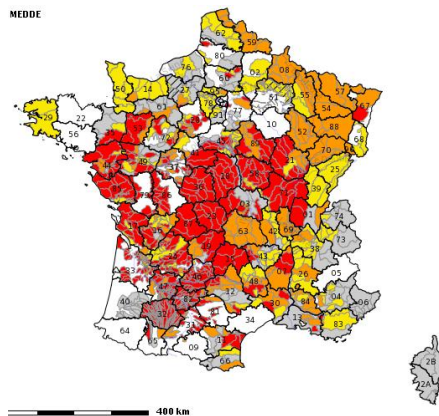
# Context

- Recurrent droughts on France

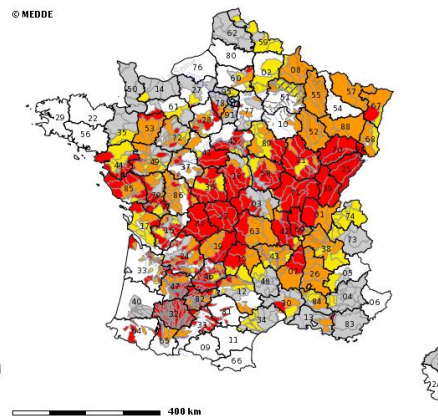
17th Oct. 2018



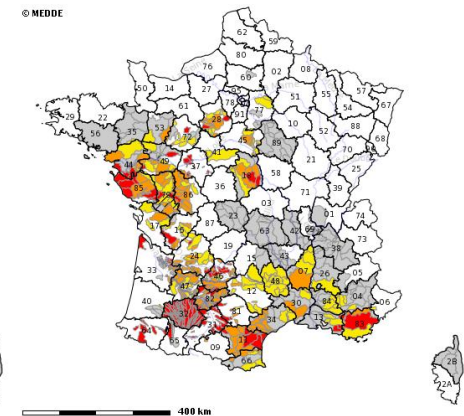
1st Oct. 2019



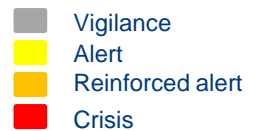
25th Sept. 2020



7th Sept. 2021



Source : Propluvia - <http://propluvia.developpement-durable.gouv.fr/>



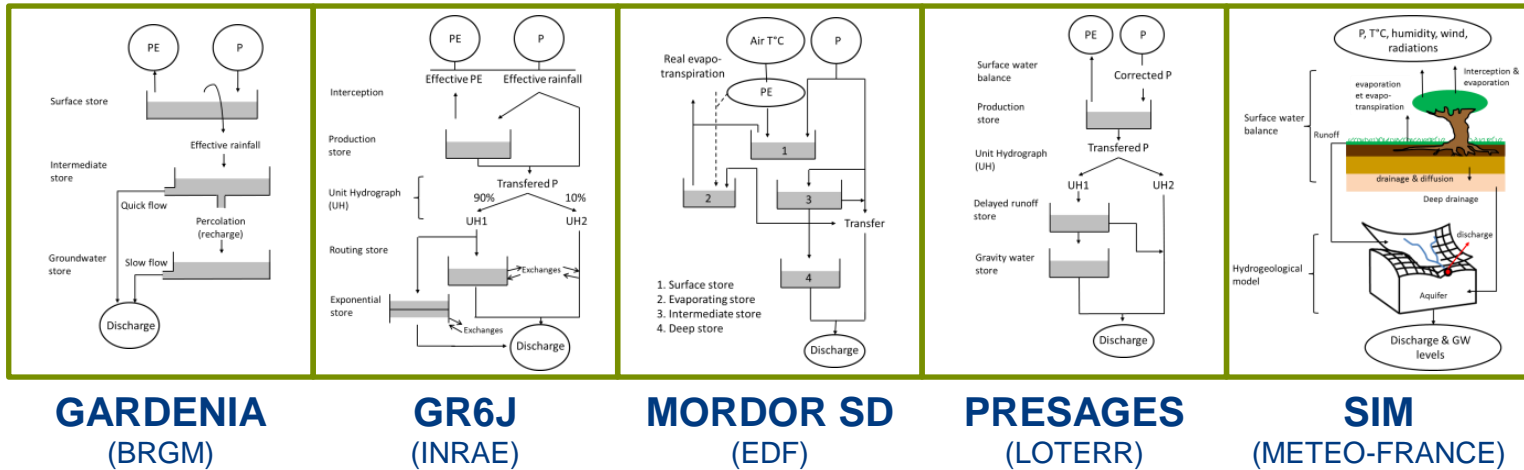
- Water uses affected by water shortages in rivers
- Climate change: perspectives of more severe low flows
- Lack of forecasting tool at national scale

## ➤ **PREMHYCE project (low-flow forecasting using hydrological models, comparison, evaluation)**

- **Research project (2011 – 2014)**
  - Comparison of hydrological models for low-flow forecasting
  - Evaluation of their capacity to anticipate low-flow periods (magnitude and maximum lead time)
- **Operational phase (since 2015)**
  - Development of an operational tool for low-flow forecasting
  - Daily production of forecasts for operational users (regional environment agencies and State services)

# ► Materials and methods

- 5 hydrological models

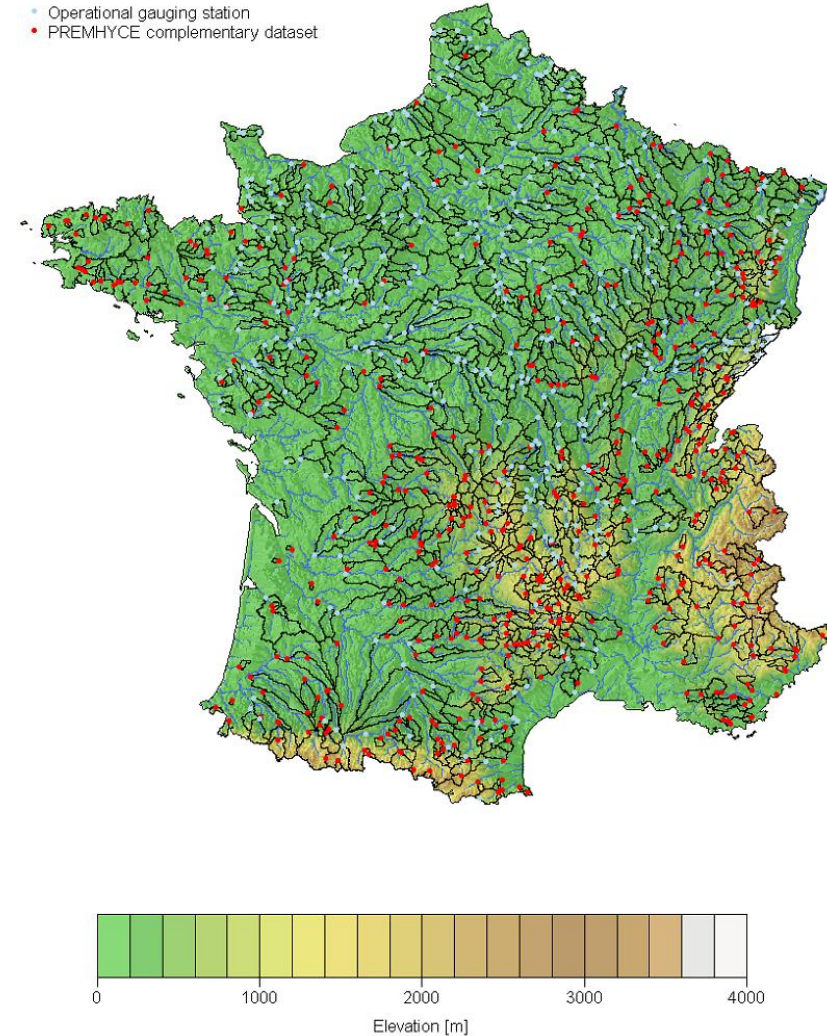


- Lumped conceptual models, except SIM model
- Daily time step
- Simple multi-model approach (mean of forecasts)

# ➤ Materials and methods

## • Catchments

- 464 catchments for 33 operational users - including 10 catchments in La Réunion Island (oversea)
- Almost 1000 catchments for nation-wide outlook (from 5 to 110 000 km<sup>2</sup>)
- Limited human influences
- Various hydrological regimes



# ➤ Materials and methods

- Observed data

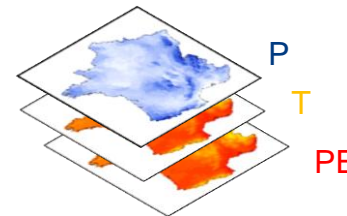
- Daily streamflow

- HYDRO database - <https://hydro.eaufrance.fr/>
    - API Hydrométrie - <https://hubeau.eaufrance.fr/page/api-hydrometrie>



- Daily climate variables from Météo-France

- SAFRAN climate reanalysis (1958 – today)



- Forecast meteorological scenario

- Historic climatic data (SAFRAN reanalysis, more than 60 members, to generate ensemble streamflow prediction - ESP)
    - 90-day lead time
  - ECMWF forecasts processed by Météo-France (51 members)
    - 15-day lead time
  - No-precipitation scenario (worst case scenario)



# ➤ Real-time forecast

- Computation time (1000 catchments) : 25 min.

- Text files and summary PDF sheets

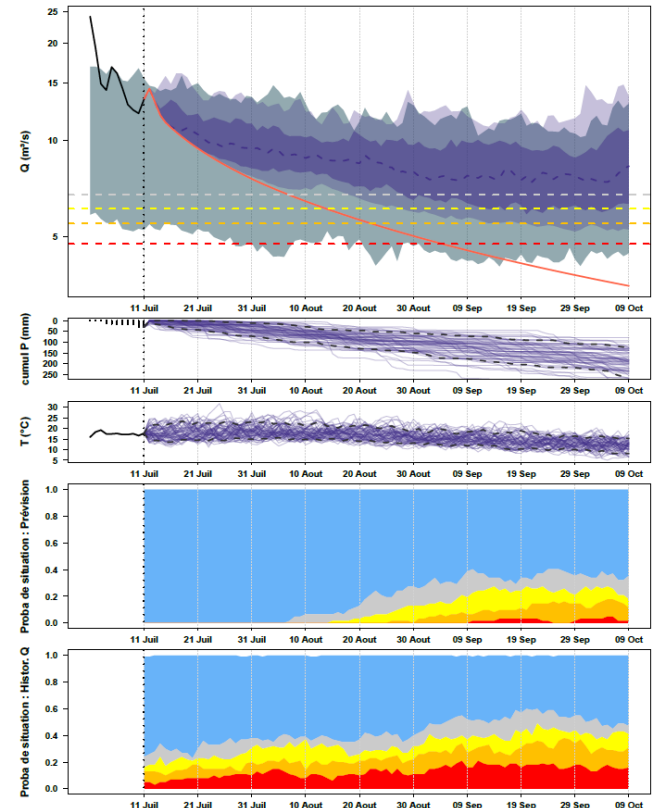
- For each model + multi-model
- For each catchment
- For both ECMWF and ESP scenario

```

1 Date:Membre:jp1:jp2:jp3:jp4:jp5:jp6:jp7:jp8:jp9:jp10:jp11:jp12:jp13:jp14:jp15
2 20210331;cf:15912;14545;14080;13624;13431;13371;13374;13404;13441;13474;13500;13532;14028;14770;19202
3 20210331;pf1:15912;14389;13685;13354;13235;13221;13254;13303;13353;13396;13429;13450;13459;13458;13447
4 20210331;pf2:15912;14678;14414;13850;13594;13494;13473;13466;13512;13538;13858;14362;14201;14413;14855
5 20210331;pf3:15912;14543;14075;13621;13429;13369;13373;13403;13440;13473;13499;13515;13520;13516;13503
6 20210331;pf4:15912;14441;13817;13445;13301;13272;13294;13337;13383;13423;13453;13472;13480;13478;13466
7 20210331;pf5:15912;14641;14320;13787;13548;13460;13445;13463;13492;13520;13542;13554;13557;13551;13536
8 20210331;pf6:15912;14373;13645;13327;13216;13206;13241;13293;13344;13388;13421;13443;13453;13452;13442
9 20210331;pf7:15912;14576;14156;13676;13469;13399;13397;13423;13457;13489;13513;13528;13533;13528;13989
10 20210331;pf8:15912;15216;15759;14741;14222;13965;13845;13794;13777;13773;13771;13767;14033;14472;14304
11 20210331;pf9:15912;14472;13895;13498;13340;13301;13318;13357;13400;13513;13664;13970;14480;14890;15715
12 20210331;pf10:15912;14469;13887;13493;13336;13298;13316;13355;13399;13437;13466;13484;13491;13488;13476
13 20210331;pf11:15912;14395;13701;13365;13244;13227;13259;13307;13357;13400;13432;13452;13462;13460;13450
14 20210331;pf12:15934;14626;14180;13693;13481;13409;13405;13430;13464;13495;13519;13533;13538;13532;13802
15 20210331;pf13:15912;14650;14344;13803;13560;13469;13452;13469;13497;13787;14236;14252;14826;16004;17239
16 20210331;pf14:15912;14542;14071;13618;13427;13368;13372;13402;13507;13731;13849;14319;15451;15758;15484
17 20210331;pf15:15912;14942;15075;14292;13907;13731;13660;13642;13646;13657;13666;13670;13665;13654;13634
18 20210331;pf16:15912;14626;14283;13762;13530;13446;13434;13454;13484;13513;13535;13548;13552;13546;13531
19 20210331;pf17:15912;14606;14233;13728;13506;13428;13420;13442;13474;13504;13527;13540;14314;15547;15131
20 20210331;pf18:15912;15527;16532;15241;14568;14220;14044;13957;13916;13896;13883;13870;13853;13831;13804
21 20210331;pf19:15912;14828;14790;14102;13773;13630;13581;13576;13589;13967;14662;14617;14671;15101;15105
22 20210331;pf20:15912;14979;15169;14353;13951;13763;13686;13663;13665;13673;13681;13683;13678;14030;16050
23 20210331;pf21:15912;14574;14152;13673;13467;13398;13396;13422;13456;13488;13513;13527;13532;13527;13514
24 20210331;pf22:15912;14702;14475;13891;13623;13517;13491;13501;13525;13549;13568;13579;13580;13573;13557
25 20210331;pf23:15912;14637;14310;13780;13543;13456;13442;13461;13490;13518;13540;13553;13556;13550;13535
26 20210331;pf24:15922;14568;14088;13630;13436;13374;13377;13407;13443;13477;13502;13518;13523;13518;13505
27 20210331;pf25:15912;14536;14056;13608;13419;13362;13367;13398;13436;13470;13496;13512;13517;13513;13500
28 20210331;pf26:15912;14448;13836;13458;13311;13279;13300;13342;13387;13427;13456;13475;13483;13481;13469
29 20210331;pf27:15912;14373;13645;13327;13216;13206;13241;13293;13344;13388;13421;13422;15066;16682;16570
30 20210331;pf28:15912;14373;13645;13327;13216;13206;13241;13293;13344;13388;13421;13443;13453;13452;13519
31 20210331;pf29:15912;14449;13838;13460;13312;13280;13301;13343;13388;13427;13457;13476;13484;13481;13470
32 20210331;pf30:16040;15407;15646;14670;14176;13933;13822;13777;13763;13761;13758;13749;13733;13710
33 20210331;pf31:15912;15220;15768;14747;14226;13968;13847;13796;13779;13774;13773;13768;13758;13933;14578
34 20210331;pf32:15912;14448;13834;13456;13310;13278;13300;13342;13387;13426;13456;13475;13483;13480;13469
    
```

Fiche de synthèse de résultats en prévision temps réel

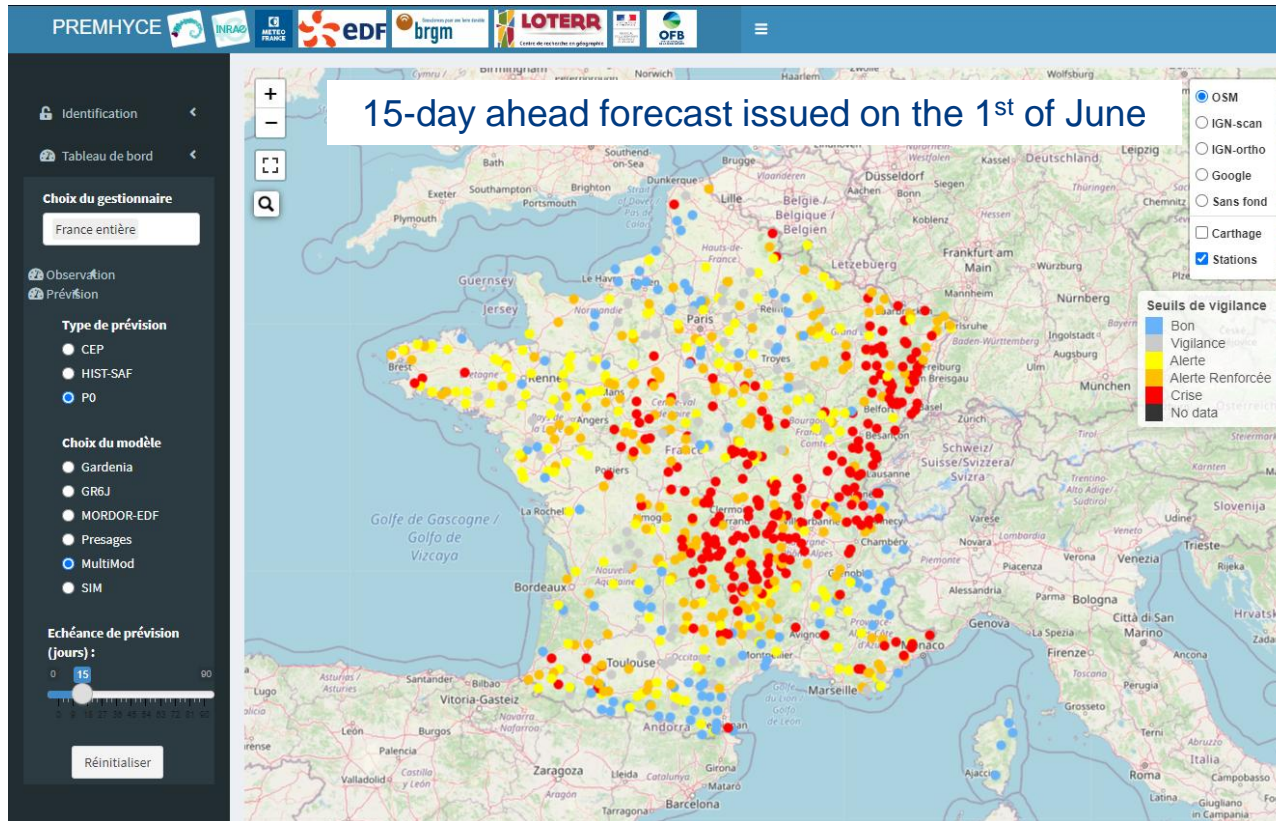
Bassin : La Serre à Pont à Bucy	Code HYDRO	N7162010		Source PREV	HIST_SAF
Modèle Hydro	CRUJ	Date de prévision	11/07/2021		Echecance prev. (jours)
Seuils	Vigilance (m³/s) : 6.76	Alerte (m³/s) : 6.11	Alerte renf (m³/s) : 5.50	Crise (m³/s) : 4.75	





# ➤ Visualisation platform

- <https://sunshine.inrae.fr/app/premhyce> (restricted access)



- Selection of gauging stations
- Monitoring or forecast mode
- ECMWF or ESP
- Selection of a hydrological model
- Slider for forecasting lead time

# ➤ Visualisation platform

- <https://sunshine.inrae.fr/app/premhyce> (restricted access)

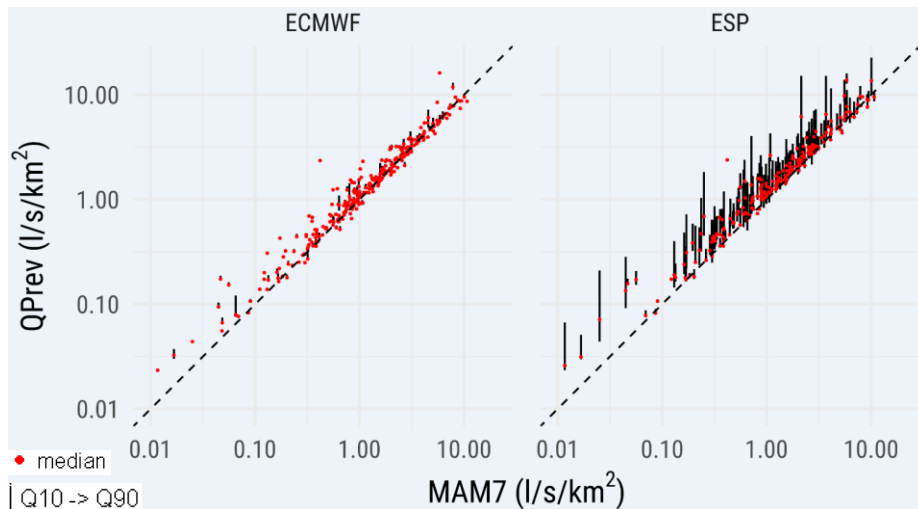
The screenshot displays the Sunshine platform interface. On the left is a dark sidebar with navigation options: 'Identification', 'Tableau de bord', 'Choix du gestionnaire' (set to 'France entière'), 'Observation', and 'Prévision'. Under 'Type de prévision', 'CEP' is selected. Under 'Choix du modèle', 'MultiMod' is selected. The 'Echéance de prévision (jours)' is set to 14. The main area is a map of France with a 14-day ahead forecast issued on the 1st of June using the ECMWF scenario. A legend indicates vigilance levels: Bon (blue), Vigilance (light blue), Alerte (yellow), Alerte Renforcée (orange), Crise (red), and No data (black). A tooltip for station Y2035010 shows: 'La Vis à Saint-Laurent-le-Minier', 'Bon : 11.8', 'Vigilance : 5.9', 'Alerte : 82.4', 'Alerte Renforcée : 0', and 'Crise : 0'. On the right, a table lists stations with columns for 'Code', 'Nom', and 'Gestionnaire'. Below the table is a grid of green buttons for PDF sheets, such as 'Gardenia | CEP Y2035010' and 'GR6J | CEP Y2035010'. Two black arrows point from the map area to the PDF sheet buttons.

Probability to be under threshold

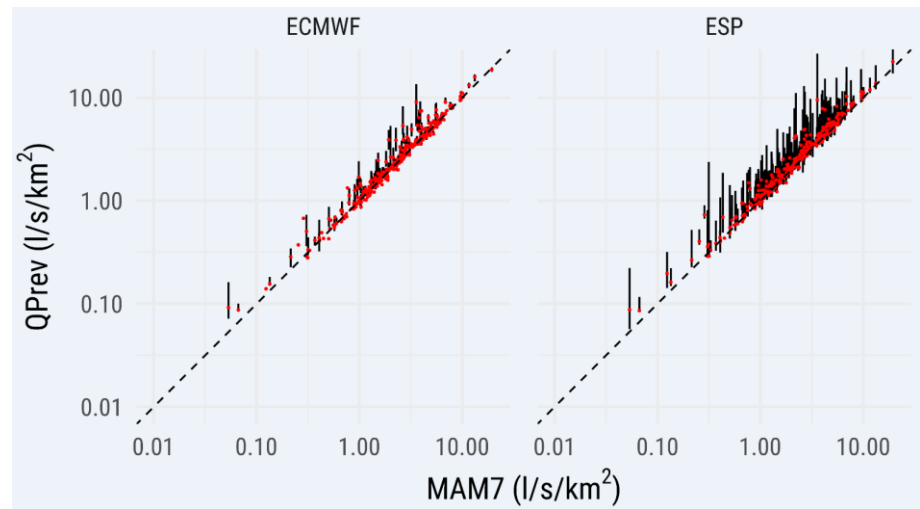
Link to PDF sheets

# ➤ Some results

- MAM7 : mean annual minimum for 7 days
  - Relatively good forecasts
  - Tendency to overestimation
  - ECMWF performs better than ESP



2020



2021



# ➤ Anticipation maps (work in progress)

Prévision multi-modèle hydrologique obtenue à partir des prévisions météorologiques numériques émises par le CEPMMT  
Prévision du 30/04/2022, valable pour les 7 prochains jours



Météorologie:  
Cetle carte présente les évolutions de débits prévues par le plateforme PREMMHYCE à partir d'une modélisation multi-modèles.

Le niveau d'une station observée ou prévu est défini à partir du seuil réglementaire et est exprimé. En l'absence de seuils réglementaires, des seuils statistiques sont calculés pour la station.  
Dans ce cas, un point noir est tracé au centre du repère.

Les seuils statistiques sont calculés à partir des débits observés basés sur 3 jours depuis le 01/01/2000.

L'Etat observé est défini par la moyenne des débits observés sur 3 derniers jours.

L'Etat prévu est défini de la sorte:  
1) Les débits prévus sont basés sur 3 jours dans la fenêtre - J+1 à J+3 pour les stations issues du CEPMMT.  
- J+1 à J+3 pour l'ensemble de la cartographie SAPRAN et la prévision saisonnière de l'ensemble France.  
2) Les probabilités de non-passagement de ces débits basés sont calculées.  
3) L'Etat de la station est défini au sein de la zone basé sur le seuil médiane des débits basés pour les différents scénarios.

L'évolution est définie par la différence de l'Etat observé et l'Etat prévu: à la hausse, stable ou à la baisse.

**Evolution prévue**

▲ Tendances à la hausse  
■ Stable  
▼ Tendances à la baisse

● Pas de données

**Niveau des débits prévus**

● Bon

○ Moyennement bas

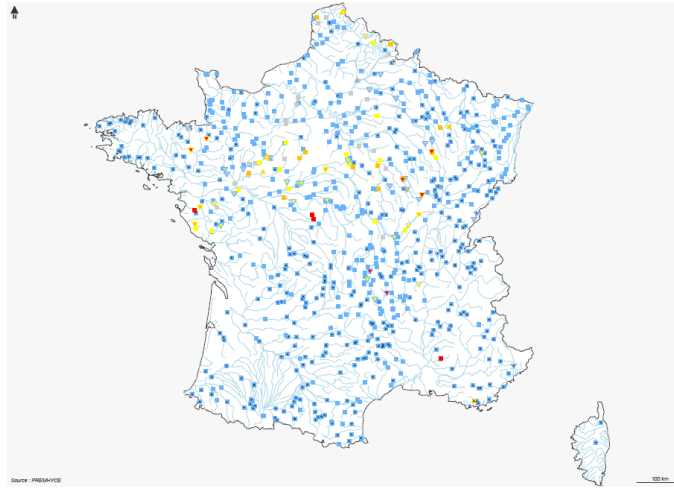
● Bas

● Très bas

● Exceptionnellement bas

● Pas de données

● Seuil statistique



Source: PREMMHYCE  
Contact: premmhyce@brgm.fr  
Instant de prévision: 30/04/2022  
Horizon de prévision: 7 jours  
SAPRAN France  
Interface web PREMMHYCE: surveillance.brm.fr

ND: Les données de débits observés proviennent des réseaux hydrologiques des services de l'Etat (DREAL, DDT), ainsi que leurs partenaires (collectivités territoriales, gestionnaires d'ouvrages hydrauliques, concessionnaires...). Il s'agit de données temps réel, et d'échelles, et d'unités, susceptibles d'être modifiées, et d'être actualisées sans préavis.

Prévision multi-modèle hydrologique obtenue à partir d'un ensemble d'observations historiques météorologiques (1958-2021)  
Prévision du 30/04/2022, valable pour les 31 prochains jours



Météorologie:  
Cetle carte présente les évolutions de débits prévues par la plateforme PREMMHYCE à partir d'une modélisation multi-modèles.

Le niveau d'une station observée ou prévu est défini à partir du seuil réglementaire et est exprimé. En l'absence de seuils réglementaires, des seuils statistiques sont calculés pour la station.  
Dans ce cas, un point noir est tracé au centre du repère.

Les seuils statistiques sont calculés à partir des débits observés basés sur 3 jours depuis le 01/01/2000.

L'Etat observé est défini par la moyenne des débits observés sur 3 derniers jours.

L'Etat prévu est défini de la sorte:  
1) Les débits prévus sont basés sur 3 jours dans la fenêtre - J+1 à J+3 pour les stations issues du CEPMMT.  
- J+1 à J+3 pour l'ensemble de la cartographie SAPRAN et la prévision saisonnière de l'ensemble France.  
2) Les probabilités de non-passagement de ces débits basés sont calculées.  
3) L'Etat de la station est défini au sein de la zone basé sur le seuil médiane des débits basés pour les différents scénarios.

L'évolution est définie par la différence de l'Etat observé et l'Etat prévu: à la hausse, stable ou à la baisse.

**Evolution prévue**

▲ Tendances à la hausse  
■ Stable  
▼ Tendances à la baisse

● Pas de données

**Niveau des débits prévus**

● Bon

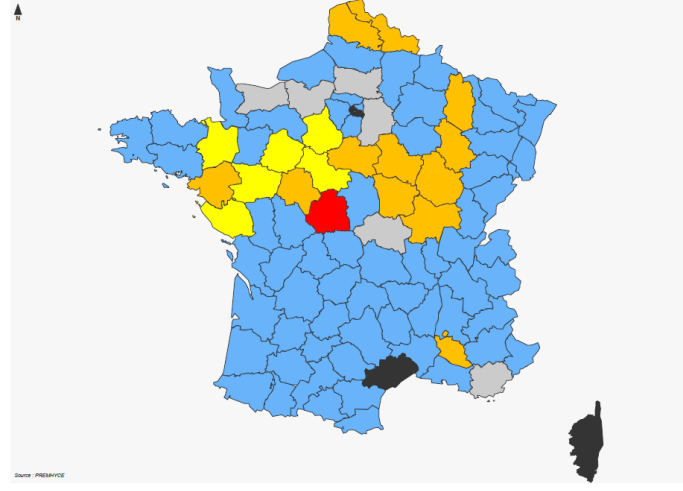
○ Moyennement bas

● Bas

● Très bas

● Exceptionnellement bas

● Pas de données



Source: PREMMHYCE  
Contact: premmhyce@brgm.fr  
Instant de prévision: 30/04/2022  
Horizon de prévision: 31 jours  
SAPRAN France  
Interface web PREMMHYCE: surveillance.brm.fr

ND: Les données de débits observés proviennent des réseaux hydrologiques des services de l'Etat (DREAL, DDT), ainsi que leurs partenaires (collectivités territoriales, gestionnaires d'ouvrages hydrauliques, concessionnaires...). Il s'agit de données temps réel, et d'échelles, et d'unités, susceptibles d'être modifiées, et d'être actualisées sans préavis.

## • At gauging station scale:

- 7-day forecast lead time for local management (ECMWF)
- Update every week

## • At administrative department scale:

- 1-month forecast lead time (ESP)
- Update every month

## ➤ Conclusion and perspectives

- PREMHYCE : an operational tool for low-flow forecasting
  - 5 hydrological models + simple multi-model approach
- Real-time update of hydroclimatic database
- Daily forecasts for almost 1000 catchments using ECMWF and ESP scenario
- Dynamic visualisation platform
- Good estimation of mean annual minimum for 7 days
- Anticipation map at gauging station and administrative department scales

## ➤ Perspectives

- Tool to evaluate model calibration (visualisation, criteria...)
- Seamless meteorological forecasts (from one day to several months)
- Human influences
- Uncertainties quantification

- CIPRHES research project



- 2021 – 2025
- Funded by the French national research agency (ANR)
- Site web : <https://www6.inrae.fr/ciprhes> - Twitter : [@ACiprhes](https://twitter.com/ACiprhes)





## ➤ Perspectives

- Related communications during IAHS 2022 Scientific Assembly :  
[Seamless meteorological forecast production and evaluation towards hydrological decision-making in France : CIPRHES project](#)  
*Talardia Gbangou & al.*

### [Low flow characterization and forecasting in a non-stationary context](#)

*Hajar El Khalfi & al. (Poster)*

### [Integrated chain for the hydrometeorological forecasting of low flows and droughts in France. The CIPRHES project](#)

*Charles Perrin & al. (Poster)*

The CIPRHES project is funded by the French National Research Agency (grant ANR-20-CE04-0009-03). The PREMHYCE platform receives funds from the French Biodiversity Agency (OFB) and the Ministry for ecology (MTE)

# Thank you!



Durance River (France) downstream the La Saule dam, Sept. 2019  
© Mickael Lagouy, INRAE, 2019

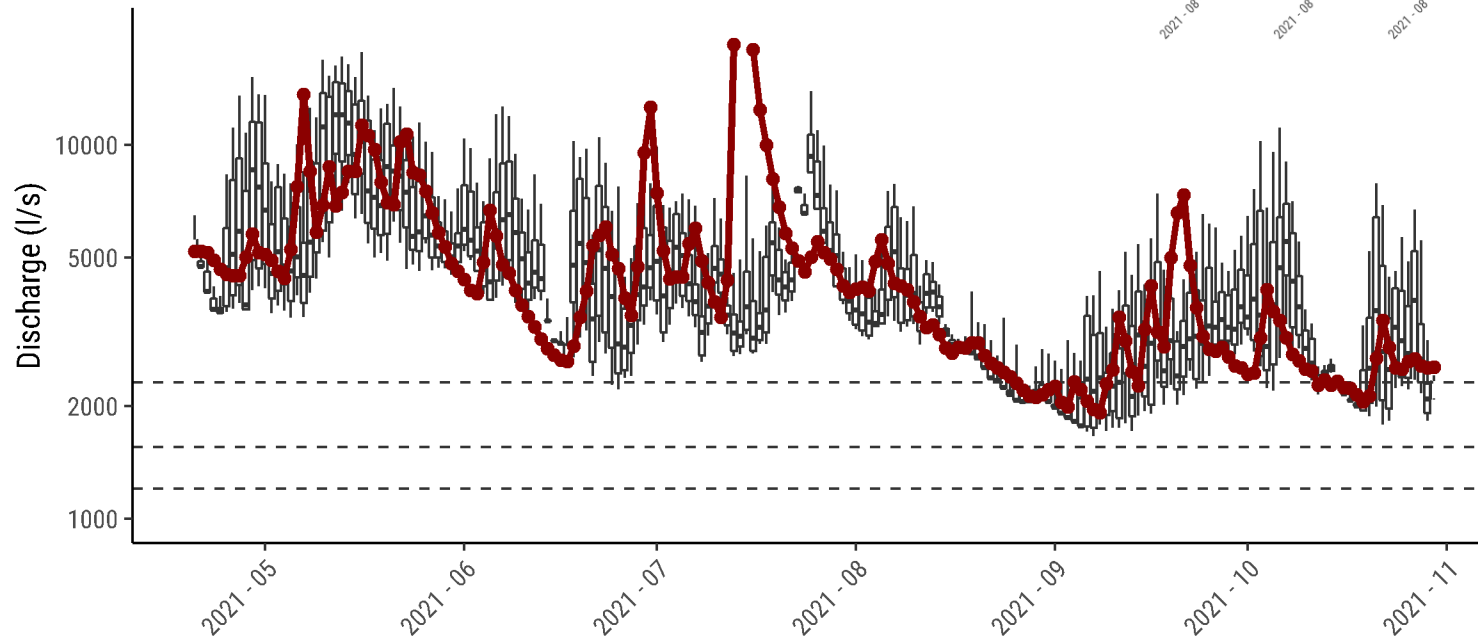
Contact : [premhyce@inrae.fr](mailto:premhyce@inrae.fr)

# ANNEXES

# ► Some results

- L5101810 - Gartempe River at Folles (567 km<sup>2</sup>)
- Mean annual streamflow: 7.9 m<sup>3</sup>/s

MultiMod - L5101810 - 10j - ECMWF



MultiMod - L5101810 - 10j - ECMWF

