



## ➤ Low-flow forecasting in France Update on the latest developments of the PREMHYCE operational forecast platform

Bourgin, F., Tilmant, F., Véron, A.-L., Besson, F., François, D., Le Lay, M., Nicolle, P., Perrin, C., Rousset, F., Thiéry, D., Willemet, J.-M., Magand, C., and Morel, M.

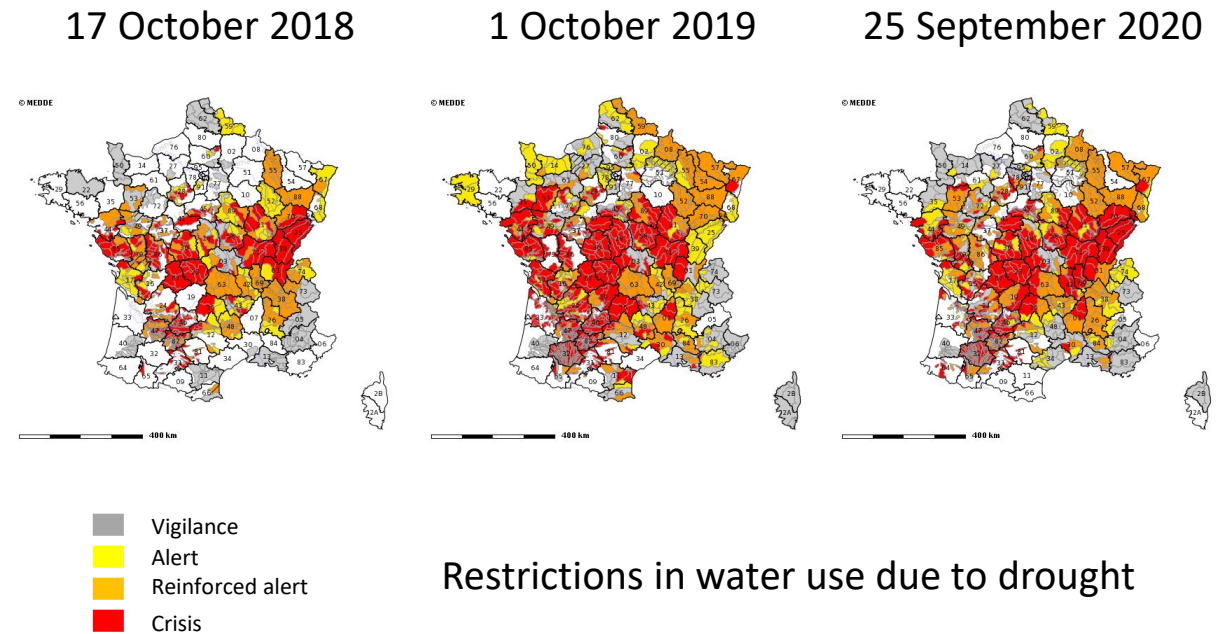
EGU21-2856 - <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-2856>

premhyce@inrae.fr

## ➤ Motivation

Early anticipation of low-flow periods is needed to improve water management

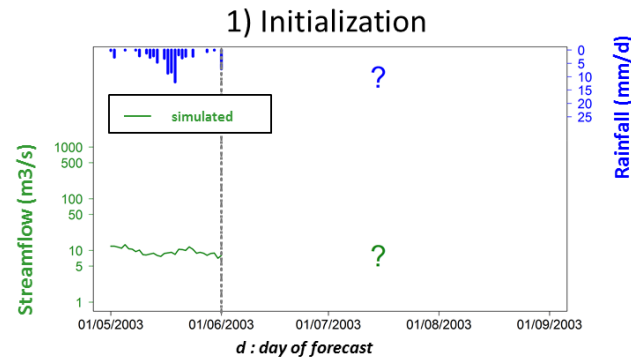
- In France in 2013: 73% of total withdrawals from rivers
- Water uses affected by water shortages in rivers
- Climate change: perspectives of more severe summer low flows
- Lack of forecasting tool at national scale



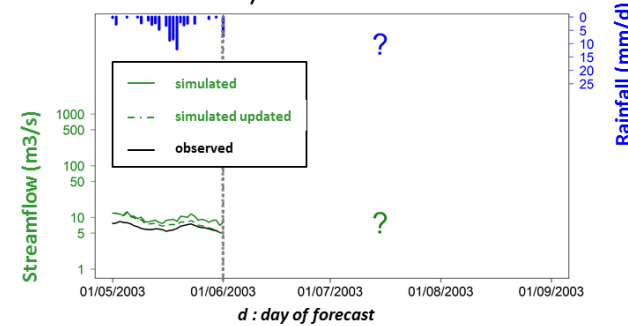
# ➤ How to forecast low flows using hydrological models?

## 1. Initialization

- Streamflow simulation by the model over a past period prior to the date  $d$ , using climate observations over this period.
- At time  $d$  : available model state variables, resulting from the integration of past conditions and representing the basin's potential to generate runoff



## 2) Assimilation



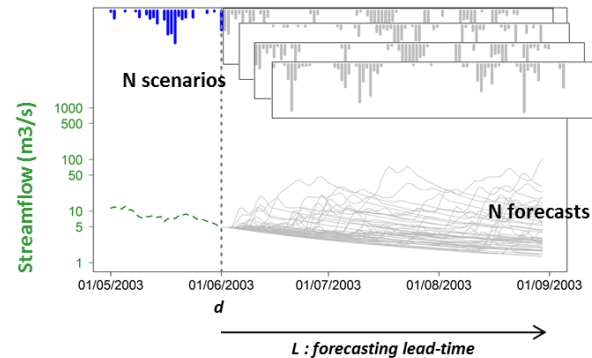
## 2. Assimilation (also called updating)

- Use of the observed streamflow data to correct the model errors at time  $d$ , typically a difference between the observed and simulated values of flow at this time
- Appropriate assimilation approaches to minimize these errors, for example by updating model internal states, thereby generating an updated state vector
- This step of assimilation is not systematically implemented in all models

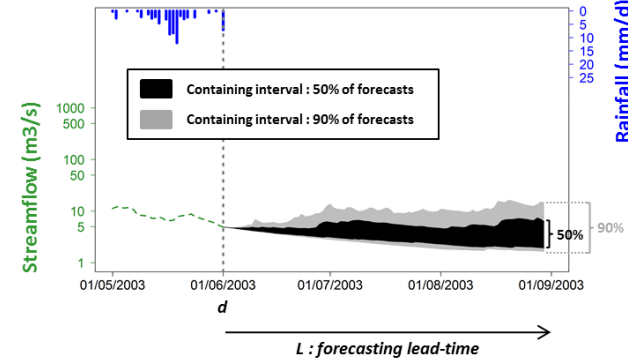
## 3. Forecast

- From the previously determined initial conditions, model simulations of streamflows over the forecast period, using a weather forecast scenario derived or a climate archive
- Simulation of future streamflow from  $d+1$  to  $d+L$
- Step repeated for each available scenario, starting each time with the same initial conditions at  $d$
- An ensemble of streamflow forecasts is generated, each member of this set being relative to a given scenario.

## 3) Forecast



## 4) Statistics

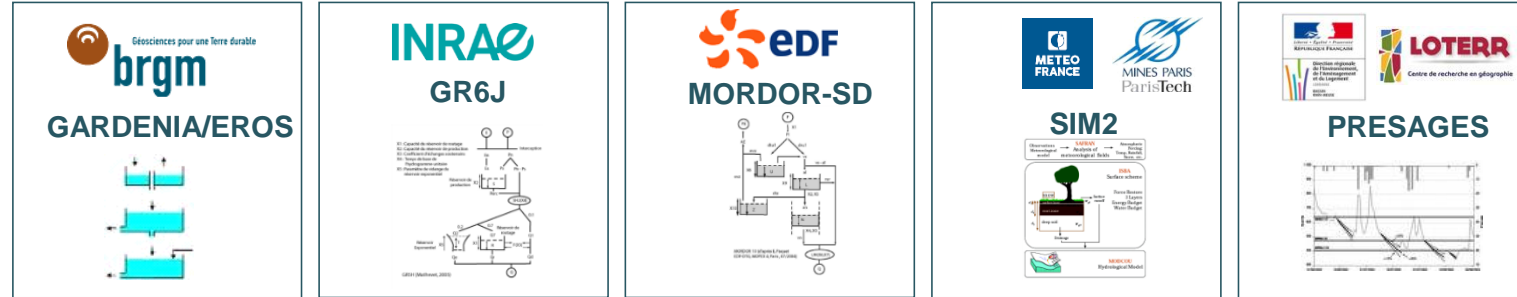


## 4. Statistical processing

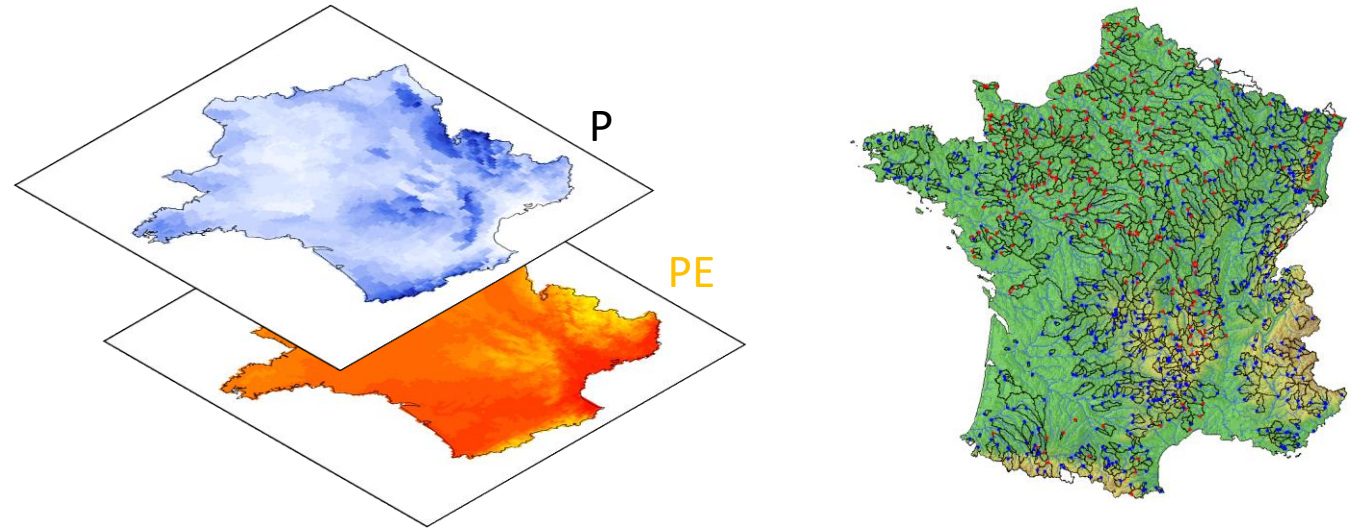
- Statistical analysis of the members of the hydrological forecast to determine probabilities of being under low-flow thresholds
- Post-processing approaches to correct the observed average model bias over a long time period (e.g. a systematic overestimation of low flows)

## ➤ Data and hydrological models

- 5 hydrological models
- Simple multi-model approach



- Observed data
  - Daily streamflow from national database with real time updates
  - Daily climate variables from Météo-France with real time updates
- Forecast scenario
  - Traditional ESP – 90-day horizon
  - ECMWF forecasts processed by Météo-France – 14-day horizon



312 catchments for 22 operational users

More than 800 catchments (various regimes) for nation-wide outlook

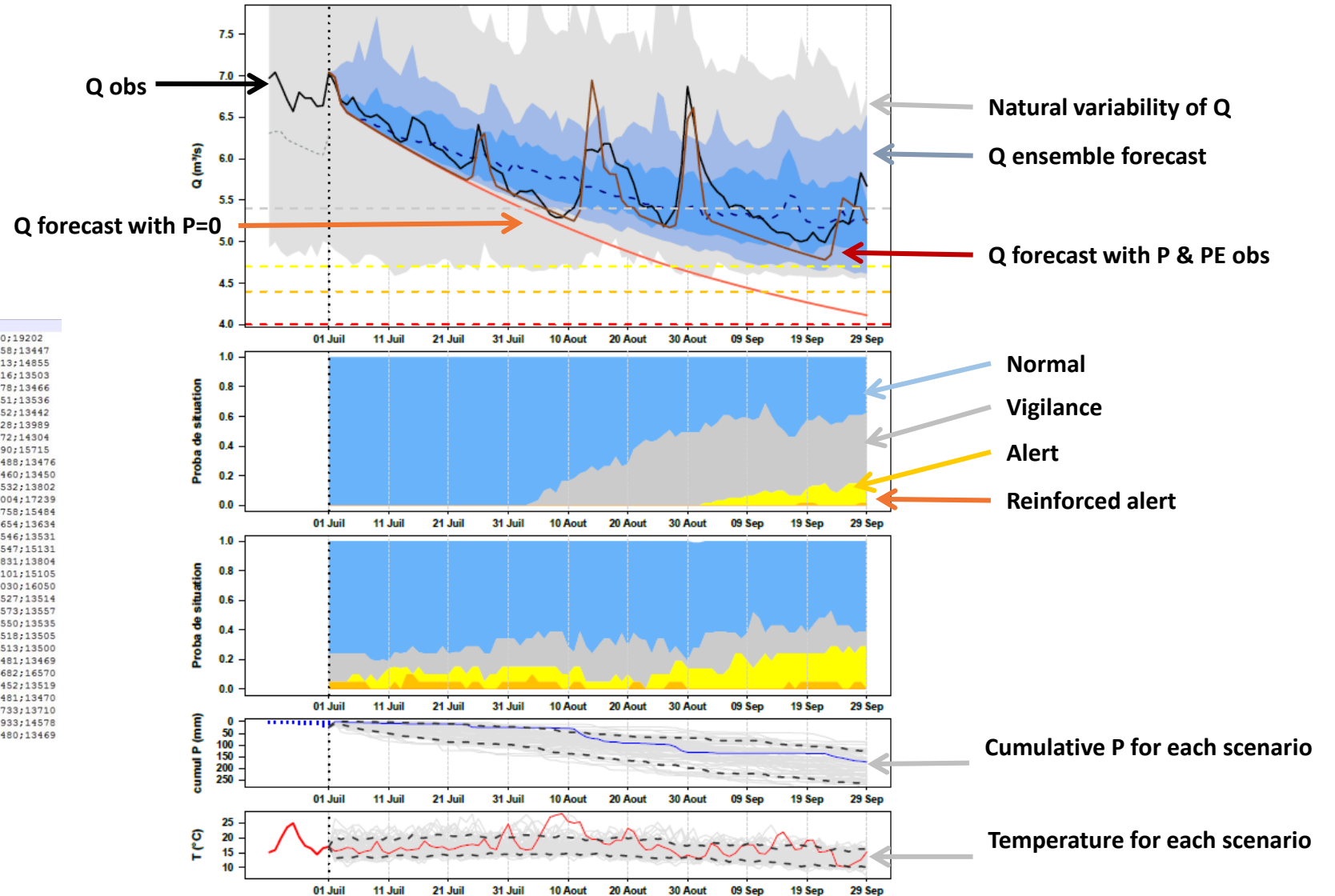
# Summary sheet for a catchment and a model

## ➤ Real-time forecast results

Bassin : La Bresle à Ponts-et-Marais [Pont...	Code HYDRO	G0402020	Source PREV	HIST-SAF
Modele hydro	GR6J	Date de prevision	01/07/2020	Echeance prev. (jours)
Seuils	Vigilance (m³/s) : 5.40	Alerte (m³/s) : 4.70	Alerte ref (m³/s) : 4.40	Crise (m³/s) : 4.00

## Summary sheets and text files

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;13396;13429;13450;13458;13458;13447
4	20210331;pf2;15912;14678;14414;13850;13594;13494;13473;13486;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;15912;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;13477;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;15912;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;13722;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;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

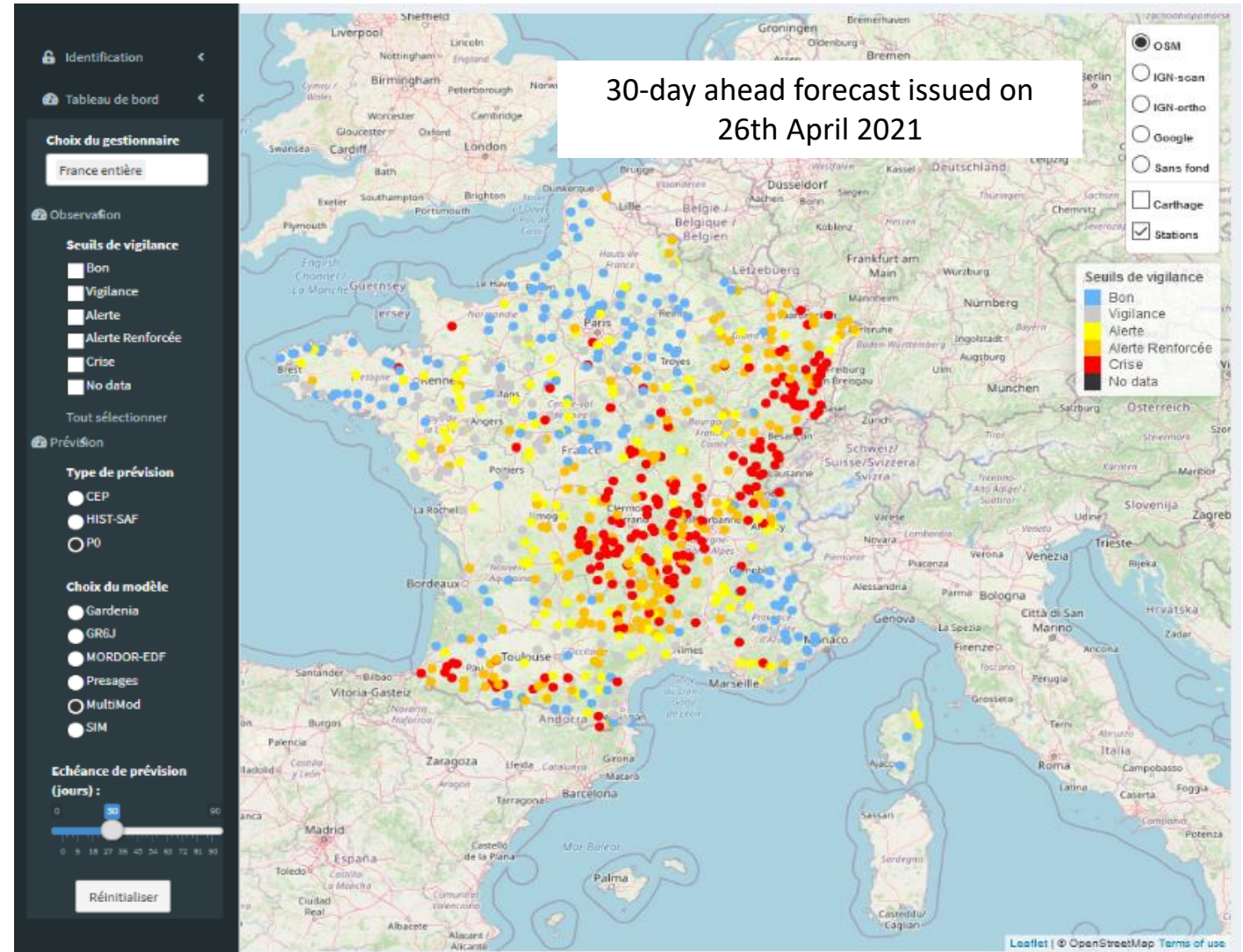


## ➤ Real-time forecast results

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

### Shiny app for visualisation

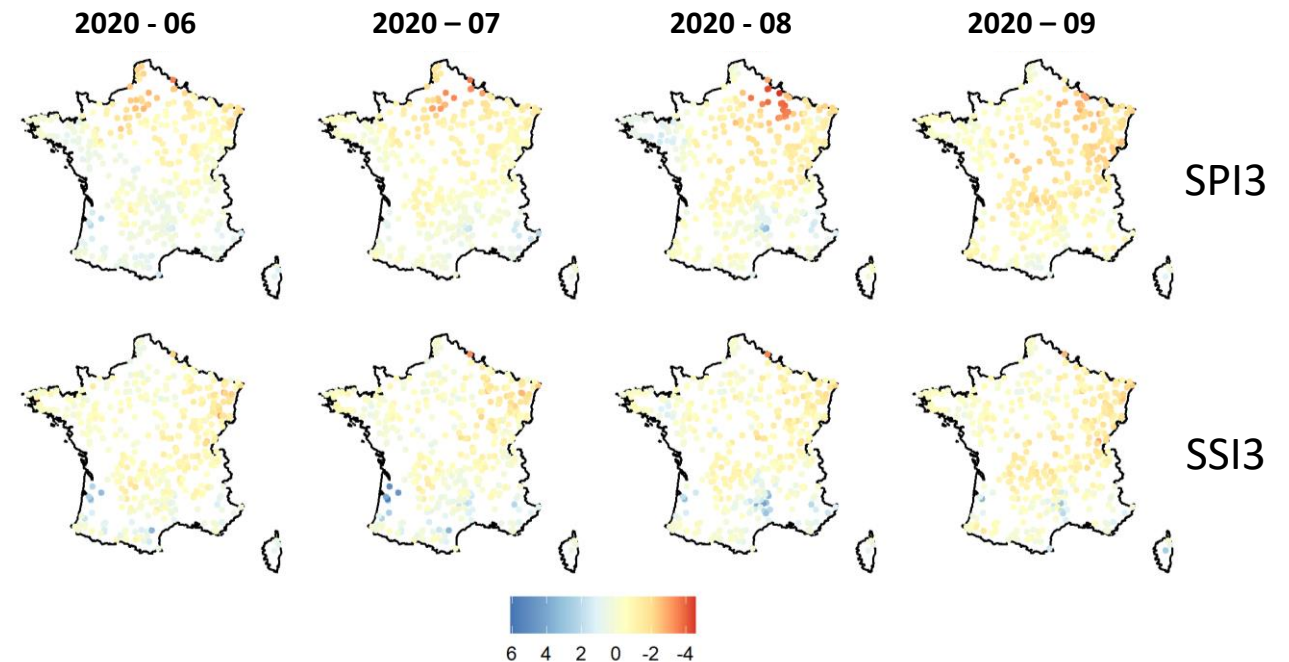
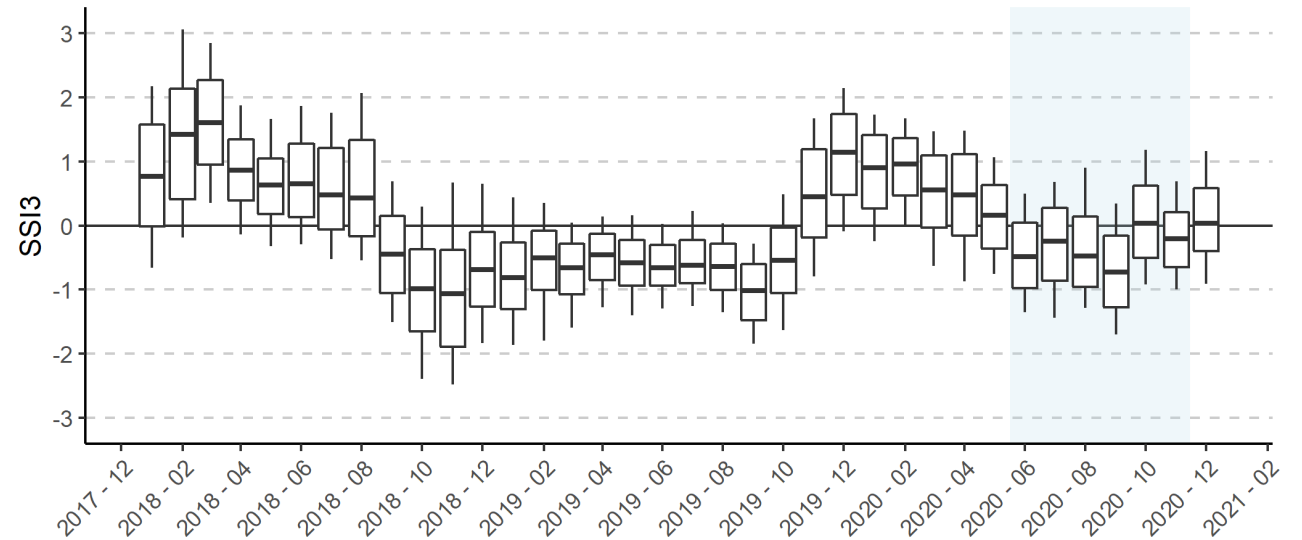
- Selection of gauging stations for each user
- Monitoring or forecasting
- ECMWF or ESP
- Selection of a hydrological model
- Slider for forecasting horizon



## ➤ Recent drought periods

### Standardized Index for Precipitation (SPI) and Streamflow (SSI) – 414 catchments

- 2020 Precipitation: Moderately dry to extremely dry in the North
- 2020 Discharge: Moderately dry thanks to wet conditions in winter

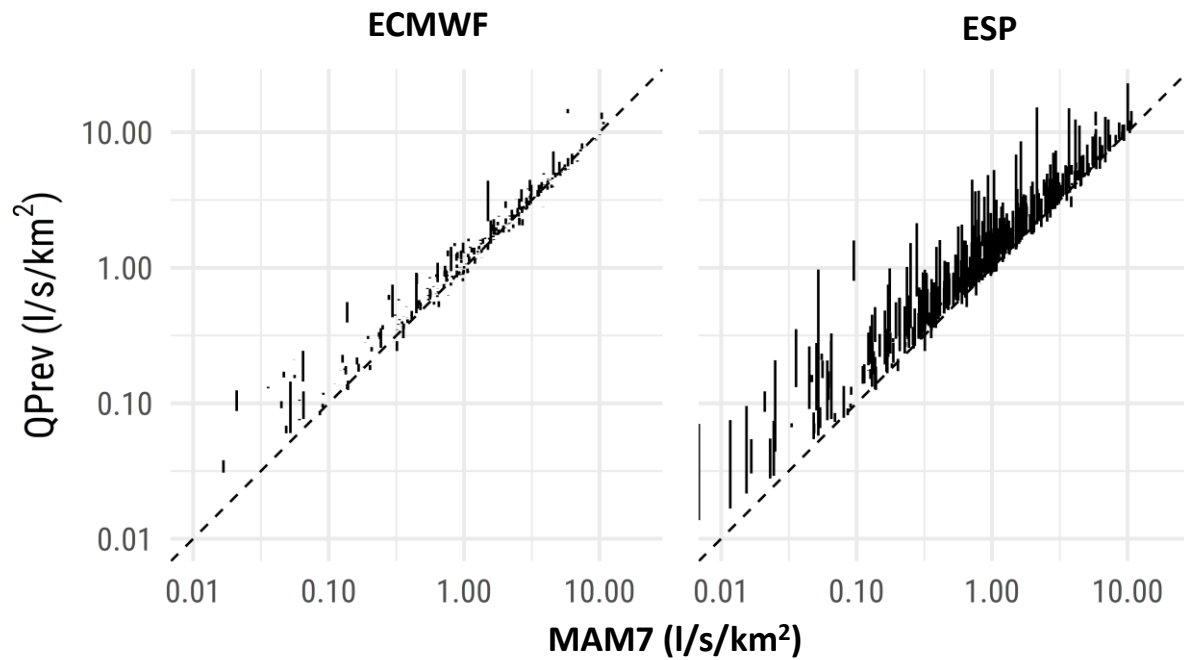


## ➤ 2020 drought

Performance assessment of the multi-model forecasting system – work in progress

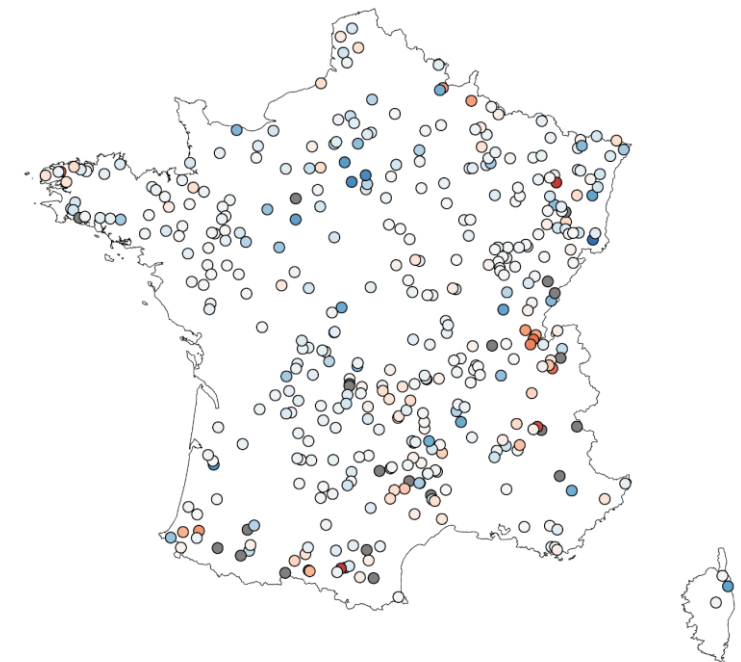
### MAM7 : mean annual minimum for 7 days

- Relatively good forecasts despite some overestimation
- ECMWF performs better than ESP

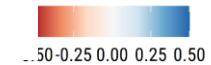


### MAM7 forecasts with ECMWF

- No clear regional pattern
- Failures for some catchments



MAM7 error (l/s/km<sup>2</sup>)





# ➤ Methodological developments in a new project

CIPRHES – French ANR project (2021 -2025) - <https://www6.inrae.fr/ciprhes>

