



Exploitation des lames d'eau radar : Retour sur 5 ans d'utilisation opérationnelle à la CNR

Graff B., CNR



Compagnie Nationale du Rhône
L'ÉNERGIE À L'ÉTAT PUR

Plan de l'exposé



- La CNR en bref
- Les besoins en prévision
- AEGIR
- Qualité des LE radar sur le bassin versant du Rhône
- Intégration des LE radar en entrée des modèles pluie-débit
- Cas de la crue du 23 octobre 2013
- Conclusions et perspectives



Compagnie Nationale du Rhône
L'ÉNERGIE À L'ÉTAT PUR

La CNR en bref

Créée en 1933, concessionnaire du Rhône en 1934, la CNR exploite et aménage le fleuve.

3 missions historiques :

- Production hydroélectrique
- Navigation
- Irrigation et autres usages agricoles

Aujourd'hui :

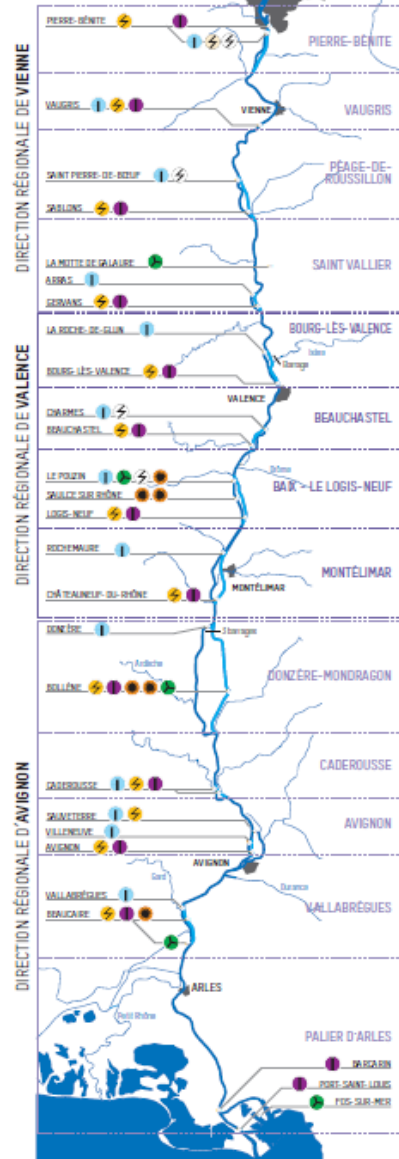
- CNR : producteur indépendant d'électricité
- 2^{ème} producteur français d'électricité
- 1^{er} producteur français d'électricité 100% renouvelable
- Puissance installée de 3338 MW
- Production moyenne annuelle de plus de 15 TWh issue du mix hydraulique, éolien et photovoltaïque



Aménagements de la CNR

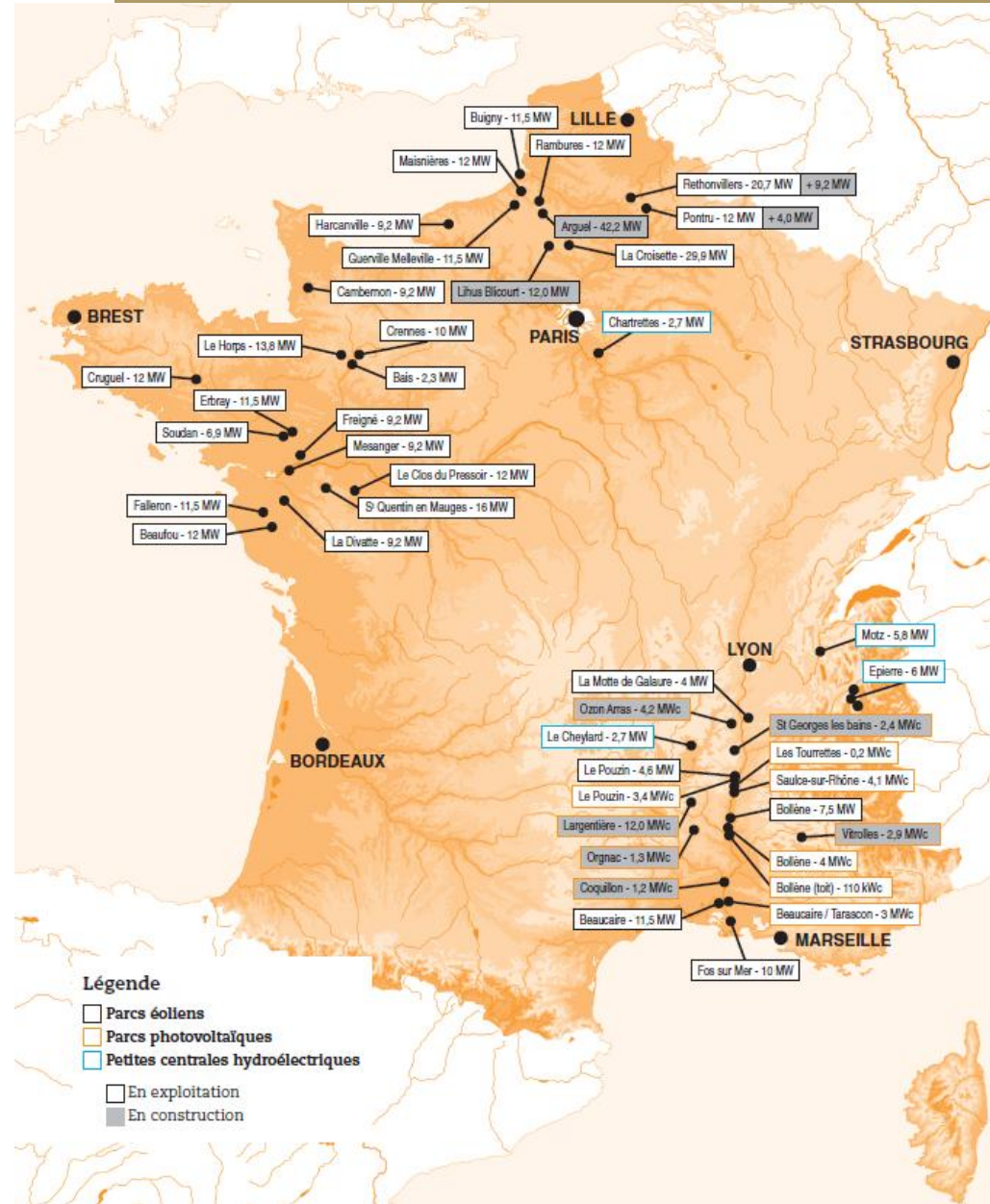
01/09/2013

VALLÉE DU RHÔNE



- 14 ÉCULES A GRAND GABARIT
- 3 ÉCULES DE PLAISANCE
- 19 BARRAGES
- ⚡ 19 CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES
- ⚡ 9 PETITES CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES (PCH) (dont 5 hors Vallée du Rhône)
- ⚡ 8 MINI-CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES
- ☀️ 27 PARCS ÉOLIENS (dont 22 hors Vallée du Rhône)
- ☀️ 6 CENTRALES PHOTOVOLTAÏQUES
- CANAUX AMÉNAGÉS

La CNR en bref





Les besoins en prévision

Anticipation des débits à différents horizons

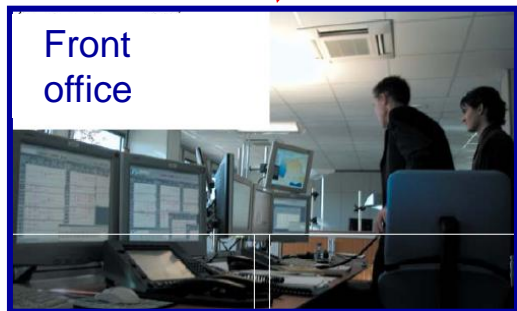
H+3 à J+1

H+1 à J+4

J à J+8



Réseau de
Transport
d'Electricité



Front
office

Valorisation de la
production



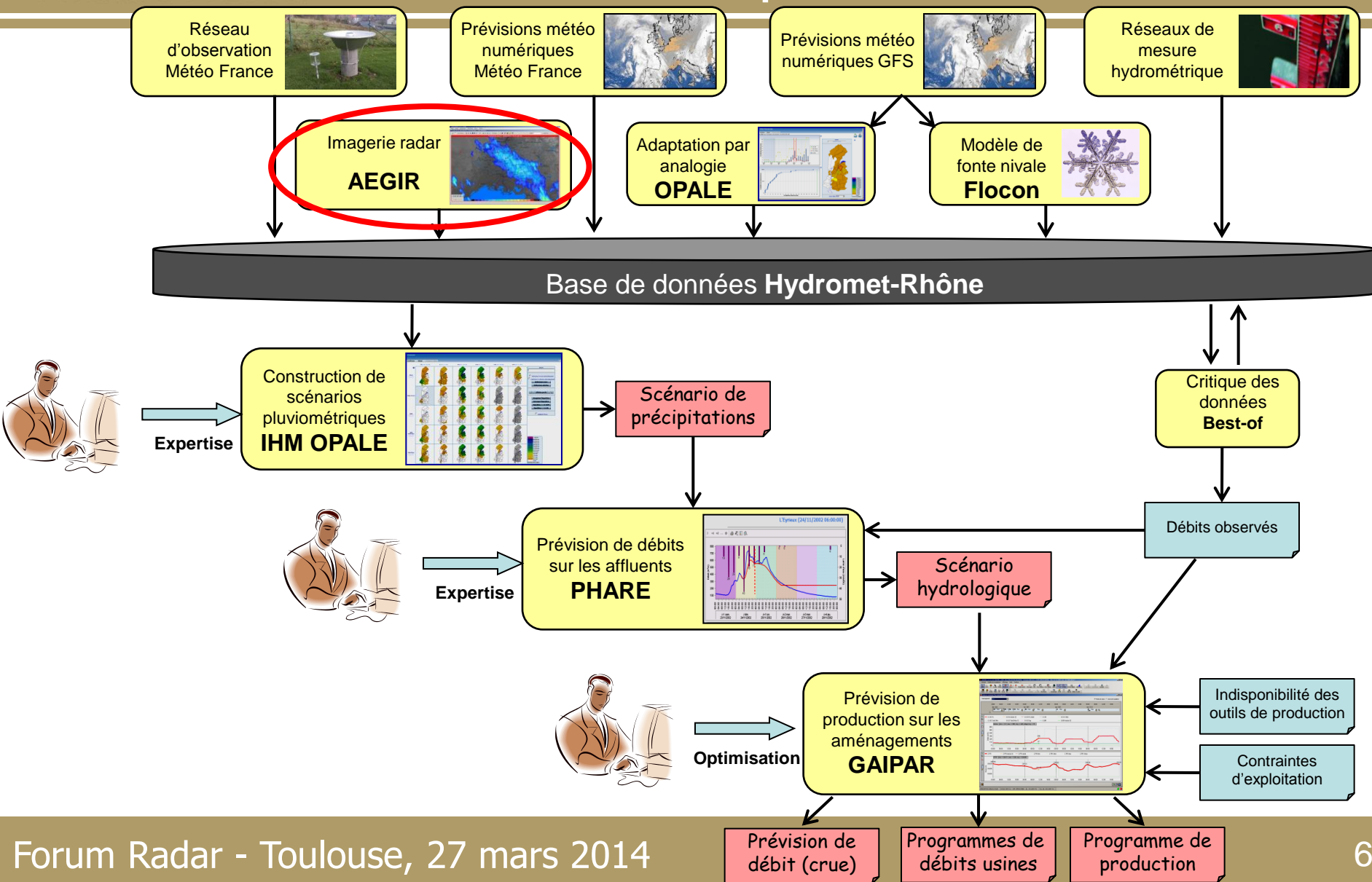
Optimisation
exploitation et
maintenance

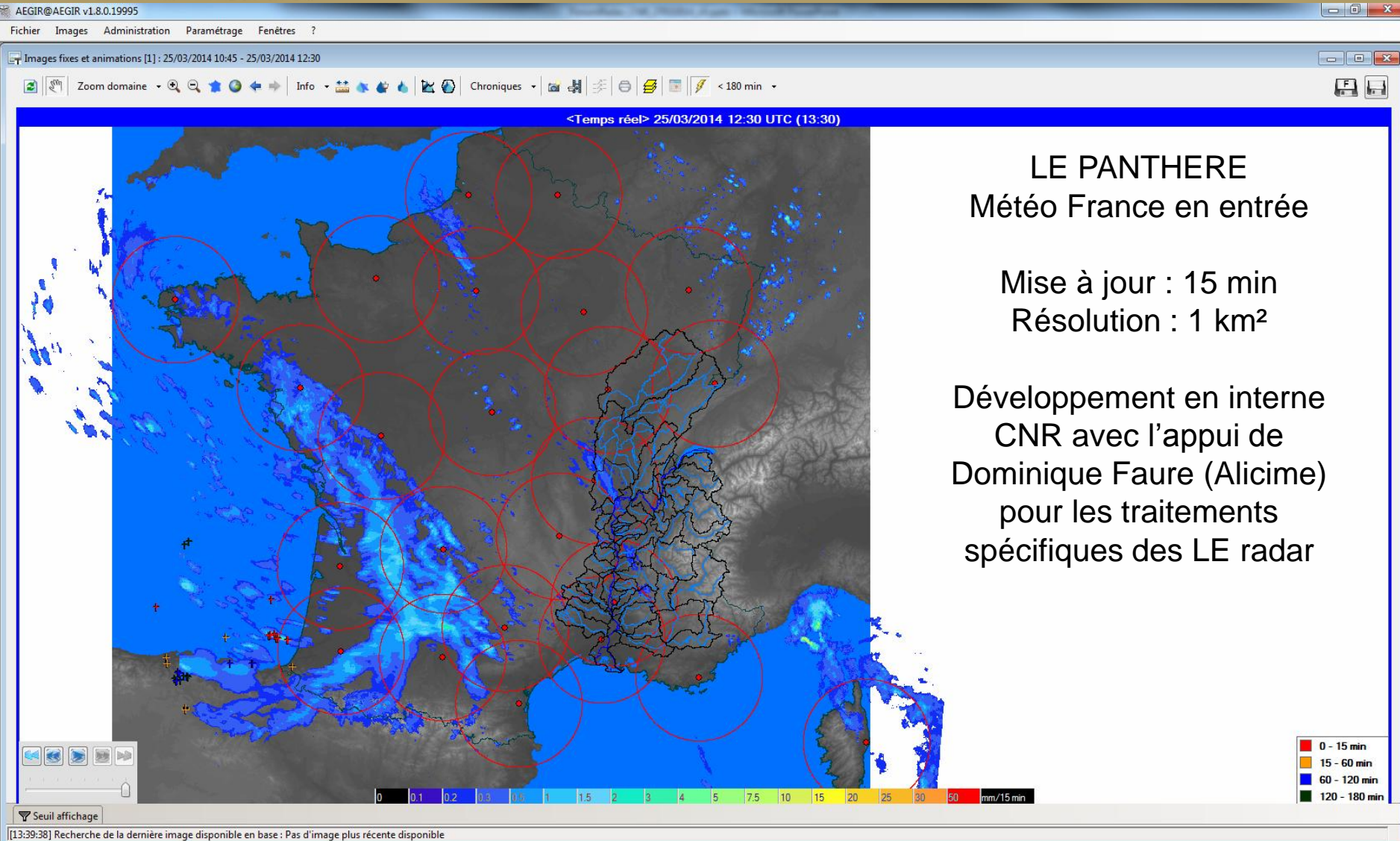


Sureté
hydraulique
(crues &
étiages)



Une chaîne d'outils de prévision sur mesure





LE PANTHERE Météo France en entrée

Mise à jour : 15 min
Résolution : 1 km²

Développement en interne
CNR avec l'appui de
Dominique Faure (Alicime)
pour les traitements
spécifiques des LE radar



Pourquoi cet outil ?

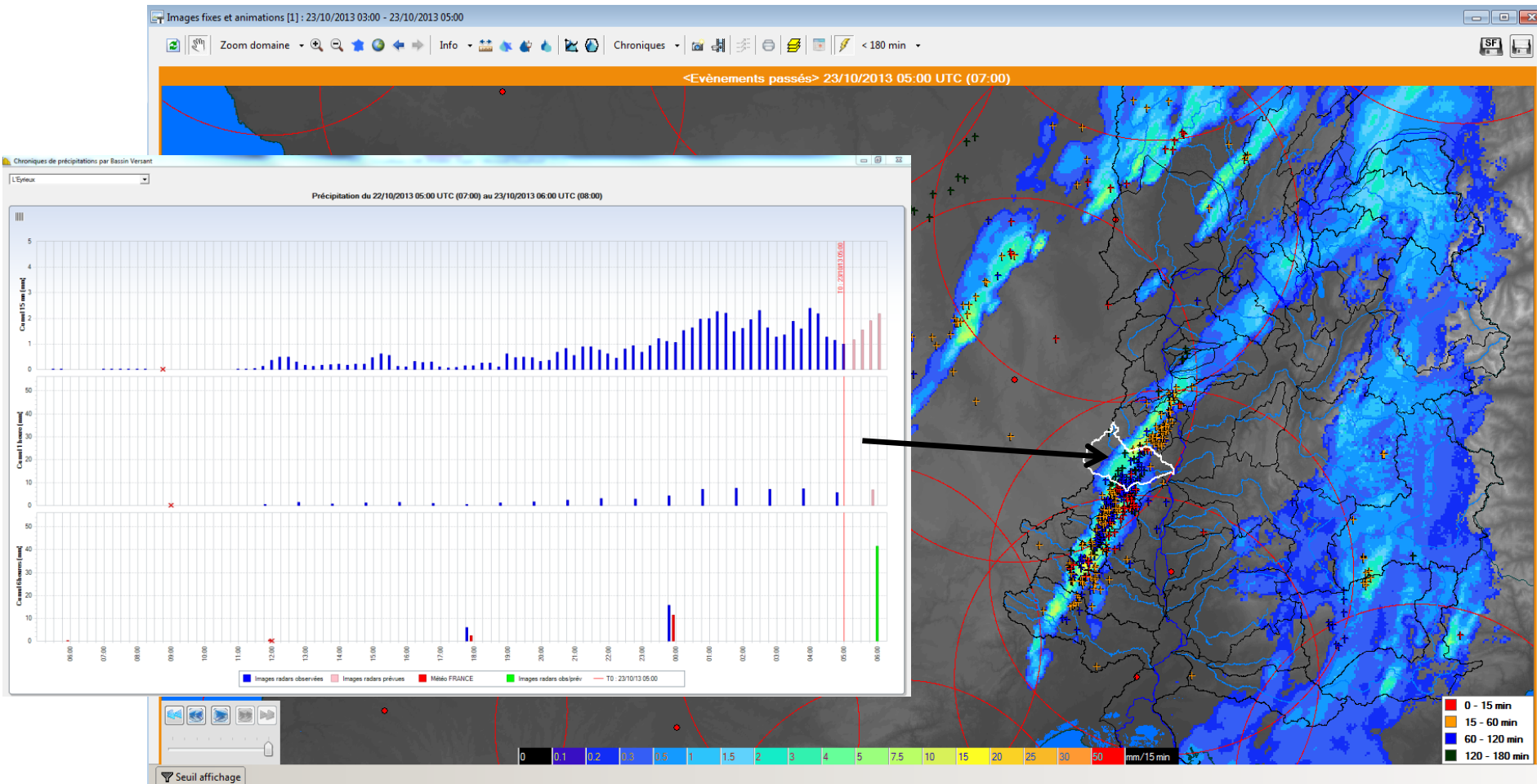
- Suivi en temps réel des débits et gestion opérationnelle des aménagements
- Besoin d'informations spatialisées et à pas de temps fin sur un grand territoire
- Volonté CNR d'exploiter les données radar...
- ... dans l'environnement du système d'information de la CNR (interfaçage avec les autres outils de la chaîne de prévision)

Principales fonctionnalités

- Géoréférencement, interface SIG, affichage et interrogation des couches SIG
- Prévision jusqu'à +1h par pas de 15 min
- Calcul des LE observées et prévues
- Détection de seuil, envoi de messages d'alerte
- Affichage des chroniques et de la qualité des LE radar / aux données sol
- Modes : temps réel, événements passés, cumuls, image fixe et animation, séquence d'images observées ou prévues
- Export (images, vidéos, vers SIG)
- ...

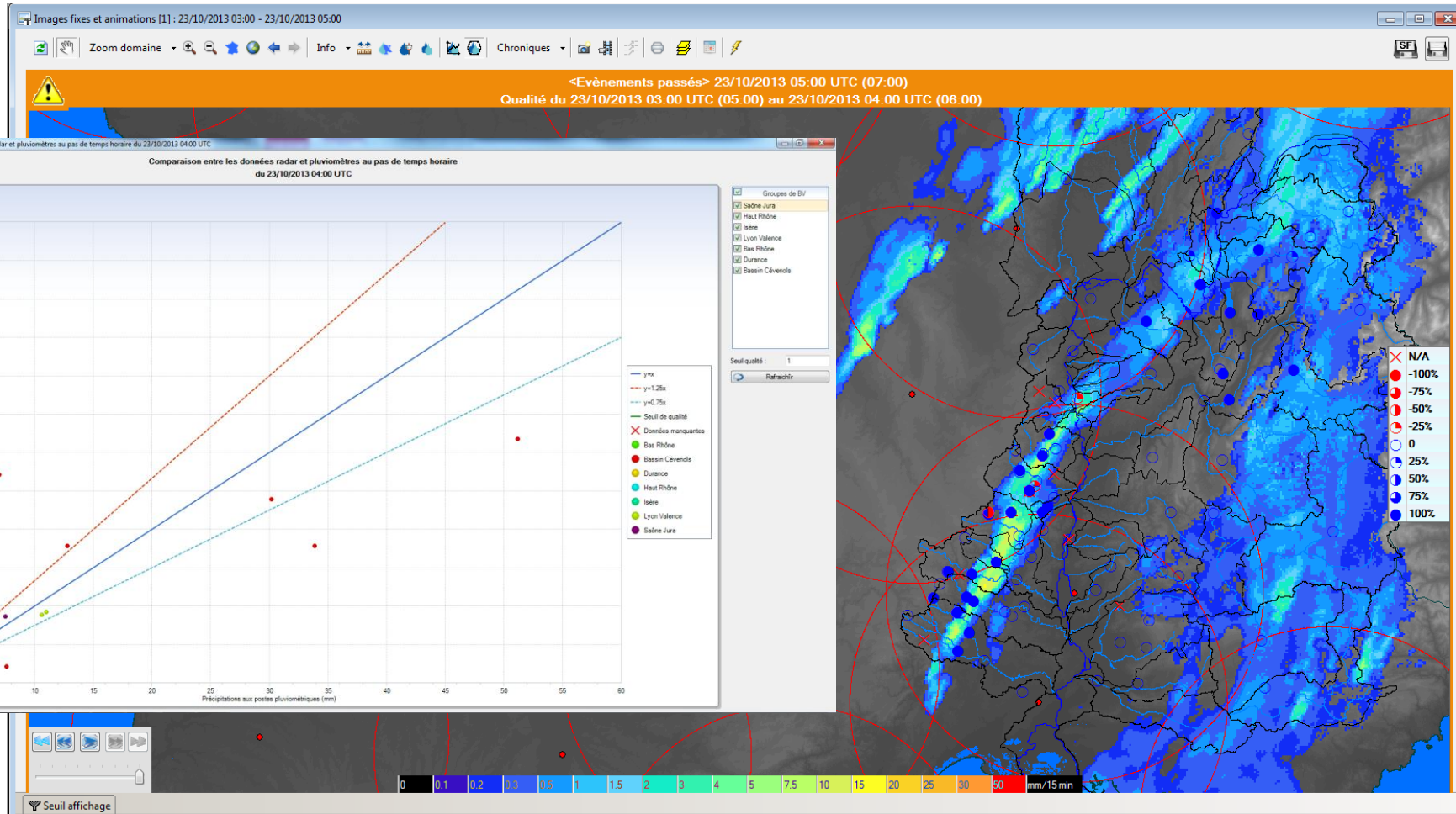


Chronique de LE radar

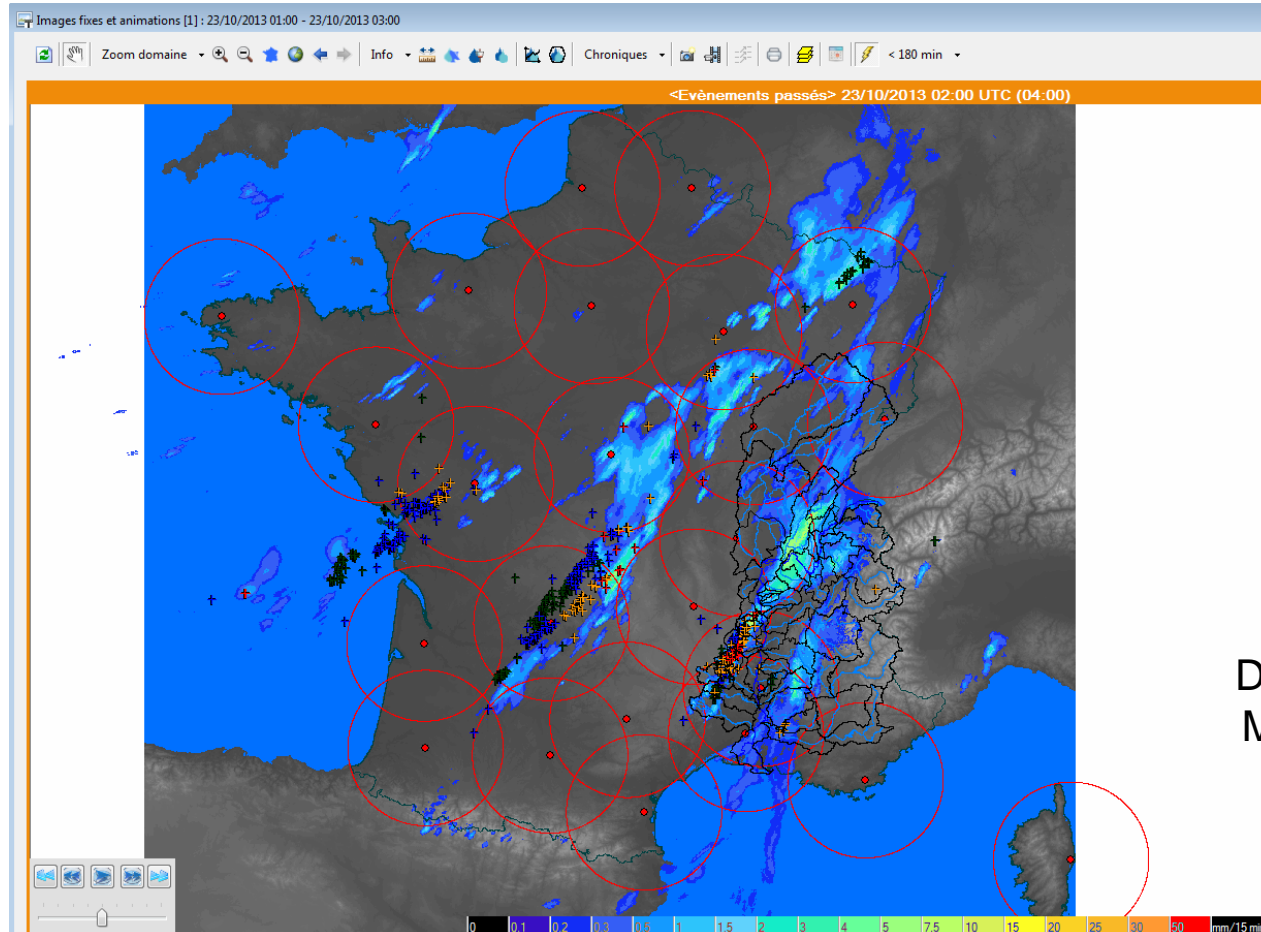




Qualité des LE radar en temps réel



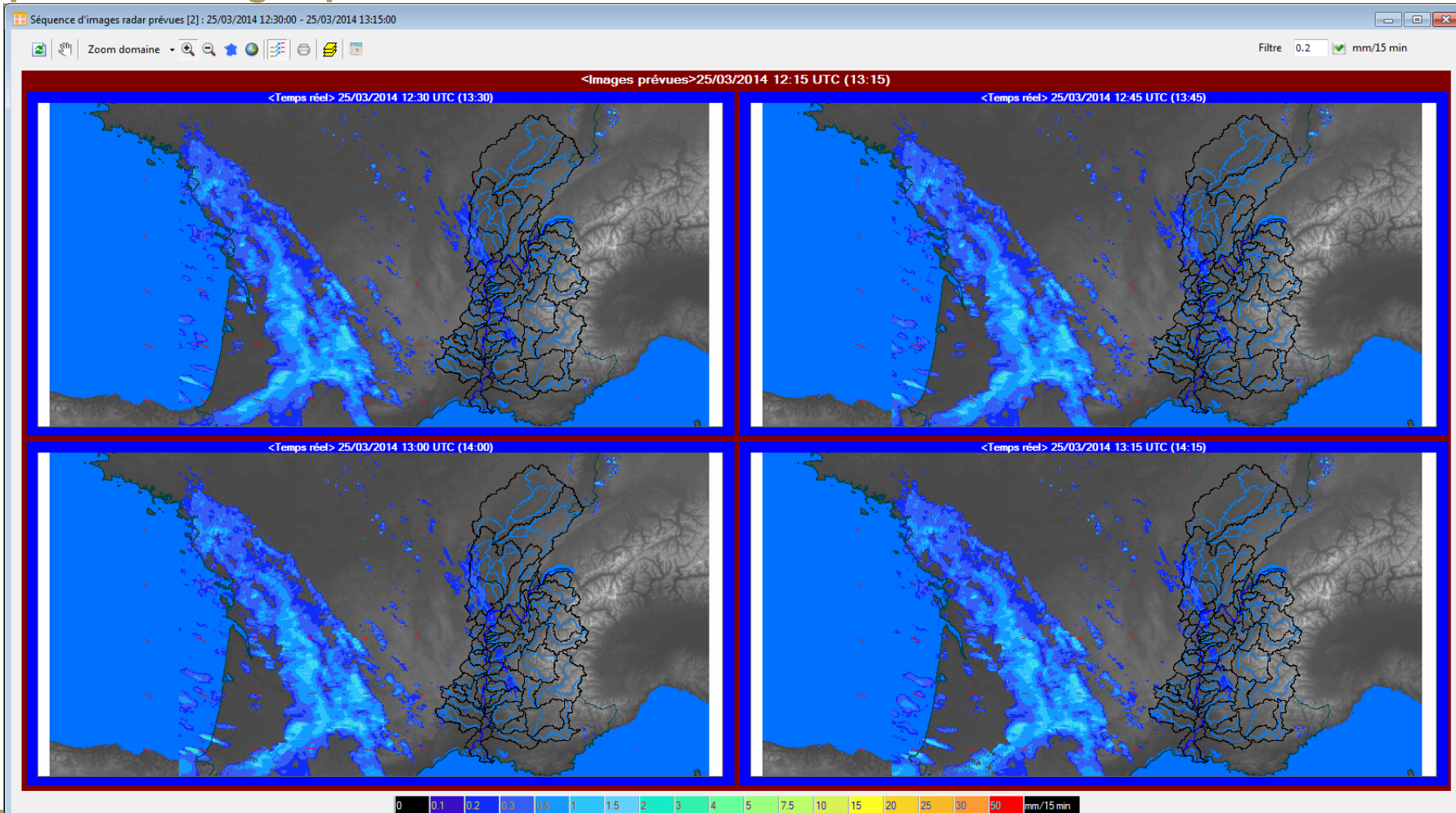
Affichage de la foudre



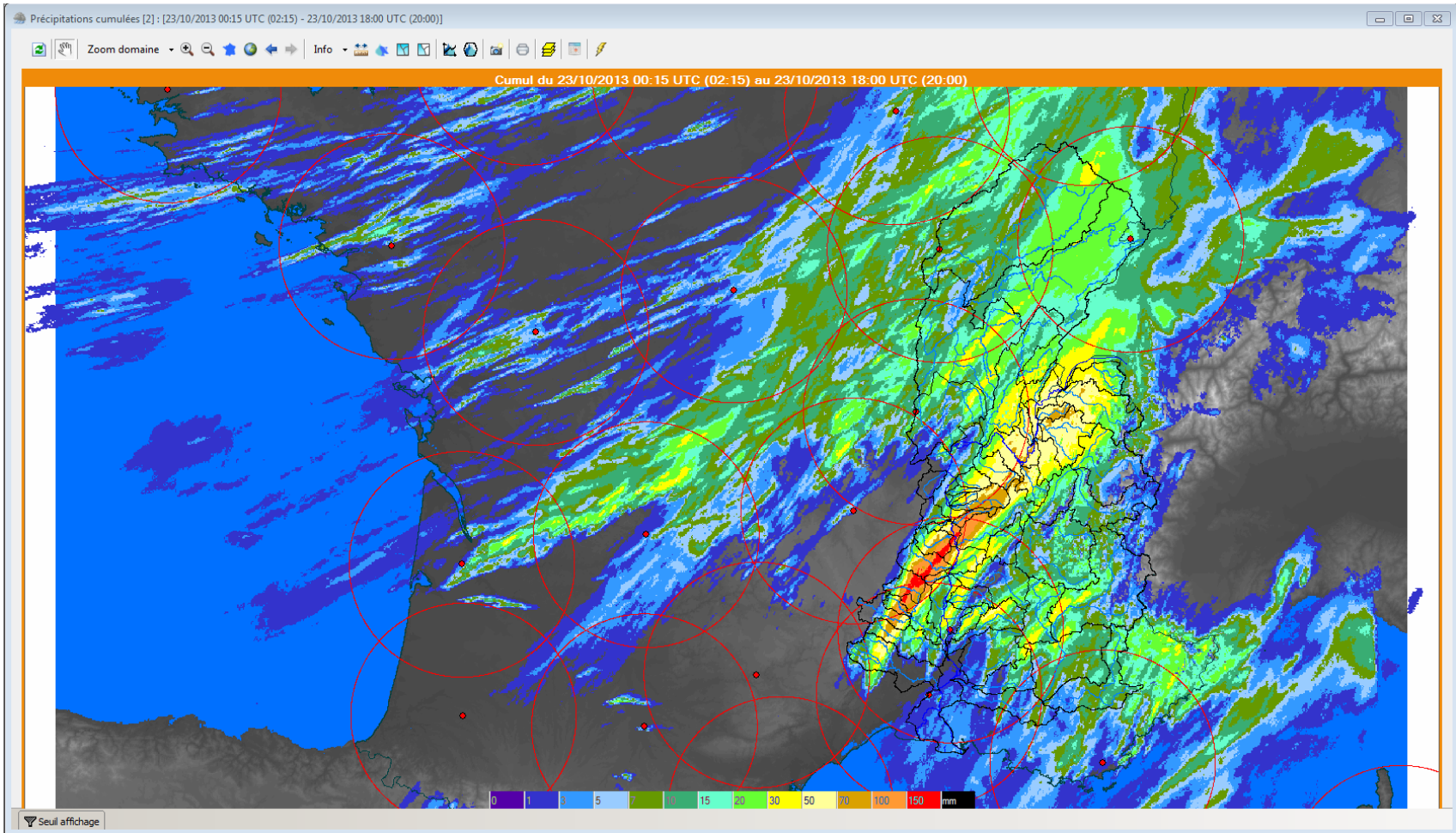
Données Météorage
Mise à jour : 15 min



Séquence d'images prévues



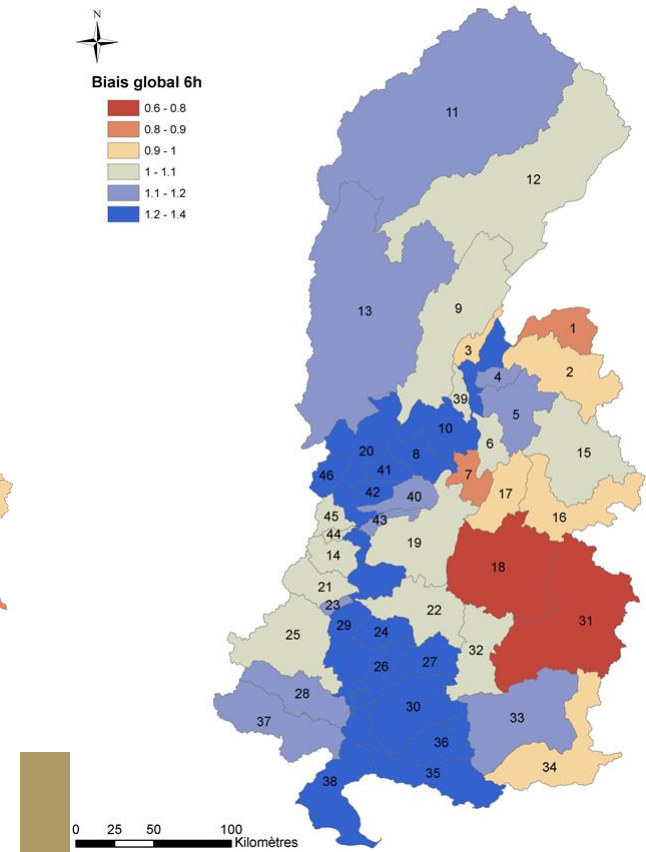
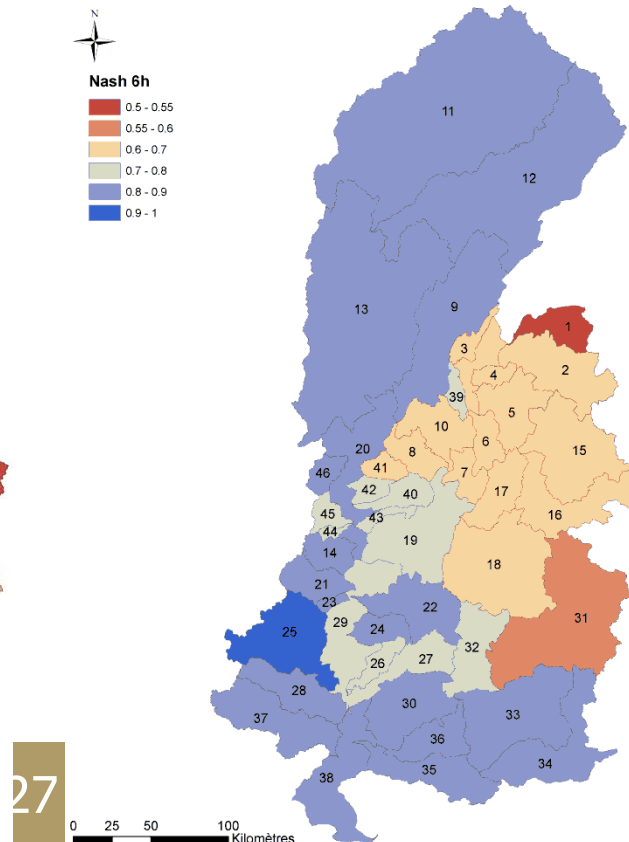
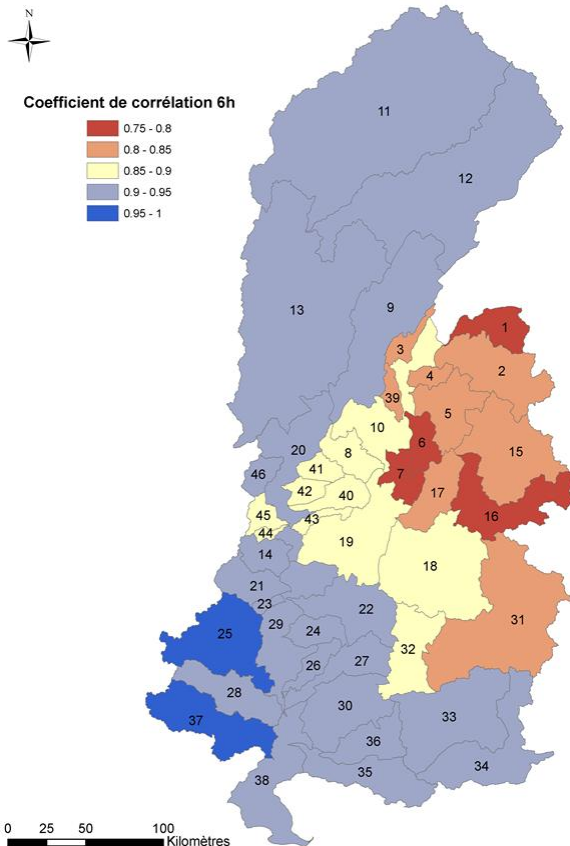
Cumuls d'images radar observées





Analyse de la qualité des LE radar sur les sous bassins versants du Rhône

- LE radar observées:
 - LE radar 15 minutes agrégées au pas de temps 6h
 - LE Météo France réanalysées 6h comme données de référence
 - Période d'étude : février 2010 à décembre 2011



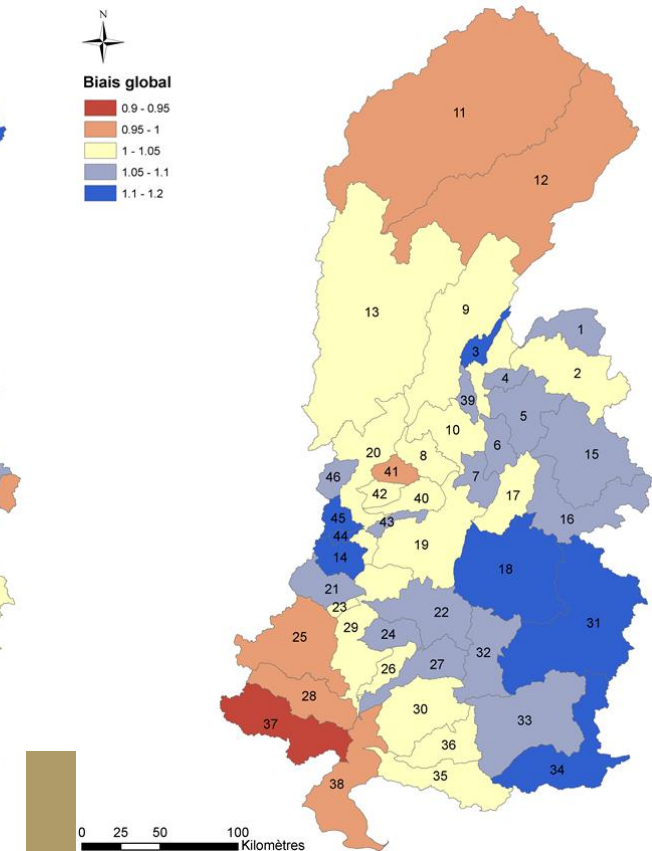
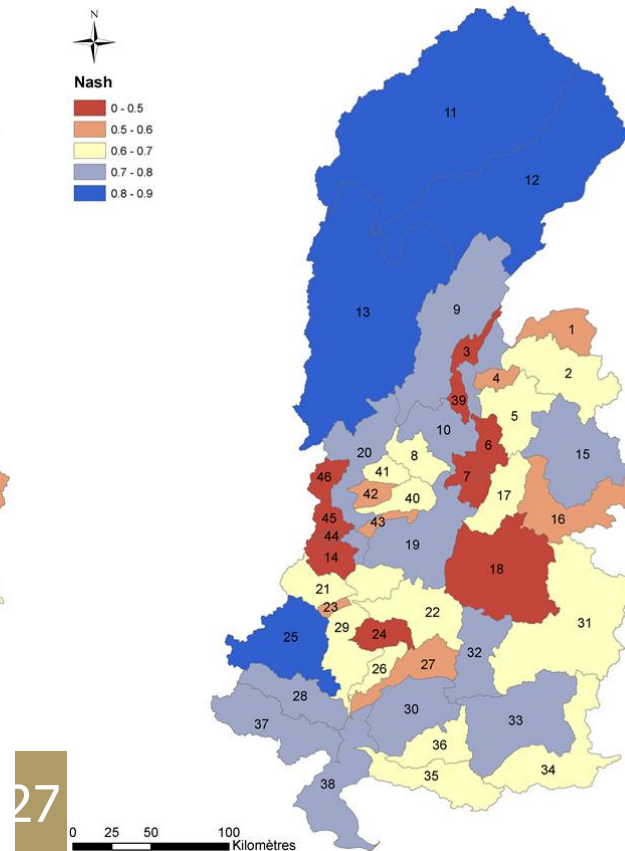
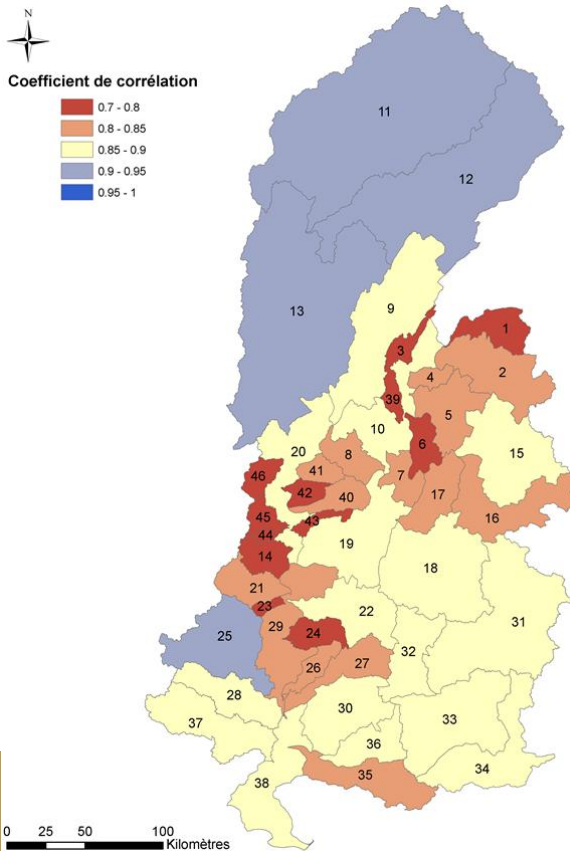


Qualité des LE radar sur le Rhône

LE radar prévues

Analyse de la qualité des LE radar sur les sous bassins versants du Rhône

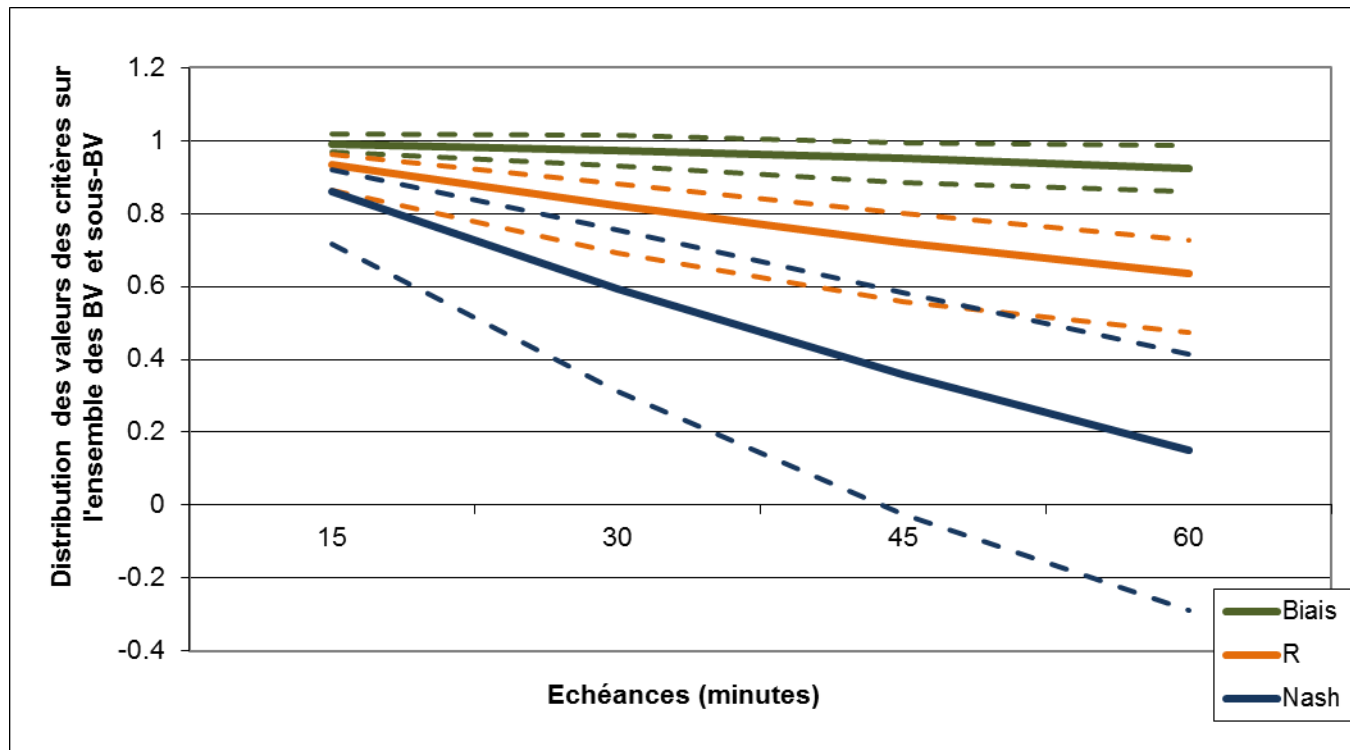
- LE radar prévues:
 - LE radar 15 minutes observées et prévues
 - Agrégation au pas de temps horaire
 - Période d'étude : février 2010 à fin avril 2012





Analyse de la qualité des LE radar sur les sous bassins versants du Rhône

- LE radar prévues:
 - LE radar 15 minutes observées et prévues
 - Agrégation au pas de temps horaire
 - Période d'étude : février 2010 à fin avril 2012

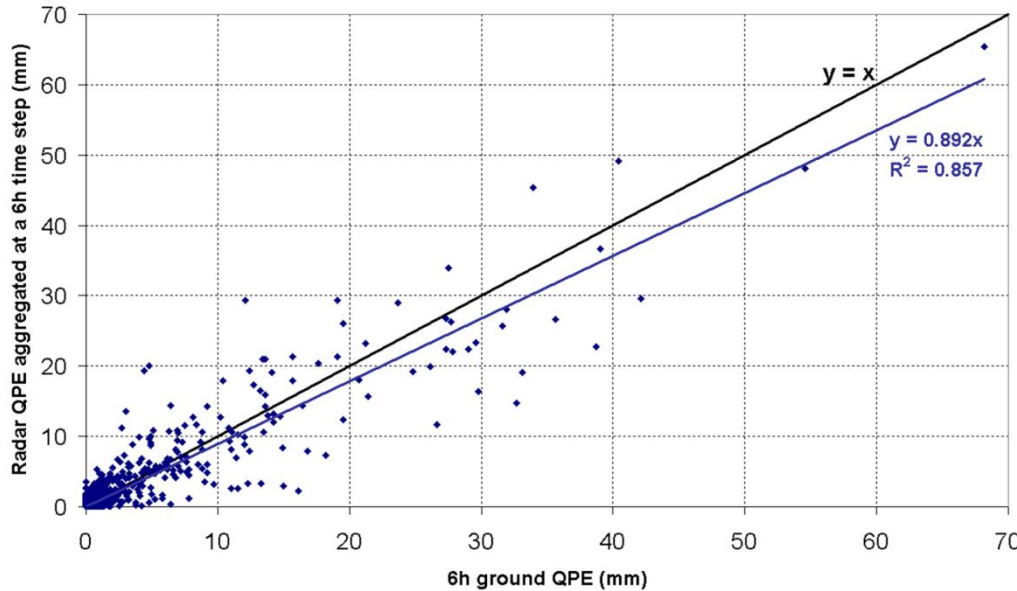




Modèles de prévision

- Modèles ARX avec en entrée des LE 6h
 - LE radar en entrée des modèles sans recalage
 - Cumul 6h avec les données sol et dynamique à partir des LE radar
 - Recalage des paramètres du modèle en fonction des LE radar

Comparison of the radar QPE with the ground QPE, at a 6-hour time step

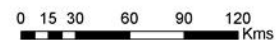
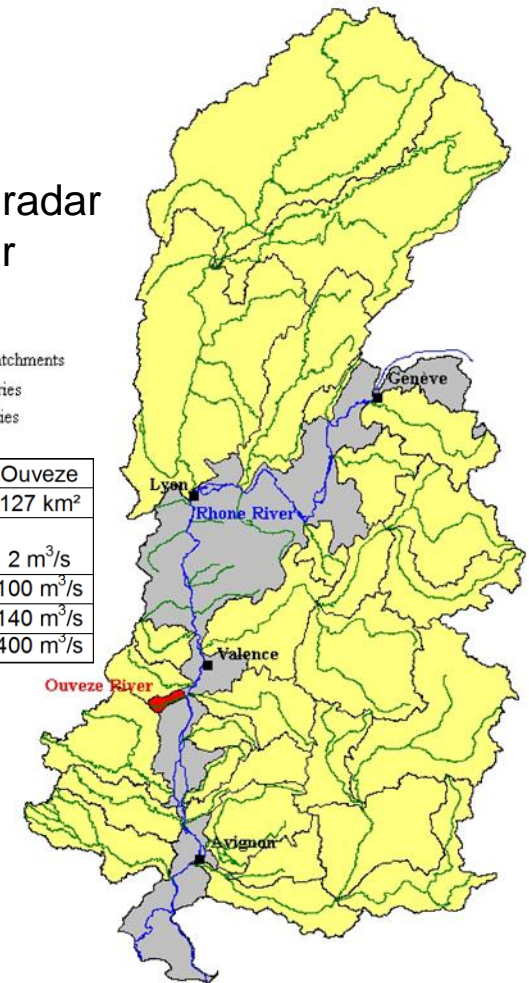


Total amount of rainfall		
Period	February 2010 - February 2012	
Radar QPE	2451 mm	+ 6.5%
Ground QPE	2301 mm	



- Legend
- Main catchments
 - Tributaries
 - Main cities

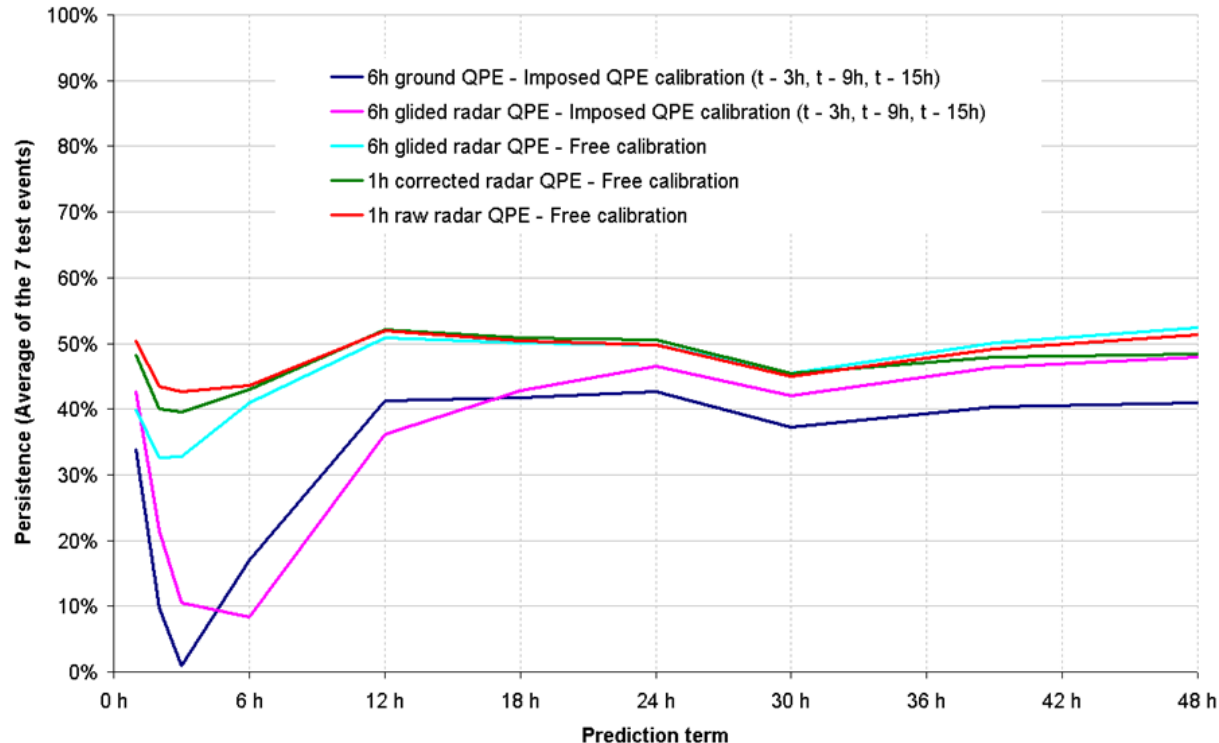
River	Ouveze
Area	127 km ²
Average annual discharge	2 m ³ /s
2-year flood	100 m ³ /s
5-year flood	140 m ³ /s
10-year flood	400 m ³ /s





Modèles de prévision

- Principal résultat dans le contexte de la CNR :
 - Pour améliorer les performances, il n'est pas nécessaire de corriger les LE radar...
 - ... En revanche, il faut recalibrer les paramètres des modèles.



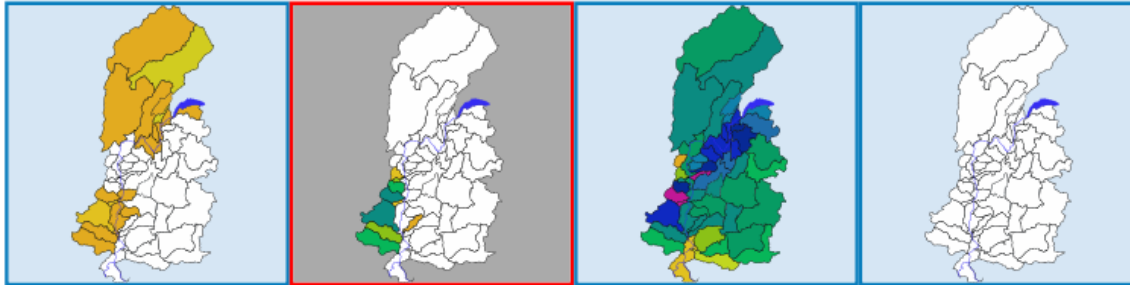


Cas de la crue du 13 octobre 2013

J-1(lun. 21/10/13) J(mar. 22/10/13) J+1(mer. 23/10/13) J+2(jeu. 24/10/13)

Cévennes aux Alpes du

LE brute
AEGIR



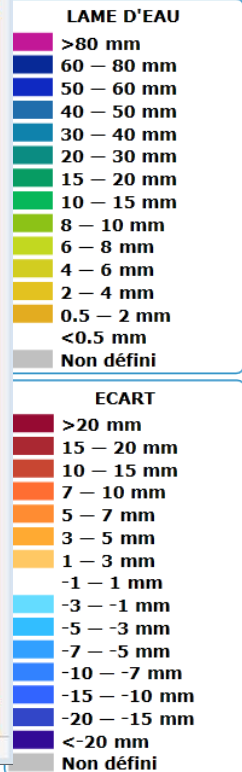
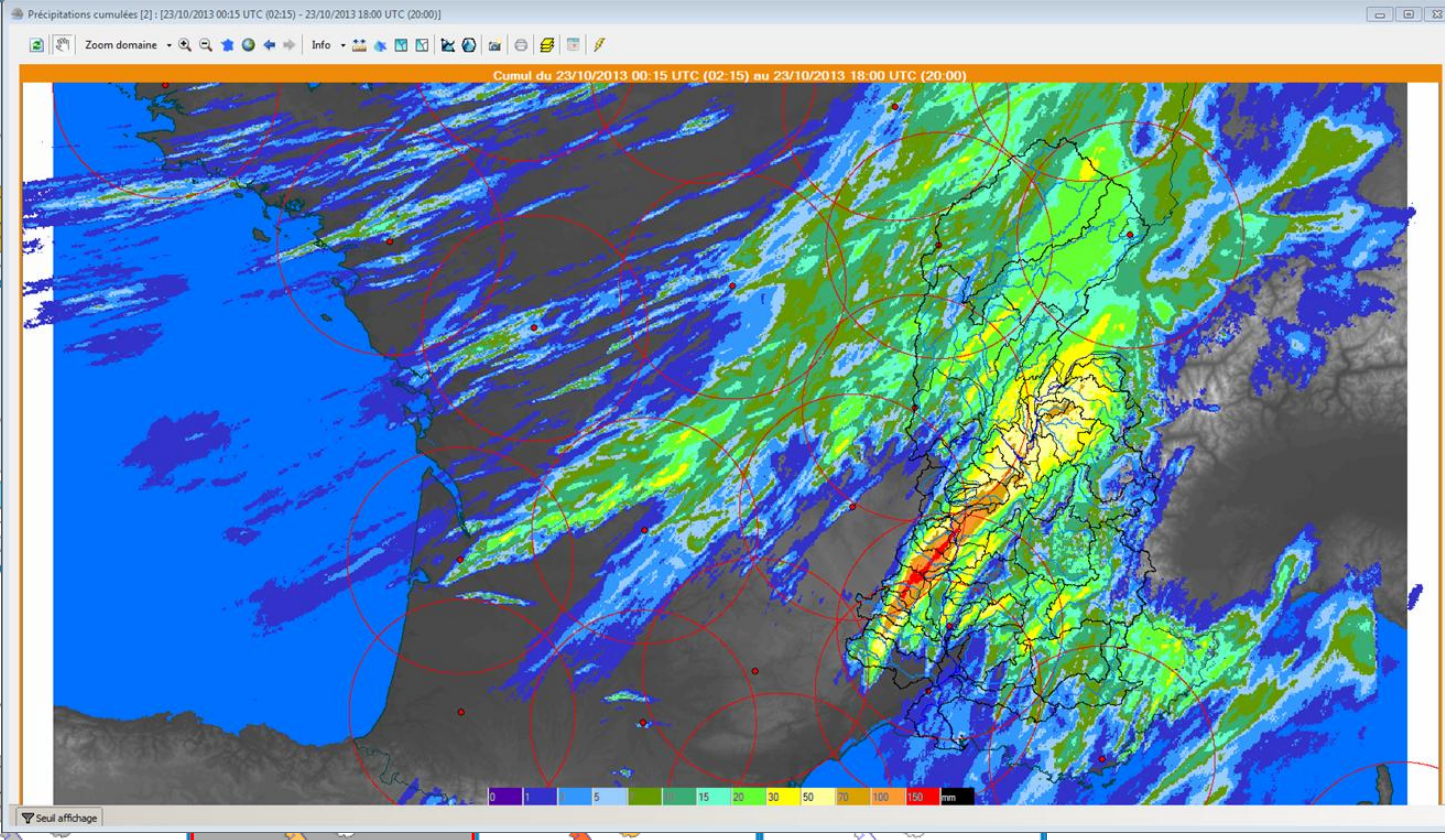
LE Brute
MF obs.

LE brute
AEGIR

LE Brute
MF obs.

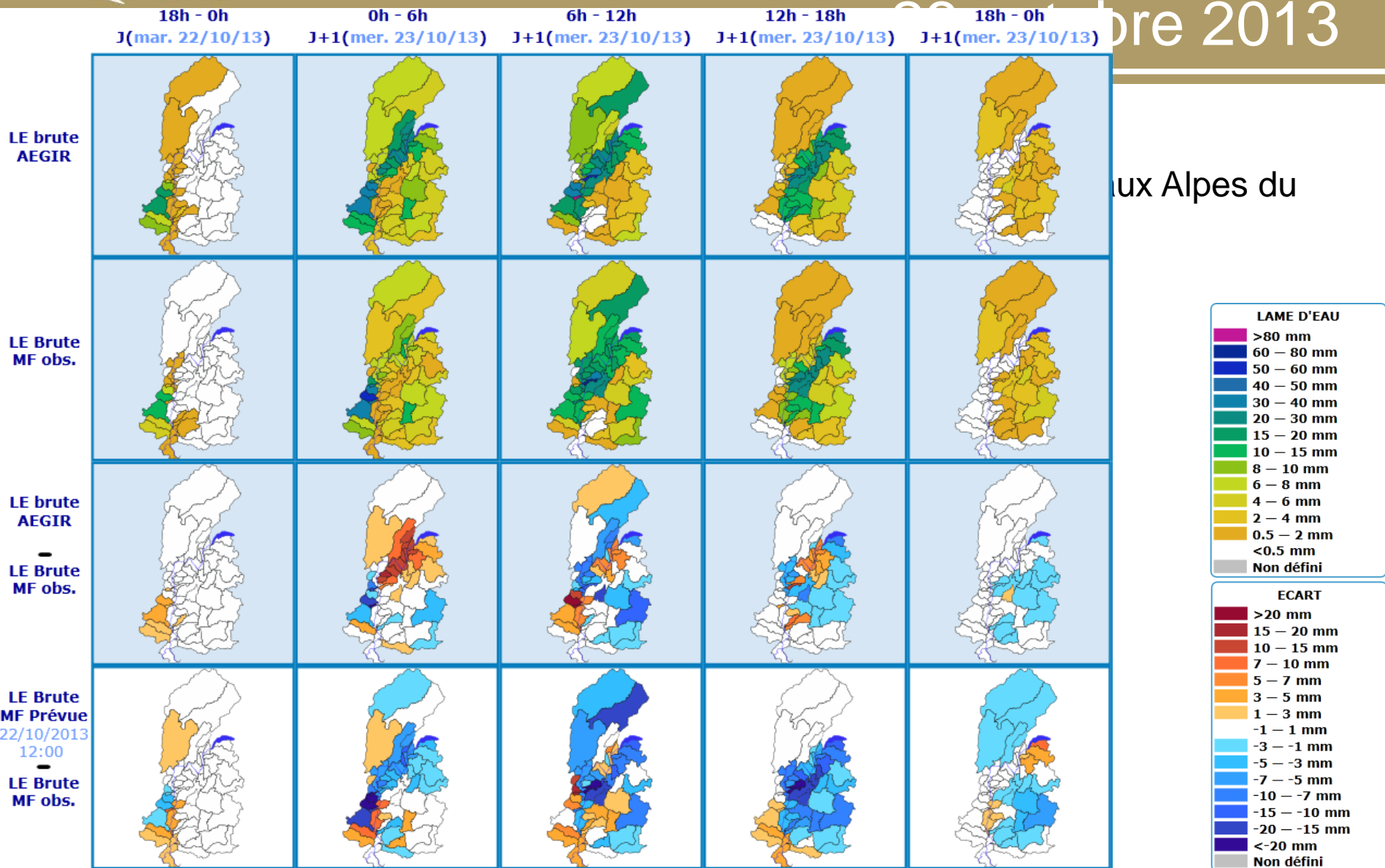
LE Brute
MF Prév
22/10/2013
12:00

LE Brute
MF obs.





Cas de la crue du 22 septembre 2013



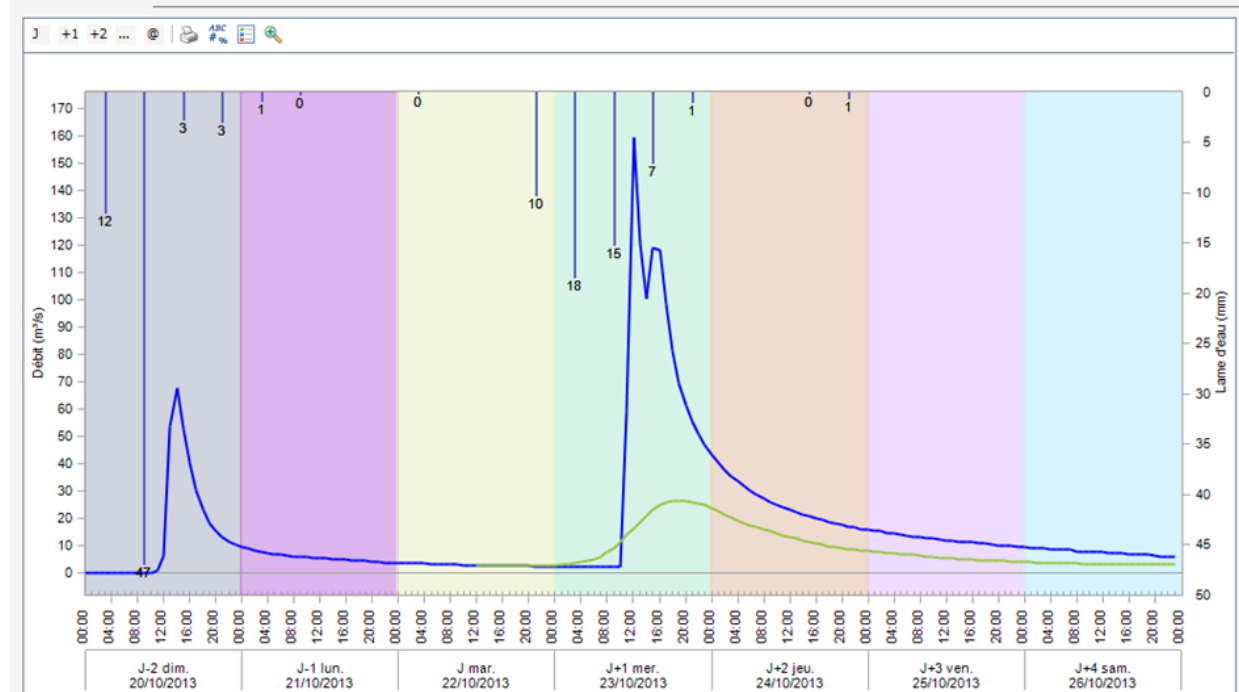
Alpes du



Caractéristiques de l'épisode

- Précipitations orageuses intenses sur un axe allant des Cévennes aux Alpes du Nord et au Jura
- Sous-estimation de l'ampleur de l'événement

L'Ouveze RD (22/10/2013 12:00:00)



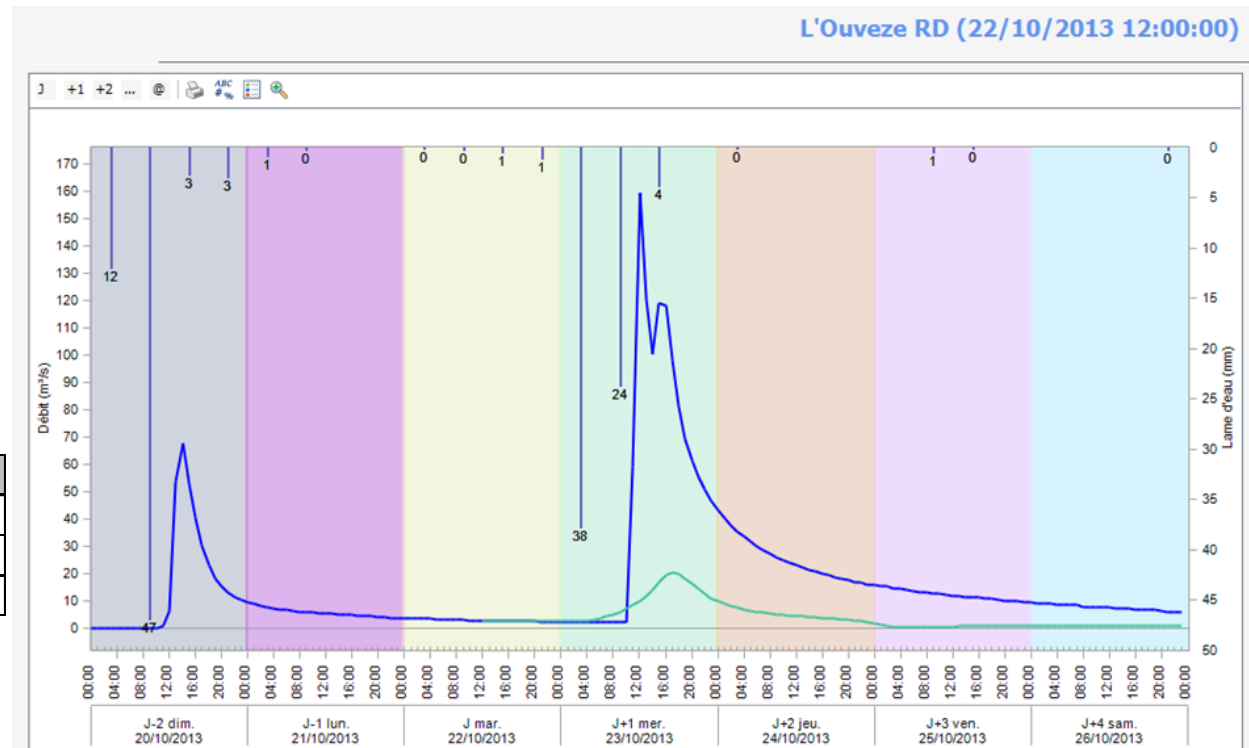
	Nash	RMSE	Bilan
Persistence	-46.0%	36.0	13.0%
LE prévues	11.8%	28.0	42.0%



Caractéristiques de l'épisode

- Précipitations orageuses intenses sur un axe allant des Cévennes aux Alpes du Nord et au Jura
- Sous-estimation de l'ampleur de l'événement

	Nash	RMSE	Bilan
Persistance	-46.0%	36.0	13.0%
LE prévues	11.8%	28.0	42.0%
LE observées	-15.1%	32.0	19.8%

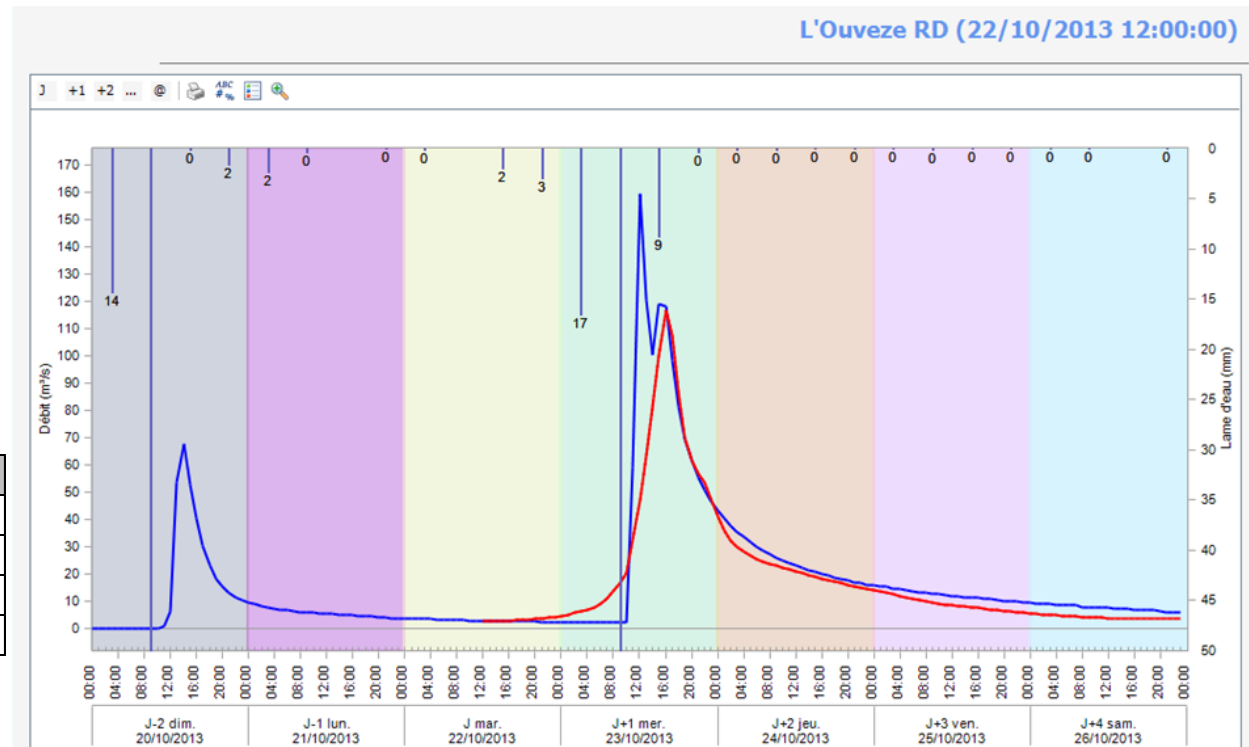




Caractéristiques de l'épisode

- Précipitations orageuses intenses sur un axe allant des Cévennes aux Alpes du Nord et au Jura
- Sous-estimation de l'ampleur de l'événement

	Nash	RMSE	Bilan
Persistence	-46.0%	36.0	13.0%
LE prévues	11.8%	28.0	42.0%
LE observées	-15.1%	32.0	19.8%
LE radar observées	77.7%	14.1	85.6%





Application AEGIR

- Stabilisation de l'application
- Quelques développements secondaires à venir
- Application très sollicitée en situation perturbée

Exploitation des images radar et des valeurs de LE

- 24h/24 de manière qualitative
- Poursuite des développements pour l'intégration en entrée des modèles de prévision
- Intégration des LE radar brutes plus pertinente en termes de performances et d'utilisation opérationnelle

Besoins en tant qu'utilisateur

- Informations sur les évolutions des LE radar en production
- Amélioration de la couverture radar sur les Alpes du Nord (radar de La Dole en Suisse, radar bande X de la région grenobloise)



Compagnie Nationale du Rhône
L'ÉNERGIE À L'ÉTAT PUR

Merci de votre attention !





Compagnie Nationale du Rhône

L'ENERGIE A L'ETAT PUR



Cartographie des bassins versants

Compagnie Nationale du Rhône
L'ÉNERGIE À L'ÉTAT PUR

ID	BV	Surface (km ²)	OPALE
1	Les Dranses	880	Haut-Rhone
2	L'Arve	2083	Haut-Rhone
3	la Valserine	361	Haut-Rhone
4	les Ussets	309	Haut-Rhone
5	le Fier	1376	Haut-Rhone
6	Le bassin chambérien	605	Haut-Rhone
7	le Guiers	610	Haut-Rhone
8	la Bourbre	729	Haut-Rhone
9	l'Ain	3765	Haut-Rhone
10	Le Haut Rhône	1957	Haut-Rhone
11	la Petite Saône	12002	Rhone Tiers Amont
12	le Doubs	7727	Rhone Tiers Amont
13	la Saône intermédiaire	9712	Rhone Tiers Amont
14	le Doux	632	Rhone Tiers Amont
15	l'Isère amont	2711	Rhone Tiers Central
16	l'Arc	1986	Rhone Tiers Central
17	l'Isère intermédiaire	1075	Rhone Tiers Central
18	le Drac	3629	Rhone Tiers Central
19	l'Isère aval	2496	Rhone Tiers Central
20	Rhône tiers amont	2024	Rhone Tiers Amont
21	l'Eyrieux	856	Rhone Tiers Central
22	la Drôme	1662	Rhone Tiers Central
23	l'Ouvèze RD	127	Rhone Tiers Central
24	le Roubion	605	Rhone Tiers Central
25	l'Ardèche	2380	Rhone Tiers Central
26	le Lez	455	Rhone Tiers Aval
27	l'Aigues	1093	Rhone Tiers Aval
28	la Cèze	1361	Rhone Tiers Aval
29	Rhône tiers central	1955	Rhone Tiers Central
30	l'Ouvèze RG	1927	Rhone Tiers Aval
31	la Durance amont	4837	Rhone Tiers Aval
32	le Buëch	1481	Rhone Tiers Aval
33	la Durance intermédiaire	3139	Rhone Tiers Aval
34	le Verdon	2299	Rhone Tiers Aval
35	la Durance aval	1584	Rhone Tiers Aval
36	le Coulon	1030	Rhone Tiers Aval
37	le Gard	2002	Rhone Tiers Aval
38	Rhône tiers aval	2128	Rhone Tiers Aval
39	le Séran	290	Haut-Rhone
40	l'Oron	631	Rhone Tiers Amont
41	la Gère	383	Rhone Tiers Amont
42	le Dolon	356	Rhone Tiers Amont
43	la Galaure	238	Rhone Tiers Amont
44	l'Ay	113	Rhone Tiers Amont
45	la Cance	380	Rhone Tiers Amont
46	le Gier	417	Rhone Tiers Amont

