

Sommaire

1. Introduction	1
2. Choix retenus pour l'IPS	2
2.1. NOMBRE DE CLASSES ET TERMINOLOGIE.....	2
2.2. INDEX DE POSITION	3
2.3. CARTOGRAPHIE	5
2.4. EVOLUTION RÉCENTE	5
2.5. AUTRES POINTS	6
3. Tests : comparaison mois par mois sur l'année hydrologique 2014-2015 avec les % du bulletin de situation hydrologique.....	7
3.1. DONNÉES TRAITÉES	7
3.2. CLASSES DE NIVEAUX	8
3.3. COMPARAISON GLOBALE AVEC LES % DU BSH.....	8
3.3.1. Comparaison en prenant comme référence la moyenne (0) du SPLI.....	8
3.3.2. Comparaison en prenant comme référence la valeur -0.253 du SPLI.....	13
3.3.3. Déclassements.....	14
4. Indicateurs globaux.....	17
4.1. ÉVOLUTION SUR L'ANNÉE HYDROLOGIQUE 2014-2015.....	17
4.2. REPORTS SUR CARTE	24
Annexe 1	33
Annexe 2.....	41

1. Introduction

Un nouvel indicateur de l'état des nappes a été proposé pour remplacer l'actuel indicateur du BSH. Cet indicateur, appelé **IPS** pour « **Indicateur Piézométrique Standardisé** » (pour être en phase terminologique avec le SPI "*Standardized Precipitation Index*" et le SSWI "*Standardized Soil Wetness Index*") est décrit dans le rapport BRGM/RP-64147-FR (2014) et a été présenté au GT Quantité en novembre 2015 ainsi qu'en novembre 2016 pour sa finalisation.

Nota bene : lors de la rédaction de cette note, certains graphiques, tableaux ou cartes étaient estampillés « SPLI », acronyme anglais pour "*Standardized Piezometric Level Index*". En définitive, l'acronyme français **IPS** est retenu.

Cette note constitue un complément de la note grand public, permettant d'aller plus loin dans l'exercice des tests et des comparaisons demandés au BRGM avec l'indicateur BSH sur l'année hydrologique 2014-2015 ainsi qu'une comparaison avec l'indicateur Beauce centrale. Cette note technique présente les résultats de ces 2 comparaisons, la première fait l'objet du chapitre 3 pour les indicateurs ponctuels (IP) et du chapitre 4 pour les indicateurs globaux (IG), la seconde, plus spécifique, est reportée en Annexe 1.

Le chapitre 2 présente les choix retenus pour le calcul de l'IPS et rassemble les représentations cartographiques de l'indicateur en 7 classes avec une coupure dans la classe centrale entre 2.5 ans humide et sec.

L'IPS présente plusieurs avantages :

- il est applicable à toutes les nappes (abandon de la notion de période de retour, celle-ci pouvant néanmoins toujours s'appliquer aux nappes à cycle annuel) ;
- l'échelle de valeurs est commune à toutes les nappes, permettant de les comparer entre elles, ce qui facilite aussi le calcul de l'indicateur global à l'échelle d'une nappe ;
- il permet de quantifier la sévérité d'un épisode de sécheresse (durée, intensité, magnitude), comme l'index standardisé des précipitations (SPI)
- il est cohérent avec le SPI, ce qui facilite la comparaison de l'état des nappes avec les épisodes climatiques (dont les décalages temporels) ;

il est utilisable comme indicateur d'état sur le long terme (nécessité d'une période de référence) et permet de suivre la situation d'une nappe sur le long terme. La période de référence ainsi proposée est 1981-2010, pour être en cohérence avec l'indicateur SPI développé par Météo France et ainsi faciliter la comparaison avec les épisodes climatiques.



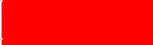
2. Choix retenus pour l'IPS

Les choix retenus pour l'IPS concernent le nombre de classes et la terminologie associée, l'introduction d'un index de position lorsque le nombre de valeurs n'est pas suffisant pour calculer un IPS, le calcul de l'évolution récente et la représentation cartographique des indicateurs ponctuels et des indicateurs globaux.

2.1. NOMBRE DE CLASSES ET TERMINOLOGIE

Pour mémoire :

Classes actuellement utilisées dans ADES, en termes de période de retour.

	codes couleurs pour période de retour en 9 classes		codes couleurs pour période de retour en 5 classes	
		supérieure à 20 ans humide		supérieure à 10 ans humide
		entre 10 et 20 ans humide		
		entre 5 et 10 ans humide		entre 2,5 et 10 ans humide
		entre 2,5 et 5 ans humide		
médiane		entre 2,5 ans humide et 2,5 ans sec		entre 2,5 ans humide et 2,5 ans sec
		entre 2,5 et 5 ans sec		entre 2,5 et 10 ans sec
		entre 5 et 10 ans sec		
		entre 10 et 20 ans sec		supérieure à 10 ans sec
		supérieure à 20 ans sec		

Choix retenu :

7 classes, en gardant la notion de "autour de la moyenne" (valeur de l'IPS compris entre -0.25 et 0.25)

Bornes de l'IPS			Période de retour	Intitulé
[de]	[à]			
1.28	3		> 10 ans humide	Niveaux très hauts
0.84	1.28		entre 5 ans humide et 10 ans humide	Niveaux hauts
0.25	0.84		entre 2.5 ans humide et 5 ans humide	Niveaux modérément hauts
-0.25	0.25		entre 2.5 ans humide et 2.5 ans sec	Niveaux autour de la moyenne
-0.84	-0.25		entre 2.5 ans sec et 5 ans sec	Niveaux modérément bas
-1.28	-0.84		entre 5 ans sec et 10 ans sec	Niveaux bas
-3	-1.28		> 10 ans sec	Niveaux très bas

2.2. INDEX DE POSITION

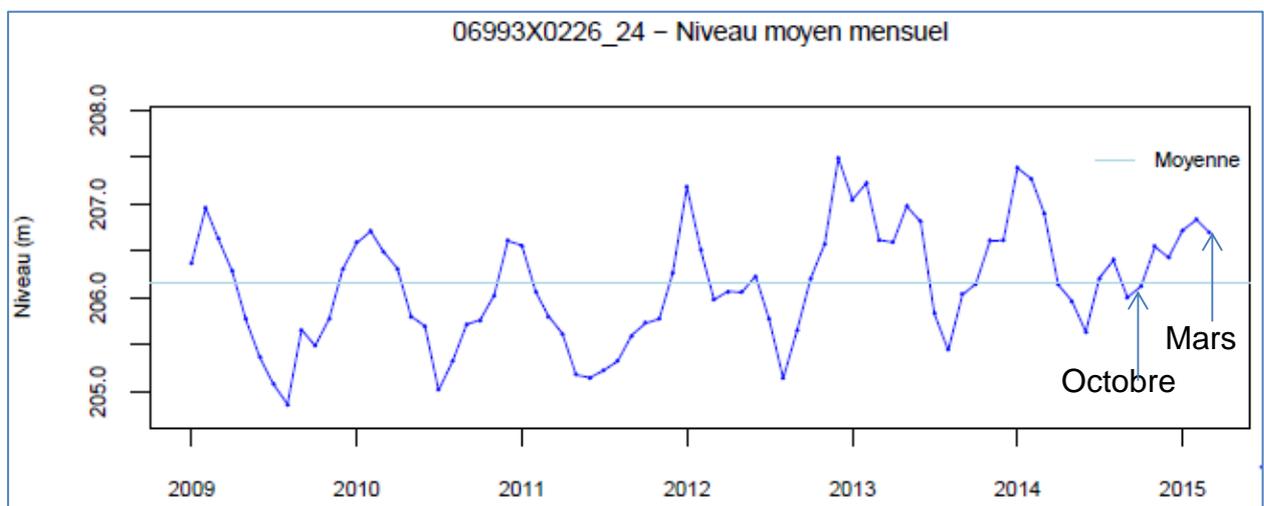
Pour suppléer aux IPS non calculables, quand il y a **moins de 15 valeurs**, on propose d'introduire un **index de position** (IP en %) défini comme suit, au pas de temps mensuel :

$$IP = \frac{(moy_{mois} - mini_{serie})}{(max_{serie} - min_{serie})} * 100$$

Avec moy_{mois} : moyenne mensuelle du niveau piézométrique du mois courant, $mini_{serie}$: minimum mensuel des niveaux piézométriques de la série, $maxi_{serie}$: maximum mensuel des niveaux piézométriques de la série.

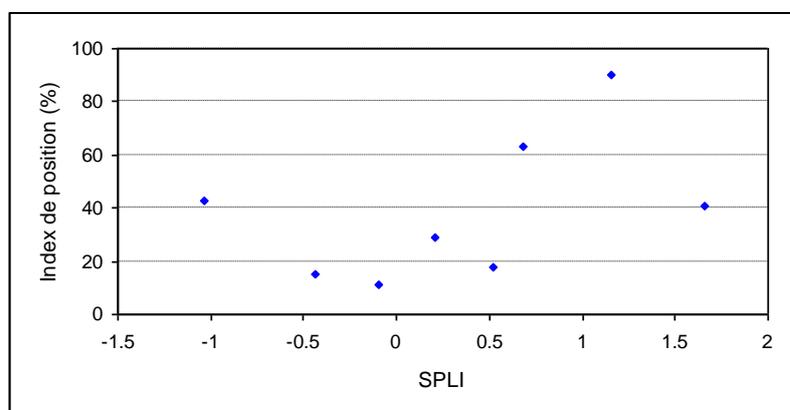
max_{serie} et min_{serie} incluent le mois courant, l'index de position est donc compris entre 0 % (basses eaux jamais rencontrées auparavant) et 100 % (situation de hautes eaux jamais rencontrées auparavant).

Exemple :

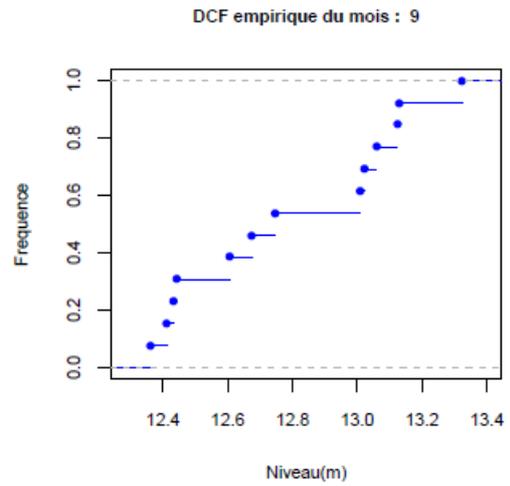
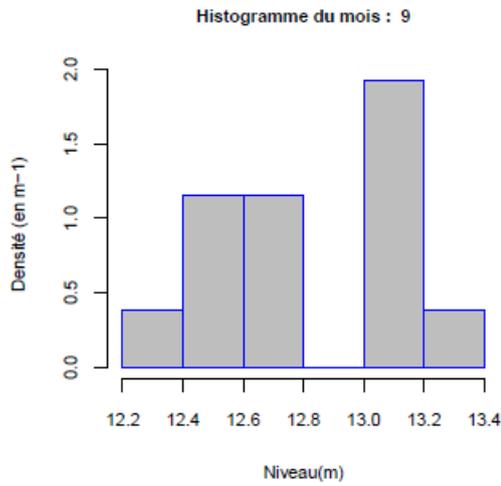


L'index de position à fin mars est de 70 %. A fin octobre il est de 48 %.

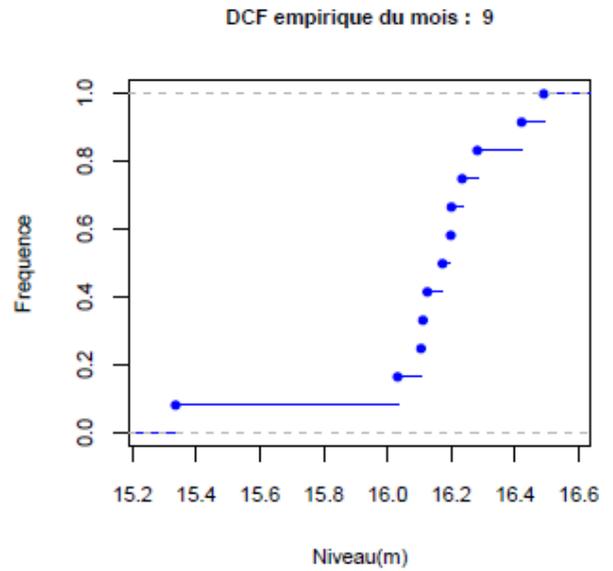
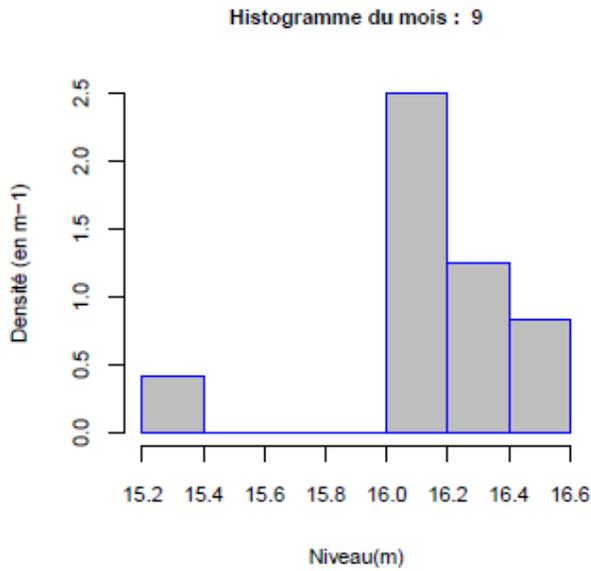
◆ Il n'est pas souhaitable de faire un calcul de SPLI avec moins de 15 valeurs, comme le montre le graphique suivant avec des relations SPLI - Position peu cohérentes entre elles (test effectué sur 8 piézomètres avec de 11 à 14 ans de mesures).



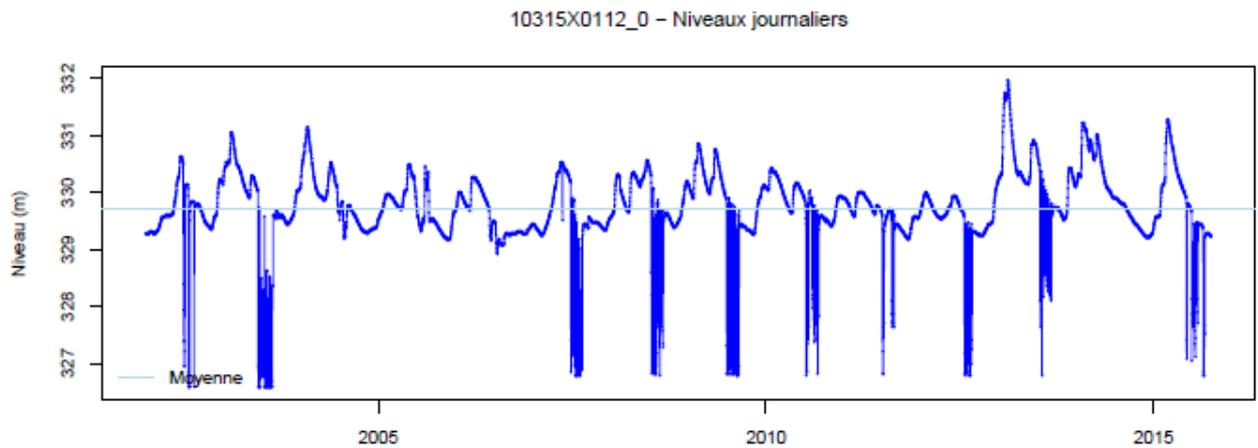
Exemple d'histogramme et de DCF critiques :



Ou :



Influence de pompages ?



2.3. CARTOGRAPHIE

En terme cartographique, les deux cartes existantes seront analogues à celles réalisées auparavant. Les **Indicateurs Globaux (IG)** et les **Indicateurs Ponctuels (IP)** seront représentés selon 7 classes avec une coupure dans la classe centrale entre 2.5 ans humide et sec. Les index de position (IP) et les indicateurs piézométriques standardisés (IPS) sont représentés sans distinction sur une même carte. Ci-après sont présentés :

- La carte « Presse » qui intègre uniquement les Indicateurs Globaux
- La carte « Globale » qui intègre en sus des Indicateurs Globaux et les Indicateurs Ponctuels.

Des tests de cartographie (Annexe 2) ont été réalisés pour 2 autres classifications différentes.

L'évolution récente est représentée de manière identique à ce qui se faisait auparavant.

Evolution récente

-  En hausse
-  Stable
-  En baisse

2.4. EVOLUTION RÉCENTE

Le calcul **de l'évolution récente** (baisse, hausse ou stabilité des niveaux) concernant les **indicateurs ponctuels** se fait à partir des côtes piézométriques. La méthode retenue quantifie l'évolution du niveau du mois en cours par rapport aux mois 2 précédents, **deux critères généraux** sont utilisés (moyenne mensuelle) :

1°) Premier critère :

- Le niveau est considéré **stable**, si la variation de niveau entre le mois courant et le mois précédent rapportée à l'amplitude de fluctuation sur les 3 derniers mois (mois courant inclus) est inférieure en valeur absolue à 10 %.
- Si la valeur est supérieure à 10 %, l'évolution récente est en **hausse**, si la valeur est supérieure à -10%, l'évolution récente est en **baisse** ;

2) **Ou** deuxième critère :

- Le niveau est considéré **stable**, si la variation de niveau entre le mois courant et le mois précédent est inférieure à 5 cm.
- Si la variation de niveau entre le mois courant et le mois précédent est supérieure à 5 cm, le niveau est considéré en **hausse**. Si la variation de niveau entre le mois courant et le mois précédent est inférieure à -5 cm, le niveau est considéré en **baisse**.

Ces deux critères sont souvent réunis pour un même point.

Deux critères particuliers, qui prévalent sur les critères généraux, s'ajoutent :

- Même si les deux critères généraux de stabilité ci-dessus sont vérifiés, on considère qu'il n'y a pas de stabilité si celle-ci est consécutive depuis 3 mois (incluant le mois en cours), pour éviter le risque d'indiquer que la situation est toujours stable alors que la baisse (ou la hausse) pourrait encore se poursuivre.
 - o Exception : si la baisse ou la hausse entre le mois courant et le mois précédent est faible, inférieure à 2 cm, dans ce cas il y a stabilité.
- Dans le cas d'une nappe qui fluctue très peu, c'est-à-dire dont la variation est inférieure à 50 cm sur les 12 derniers mois, deux :
 - o Si la variation entre le mois courant et le mois précédent est inférieure à 2 cm, alors il y a stabilité ;
 - o Autrement, si la variation est supérieure à 2 cm on considère la hausse, si la variation est inférieure à -2 cm on considère qu'il y a baisse.

L'évolution récente concernant les **indicateurs globaux** sera simplement évaluée en fonction du nombre d'indicateurs ponctuels dont l'évolution récente traduit la baisse, la hausse ou la stabilité. L'évolution récente majoritaire sera conservée, en cas d'égalité on traduira l'évolution récente par une stabilité.

2.5. AUTRES POINTS

Hétérogénéité des indicateurs ponctuels

L'IG n°22 (Aquifères calcaires karstifiés du Jurassique moyen et supérieur) est constitué par 8 indicateurs globaux : 5 correspondent à des sources situées dans les départements 46,12 et 82 et 3 autres sont situées au nord-ouest. Dans le BSH, l'IG 22 est reporté uniquement sur le groupe des sources (voir § 4.2)).

Les 2 groupes sont géographiquement disjoints et il serait préférable d'avoir deux indicateurs globaux.

Plus généralement, peut-être serait-il souhaitable de rechercher les masses d'eau pour lesquelles les indicateurs ponctuels sont très différents les uns des autres, par exemple, en termes de SPLI, 2 en négatif et, géographiquement distants, 2 en positif. Dans ce cas, la moyenne ne refléterait pas l'état de la masse d'eau, qu'il conviendrait de sectoriser (de même, la représentation serait biaisée si sur les 4 IP, les 2 >0 ou bien les 2 <0 étaient manquants).

Sources

Le calcul de l'IPS pour les sources devra se faire à partir de l'outil « R » directement (pas sous ADES, car les débits ne sont pas bancarisés sous ADES). La méthodologie appliquée aux niveaux piézométriques est compatible et comparable avec les données de « débit ».

3. Tests : comparaison mois par mois sur l'année hydrologique 2014-2015 avec les % du bulletin de situation hydrologique

3.1. DONNÉES TRAITÉES

Les données utilisées proviennent d'un export ADES (via le code 131 qui correspond au réseau du BSH.)

Dans ADES, les sources suivantes ne sont pas bancarisées (elles le sont dans la Banque Hydro) et n'ont pas été traitées.

n° BSS	Commune	Lieu-dit	Région	n° IG
08091X0006/HY	LACHAPELLE-AUZAC	Blagour I	MPY (46)	22
08605X0007/HY	MURET-LE-CHATEAU	Muret Passerelle	MPY (12)	22
08814X0011/HY	CENEVIERES	Cenevieres	MPY (46)	22
09058X0022/HY	SAINT-ANTONIN-NOBLE-VAL	La Gourgue	MPY (82)	22
09357X0022/HY	SAINTE-EULALIE-DE-CERNON	Sources Du Cernon	MPY (12)	22
09672X0036	FONTAINE-DE-VAUCLUSE	Sorgomètre, vasque supérieure	PACA	29
09978X0023	CHATEAUDOUBLE	Nartuby, Source des Frayères	PACA	29
10452X0232	MAZAUGUES	Source Le Caramy	PACA	29
08944X0003	LE LAUZET-UBAYE	Source Pruneyret	PACA	/

IG n° 22 = Aquifères calcaires karstifiés du Jurassique moyen et supérieur

IG n° 29 = Formations calcaires des secteurs amont de la région PACA

Par ailleurs, les points suivants ne sont pas à jour (dernières mesures en novembre 2013) et non donc pas pu être retenus.

n° BSS	Commune	Lieu-dit	Région	n° IG
03228X0048/F	SAVIGNÉ L'EVEQUE	Terrain De Sport	PAL	13
03593X0055/PZ	BOULOIRE	La Conterie	PAL	13
03936X0056/PZ	MANSIGNE	Le Bois de Fay	PAL	13
03927X0055/PZ	VILAINES-SOUS-MALICORNE	Les Lilas	PAL	/
10247X0096	FREJUS	L'Argens	PACA	30

IG n° 13 = Nappe des Sables du Maine (fin des mesures en novembre 2014).

Statistiques

Sur 245 points restant :

220 ont au moins 20 ans de mesures (90 %) , mais des mois peuvent manquer.

14 ont moins de 15 ans de mesures

6 ont moins de 10 ans de mesures

3.2. CLASSES DE NIVEAUX

La comparaison qui suit (§ 2.2) a été faite avec les 5 classes de niveaux affichées dans le BSH

Code couleur	Commentaire BSH	Correspondance fréquentielle	Code
●	Très supérieur à la normale	sup. à 10 ans humide	1
●	Supérieur à la normale	entre 2.5 h et 10 h	2
●	Niveau normal	entre 2.5 s et 2.5 h	3
●	Inférieur à la normale	entre 10 s et 2.5 s	4
●	Très inférieur à la normale	inf. à 10 ans sec	5

Remarque : la notion de "normale" devrait être évitée de façon à ne pas créer d'ambiguïté. Pour Météo-France par exemple, la "normale" est une moyenne sur une période de référence (30 ans). Dans le BSH, ce n'est pas une moyenne et il n'y a pas de période de référence.

Dans ADES, 9 classes sont affichées s'il y a plus de 20 ans de mesures dans la chronique.

BSH	Code
sup. à 20h	1
entre 10 h et 20 h	2
entre 5 h et 10 h	3
entre 2.5 h et 5 h	4
entre 2.5 s et 2.5 h	5
entre 5 s et 2.5 s	6
entre 10 s et 5 s	7
entre 20 s et 10 s	8
inf. à 20 s	9

(h : humide / s : sec)

3.3. COMPARAISON GLOBALE AVEC LES % DU BSH

3.3.1. Comparaison en prenant comme référence la moyenne (0) du SPLI

La comparaison a été faite pour l'année hydrologique Octobre 2014-Septembre 2015. Elle est juste indicative, car :

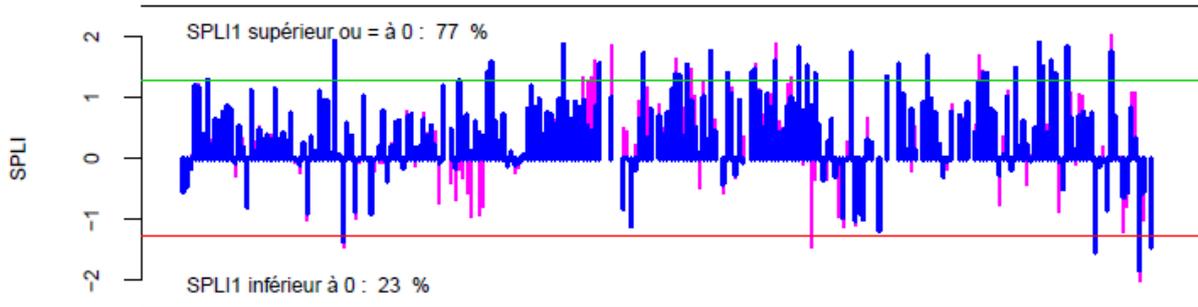
- d'une part le nombre de points n'est pas tout à fait le même (245 au lieu de 259),
- d'autre part la "normale" pour le SPLI c'est 0 (la moyenne), alors que la "normale" BSH correspond à la valeur de période de retour 2.5 ans sec (cf § 2.2.2 pour une comparaison avec cette valeur).

De plus, lorsque le nombre de valeurs dans la chronique pour le mois considéré est inférieur à 15, le calcul du SPLI n'est pas fait (14 points au total). Il arrive aussi que le mois soit absent. Si le nombre de valeurs journalières dans le mois considéré est inférieur à 15 le calcul du SPLI n'est pas fait.

On n'obtient donc jamais 245 SPLI définis.

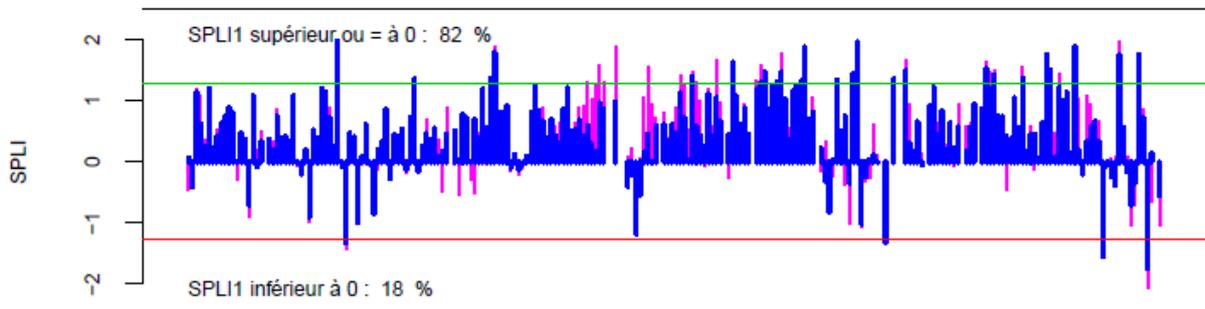
Dans les graphiques qui suivent, en bleu l'indicateur SPLI proprement dit (1 mois), en rose le SPLI-6 mois.

Octobre 2014 (BSH au 1^{er} novembre) : 227 SPLI définis



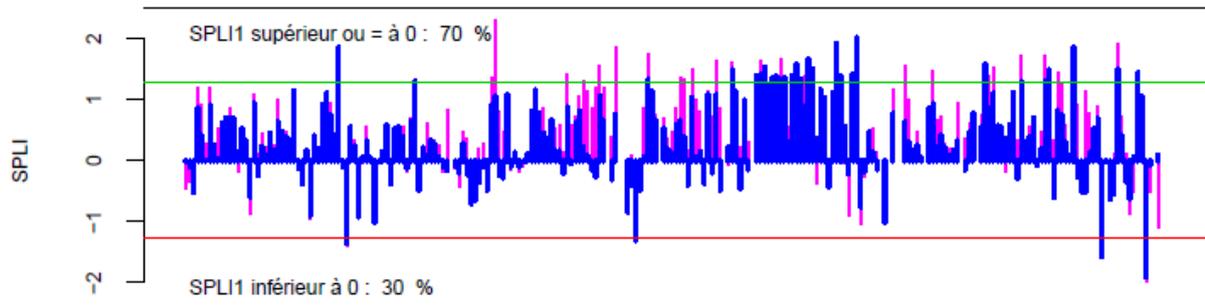
BSH : 83 % des points supérieurs à la normale, 17 % inférieurs

Novembre 2014 : 224 SPLI définis



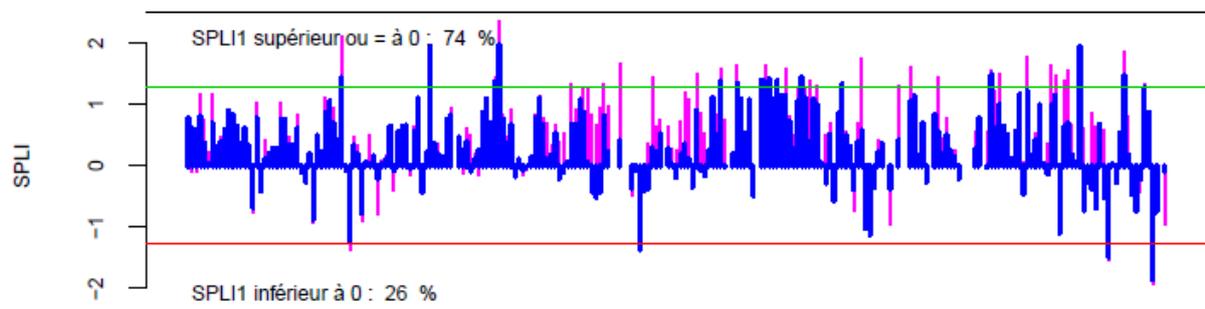
BSH : pas de données nappes avec BSH décembre

Décembre 2014 (BSH janvier) : 228 SPLI définis



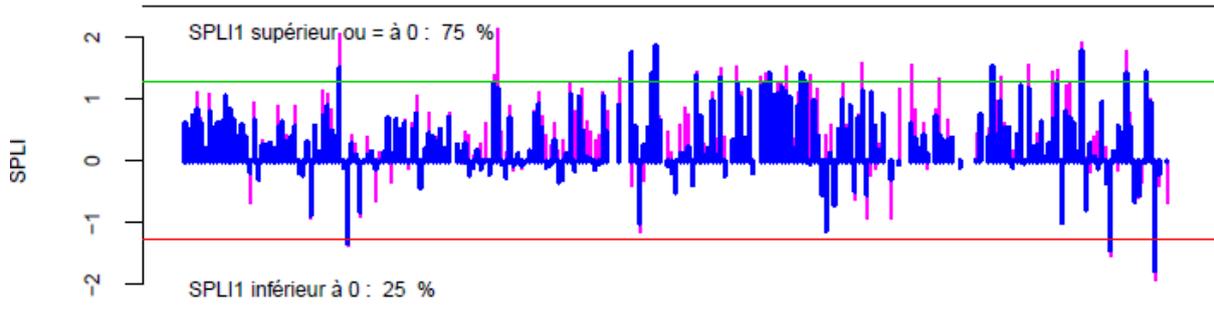
BSH : 78 % des points supérieurs à la normale, 18 % inférieurs à la normale et 4 % très inférieurs

Janvier 2015 : 225 SPLI définis



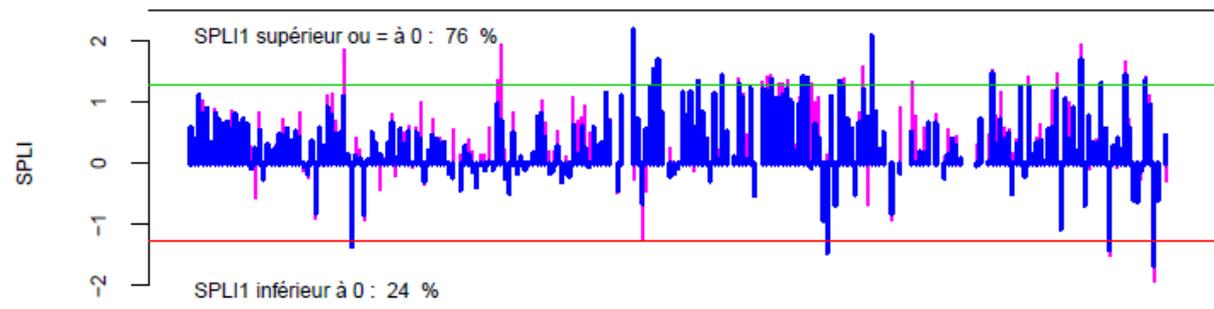
BSH : pas de données nappes avec BSH février

Février 2015 (BSH mars) : 224 SPLI définis



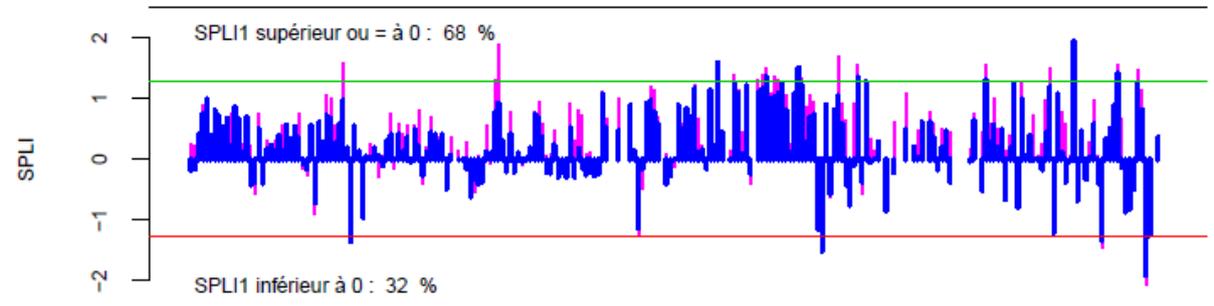
BSH : 86 % des points supérieurs à la normale, 11 % inférieurs à la normale et 3 % très inférieurs

Mars 2015 (BSH avril) : 225 SPLI définis



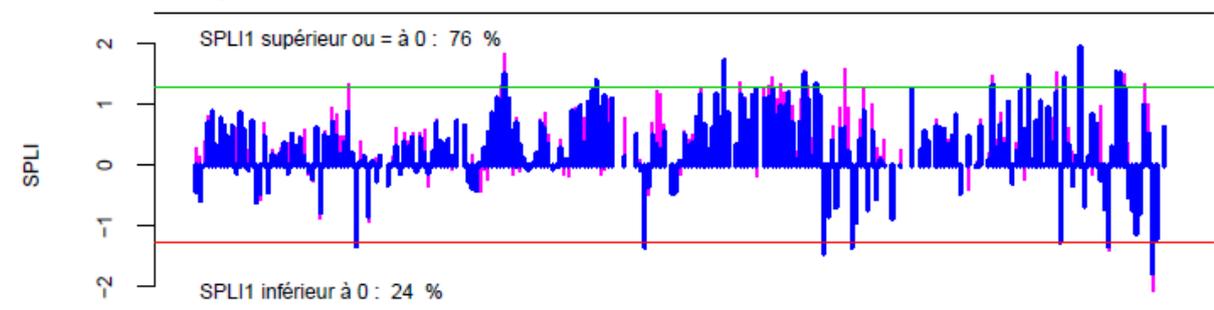
BSH : 83 % des points supérieurs à la normale, 15 % inférieurs à la normale et 2 % très inférieurs

Avril 2015 (BSH mai) : 223 SPLI définis



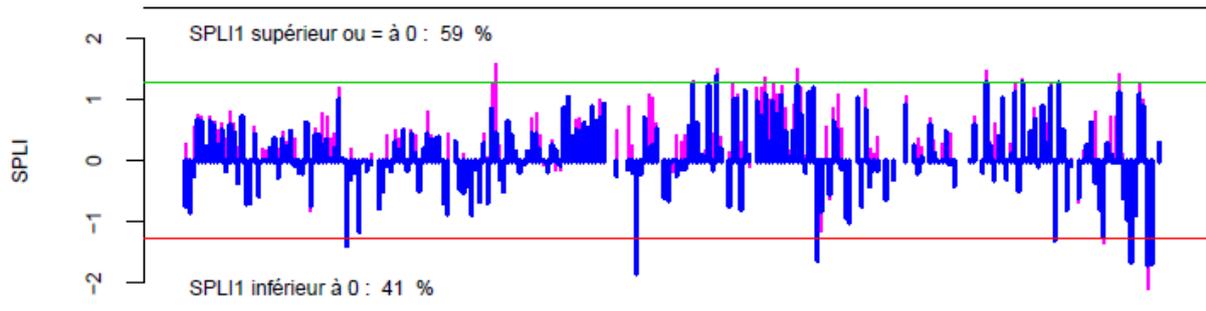
BSH : 79 % des points supérieurs à la normale, 18 % inférieurs à la normale et 2 % très inférieurs

Mai 2015 (BSH juin) : 224 SPLI définis



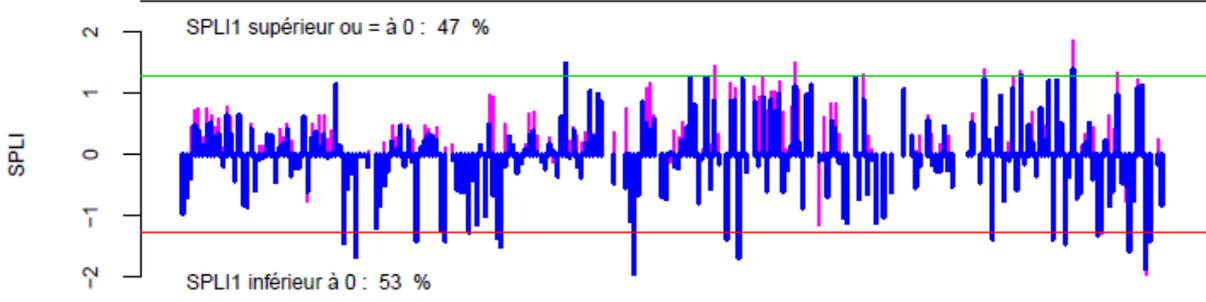
BSH : 82 % des points supérieurs à la normale, 14 % inférieurs à la normale et 4 % très inférieurs

Juin 2015 (BSH juillet) : 221 SPLI définis



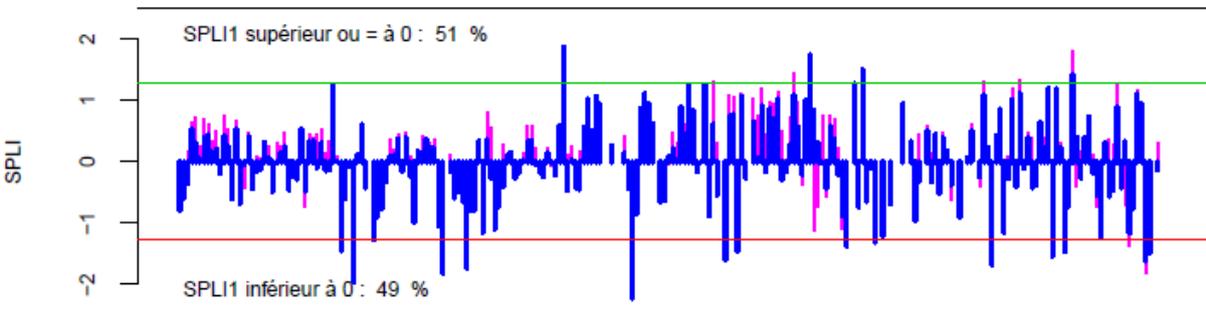
BSH : 71 % des points supérieurs à la normale, 25 % inférieurs à la normale et 3 % très inférieurs

Juillet 2015 (BSH août) : 222 SPLI définis



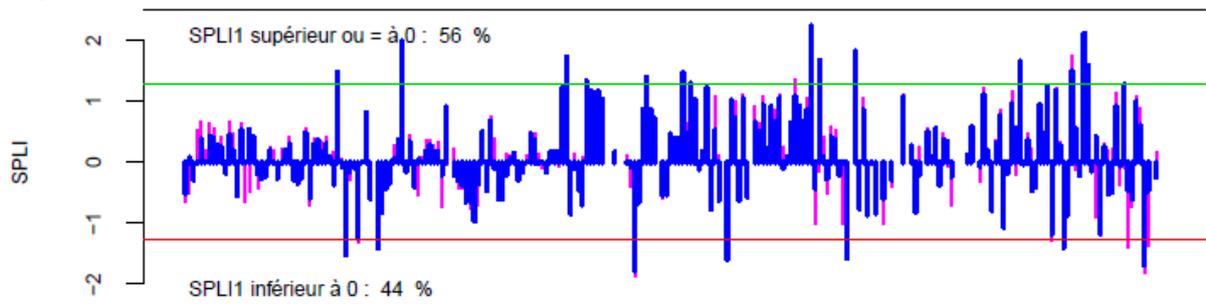
BSH : 62 % des points supérieurs à la normale, 30 % inférieurs à la normale et 8 % très inférieurs

Août 2015 (BSH sept) : 223 SPLI définis



BSH : 65 % des points supérieurs à la normale, 28 % inférieurs à la normale et 7 % très inférieurs

Septembre 2015 : 222 SPLI définis

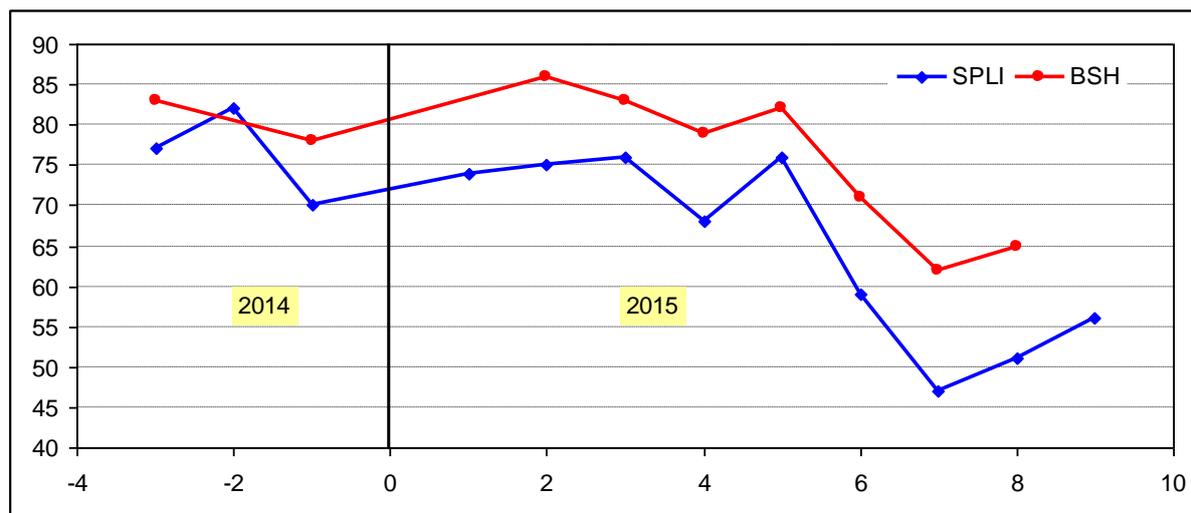


BSH : pas de données nappes avec BSH octobre

B

Récapitulatif :

	Nombre de points	SPLI Points >0 (%)	BSH Points sup. à la "normale" (%)	Ecart BSH /SPLI (%)
Octobre 2014	227	77	83	+ 6
Novembre 2014	224	82	/	
Décembre 2014	228	70	78	+ 8
Janvier	225	74	/	
Février	224	75	86	+ 11
Mars	225	76	83	+ 7
Avril	223	68	79	+ 11
Mai	224	76	82	+ 6
Juin	221	59	71	+12
Juillet	222	47	62	+15
Août	223	51	65	+14
Septembre	222	56	/	



Analyse plus fine des écarts sur certains mois

En Juin : BSH, 60 points en classe 3 (autour de la normale)
SPLI, 34 points de cette classe sous 0

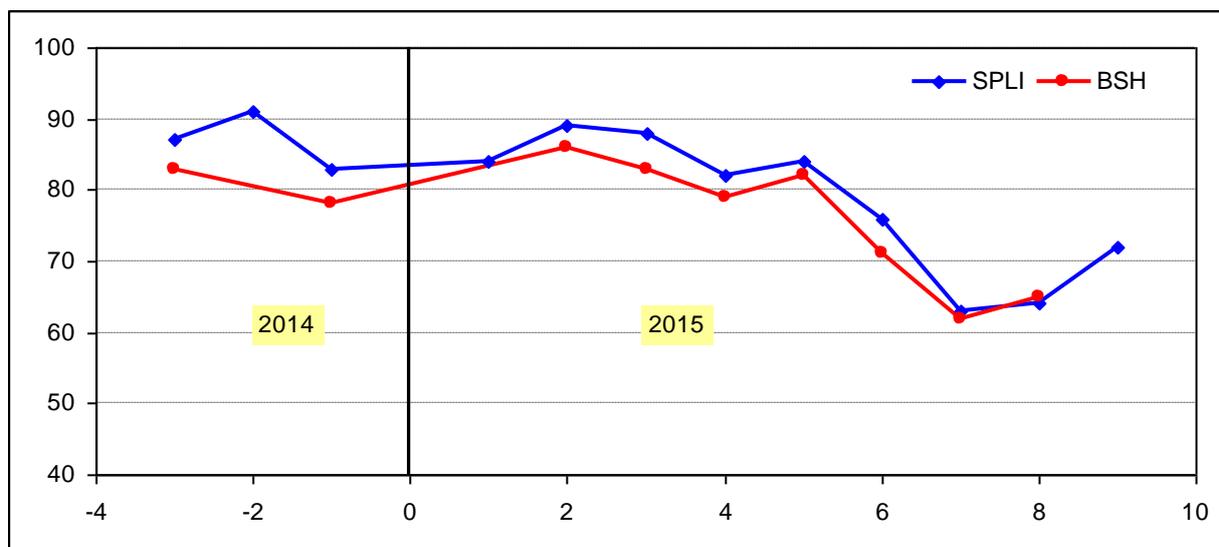
En Juillet : BSH, 60 points en classe 3 (autour de la normale)
SPLI, 33 points de cette classe sous 0

En Août : BSH, 53 points en classe 3 (autour de la normale)
SPLI, 29 points de cette classe sous 0

3.3.2. Comparaison en prenant comme référence la valeur -0.253 du SPLI

Cette valeur correspond à la "normale" 2.5 ans sec du BSH

	Nombre de points	SPLI Points sup. à 0.253 (%)	BSH Points sup. à la "normale" (%)	Ecart BSH /SPLI (%)
Octobre 2014	227	87	83	-4
Novembre 2014	224	91	/	/
Décembre 2014	228	83	78	-5
Janvier	225	84	/	/
Février	224	89	86	-3
Mars	225	88	83	-5
Avril	223	82	79	-3
Mai	224	84	82	-2
Juin	221	76	71	-5
Juillet	222	63	62	-1
Août	223	64	65	+1
Septembre	222	72	/	/



L'écart est plus réduit, ce qui est logique puisqu'il ne reste plus que 2 classes sous 2.5 ans sec et que les nappes sont en majorité au dessus de la "normale".

La comparaison est donc peu discriminante.

3.3.3. Déclassés

Il s'agit du nombre de points qui changent de classe par rapport au BSH, en reprenant ici les mêmes coupures de classes (calculs faits pour 5 classes et 9 classes).

5 classes

La correspondance (**approximative**) SPLI/BSH est la suivante :

Valeurs du SPLI	Périodes de retour (si conditions d'application satisfaites)
< -1.28	> 10 ans sec
entre -1.28 et -0.25	Entre 2.5 ans sec et 10 ans sec
entre -0.25 et 0.25	Entre 2.5 ans sec et 2.5 ans humide
entre 0.25 et 1.28	Entre 2.5 ans humide et 10 ans humide
>1.28	> 10 ans humide

Déclassés :

5 classes	Déclassés		1 classe		2 classes	
	Nombre	%	Ecart -1	Ecart +1	Ecart -2	Ecart +2
Octobre 2014	24 (227)	11	7	17	0	0
Novembre 2014	26 (224)	12	2	24	0	0
Décembre 2014	31 (228)	14	5	26	0	0
Janvier 2015	29 (/225)	13	4	25	0	0
Février 2015	32 (/224)	14	5	27	0	0
Mars 2015	34 (225)	15	10	24	0	0
Avril 2015	33 (223)	15	6	27	0	0
Mai 2015	29 (224)	13	5	24	0	0
Juin 2015	31 (221)	14	6	25	0	0
Juillet 2015	33 (222)	15	11	22	0	0
Août 2015	22 (223)	10	6	16	0	0
Septembre 2015	31 (222)	14	10	21	0	0

Les écarts vont de 10 à 15 %

9 classes

Correspondance SPLI / Indicateur BSH :

Valeurs du SPLI	Périodes de retour (si conditions d'application satisfaites)
< -1.64	>20 ans sec
entre -1.75 et -1.28	Entre 10 ans et 20 ans sec
entre -1.28 et -0.84	Entre 5 ans et 10 ans sec
entre -0.84 et -0.25	Entre 2.5 ans et 5 ans sec
entre -0.25 et 0.25	Entre 2.5 ans sec et 2.5 ans humide
entre 0.25 et 0.84	Entre 2.5 ans et 5 ans humide
entre 0.84 et 1.28	Entre 5 ans humide et 10 ans humide
entre 1.28 et 1.75	Entre 10 ans humide et 20 ans humide
>1.64	> 20 ans humide

Déclassements :

9 classes	Déclassés		1 classe		2 classes	
	Nombre	%	Ecart -1	Ecart +1	Ecart -2	Ecart +2
Octobre 2014	53	26	10	43	0	0
Novembre 2014	51	25.5	5	44	0	2 (3/1)
Décembre 2014	53	26.5	6	45	0	2 (3/1)
Janvier 2015	50	25	8	42	0	0
Février 2015	36	18	7	24	0	5 (3/1)
Mars 2015	44	22	12	31	0	1 (3/1)
Avril 2015	43	21	9	33	0	1 (3/1)
Mai 2015	35	17	8	25	0	2 (3/1)
Juin 2015	41	20	10	30	0	1 (3/1)
Juillet 2015	44	22	18	24	0	2 (3/1)
Août 2015	36	18	14	18	1 (7/9)	3 (3/1)
Septembre 2015	41	20	13	27	0	1 (3/1)

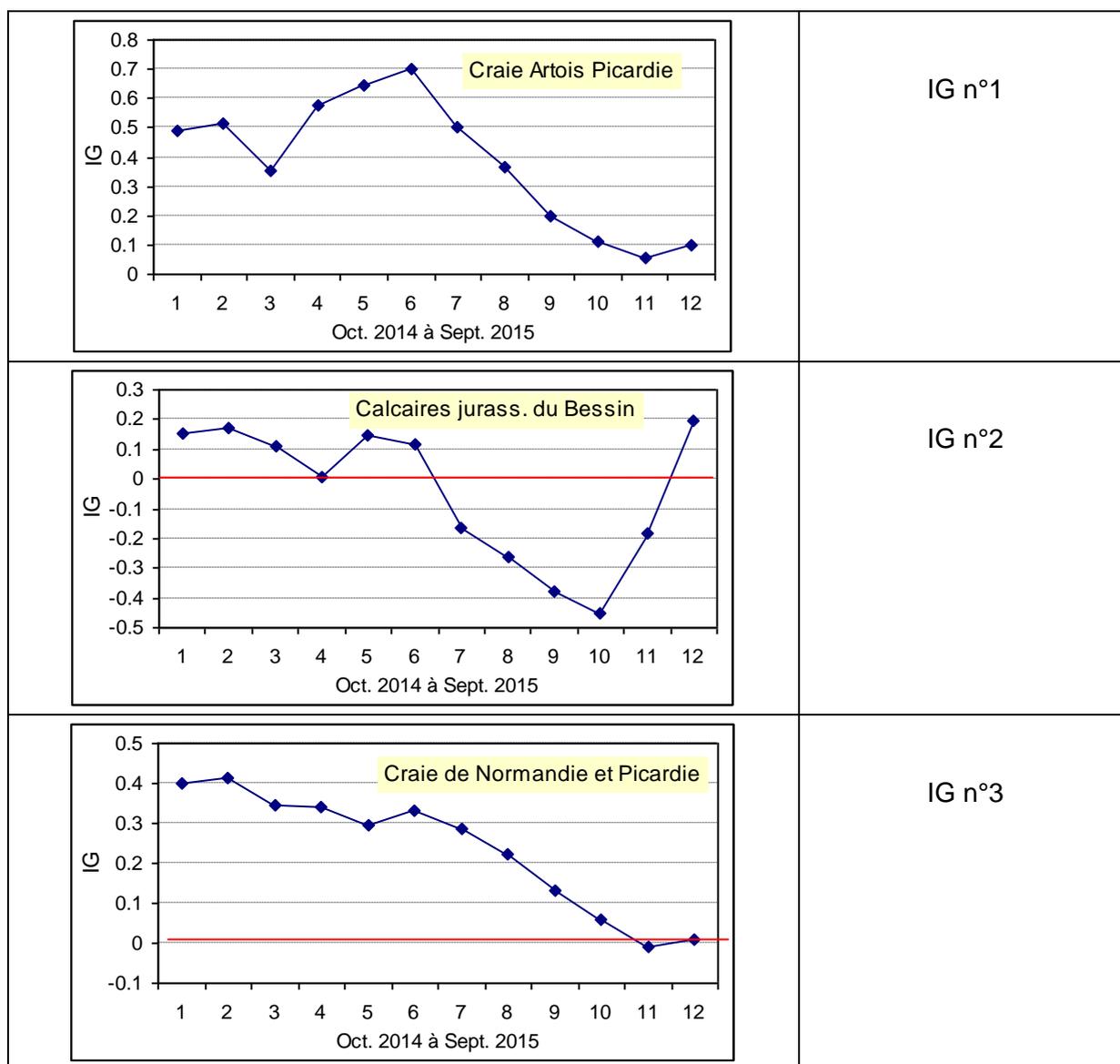
Les écarts vont de 17 à 26 %

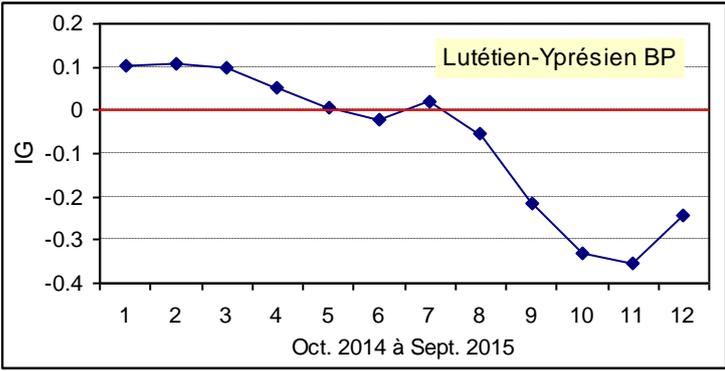
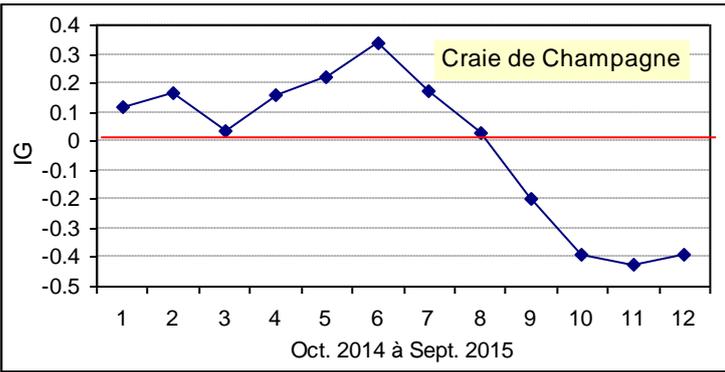
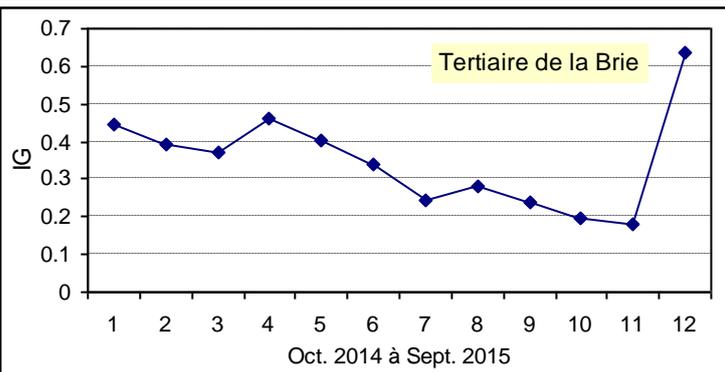
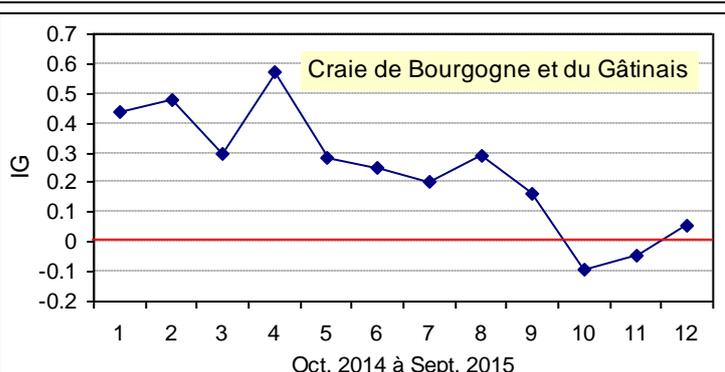
4. Indicateurs globaux

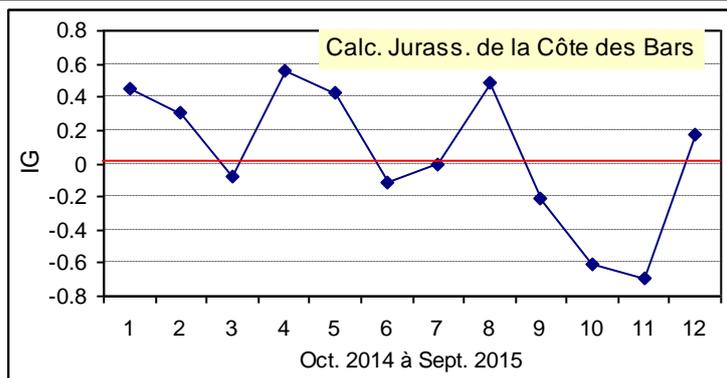
4.1. ÉVOLUTION SUR L'ANNÉE HYDROLOGIQUE 2014-2015

Dans le BSH il y a 31 indicateurs globaux de reportés. L'indicateur n° 13 (Nappe des Sables du Maine) ne l'est pas systématiquement (cf. cartes qui suivent).

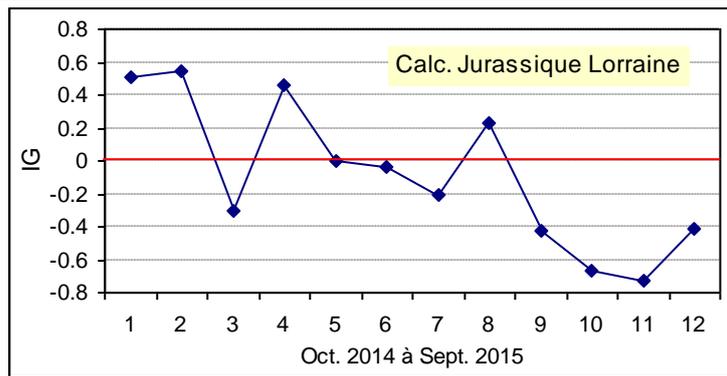
Contrairement à l'indicateur BSH, l'indicateur global SPLI se prête au calcul. C'est la moyenne des indicateurs ponctuels. L'évolution des indicateurs globaux sur l'année hydrologique 2014-2015 (excepté le n° 13, les indicateurs ponctuels n'étant pas à jour) est retracée par les graphiques qui suivent.



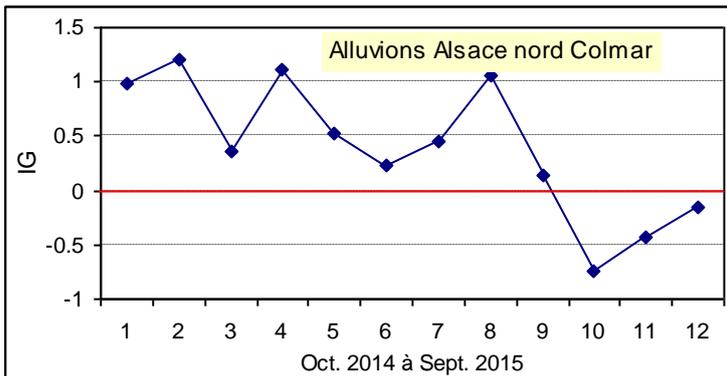
 <p>Lutétien-Yprésien BP</p> <p>IG</p> <p>Oct. 2014 à Sept. 2015</p>	IG n°4
 <p>Craie de Champagne</p> <p>IG</p> <p>Oct. 2014 à Sept. 2015</p>	IG n°5
 <p>Tertiaire de la Brie</p> <p>IG</p> <p>Oct. 2014 à Sept. 2015</p>	IG n°6
 <p>Craie de Bourgogne et du Gâtinais</p> <p>IG</p> <p>Oct. 2014 à Sept. 2015</p>	IG n°7



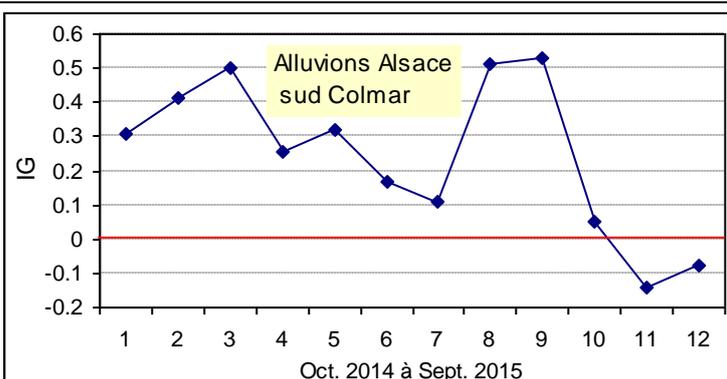
IG n°8



IG n°9

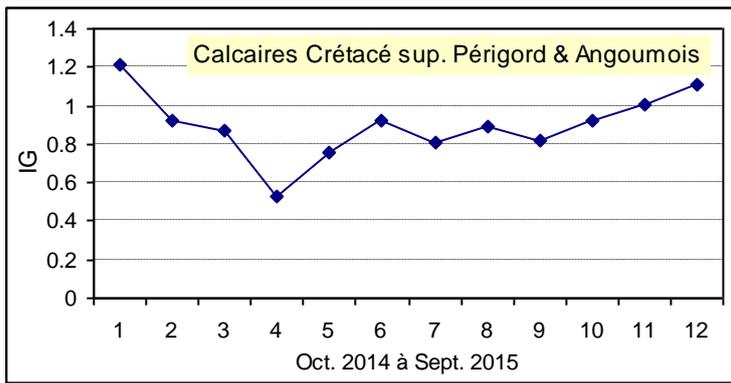


IG n°10

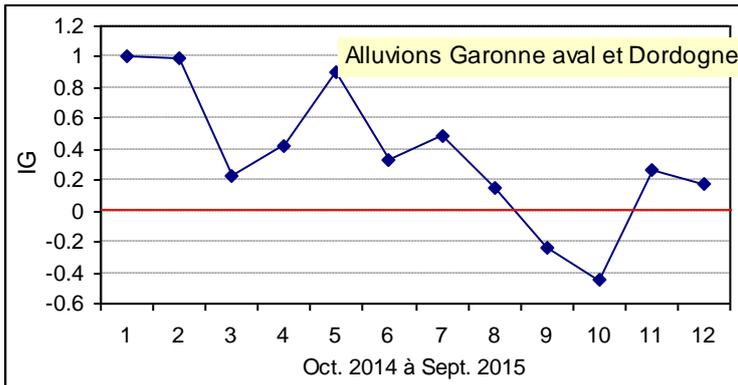


IG n°11

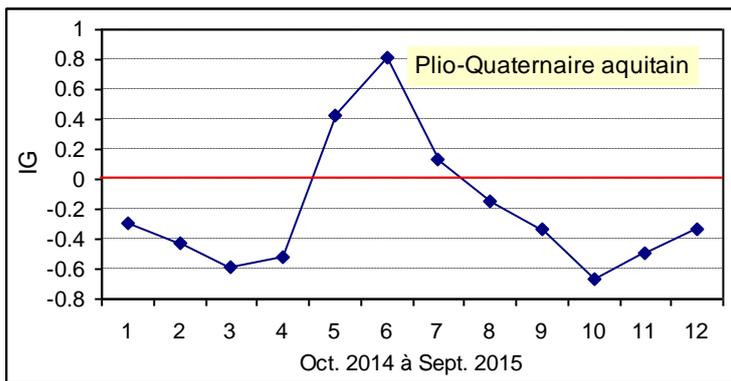
<p>Calcaires de Beauce</p> <p>IG</p> <p>Oct. 2014 à Sept. 2015</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>IG</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.48</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.42</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.36</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.30</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.26</td></tr> <tr><td>7</td><td>0.24</td></tr> <tr><td>8</td><td>0.23</td></tr> <tr><td>9</td><td>0.15</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.06</td></tr> <tr><td>11</td><td>0.03</td></tr> <tr><td>12</td><td>0.07</td></tr> </tbody> </table>	Month	IG	1	0.48	2	0.45	3	0.42	4	0.36	5	0.30	6	0.26	7	0.24	8	0.23	9	0.15	10	0.06	11	0.03	12	0.07	<p>IG n°12</p>
Month	IG																										
1	0.48																										
2	0.45																										
3	0.42																										
4	0.36																										
5	0.30																										
6	0.26																										
7	0.24																										
8	0.23																										
9	0.15																										
10	0.06																										
11	0.03																										
12	0.07																										
<p>Craie de Touraine</p> <p>IG</p> <p>Oct. 2014 à Sept. 2015</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>IG</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.62</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.46</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.34</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.10</td></tr> <tr><td>5</td><td>-0.08</td></tr> <tr><td>6</td><td>-0.08</td></tr> <tr><td>7</td><td>-0.12</td></tr> <tr><td>8</td><td>0.11</td></tr> <tr><td>9</td><td>0.05</td></tr> <tr><td>10</td><td>-0.08</td></tr> <tr><td>11</td><td>-0.09</td></tr> <tr><td>12</td><td>0.09</td></tr> </tbody> </table>	Month	IG	1	0.62	2	0.46	3	0.34	4	0.10	5	-0.08	6	-0.08	7	-0.12	8	0.11	9	0.05	10	-0.08	11	-0.09	12	0.09	<p>IG n°14</p>
Month	IG																										
1	0.62																										
2	0.46																										
3	0.34																										
4	0.10																										
5	-0.08																										
6	-0.08																										
7	-0.12																										
8	0.11																										
9	0.05																										
10	-0.08																										
11	-0.09																										
12	0.09																										
<p>Calcaires du Berry</p> <p>IG</p> <p>Oct. 2014 à Sept. 2015</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>IG</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1.05</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.70</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.38</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.56</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.44</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.23</td></tr> <tr><td>7</td><td>-0.05</td></tr> <tr><td>8</td><td>0.88</td></tr> <tr><td>9</td><td>0.65</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.32</td></tr> <tr><td>11</td><td>0.19</td></tr> <tr><td>12</td><td>0.15</td></tr> </tbody> </table>	Month	IG	1	1.05	2	0.70	3	0.38	4	0.56	5	0.44	6	0.23	7	-0.05	8	0.88	9	0.65	10	0.32	11	0.19	12	0.15	<p>IG n°15</p>
Month	IG																										
1	1.05																										
2	0.70																										
3	0.38																										
4	0.56																										
5	0.44																										
6	0.23																										
7	-0.05																										
8	0.88																										
9	0.65																										
10	0.32																										
11	0.19																										
12	0.15																										
<p>Calcaires sud Vendée</p> <p>IG</p> <p>Oct. 2014 à Sept. 2015</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>IG</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.65</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.38</td></tr> <tr><td>3</td><td>-0.12</td></tr> <tr><td>4</td><td>-0.45</td></tr> <tr><td>5</td><td>-0.05</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.42</td></tr> <tr><td>7</td><td>-0.25</td></tr> <tr><td>8</td><td>1.18</td></tr> <tr><td>9</td><td>0.68</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.50</td></tr> <tr><td>11</td><td>0.70</td></tr> <tr><td>12</td><td>1.25</td></tr> </tbody> </table>	Month	IG	1	0.65	2	0.38	3	-0.12	4	-0.45	5	-0.05	6	0.42	7	-0.25	8	1.18	9	0.68	10	0.50	11	0.70	12	1.25	<p>IG n°16</p>
Month	IG																										
1	0.65																										
2	0.38																										
3	-0.12																										
4	-0.45																										
5	-0.05																										
6	0.42																										
7	-0.25																										
8	1.18																										
9	0.68																										
10	0.50																										
11	0.70																										
12	1.25																										



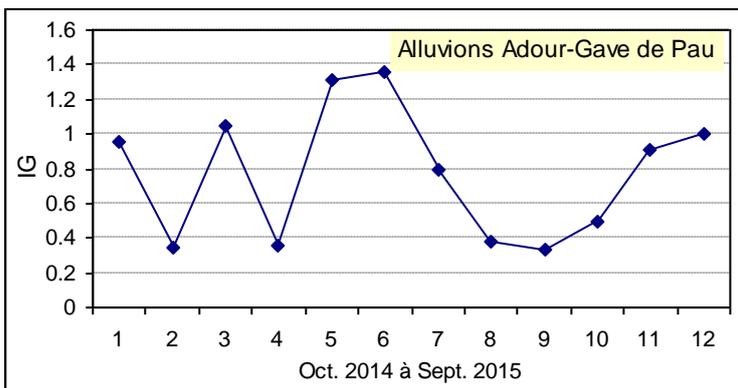
IG n°17



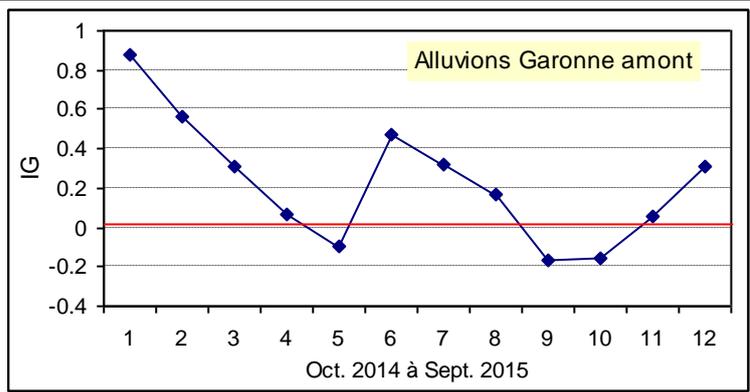
IG n°18



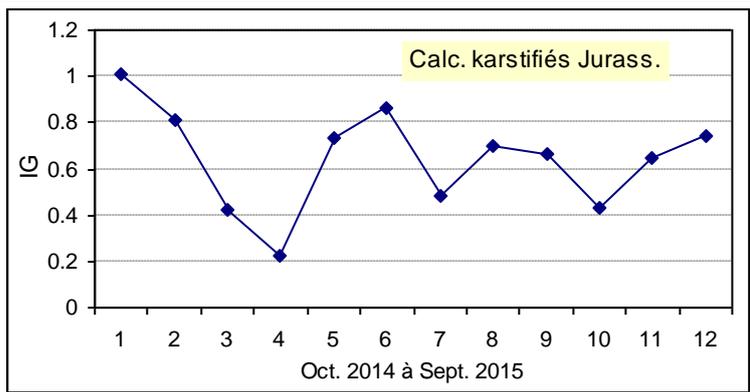
IG n°19



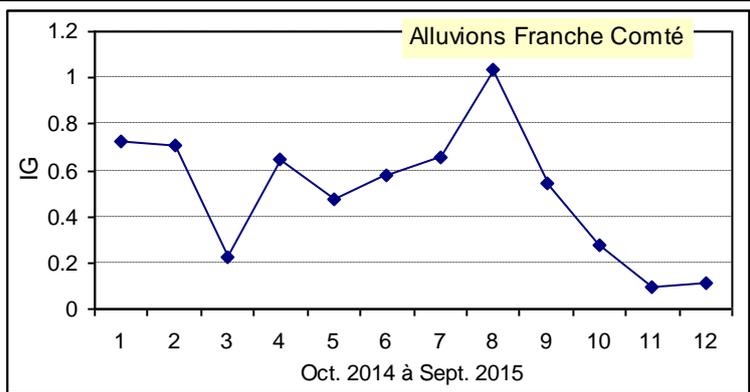
IG n°20



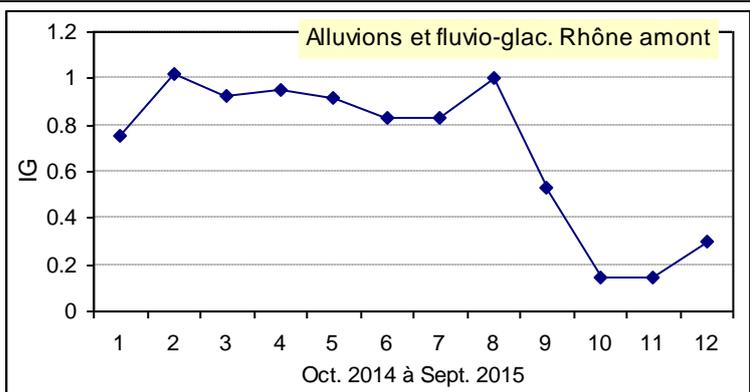
IG n°21



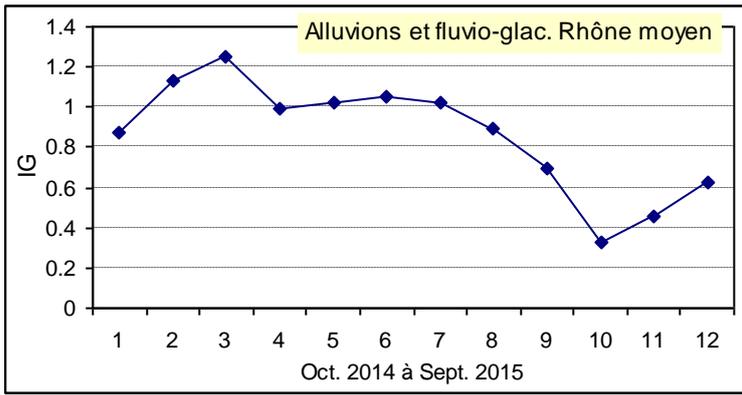
IG n°22



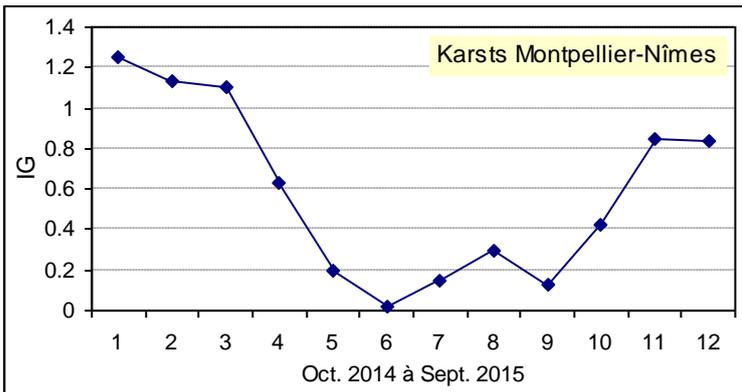
IG n°23



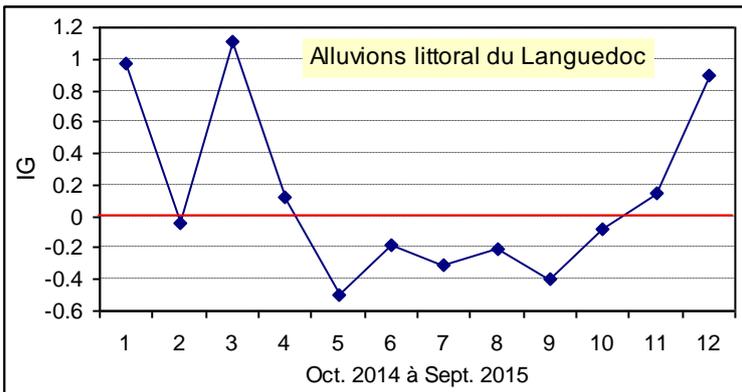
IG n°24



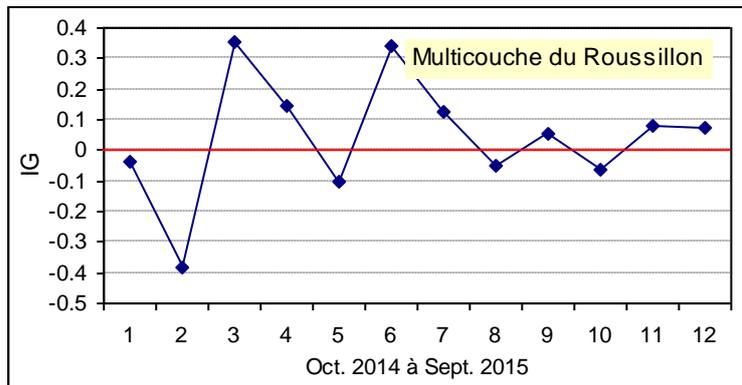
IG n°25



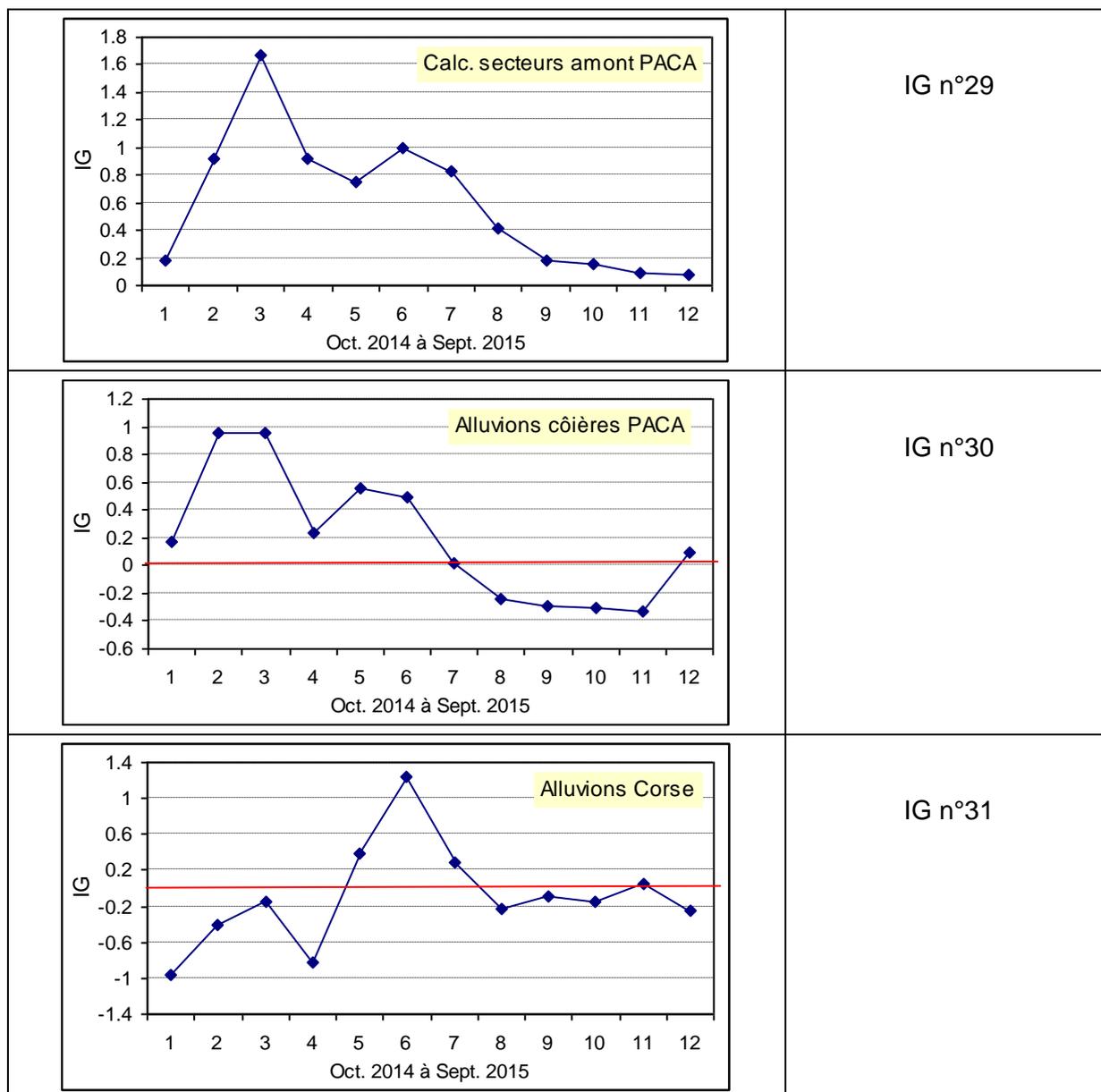
IG n°26



IG n°27



IG n°28



4.2. REPORTS SUR CARTE

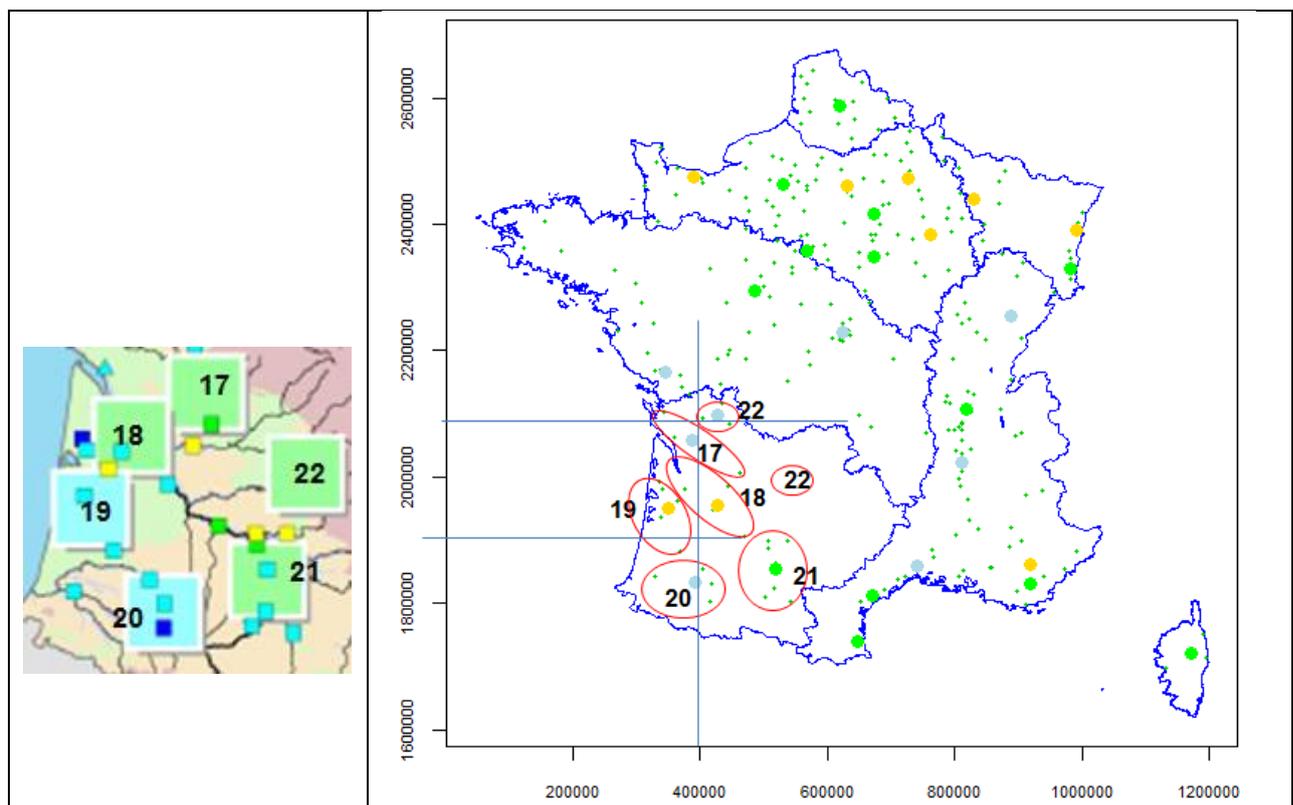
Les 30 indicateurs globaux calculés, répartis en 5 classes (celles du BSH) ont été reportés sur cartes pour comparaison avec les cartes du BSH. Les coupures de classes et les codes couleur sont les mêmes que ceux du BSH (en particulier même définition de la "normale")

Classes de SPLI	Correspondance (approximative) avec l'indicateur du BSH	Commentaire BSH
< -1.28	> 10 ans sec	Très supérieur à la normale
entre -1.28 et -0.25	Entre 2.5 ans sec et 10 ans sec	Supérieur à la normale
entre -0.25 et 0.25	Entre 2.5 ans sec et 2.5 ans humide	Niveau normal
entre 0.25 et 1.28	Entre 2.5 ans humide et 10 ans humide	Inférieur à la normale
> 1.28	> 10 ans humide	Très inférieur à la normale

Le report de la "tendance" (hausse, baisse, stabilité) n'a pas été fait, les modes de calcul n'étant pas comparables.

Le positionnement de l'indicateur global sur les cartes a été fait en calculant le centre de gravité des indicateurs ponctuels (moyennes des X et des Y).

La comparaison avec le bassin Adour-Garonne n'est pas aisée, compte tenu de la dispersion des indicateurs ponctuels constitutifs des indicateurs globaux. La carte ci-dessous permet de faciliter cette comparaison.

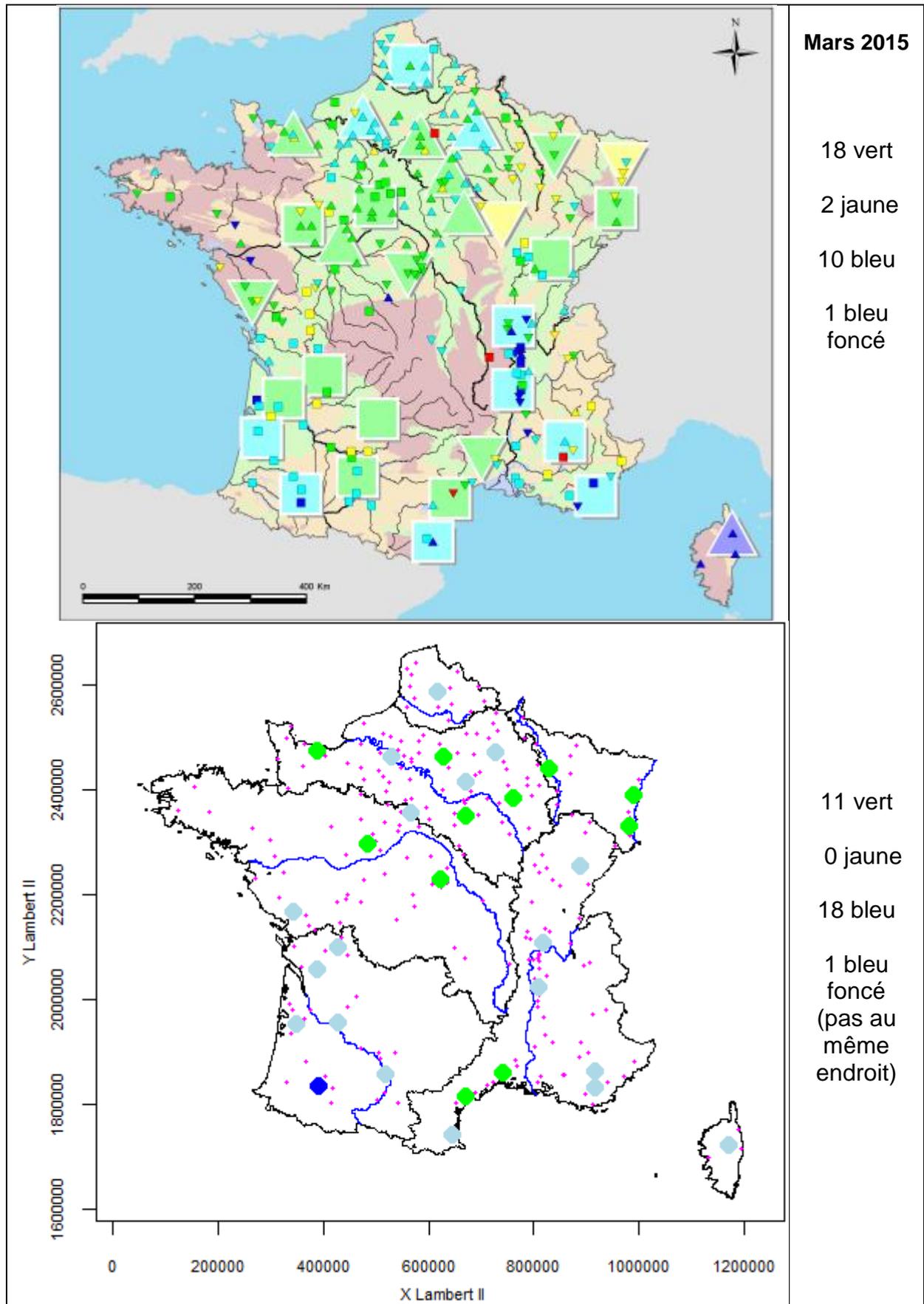


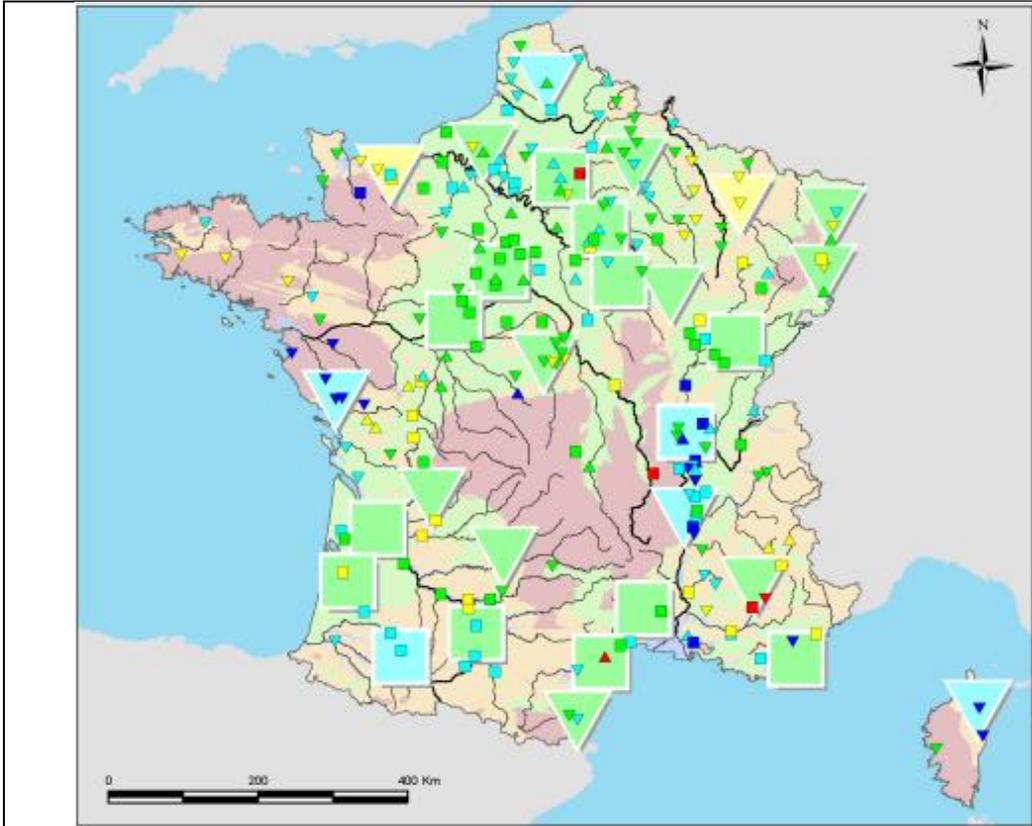
L'IG n°22 (Aquifères calcaires karstifiés du Jurassique moyen et supérieur) est constitué par 8 indicateurs globaux : 5 correspondent à des sources situées dans les départements 46, 12 et 82 (non reportées sur les cartes SPLI car non exportées avec le code BSH 131, ce qui exclut une comparaison) et 3 autres sont situées au nord-ouest (reportées sur les cartes SPLI, visibles en particulier sur la carte ci-dessus). Dans le BSH, l'IG 22 est reporté uniquement sur le groupe des sources (encart BSH ci-dessus).

Les 2 groupes sont géographiquement disjoints et il serait préférable d'avoir deux indicateurs globaux.

L'IG n°29 (Formations calcaires des secteurs amont de la région PACA) est constitué de 4 indicateurs ponctuels, dont 3 sources non sorties lors de l'export d'ADES. Comme pour l'IG 22 la comparaison ne peut être faite.

Les cartes qui suivent montrent que pour le SPLI le bleu ("niveau supérieur à la normale") domine sur le vert ("niveau normal"). C'est l'inverse avec l'indicateur BSH, plus pessimiste.





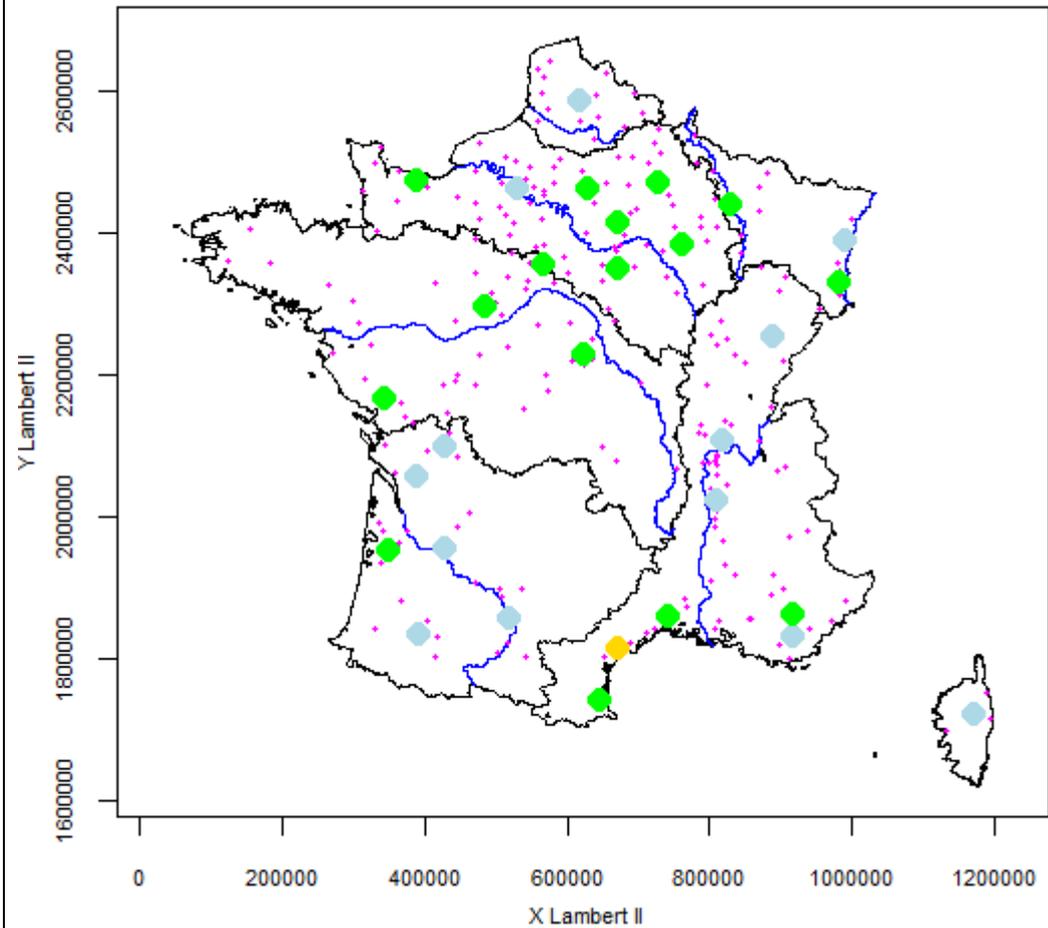
Avril 2015

22 vert

2 jaune

6 bleu

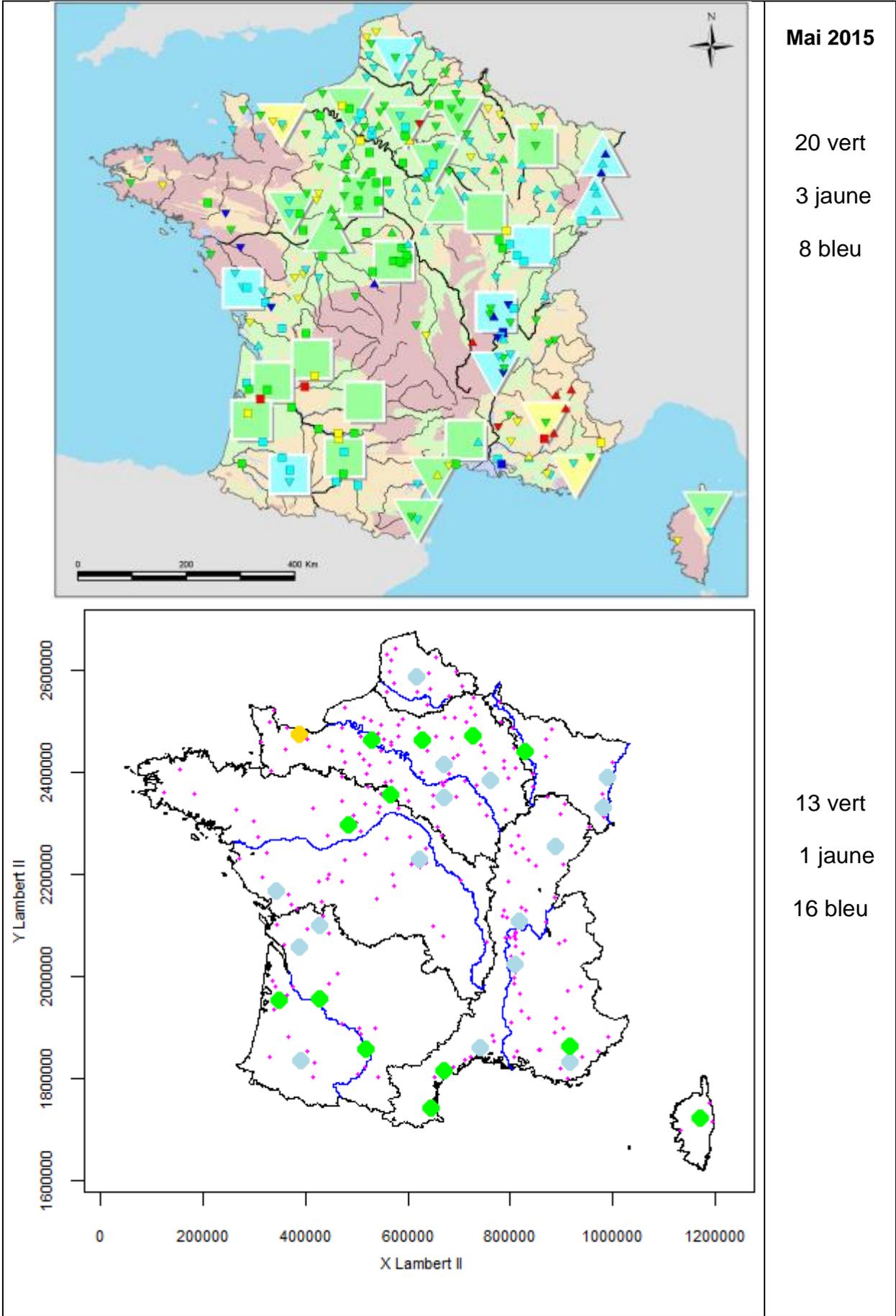
(absence de l'IG 13)

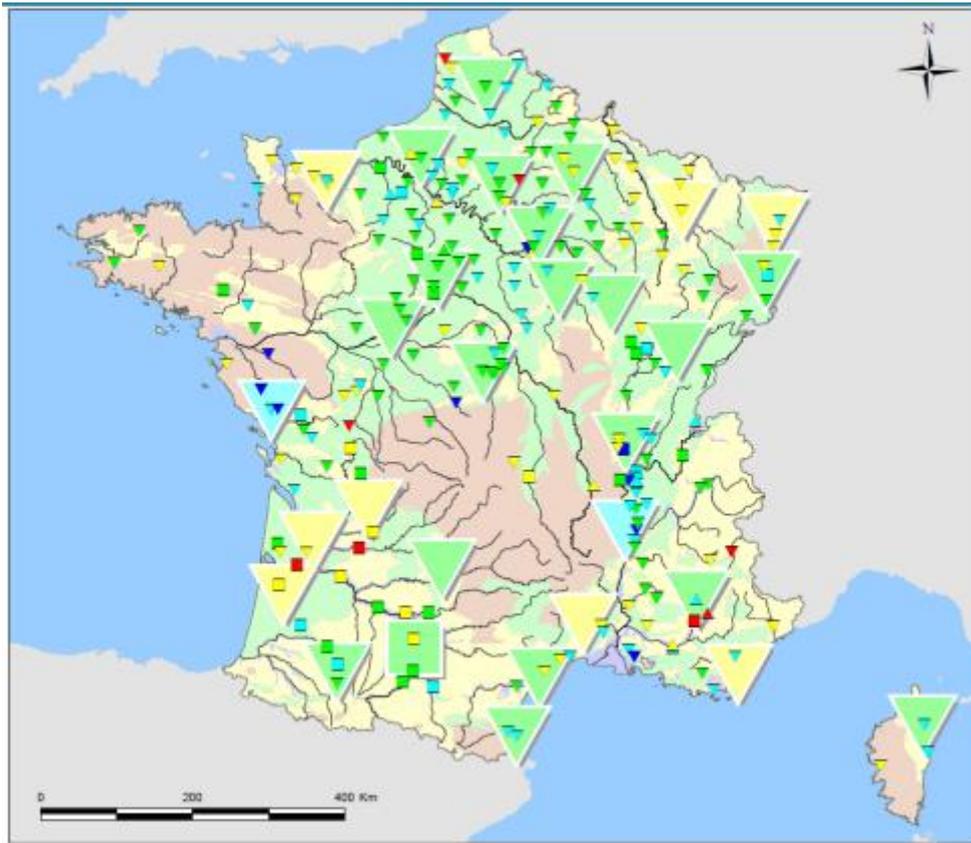


16 vert

1 jaune

13 bleu





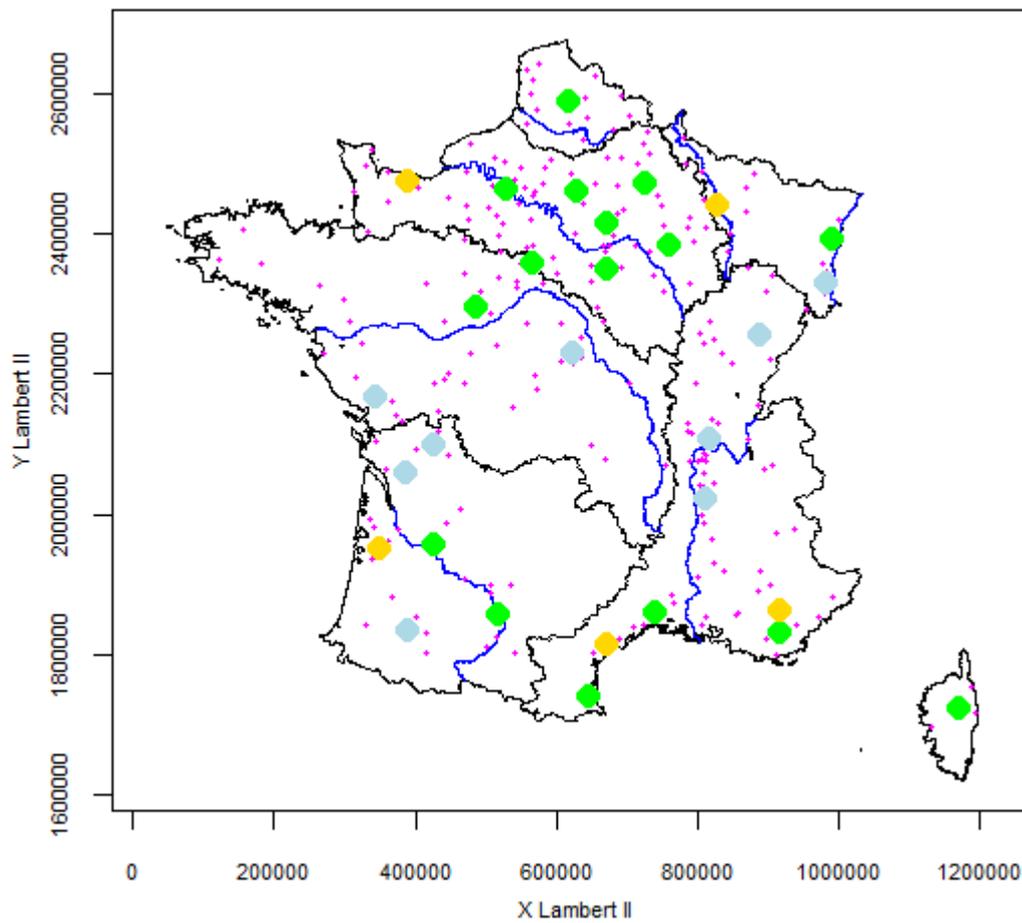
Juin 2015

20 vert

8 jaune

2 bleu

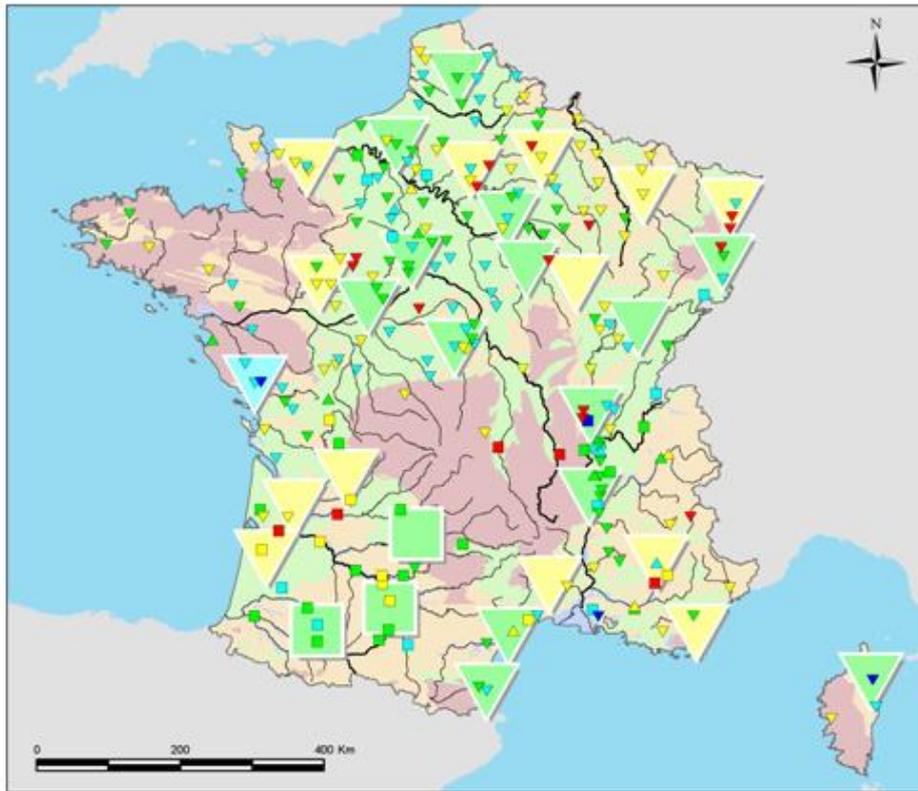
(absence
de l'IG 13)



16 vert

5 jaune

9 bleu

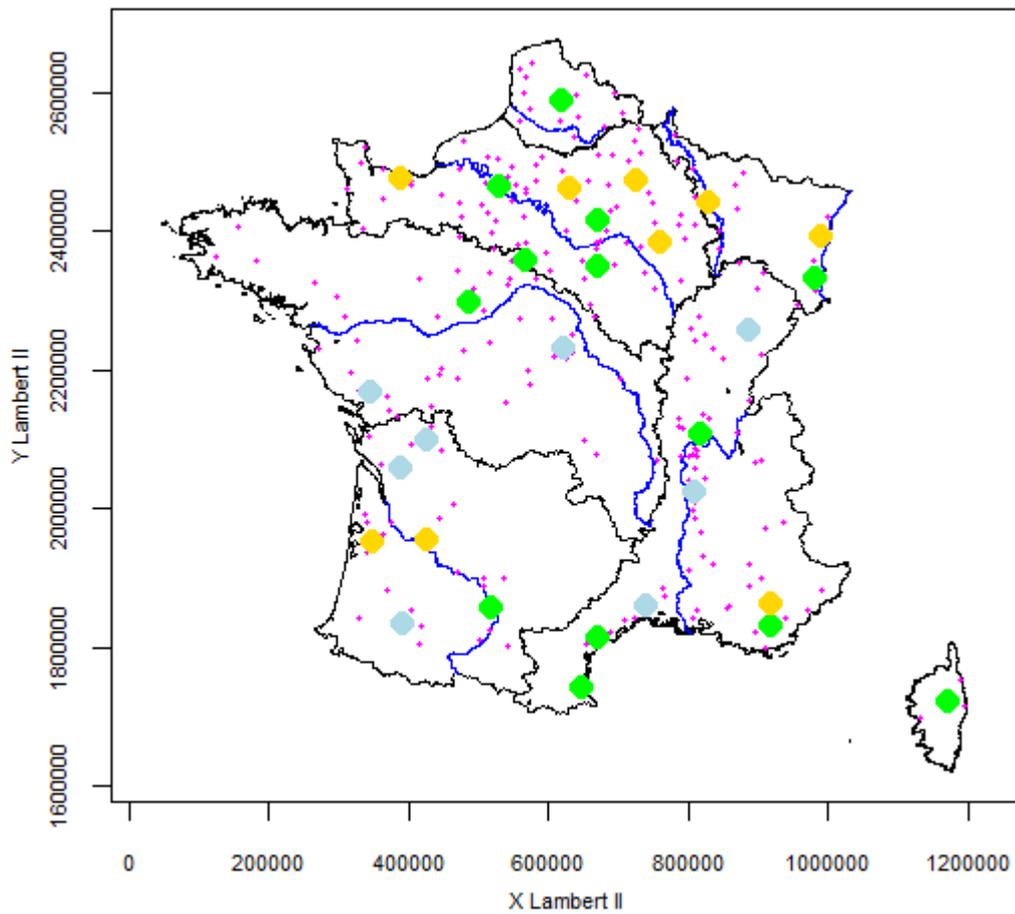


Juillet 2015

17 vert

13 jaune

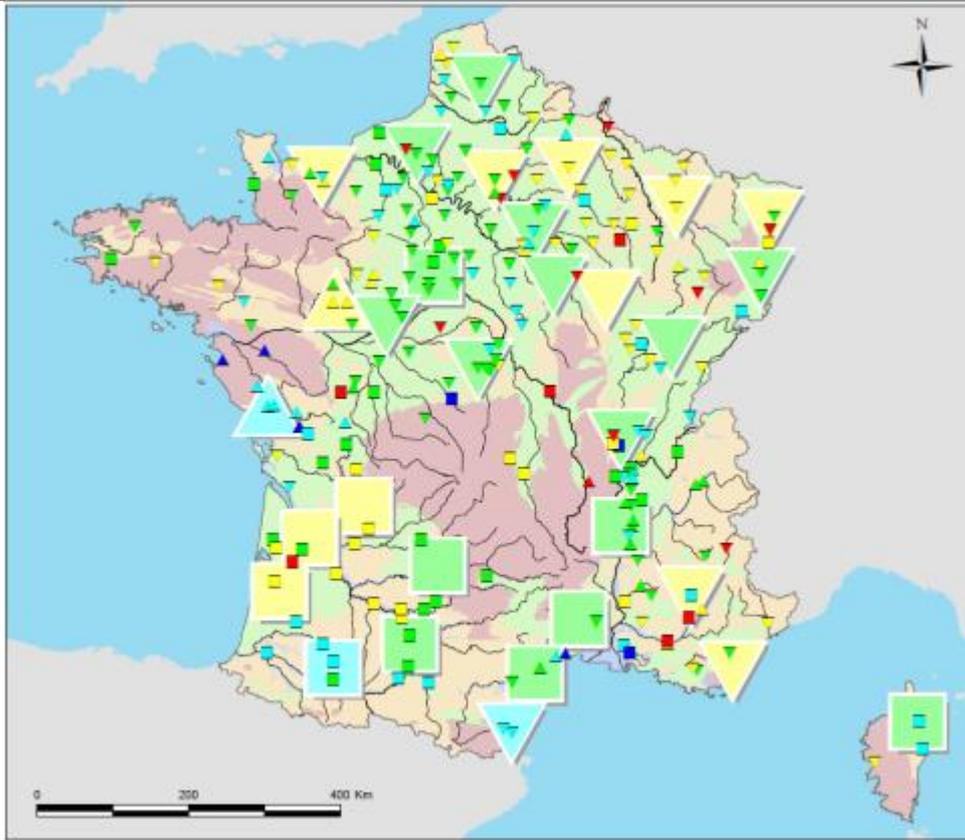
1 bleu



13 vert

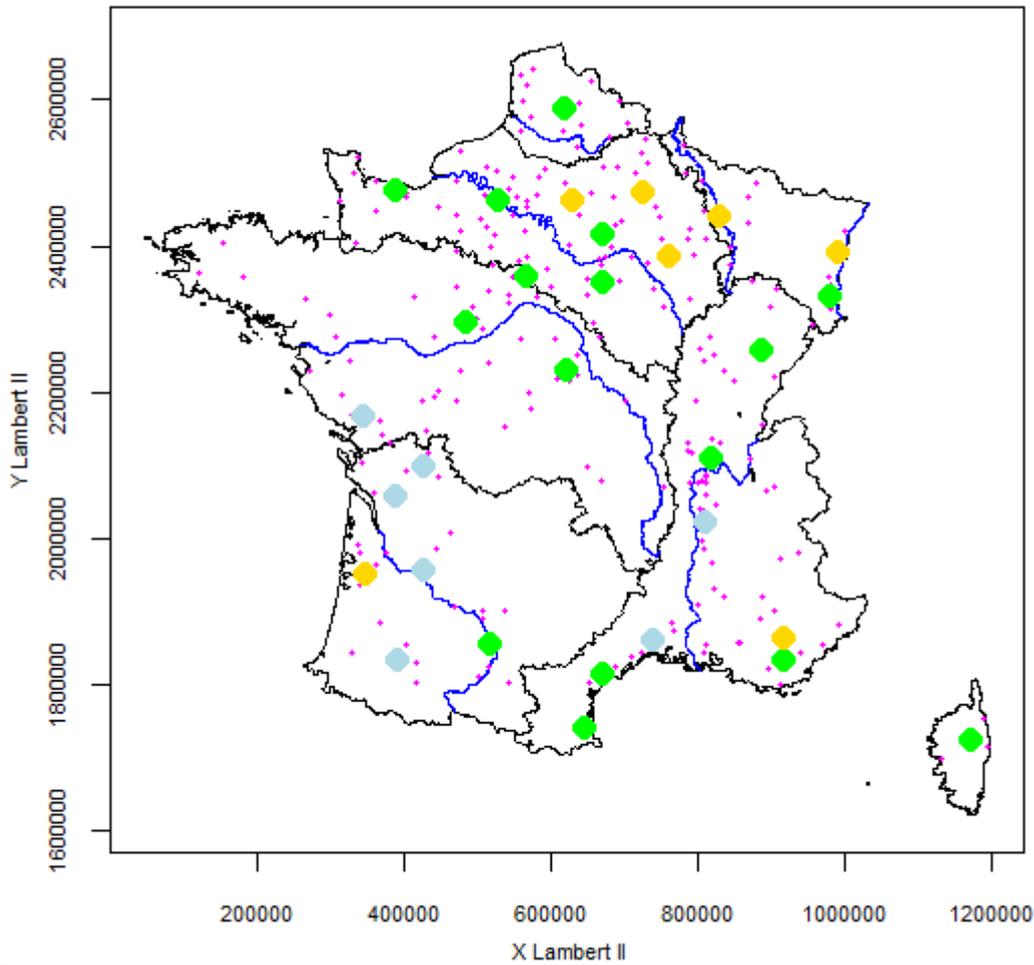
9 jaune

8 bleu



Août 2015

16 vert
12 jaune
3 bleu



16 vert
7 jaune
7 bleu

Annexe 1

Comparaison avec l'indicateur Beauce-centrale

1. L'indicateur Beauce

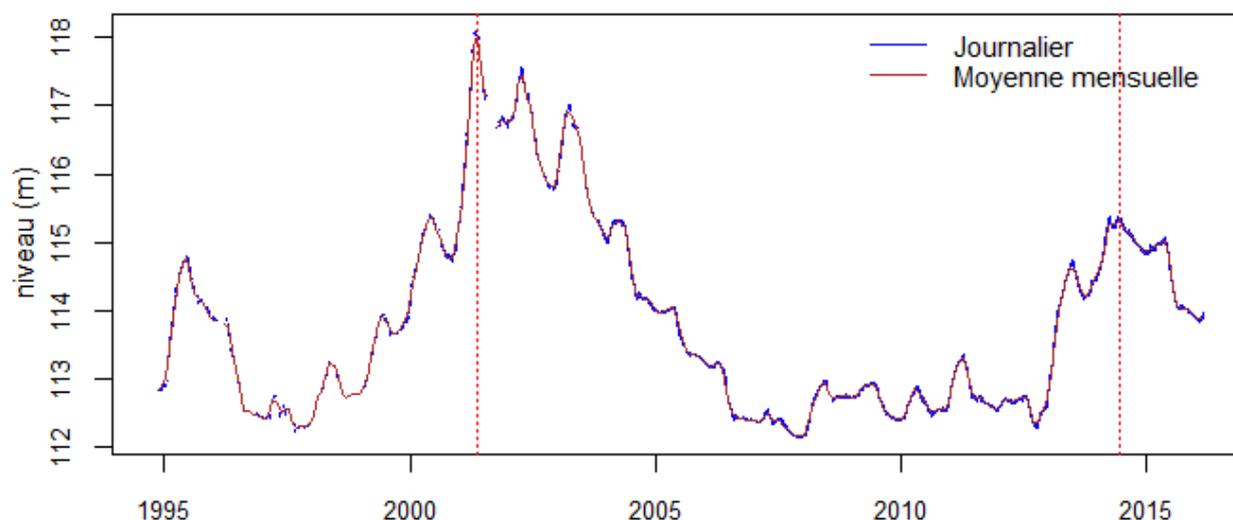
Pour la Beauce centrale, le niveau de l'indicateur piézométrique de référence est la moyenne des niveaux de la nappe mesurés aux cinq stations piézométriques suivantes :

Indice BSS	Commune d'implantation	Département
03287X0018	Batilly-en-Gatinais	45
03622X0027	Epieds-en-Beauce	45
03263X0004	Fains-la-Folie	28
03626X0026	Ouzouer-le-Marché	41
02558X0034	St-Léger-des-Aubées	28

L'évolution des niveaux en ces piézomètres est retracée par les figures des pages qui suivent. Les plus hautes eaux s'observent en 2001 et 2002, aux dates suivantes :

Piézomètre	Maximum (m)	Date du maximum
Batilly-en-Gatinais	100.1	avril 2001
Epieds-en-Beauce	116.1	mai 2001
Fains-la-Folie	123.1	avril 2002 (et avril 2003)
Ouzouer-le-Marché	116.6	avril 2001
St-Léger-des-Aubées	137.0	juillet 2001

Le graphique ci-dessous présente l'évolution des niveaux de l'indicateur Beauce, au pas de temps journalier et en moyenne mensuelle :



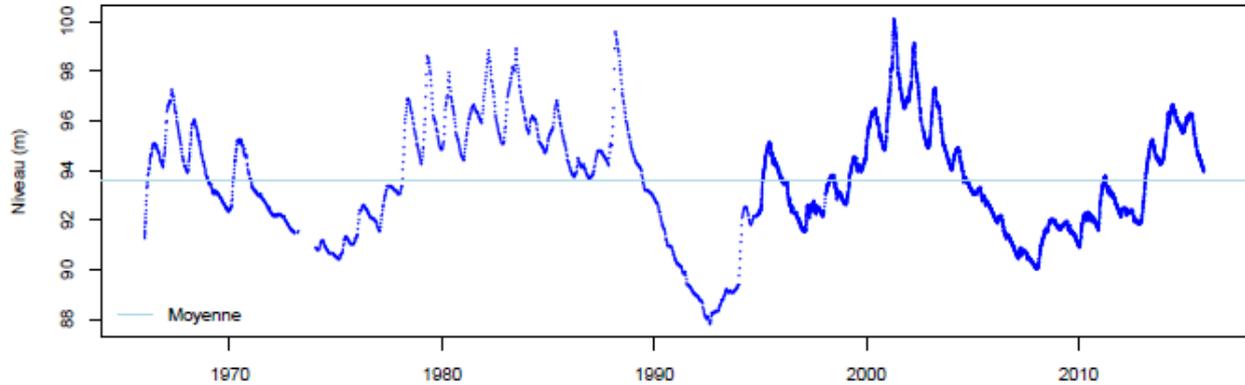
Le maximum de l'indicateur, 118.05 m, est atteint en mai 2001. Le pic suivant, 117.45 m, est atteint en avril 2002.

Les niveaux hauts de 2014 correspondent, en moyennes mensuelles, aux maxima :

- de Batilly : > 96 m d'avril à septembre 2014 (maximum 96.5 m),
- d'Epieds : > 114 m de mars 2014 à juillet 2014 (maximum 114.3 m),
- de Fains : > 119 m de mai 2014 à juin 2015 (maximum de 119.4 m en novembre et décembre 2014),

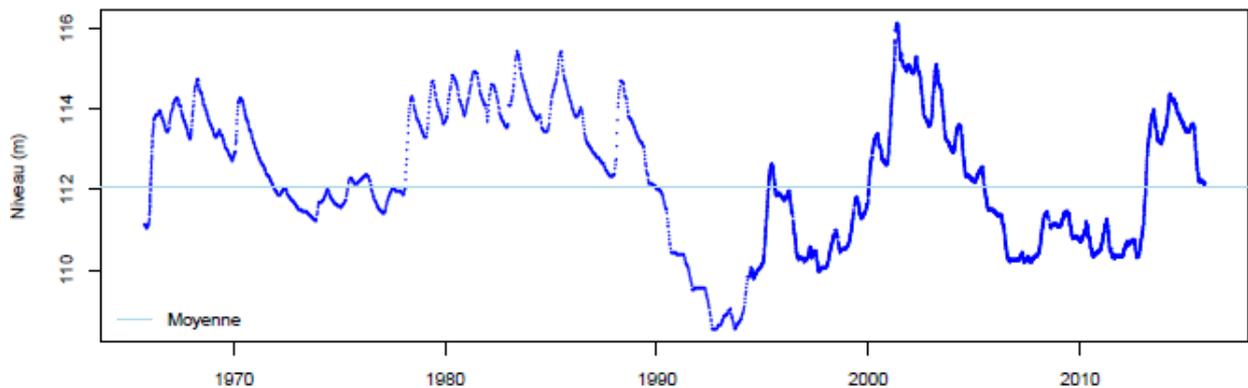
- d'Ouzouer : > 114 m de février 2014 à juin 2014 (maximum 114.96 m)
- de St-Léger : niveaux supérieurs à 132.5 m à partir de février 2014 (maximum de 132.95 m en septembre 2015).

Batilly



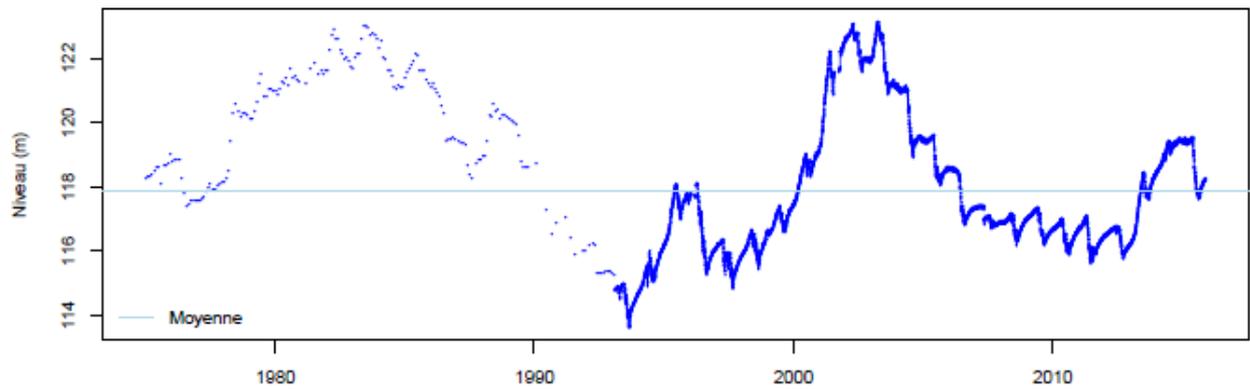
Nombre d'années : 50 , du 1966-01-01 au 2015-11-30
 Nombre de jours avec mesures : 8889 sur un total de 18231 ,soit 48.8 %
 Moyenne : 93.6
 Ecart-type : 2.09
 Maximum : 100.11
 Minimum : 87.78

Epieds



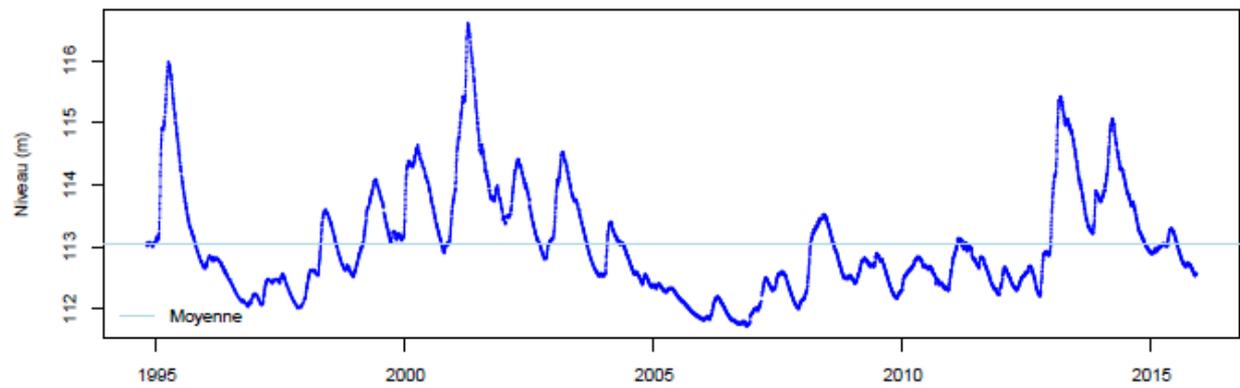
Nombre d'années : 51 , du 1965-10-14 au 2015-11-30
 Nombre de jours avec mesures : 8367 sur un total de 18310 ,soit 45.7 %
 Moyenne : 112.08
 Ecart-type : 1.56
 Maximum : 116.13
 Minimum : 108.52

Fains

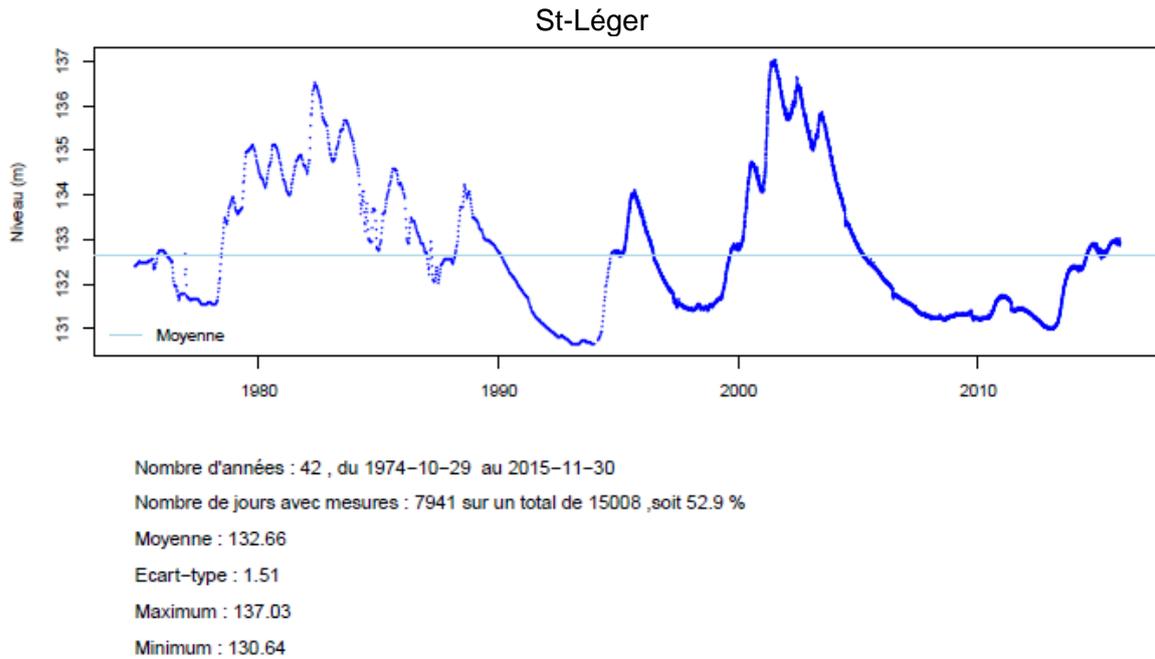


Nombre d'années : 41 , du 1975-01-03 au 2015-11-30
Nombre de jours avec mesures : 7724 sur un total de 14942 ,soit 51.7 %
Moyenne : 117.85
Ecart-type : 2.02
Maximum : 123.13
Minimum : 113.61

Ouzouer



Nombre d'années : 22 , du 1994-10-20 au 2015-11-30
Nombre de jours avec mesures : 6840 sur un total de 7712 ,soit 88.7 %
Moyenne : 113.04
Ecart-type : 0.88
Maximum : 116.61
Minimum : 111.72



2. Indicateur Beauce et SPLI

Le graphique ci-dessous les met en correspondance visuelle : l'échelle de l'axe du SPLI a été choisie de façon à obtenir la meilleure superposition possible, ce qui permet de bien mettre en évidence la similitude d'évolution. Mais cette similitude ne signifie pas équivalence d'interprétation (cf. remarques 1 2 et 3 ci-après).



A titre indicatif (indicatif uniquement, car pour une nappe comme celle de la Beauce, la correspondance en terme de période de retour n'est pas pertinente), ont été reportées les valeurs de référence suivantes du SPLI :

- 0.25 et 0.25 (lignes vertes), qui correspondraient à 2.5 ans sec et 2.5 ans humide du BSH ("autour de la normale"),
- 0.84 et 0.84 (lignes jaunes), qui correspondraient à 5 ans sec et 5 ans humide du BSH,
- 1.28 qui correspondrait à 10 ans humide du BSH.

Remarque 1 : En modifiant l'échelle précédente des SPLI, on obtiendrait un graphique de superposition différent, par exemple le graphique ci-dessous :



Les 2 courbes ne se déduisent pas l'une de l'autre par simple translation (ce qui est normal, compte tenu des opérations, non linéaires, ayant conduit au SPLI).

Remarque 2 : le pic de novembre 2011, sans correspondance avec un pic de l'indicateur Beauce (qui est à 116.8 m), ne fait que traduire nettement (la base du calcul du SPLI est une distribution cumulée de fréquences) les très hautes eaux de cette période (il ne s'agit pas d'un déphasage).

Remarque 3 : le déphasage SPLI/BSH observé en 2014 s'explique par la persistance des niveaux hauts de Batilly, Fains et St-Léger (cf. ci-dessus, § 3.1, commentaires sur les maxima), le SPLI traduisant bien cette persistance.

Remarque 4 :

SPLI	Ecart entre bornes	Variation correspondante de l'indicateur Beauce (approximative)
0.25-0.84	0.59	1.18 m
0.84-1.28	0.44	0.88 m
1.28-1.64	0.36	0.72 m

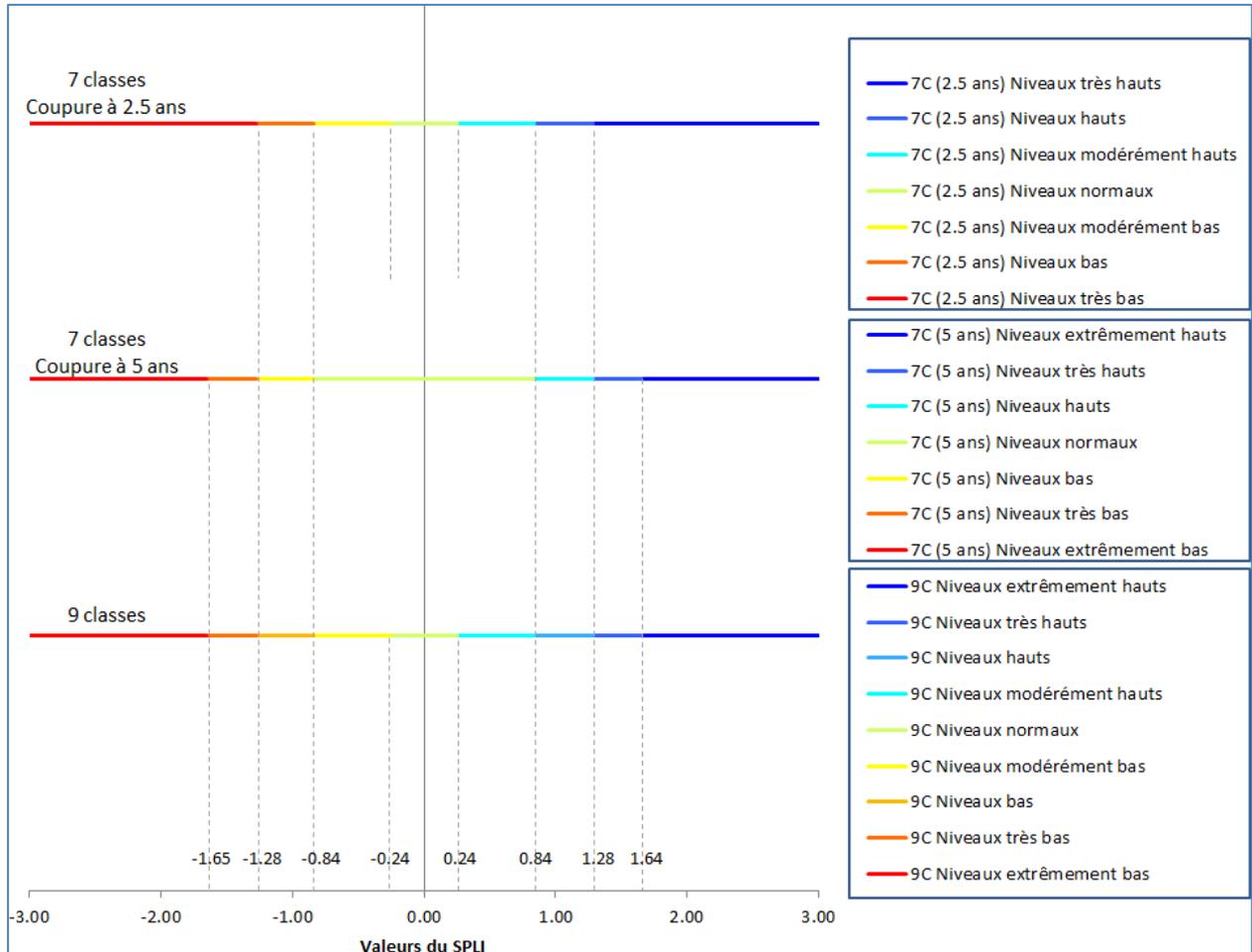
- Il ne semble pas y avoir (dans le bulletin régional) d'interprétation de l'indicateur Beauce-centrale en termes de fréquence.
- Exemple : en considérant la série des mois de mai, le maximum de 118 m, atteint en 2001, est en correspondance avec un SPLI=2 (ce qui équivaudrait à une période de retour de l'ordre de 40 ans).
- Sur l'année hydrologique 2014-2015 l'indicateur SPLI de la Beauce centrale varie de 0.7 à 0.1 d'octobre 2014 à septembre 2015 (avec un "creux" de 0.05 en août), en cohérence avec l'IG n°12 de la nappe de Beauce (cf § 3.1, IG n°12) qui varie quant à lui de 0.5 en octobre 2014 à 0.1 en septembre 2015 (avec un "creux" de 0.03 en août).

Annexe 2

Tests de cartographie – Classifications

Le graphique ci-après synthétise visuellement les 3 trois classifications testées en présentant :

- Les coupures des classes et les valeurs du SPLI associées ;
- Les couleurs associés aux classes ;
- Les dénominations en terme de niveaux (niveaux hauts, très hauts, etc.) ou de période de retour associés aux classes.



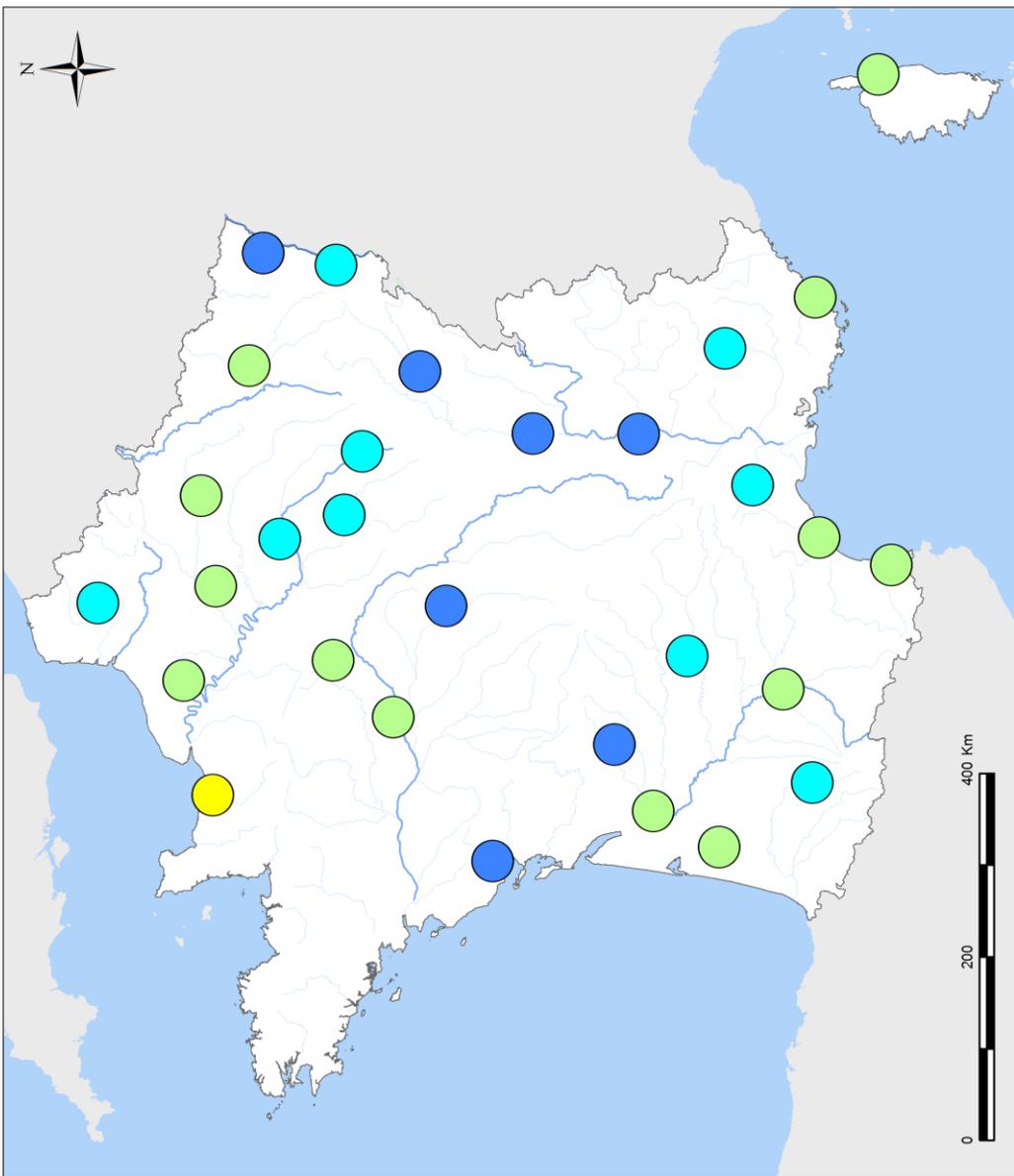
Des tests de cartographie ont été réalisés pour 3 classifications différentes :

- en 7 classes avec une coupure dans la classe centrale entre 2.5 ans humide et sec ;
- en 7 classes avec une coupure dans la classe centrale entre 5 ans humide et sec ;
- en 9 classes (avec une coupure dans la classe centrale entre 2.5 ans humide et sec).

Les 3 premières cartes représentent les indicateurs **globaux** selon les 3 classifications présentées ci-dessus. L'évolution récente n'est pas représentée car elle n'a pas été calculée.

Les 3 dernières cartes représentent les indicateurs **ponctuels** selon les 3 classifications présentées précédemment. L'évolution récente est représentée (variation par rapport au mois précédent).

Les cartes ci-après ont été réalisées avec le SPLI du mois de mai 2015.



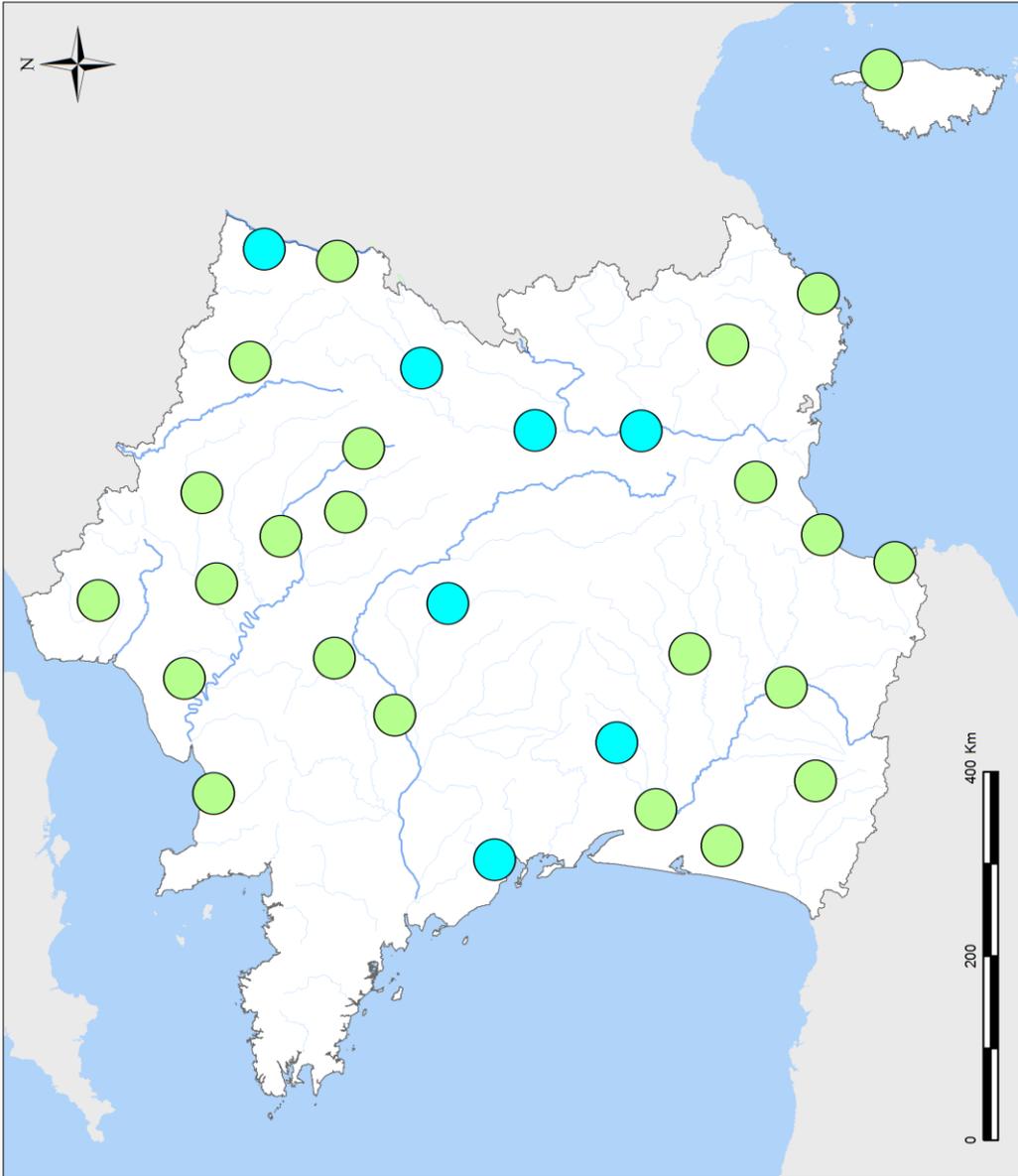
SPLI 7 classes (2.5 ans)

- +1.29 à +3.00 - Niveaux très hauts (0)
- +0.85 à +1.28 - Niveaux hauts (7)
- +0.26 à +0.84 - Niveaux modérément hauts (9)
- -0.24 à +0.25 - Niveaux normaux (13)
- -0.83 à -0.25 - Niveaux modérément bas (1)
- -1.27 à -0.84 - Niveaux bas (0)
- -3.00 à -1.28 - Niveaux très bas (0)



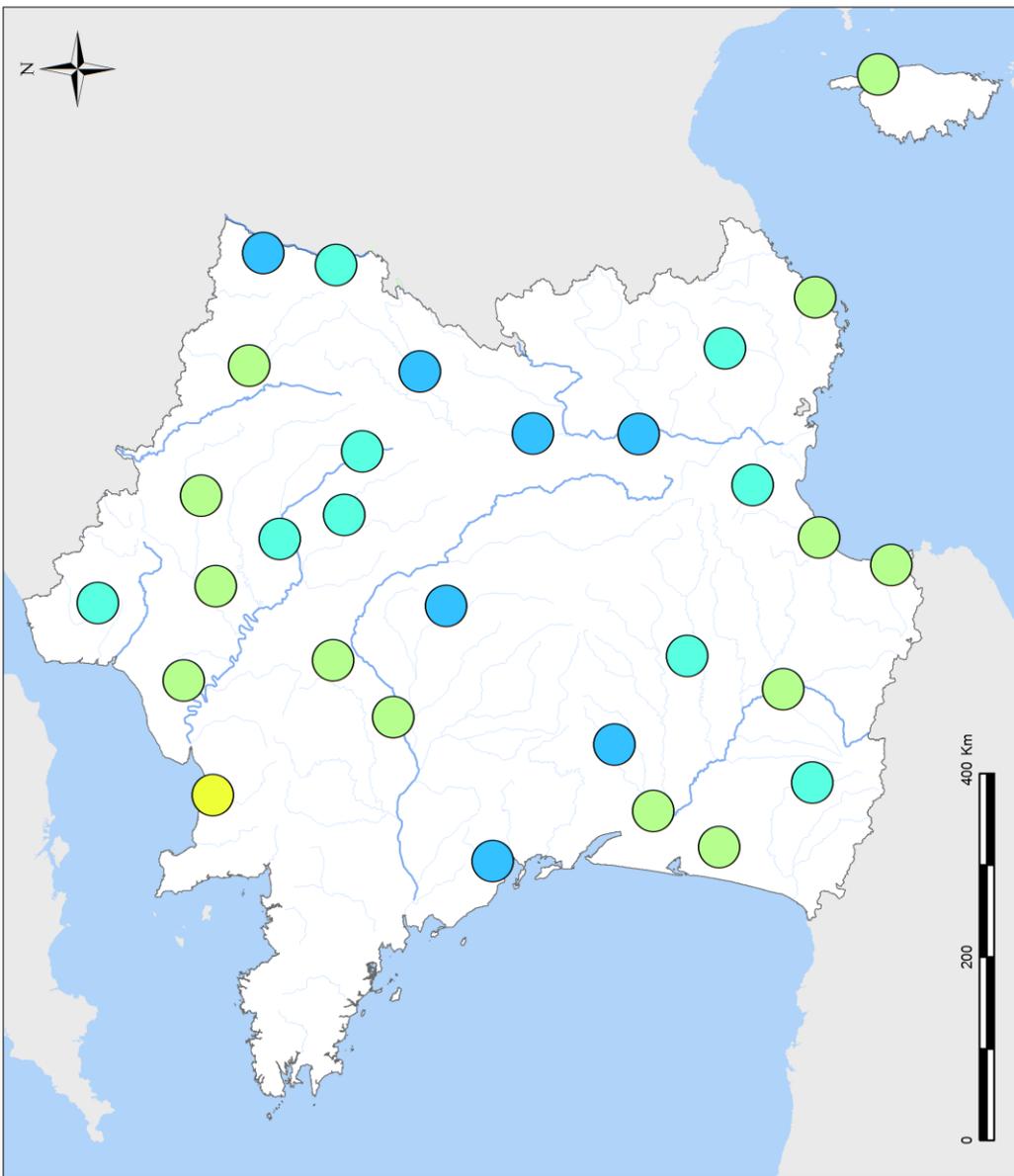
7 classes, avec la classe centrale 2.5 ans humide, 2.5 ans sec et jusqu'à l'équivalent décennal

- SPLI 7 classes (5 ans)
-  +1.66 à +3.00 - Niveaux extrêmement hauts (0)
 -  +1.29 à +1.65 - Niveaux très hauts (0)
 -  +0.85 à +1.28 - Niveaux hauts (7)
 -  -0.83 à +0.84 - Niveaux normaux (23)
 -  -1.27 à -0.84 - Niveaux bas (0)
 -  -1.64 à -1.28 - Niveaux très bas (0)
 -  -3.00 à -1.65 - Niveaux extrêmement bas (0)

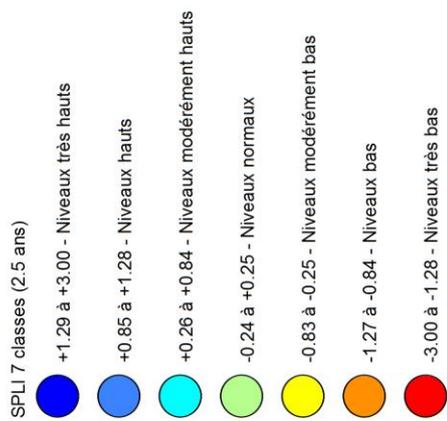


7 classes, avec la classe centrale 5 ans humide, 5 ans sec et jusqu'à l'équivalent vingtenal

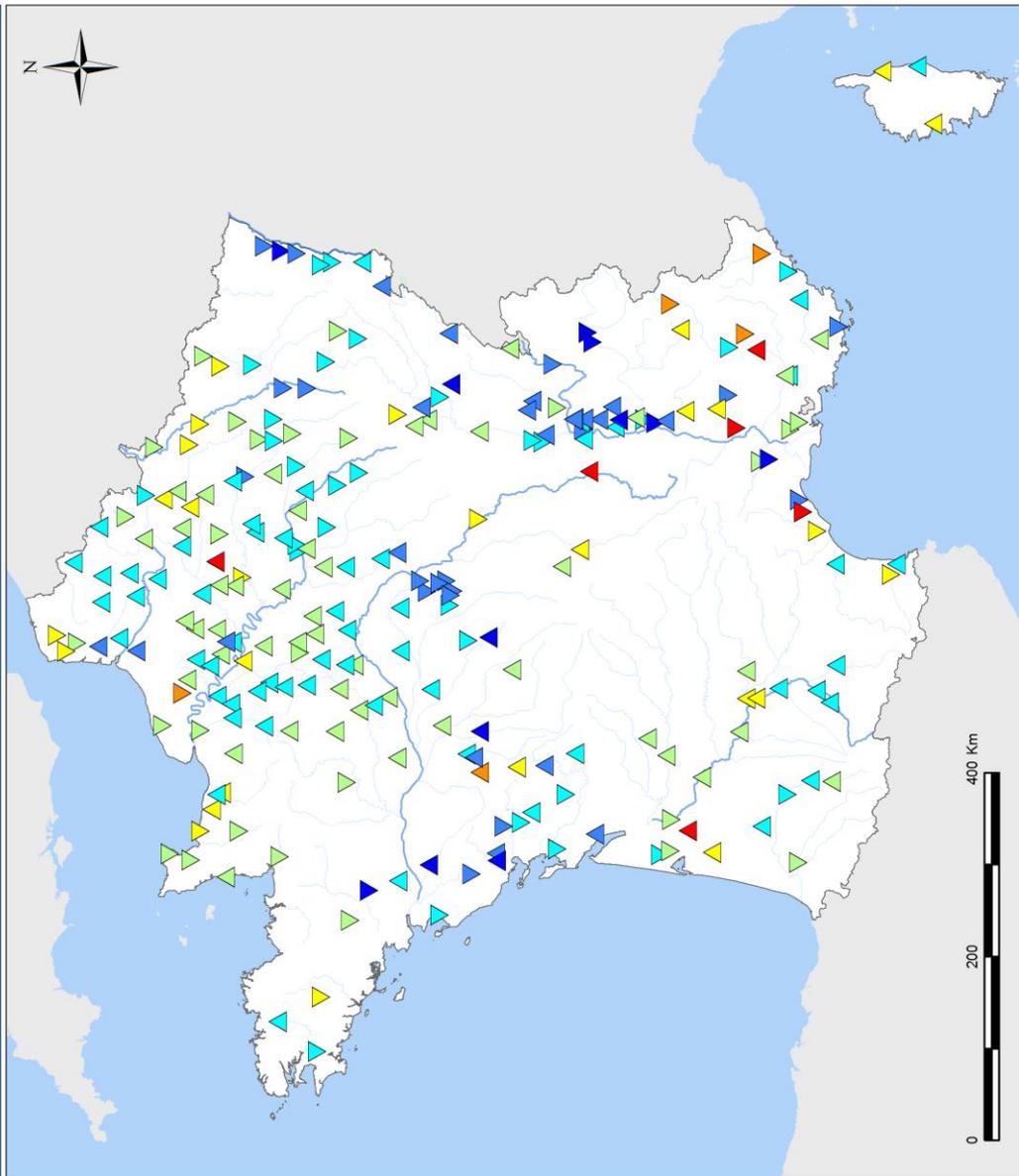
- SPLI 9 classes
- +1.66 à +3.00 - Niveaux extrêmement hauts (0)
 - +1.29 à +1.65 - Niveaux très hauts (0)
 - +0.85 à +1.28 - Niveaux hauts (7)
 - +0.26 à +0.84 - Niveaux modérément hauts (9)
 - -0.24 à +0.25 - Niveaux normaux (13)
 - -0.83 à -0.25 - Niveaux modérément bas (1)
 - -1.27 à -0.84 - Niveaux bas (0)
 - -1.64 à -1.28 - Niveaux très bas (0)
 - -3.00 à -1.65 - Niveaux extrêmement bas (0)



9 classes, avec la classe centrale 2.5 ans humide, 2.5 ans sec et jusqu'à l'équivalent vingtennal



Evolution récente

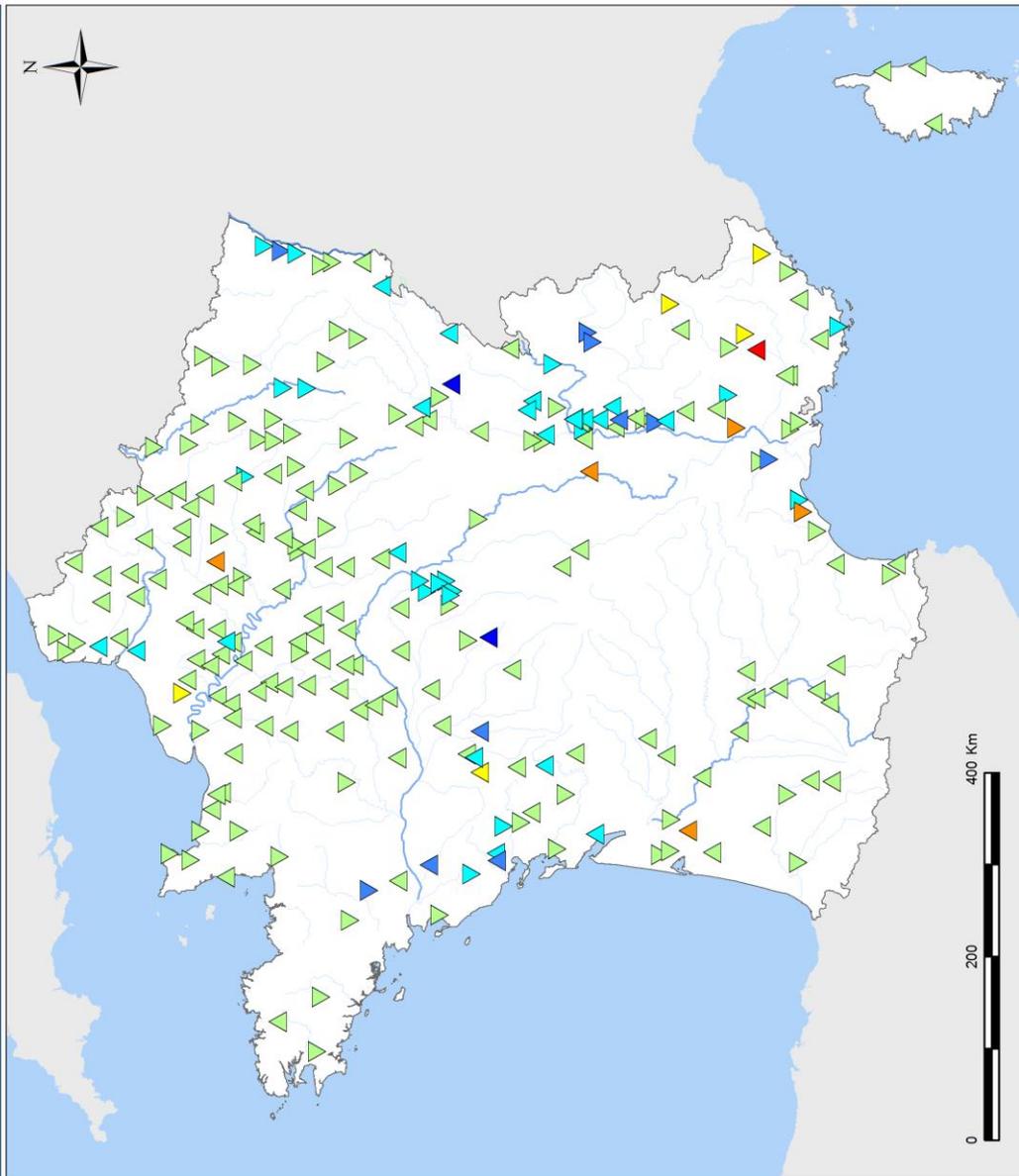


7 classes, avec la classe centrale 2.5 ans humide, 2.5 ans sec et jusqu'à l'équivalent décennal

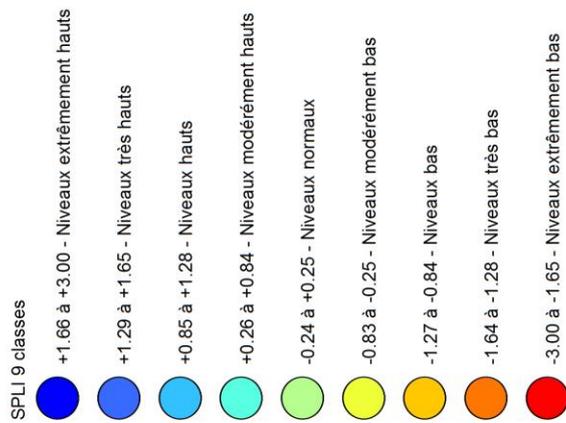
- SPLI 7 classes (5 ans)
- +1.66 à +3.00 - Niveaux extrêmement hauts
 - +1.29 à +1.65 - Niveaux très hauts
 - +0.85 à +1.28 - Niveaux hauts
 - -0.83 à +0.84 - Niveaux normaux
 - -1.27 à -0.84 - Niveaux bas
 - -1.64 à -1.28 - Niveaux très bas
 - -3.00 à -1.65 - Niveaux extrêmement bas

Evolution récente

- ▲ En hausse
- ▼ En baisse

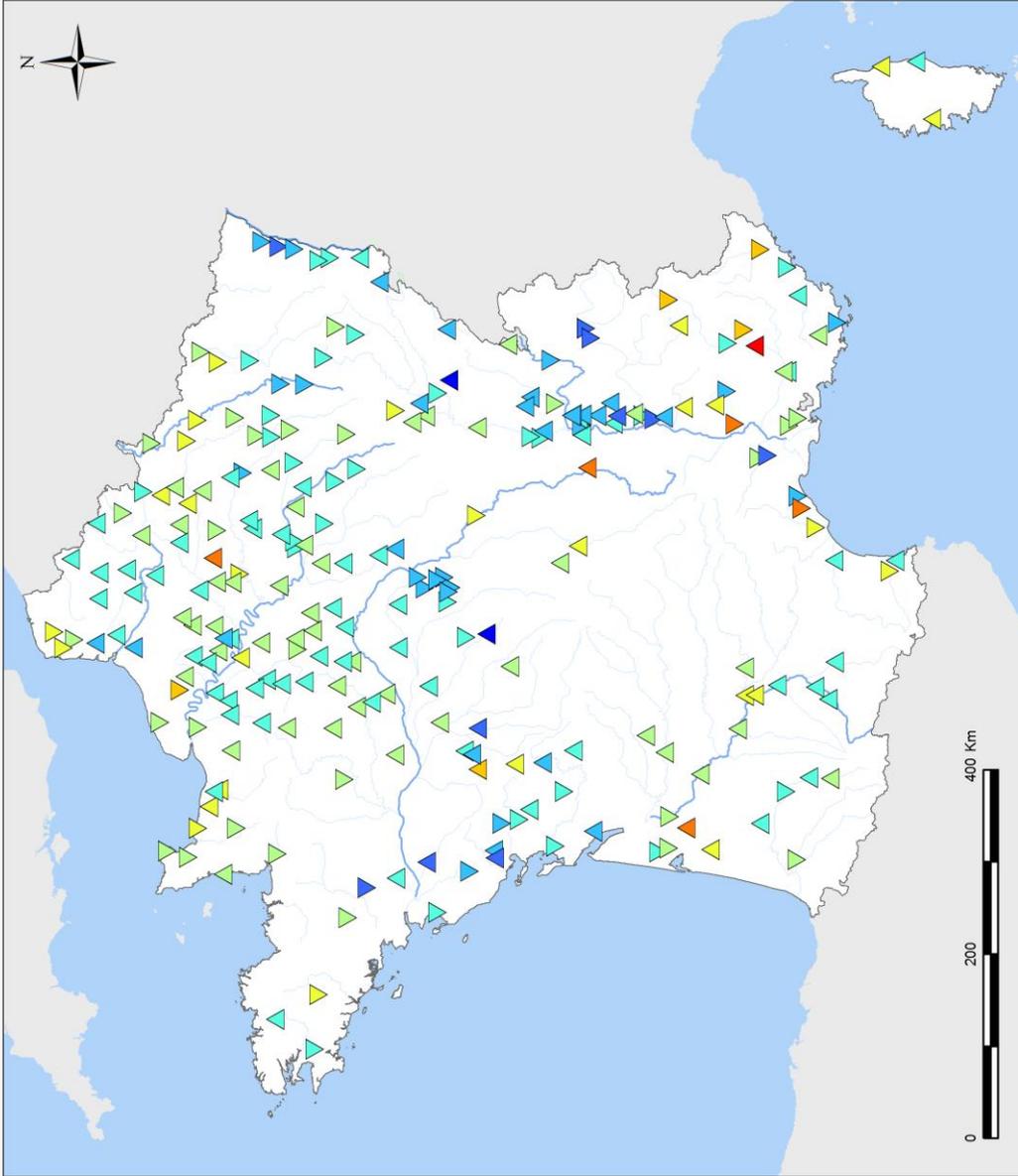


7 classes, avec la classe centrale 5 ans humide, 5 ans sec et jusqu'à l'équivalent vingtenal



Evolution récente

- ▲ En hausse
- ▼ En baisse



Carte établie à partir des données de la banque ADES acquises jusqu'au 30 avril 2015

Source des données : banque ADES www.ades.eaufrance.fr/ / Fonds topographiques : IGN© - BD CARTO

Réalisation : BRGM, le 01/06/2015
Version : Globale

9 classes, avec la classe centrale 2.5 ans humide, 2.5 ans sec et jusqu'à l'équivalent vingtennal