



**Compléments à l'étude
« Connaissance des ressources
réellement disponibles sur l'ensemble
des bassins versants crayeux de
Champagne-Ardenne »**

Rapport final

BRGM/RP-65449-FR

Décembre 2015



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Complément à l'étude « Connaissance des ressources réellement disponibles sur l'ensemble des bassins versants crayeux de Champagne-Ardenne »

Rapport final

BRGM/RP-65449-FR
Décembre 2015

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM

P. STOLLSTEINER

Vérificateur :

Nom : A Gutierrez
Fonction : Hydrogéologue
Date : 11/01/2016

Signatu



Approbateur :

Nom : P. Pannet
Fonction: Directeur BRGM
Champagne-Ardenne
Date : 19/01/2016

Signatu



Le système de management de la qualité et de l'environnement
est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Mots-clés : Craie, Nappe, Débit, Modélisation Gardenia, Indicateur piézométrique, Prévion, Volumes exploitables, Champagne Ardenne, Prélèvements

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

STOLLSTEINER P. (2015) – Compléments à l'étude «Connaissance des ressources réellement disponibles sur l'ensemble des bassins versants crayeux de Champagne Ardenne.- Rapport BRGM/RP-65449-FR, 25 pages, 7fig., 3. Tabl, 2 annexes.

Synthèse

Afin d'appliquer la circulaire du 30 juin 2008 relative à la résorption des déficits quantitatifs en matière de prélèvement d'eau et gestion collective des prélèvements d'irrigation, l'Agence de l'eau Seine-Normandie et la DREAL Champagne-Ardenne ont confié au BRGM la réalisation d'une étude qui a permis d'améliorer la connaissance des débits d'étiage et des ressources réellement disponibles sur les bassins versants crayeux de Champagne-Ardenne (rapport BRGM/RP 61371-FR, de septembre 2013).

De nouvelles données de jaugeages étant disponibles au droit des bassins versants suivis ponctuellement, il a été proposé et demandé d'utiliser ce complément de données afin d'améliorer l'évaluation des volumes disponibles au droit de ces bassins versants, c'est l'objet de la présente étude.

Cette étude, qui repose sur des modélisations globales réalisées à l'aide du logiciel GARDENIA, a permis :

- de compléter, confirmer et/ou ajuster quelques estimations de QMNA5 et de volumes « disponibles » sur des bassins versants non jaugés de la région crayeuse de Champagne Ardenne.
- de réaliser un abaque test permettant de réaliser des prévisions de débit minimal probable et/ou de niveau piézométrique d'étiage à partir d'une valeur mesurée au premier avril. Cet abaque, qui pourrait être réalisé pour chacun des bassins, devra toutefois être validé,
- d'expliquer et familiariser, par le biais d'un stage de deux jours, des agents de la DREAL et de la DDT à l'utilisation du logiciel GARDENIA.

Sommaire

1. Présentation de l'étude.....	8
1.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS.....	8
1.2. DOCUMENTS ET DONNEES DE BASE	8
1.3. METHODOLOGIE	9
1.4. CONTENU ET DEROULEMENT DE L'ETUDE	10
2. Modélisations et traitements statistiques	11
2.1. MODELISATIONS.....	11
2.2. TRAITEMENTS STATISTIQUES.....	12
2.3. REPORT CARTOGRAPHIQUES DES RESULTATS	12
3. Réalisation d'un abaque test.....	17
3.1. OBJECTIF	17
3.2. METHODOLOGIE	17
3.3. PREVISION ANNUELLE	17
3.4. PRESENTATION DES ABAQUES TEST	19
3.5. EXEMPLE DE LA BARBUISE A POUAN-LES-VALLEES ET PIEZOMETRE DE VAILLY	20
3.5.1.Phase de vidange de l'aquifère	20
3.5.2.Niveau et débit minimum garantis : pas de pluie durant la phase d'étiage	21
3.5.3.Abaques complémentaires	25
4. Conclusion	26
5. Bibliographie.....	27

Liste des tableaux

Tableau 1 : Bassins versants jaugés ponctuellement et nombres de mesures complémentaires fournies.....	9
Tableau 2 : Résultats obtenus par traitement statistique a partir des débits simulés.....	13
Tableau 3 : Evaluation fréquentielle des débits et des niveaux piézométriques minima et moyens décennaires simulés suivant une loi racine Gauss sur la période 1972/2013.....	20

Liste des figures

Figure 1 : Cartographie des valeurs estimés par bassins versants du QMNA5	14
Figure 2 : Cartographie du volume quinquennal sec estimé disponible durant les mois de juin à août	15
Figure 3 : Cartographie du volume quinquennal sec estimé disponible durant les mois de mai à septembre	16
Figure 4 : Prévisions de niveaux et débits en date du 01 avril 1987 pour le reste de l'année 1987.....	18
Figure 5 : Prévisions de niveau à Vailly et débit à Pouan pour les mois qui viennent à partir d'un niveau ou débit mesuré au 01 avril. Nécessité de ne conserver que la partie vidange de l'aquifère	21
Figure 6 : Prévisions de niveau à Vailly et/ou débit à Pouan les vallées pour les mois qui viennent à partir d'un niveau ou débit mesuré au 01 avril. Exemple pour débit minimum garanti (0% de probabilité de non dépassement).....	23
Figure 7 : <i>Relation des couples (niveau piézométrique / débit à la station) minima moyens décennaires en date du premier avril simulés sur la période 1972/2013.....</i>	25

Liste des annexes

Annexe 1 Fiches récapitulatives des résultats par bassin versant	29
Annexe 2 Abaques	61

1. Présentation de l'étude

1.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

Afin d'appliquer la circulaire du 30 juin 2008 relative à la résorption des déficits quantitatifs en matière de prélèvement d'eau et gestion collective des prélèvements d'irrigation, l'Agence de l'eau Seine-Normandie et la DREAL Champagne-Ardenne avaient confié au BRGM la réalisation d'une étude achevée en 2013 (BRGM/RP 61371-FR) qui a permis d'améliorer la connaissance des débits d'étiage et des ressources réellement disponibles sur les bassins versants crayeux de Champagne-Ardenne.

Cette étude reposant principalement sur des modélisations globales des bassins versants suivis, avait permis de :

- Préciser le fonctionnement global des différentes masses d'eau concernées,
- Confirmer et/ou ajuster les volumes potentiellement prélevables au droit des bassins versants régulièrement suivis,
- Evaluer des volumes potentiellement prélevables au droit de bassins versants jaugés ponctuellement à l'occasion de cette étude, avec toutefois de très fortes incertitudes par suite du très petit nombre de ces mesures,
- Evaluer la recharge des bassins versants restant.

De nouvelles données de jaugeages étant disponibles au droit des bassins versants suivis ponctuellement, il a été proposé et demandé d'utiliser ce complément de données afin d'améliorer l'évaluation des volumes disponibles au droit de ces bassins versants, c'est l'objet de la présente étude.

1.2. DOCUMENTS ET DONNEES DE BASE

La présente étude consiste en une actualisation de l'étude :

- Connaissance des ressources réellement disponibles sur l'ensemble des bassins versants crayeux : rapport BRGM/RP 61371-FR, de septembre 2013,

à l'aide des données complémentaires de jaugeages transmises le 02/09/2013 dont le Tableau 1 ci-après récapitule le nombre au droit des différents sites.

Cours d'eau	Lieu de mesure	Superficie du bassin versant (km ²)	Période	Nombre de jaugeages
Maurienne	Ognes	82	1978-1996	13
Vaure	Pleurs amont	99	1978-1980	8
Salon	Courcemain	70	1980-1996	13
Le Puits	Ramerupt	205	1981-1996	14
Le Meldançon	Donnement	112	1979-1996	12
Le Ravet	Brillecourt	63	1981-1996	11
Le Longsols	Verricourt	96	1980-1996	16
La Somme	Ferme de Conflans	174	1989-2003	17
La Somme soude	Champigneul	465	1988-2007	34
La Moivre	Pogny	152	1972-2007	18
Le Fion	Saint Amand	57	1982-2003	20
La Guenelle	Togny aux Boeufs	209	1982-2007	16
Ru des Barres	Germaimont	207	1983-2008	33
Saint Fergeux	Condé les Herpy	55	1986-1996	11
L'Avègres	Château d'eau	107	1983-1996	11
Le ru de Jailly	Brière	39	1980-1996	15
L'Indre	Bagot	62	1983-1996	15
La Tourbe	Ville sur Tourbe	114	1979-1996	19
La Saulce Champenoise	Ambly	29	1986-1989	3

Tableau 1 : Bassins versants jaugés ponctuellement et nombres de mesures complémentaires fournies.

1.3. METHODOLOGIE

La méthodologie est identique à celle utilisée lors de l'étude précédente en vue d'évaluer les débits et volumes d'étiage des bassins versants suivis ponctuellement (cf. chapitre 5.3 du rapport BRGM/RP 61371-FR).

1.4. CONTENU ET DEROULEMENT DE L'ETUDE

Elle s'est déclinée en quatre points spécifiques :

Point 1 – Modélisations (bassins versants jaugés ponctuellement)

A partir des calages réalisés sur les bassins versants suivis voisins, les paramètres des modélisations initiales ont été ajustés en :

- utilisant en données d'observation :
 - o Les valeurs des débits jaugés ponctuellement listés dans le Tableau 1,
 - o Les chroniques niveaux piézométriques des piézomètres jugés représentatifs des masses d'eau concernées : Grandes Loges (HG207) et Vailly (HG208),
- utilisant en données d'entrée du modèle
 - o La chronique pluviométrique évaluée au droit des différents bassins versants (rapport BRGM/RP 61371-FR),
 - o Les données de prélèvements fournies,
- laissant s'ajuster le débit d'échange lorsque le bassin versant était indiqué par la piézométrie comme ayant des échanges (pertes ou apports), et en le mettant à zéro dans les autres cas.

Ces hypothèses reposent sur le fait que l'on considère que les niveaux piézométriques sont représentatifs du système ou masse d'eau considérés, les débits jaugés (données ponctuelles) ne permettant que d'ajuster les paramètres par bassins et d'évaluer grossièrement les valeurs moyennes des débits d'échanges non mesurés.

Note sur la prise en compte des prélèvements : Les données de prélèvements existants ont été prises en compte dans le calage du modèle global sur les points de référence (piézomètres, jaugeages) pour obtenir les paramètres du modèle. En revanche, lors des simulations, il n'est pas souhaitable de prendre en compte les prélèvements. Il est préférable de simuler le fonctionnement naturel du système aquifère. Les simulations donnent donc une image du fonctionnement de la nappe hors influence anthropique (écoulement « re-naturalisés »), ce qui permet d'estimer les volumes prélevables, dont il faudra soustraire, lorsqu'ils sont connus, les volumes déjà prélevés.

Point 2 – Traitements statistiques (bassins versants jaugés ponctuellement)

Ces débits simulés ont été ensuite utilisés pour effectuer des ajustements statistiques suivant une loi racine Gauss (la racine des valeurs suivant une loi de Gauss) afin d'estimer :

- Le QMNA5 des débits moyens mensuels,
- Le volume cumulé de période de retour 5 ans des mois de mai à septembre obtenu avec la partie des débits moyens décennaux supérieure au QMNA5,
- Le volume cumulé de période de retour 5 ans des mois de juin à août obtenu avec la partie des débits moyens décennaux supérieure au QMNA5.

Point 3 – Réalisation d'un abaque test

A titre d'exemple et afin de faciliter la lecture et l'exploitation des résultats d'une modélisation d'un bassin versant jaugé, il a été proposé et validé, pour un des bassins versants suivis, de traduire les simulations réalisées lors de l'étude précédente, sous la forme d'un abaque permettant d'évaluer le débit minimal probable d'étiage disponible en fonction des conditions initiales de débit et/ou de niveau mesurées à une date donnée.

Point 4 – Formation à l'utilisation du modèle GARDENIA appliquée aux bassins versants de l'étude

Une formation d'une durée de 2 jours à l'utilisation du logiciel GARDENIA, a été proposée. Cette formation, regroupant 5 participants, s'est déroulée les 22 et 23 janvier 2015 dans les locaux de la DREAL, à Châlons-en-Champagne.

Ce stage généralement présenté au BRGM a été agrémenté par des exemples et exercices reposant sur l'étude réalisée. L'ensemble des fichiers utilisés lors du stage a été transmis aux participants.

2. Modélisations et traitements statistiques

2.1. MODELISATIONS

Les modélisations ont été réalisées conformément au descriptif indiqué dans les paragraphes 1.2 à 1.4.

Les principales figures et résultats par bassin versant sont fournis en annexe 1.

N'ayant pas de courbe isopièze permettant d'envisager de potentiels échanges avec les bassins versants adjacents, le calage et la modélisation du bassin versant du Ru des Barres a été réalisé en prenant un débit d'échange nul. A contrario, le calage et modélisation du Ru de St Fergeux a, par suite de la nécessité de simuler des débits nuls, été calé en considérant des échanges (pertes) vers d'autres bassins. L'absence de ces courbes isopièzes induit une incertitude significative sur les évaluations qui sont proposées.

Les calages et modélisations de la Vaure, de la Maurienne, du Salon, de la Somme et de la Somme Soude ont été réalisés en admettant des débits d'échange non nuls. Ces débits sont faibles, entre 2 et 70 l/s, pour la Vaure la Maurienne et le Salon et très élevés pour la Somme et pour la Somme Soude (1170 l/s dont 470 l/s pour la Somme). Ces très forts débits ne s'expliquent pas par un sous écoulement au droit de la station mais ils pourraient être dus à la présence d'un réseau karstique ou de failles masquées et indiquées comme telles sur la carte géologique au 1/50 000 des départements 10 et 51. Elles ont été reportées sur la Figure 1.

Pour ces bassins, notamment ceux constituant le bassin versant de la Superbe, il faut noter que les évaluations réalisées concernent des différentiels d'échanges car ces bassins peuvent simultanément comporter des pertes et des apports et, sans jaugeage

spécifique, comme il n'y a qu'une seule station hydrométrique, il n'est possible de préciser réellement l'apport au droit de cette station de chacun des sous bassins versants (Vaure, Maurienne, Superbe aval).

Par ailleurs, les lits des cours d'eau n'étant, semble-t-il, pas colmatés le débit de ces cours d'eau peut être, d'amont vers l'aval, croissant comme décroissant suivant le différentiel de pente entre le thalweg et la nappe.

Les mesures complémentaires fournies ont permis de compléter, confirmer et/ou ajuster les évaluations du rapport précédent. Ces ajustements concernent aussi bien les QMNA5 que les volumes prélevables, ils varient globalement entre 0 (confirmation) et 50% en baisse comme en hausse.

Nota bene : L'augmentation de la valeur du QMNA5 par rapport à la valeur de la banque Hydro, augmentation principalement due à la re-naturalisation des débits ou à une période de traitement différente, conduit de fait, à une diminution des volumes potentiellement disponibles. Si les simulations avaient considéré les prélèvements comme données d'entrées (en considérant que les données soient fiables et complètes, elles auraient affiché un volume prélevable supérieur, alors qu'en réalité, une partie de ce volume est déjà consommé). Il est donc préférable de travailler sur des simulations non perturbées par les pompages, et d'en déduire la valeur du volume prélevable global.

Nota bene n°2 : Le déphasage entre le moment où les prélèvements sont réalisés et le moment où cela impacte le débit n'est pas pris en compte dans cette approche.

2.2. TRAITEMENTS STATISTIQUES

L'exploitation des débits simulés au moyen d'une loi racine (Gauss) a permis d'obtenir les résultats récapitulés dans le Tableau 2 ci-après.

2.3. REPORT CARTOGRAPHIQUES DES RESULTATS

Les résultats précédents ont été utilisés afin d'actualiser certaines cartes élaborées lors de l'étude précédente (cf. Figure 1, 2, 3)

Cours d'eau	Evaluation du QMNA5 (l/s)	Evaluation du volume de Q>QMNA5 (Mm3)	
		Juin à Août	Mai à Septembre
Maurienne	0	0.15	0.45
Vaure	23	0.55	1.00
Salon	4	0.30	0.70
Le Puits	300	1.8	3.3
Le Meldançon	50	0.55	1.2
Le Ravet	0	0.02	0.05
Le Longsols	20	0.55	1.0
La Somme	6	1.4	2.7
La Somme soude	0	3.0	5.7
La Moivre	110	0.75	1.35
Le Fion	70	0.25	0.55
La Guenelle	25	1.0	2.5
Ru des Barres	325	2.4	4.5
Saint Fergeux	25	1.1	2.4
L'Avègres	90	0.9	1.75
Le ru de Jailly	5	0.2	0.45
L'Indre	55	0.4	0.85
La Tourbe	75	0.5	2.4
La Saulce Champenoise	15	0.2	0.5

Tableau 2 : Résultats obtenus par traitement statistique à partir des débits simulés.

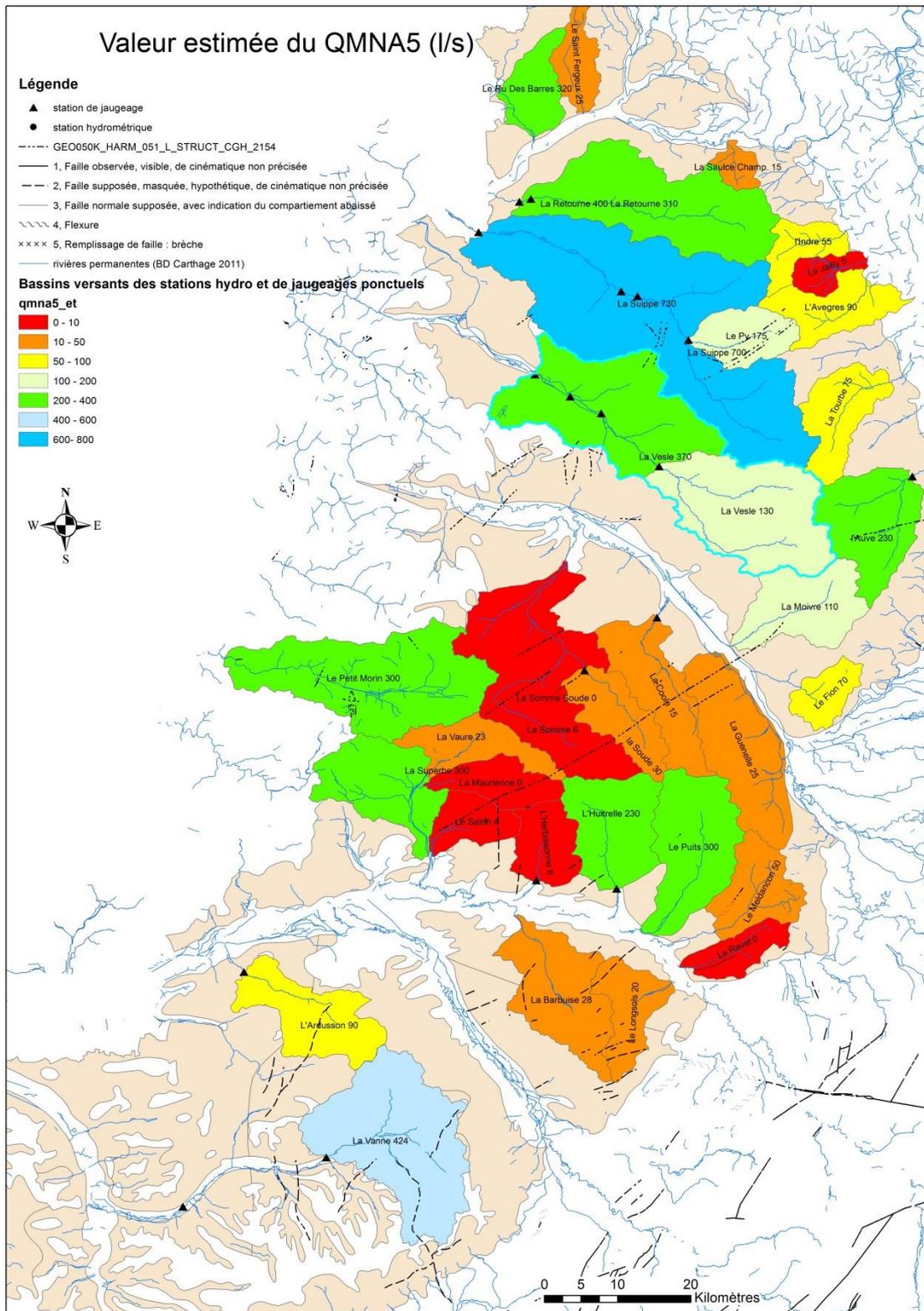


Figure 1 : Cartographie des valeurs estimés par bassins versants du QMNA5

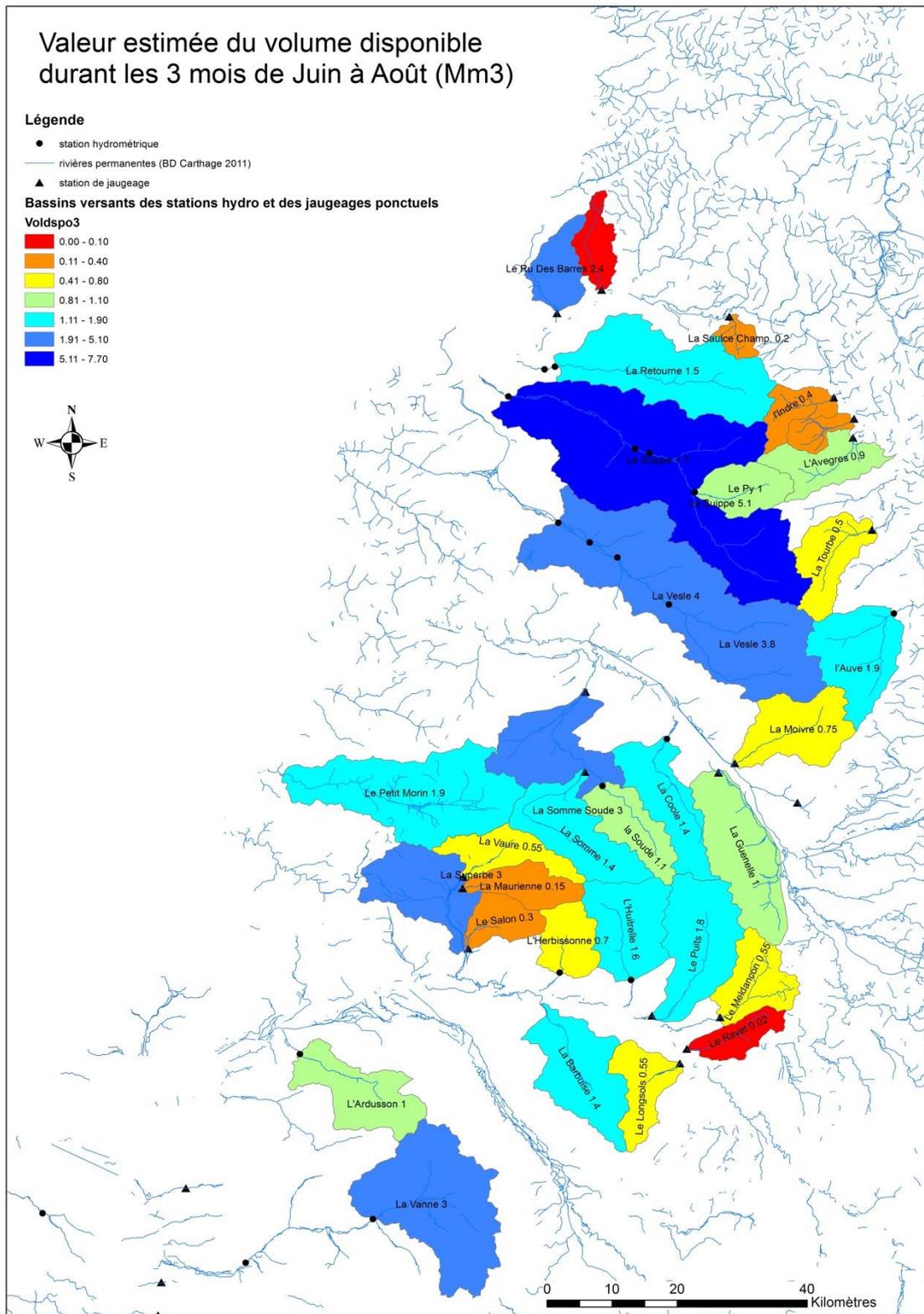


Figure 2 : Cartographie du volume quinquennal sec estimé disponible durant les mois de juin à août

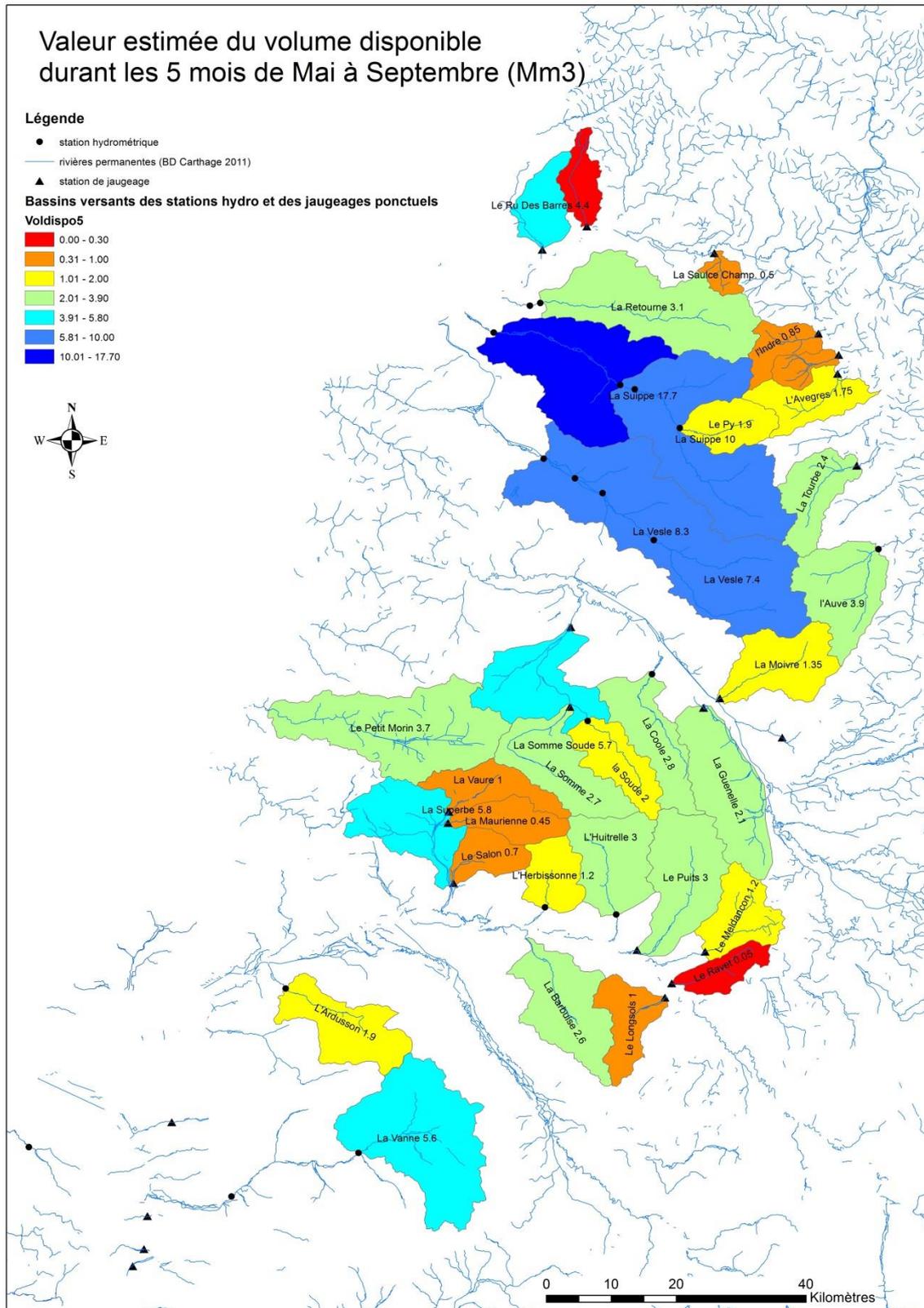


Figure 3 : Cartographie du volume quinquennal sec estimé disponible durant les mois de mai à septembre

3. Réalisation d'un abaque test

3.1. OBJECTIF

L'objectif de cet abaque est de tester à l'usage :

- L'évaluation de la fréquence des débits d'étiage,
- S'il répond aux besoins de prévisions concernant les débits d'étiage des cours d'eaux pouvant être impactés par des prélèvements tout en respectant les débits minima nécessaires au maintien écologique de ce cours d'eau,
- les volumes potentiellement disponibles aux prélèvements tout en respectant ces débits minima.

3.2. METHODOLOGIE

Avec le modèle GARDENIA, il est possible, une fois le modèle calé, de prolonger une série de débits et/ou de niveaux observés jusqu'à une certaine date à partir de scénarios de précipitations prévisionnels pour les semaines et/ ou mois à venir. Les prévisions sont réalisées sous forme de courbes donnant pour chaque jour le débit et/ou le niveau ayant une probabilité de non dépassement donnée : 100%, 90%, 80%, 50%, 20% et enfin 10%.

Ainsi, à partir du modèle GARDENIA pluie débit niveau piézométrique de la Barbuise à Pouan-les-Vallées, calé avec les niveaux piézométriques de Vailly, il a été procédé à une prévision des débits et des niveaux en date du 01 avril pour les huit mois à venir et ce pour différentes années observées. Ces années ont été choisies en fonction de la cote piézométrique mesurée le 01 avril, date à laquelle l'aquifère se situe généralement en phase vidange, afin que ces différentes cotes couvrent l'ensemble de la gamme des niveaux piézométriques probables.

Le calage ayant pris en compte les prélèvements, les données simulées sont des données de débits et/ou niveaux re-naturalisés. Il conviendra donc de retirer aux débits obtenus au moyen de ces abaques les débits prélevés pour obtenir le débit théorique du cours d'eau. Par hypothèse de modélisation suite à la qualité des données de pompage, ces valeurs sont à retirer sans décalage temporel.

3.3. PREVISION ANNUELLE

La Figure 4 fournit un exemple de prévision pour une année donnée, ici 1987.

Cette prévision ayant été réalisée à posteriori, elle comporte également le report des valeurs mesurées durant l'année 1987 (tracé rouge). Ce tracé se situant au-dessus des valeurs moyennes statistiques prévues, il est probable, aux incertitudes d'évaluations près, qu'il y a eu une pluviométrie, durant cette période d'étiage, supérieure au montant des prélèvements réalisés et même supérieure à la moyenne habituelle de la pluviométrie observée durant cette période.

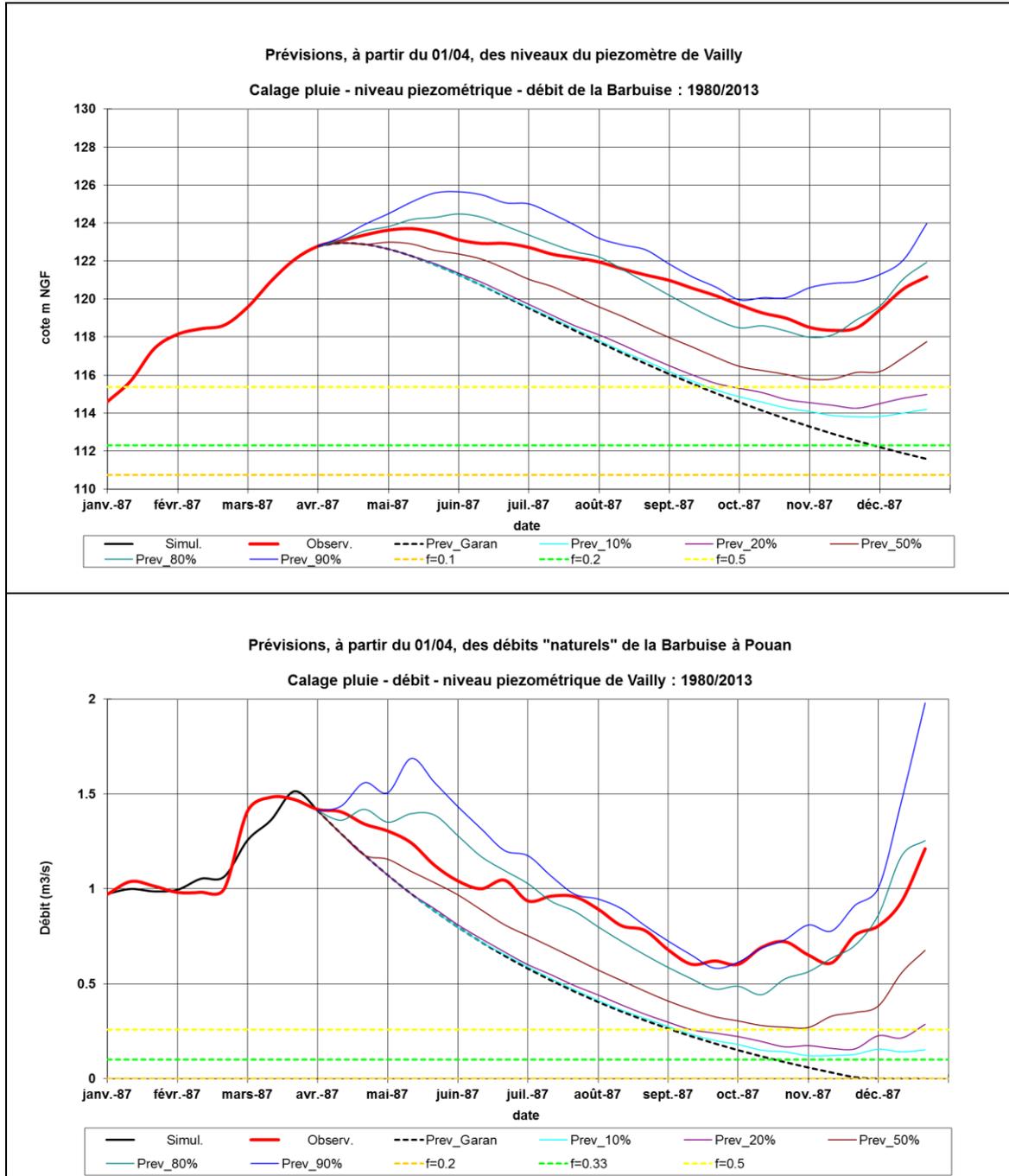


Figure 4 : Prévisions de niveaux et débits en date du 01 avril 1987 pour le reste de l'année 1987.

3.4. PRESENTATION DES ABAQUES TEST

Les résultats, obtenus pour chacune des années modélisées, permettent de tracer des abaques de décroissance en niveau ou en débit pour différentes fréquences de non dépassement (Figure 5). Ils montrent que la décroissance de ces niveaux et/ou de ces débits est similaire et que la relation peut être facilement redéfinie, au moyen de courbes similaires interpolées, quel que soit la cote ou le débit initial.

La Figure 5 permet de constater que cette relation ne semble pas toujours satisfaisante ici en l'occurrence pour les années 1986 et 1983. En effet cette relation n'est valable qu'en phase de vidange de l'aquifère. Si l'on constate un déphasage temporel et que l'aquifère est encore en phase de remplissage (pluies tardives) il conviendra de reporter l'évaluation à une date correspondant à une réelle vidange de l'aquifère. Les courbes reportées étant cependant toujours utilisables pour évaluer les débits minima probables à une date ultérieure.

Ainsi leur utilisation permet d'évaluer, aux incertitudes de calage près et si l'aquifère est **en phase vidange**, suivant les mesures disponibles (un exemple est donné plus loin) :

- Avec une seule mesure de niveau et/ou débit, et aux valeurs de prélèvements près, la valeur du niveau et/ou débit associé,
- Avec un couple de valeur (niveau, débit), une évaluation des prélèvements potentiellement en cours,
- Avec deux couples de valeurs (niveau, débit), une évaluation de la variation temporelle, entre les deux dates, des prélèvements.

Elle permettra également de prévoir, à prélèvement constant ou connu, le débit minimal probable du cours d'eau à une date donnée durant l'étiage en cours.

Ceci avec les hypothèses suivantes :

- l'aquifère est en période de vidange,
- tout prélèvement se répercute immédiatement sur le débit du cours d'eau,
- les incertitudes générées par la modélisation et les données d'entrée, notamment débit à la station niveau piézométrique et débit prélevé, sont faibles devant les débits attendus.

A partir de l'abaque test qui suppose qu'il n'y aura pas de recharge durant la phase de prélèvement et qui permet d'estimer les débits minima du cours d'eau, il a été retenu de proposer des évaluations probabilistes des débits possibles suivant la pluviométrie susceptible de se produire durant cette période de vidange de l'aquifère. Cette pluviométrie, définie à partir des pluies observées sur la période ayant servi au calage 1972/2011, est introduite pour les fréquences de probabilité 10, 20 et 50% au pas de temps journalier dans le modèle.

3.5. EXEMPLE DE LA BARBUISE A POUAN-LES-VALLEES ET PIEZOMETRE DE VAILLY

La Barbuise a été retenue pour les tests car sa modélisation est apparue satisfaisante alors que les débits mis en jeu étaient relativement réduits. Des débits supérieurs justifieraient plus facilement encore l'utilisation de tels abaques.

Afin de quantifier en fréquence les débits et niveaux décennaires, des ajustements fréquentiels en loi racine Gauss ont été réalisés avec les valeurs minima et moyennes annuelles simulées sur l'ensemble de la période 1972/2013.

Fréquence	Période de retour (années)	Niveau mini. (m NGF)	Débit min (m ³ /s)	Niveau moyen (m NGF)	Débit moyen (m ³ /s)
f=0.1	10 ans	110.74	0.00	113.93	0.125
f=0.2	5 ans	112.30	0.00	116.00	0.335
f=0.33	3 ans	113.80	0.10	117.90	0.538
f=0.5	médiane	115.37	0.26	119.92	0.731

Tableau 3 : Evaluation fréquentielle des débits et des niveaux piézométriques minima et moyens décennaires simulés suivant une loi racine Gauss sur la période 1972/2013.

Ces valeurs (cf. Tableau 3), tant en débit qu'en niveau, figureront à titre indicatif sur les abaques pour les périodes de retour 2 ans (tracé jaune), 5 ans (tracé vert) et 10 ans (tracé rouge).

3.5.1. Phase de vidange de l'aquifère

Les courbes de décroissance des niveaux et des débits des différentes années ont été reportées sur la Figure 5. On constate que toutes les courbes décroissantes pures sont similaires. Seules, parmi les années tracées, les années 1986 et 1983 sont différentes (tracés bleus) et coupent les autres car les niveaux continuent à progresser après le premier avril.

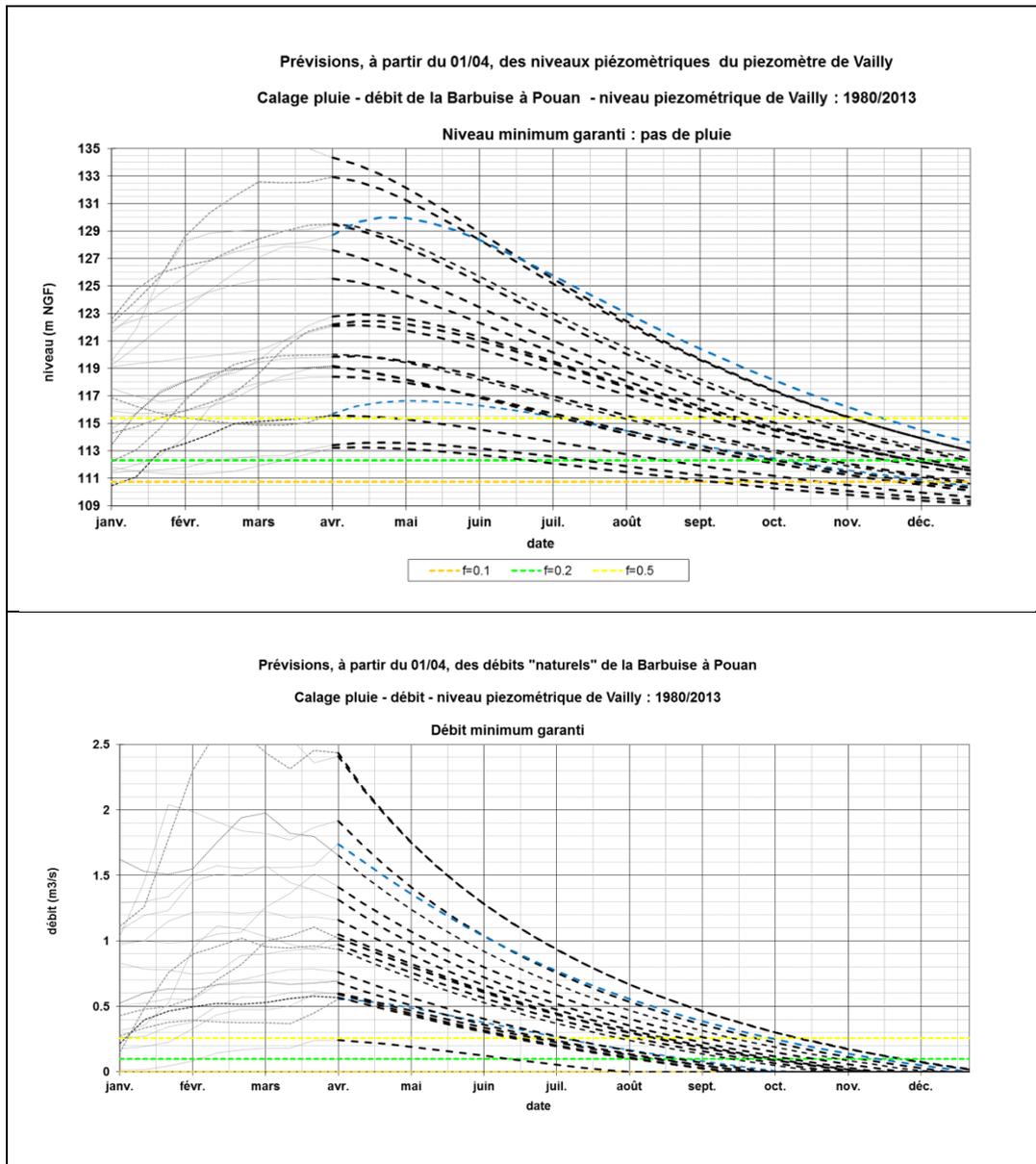


Figure 5 : Prévisions de niveau à Vailly et débit à Pouan pour les mois qui viennent à partir d'un niveau ou débit mesuré au 01 avril. Nécessité de ne conserver que la partie vidange de l'aquifère

Il convient donc de s'affranchir de ces deux années pour la réalisation de ces abaques. Ils restent toutefois utilisables pour des années ayant un maximum après le premier avril, sous réserve de n'exploiter le tracé qu'au-delà du niveau maximal.

3.5.2. Niveau et débit minimum garantis : pas de pluie durant la phase d'étiage

Afin de la rendre plus lisible certaines années, et notamment celles qui comportaient une phase montante après le premier avril, ont été enlevées de la figure précédente (cf. Figure 6).

Exemple d'exploitation de l'abaque :

Si on observe par exemple un niveau de 123 m NGF au début avril (point 1), on remarque que ce point se situe entre la courbe bleu clair et celle vert foncé. Le débit minimal se situera sur la figure du dessous aussi entre la courbe bleu clair et celle vert foncé (point1a).

Au fil du temps, et sans prélèvement le niveau et le débit vont baisser en suivant par homothétie les courbes bleu clair et vert foncé (point 2 et point 2a) puis (3 et 3a)puis 4 ...

Courant juillet une mesure de débit, correspondant en niveau au point 4, s'élève à 0,31 m³/s (point 4a). On constate que ce point est bien en dessous de la valeur théorique (point 4b). Cela est dû à un prélèvement qui, par hypothèse, à un impact immédiat égal à 100 % sur les débits du cours d'eau. Par différence, on évalue le prélèvement à 0.1 m³/s. Si le prélèvement perdure à cette valeur, le débit va décroître depuis le point 4a suivant la flèche. Si le prélèvement s'arrête, le débit va reprendre sa décroissance depuis le point 4b en suivant les courbes bleu clair et vert foncé.

Si on utilise cet abaque en mode prévision, on procède de la même façon pour définir les couples (niveau, débit). Par exemple si nous sommes le premier avril et que l'on considère les valeurs de départ (points 1 et 1a), les points 2 et 2a constituent la prévision du couple (niveau débit) au premier juin.

Concernant les prélèvements, deux cas simples sont à envisager :

- premier cas : début juin, il est prévu un prélèvement constant de 0,1 m³/s. D'après l'abaque (point 2a) le débit devrait être, sans prélèvement, d'environ 0,64 m³/s. Avec le prélèvement, le niveau piézométrique continuera sur la même courbe de décroissance car le débit de vidange de la nappe reste toujours le même, mais sa répartition est différente, le débit dans le cours d'eau devenant égal à 0,54 m³/s.
- deuxième cas : il existe un prélèvement AEP constant toute l'année. Il en ressort qu'en fait le point 1a n'est pas correct mais qu'il se situe à un débit diminué de la valeur du prélèvement. La prévision de juin sera en point 2 et en point 2a mais avec un débit (en 2a) diminué du prélèvement AEP.

Le raisonnement s'applique également pour des prélèvements résultant d'une combinaison de ces deux cas explicités.

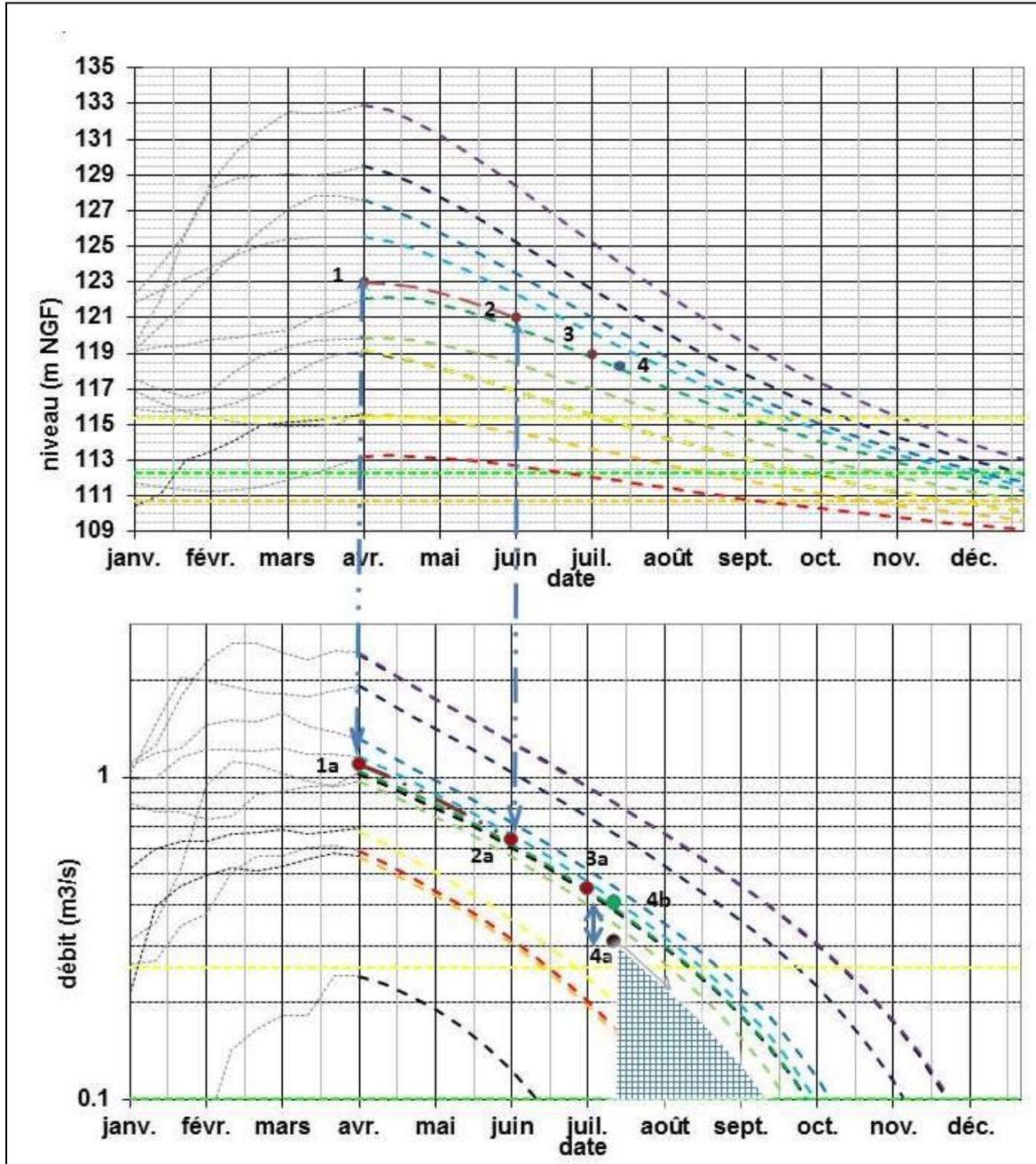


Figure 6 : Prévisions de niveau à Vailly et/ou débit à Pouan-les-Vallées pour les mois qui viennent à partir d'un niveau ou débit mesuré au 01 avril. Exemple pour débit minimum garanti (0% de probabilité de non dépassement)

Nota bene : les tracés de décroissance des débits et niveaux sont pour une même année de couleur identique et seront donc exploités conjointement en débit et niveau. .

Pour évaluer les volumes disponibles, il suffit d'intégrer la courbe de décroissance prévisionnelle des débits. Si l'on reprend l'exemple des points 4, 4a et, 4b (cf. Figure 6, ci-dessus) la courbe de décroissance en cas de maintien du pompage signifie que :

- le débit dans le cours d'eau atteindra la valeur de débit moyen décadaire de période de retour 5 ans (tracé horizontal pointillé vert, débit égal à 0,1 m³/s) au début septembre,
- le volume disponible pouvant être exploité en sus du prélèvement existant, si le débit de période de retour 5 ans est le débit du cours d'eau à respecter, sera égal au volume hachuré sur l'abaque (sans le prélèvement, le volume disponible serait similaire mais avec la courbe de décroissance issu du point 4b au lieu du point 4a)

Réflexions sur les incertitudes de résultat:

Comme on a pu le constater, certaines des courbes figurant sur ces abaques ne sont pas tout à faits semblables. Ces différences, qui peuvent occasionner des résultats discutables, sont vraisemblablement dues à la simplification de la réalité (modélisation et hypothèse de fonctionnement) mais aussi aux incertitudes et/ou erreurs de mesures.

Il apparaît quasiment impossible dans le contexte présent de quantifier ces incertitudes. Cela nécessiterait, en plus des incertitudes dues à la modélisation, de :

- quantifier la qualité des mesures de niveaux et de débits,
- de connaître, les valeurs réelles de prélèvements et leurs dates.

La Figure 7 comporte :

- les couples (niveau piézométrique, débit) minima moyens décadaires simulés pour chaque début avril sur la période 1972/2013,
- les valeurs fréquentielles des couples (débit – niveau piézométrique) minima décadaires (cf. Tableau 3).

On constate ainsi une dispersion importante de ces points : pour un même niveau le débit peut être augmenté de près de 50%. Toutefois pour les faibles débits et niveaux, le nuage est beaucoup plus restreint et la courbe de tendance basée sur une partie des valeurs (points noirs) tangente in fine la droite des valeurs fréquentielles (points rouges).

En fait, hormis les incertitudes, il est probable que cette dispersion des points soit principalement due à l'ajout d'une composante superficielle aux écoulements de vidange de la nappe. C'est la raison pour laquelle, au vu de l'objectif qui est de fournir une évaluation du débit minimal probable, les valeurs maximales (en bleu) sont à priori à écarter. Avec cette hypothèse on constate de faibles écarts pour les faibles valeurs, de l'ordre de 10 à 20%, et d'environ 20 à 30% pour les valeurs plus importantes.

Ces valeurs sont de l'ordre de grandeur des valeurs prélevées qui sont généralement comprises pour ce bassin entre 50 et 150 l/s.

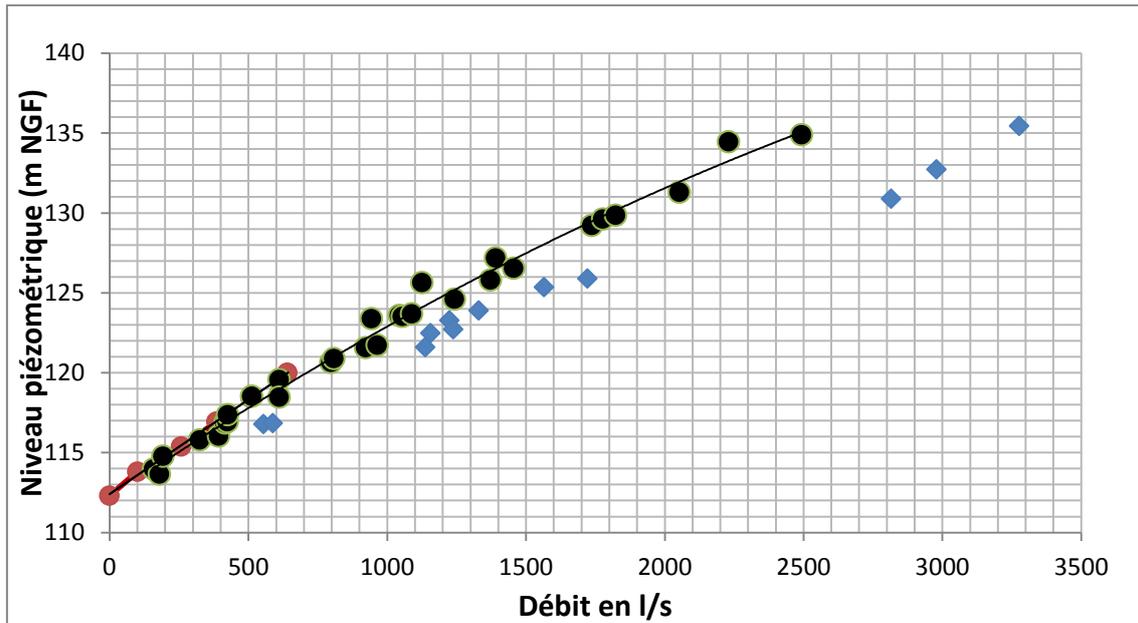


Figure 7 : Relation des couples (niveau piézométrique / débit à la station) minima moyens décennaux en date du premier avril simulés sur la période 1972/2013

3.5.3. Abaques complémentaires

L'abaque réalisé précédemment sans pluie durant tout l'étiage, fournit aux incertitudes près, une valeur de débit minimum garanti.

Cette information pouvant paraître restrictive, il est apparu intéressant de tenter de réaliser la même chose en considérant une pluviométrie de période de retour donnée.

Le modèle Gardenia permet de réaliser ces prévisions (cf. exemple Figure 4). On se reportera à sa notice pour de plus amples détails sur le fonctionnement en mode prévision.

Les graphiques ont ainsi été réalisés en considérant une pluviométrie de fréquence 0,1 0,2 et 0,5 c'est-à-dire une pluviométrie de période de retour 10 ans, 5 ans et 2 ans. Cette pluviométrie permet d'obtenir un soutien minimal d'étiage décennal variant entre 13 l/s (10 ans) et 75 l/s (2ans), valeurs qui sont à comparer avec un QMNA5 d'environ 30 l/s et un débit minimum moyen décennal de fréquence 2 ans de 26 l/s.

Ces graphiques suivent les mêmes principes de fonctionnement que les précédents. Ils figurent en annexe2.

4. Conclusion

Cette étude, qui complète l'étude réalisée en 2012-2013 (rapport BRGM/RP 61371-FR de septembre 2013) a permis :

- de compléter, confirmer et/ou ajuster quelques estimations de QMNA5 et de volumes « disponibles » sur des bassins versants non jaugés de la région crayeuse de Champagne Ardenne.
- d'expliquer et familiariser des agents de la DREAL et de la DDT à l'utilisation du logiciel GARDENIA,
- de réaliser un abaque test permettant de réaliser des prévisions de débit minimal et/ou de niveau piézométrique d'étiage à partir de valeur mesurée à partir du début avril. Cet abaque, qui pourrait être réalisé pour chacun des bassins, devra toutefois être validé. On rappellera néanmoins que ces abaques n'ont pas vocation à fournir le débit réel mais à fournir une évaluation du débit minimal probable.

Ces abaques, qui comportent toutefois des incertitudes significatives pourraient être :

- améliorés en précision par une meilleure connaissance des prélèvements qui justifierait alors une modélisation au pas de temps journalier,
- adaptés (choix des échelles, nombre de courbes, ...) suivant l'usage des utilisateurs.

5. Bibliographie

STOLLSTEINER P, BESSIERE H; BRUGERON A.; PINSON S - Connaissance des ressources réellement disponibles sur l'ensemble des bassins versants crayeux Bassin Seine-Normandie en Champagne-Ardenne -Rapport final -BRGM/RP 61371-FR Août 2013

ASFIRANE F., WUILLEUMIER A., ALLIER D., VERJUS P. (2008) – Bassin Seine Normandie : estimation des volumes disponibles pour les prélèvements. Rapport final. Rapport BRGM/RP-56690-FR. 482 pages, 393 illustrations, 15 tableaux, 5 annexes

CHABART M., PANNET P en collaboration avec VANÇON J-P. et GURLIAT G. (2008) - Etude de la gestion volumique de la ressource en eau sur le bassin versant de la Retourne (Ardennes). Rapport BRGM/RP-55594-FR, 111 p., 59 fig., 9 tab, 5 ann.

THIERY D. (2003) - Logiciel GARDÉNIA version 6.0 - Guide d'utilisation. Rapport BRGM/RP-52832-FR, 102 p., 42 fig., 3 ann.

THIERY D. (2004) - Préviation de débits ou de niveaux avec le modèle hydrologique global GARDÉNIA 6.5 Note technique NT EAU 2004/02.

CHABART M., PANNET P., STOLLSTEINER P. MARDHEL V. (2006) – Etude des bassins versants de la Somme-Soude et de la Coole (51). Acquisitions de données complémentaires et mise en œuvre d'un SIG. Rapport BRGM RP-54978-FR. 62 p., 19 figures, 3 photos, 2 tableaux, 4 annexes.

MARTIN J.C., ROUXEL-DAVID E., BATKOWSKI D., NORMAND M., CHABART C. (2004) - Elaboration d'une règle de gestion volumique de la ressource en eau du bassin de la Barbuise (Aube) - Rapport final. BRGM/RP-53178-FR, 93 p., 46 figures, 12 tableaux, 5 annexes.

PINAULT J.L., ALLIER D., CHABART M., PANNET P., PERCEVAL W. (2006) - Préviation des volumes d'eau exploitables de 10 bassins versants en champagne crayeuse. Rapport final. Rapport BRGM/RP-55087-FR. 110 pages, 55 figures, 4 tableaux, 4 annexes.

PINAULT J-L., ALLIER D., VERJUS P. (DIREN) (2006) – Bassin Seine-Normandie : estimation du volume disponible aux prélèvements de 45 petits bassins versants. Rapport final. BRGM/RP-55232-FR

SCHMIDT C., CHABART M. et NORMAND M. et (2006) - Elaboration de règles de gestion volumique de la ressource en eau pour les bassins versants de la Somme-Soude et de la Coole (51). Rapport BRGM RP-54178-FR version finale corrigée, 166 p., 69 figures, 29 tableaux, 17 annexes.

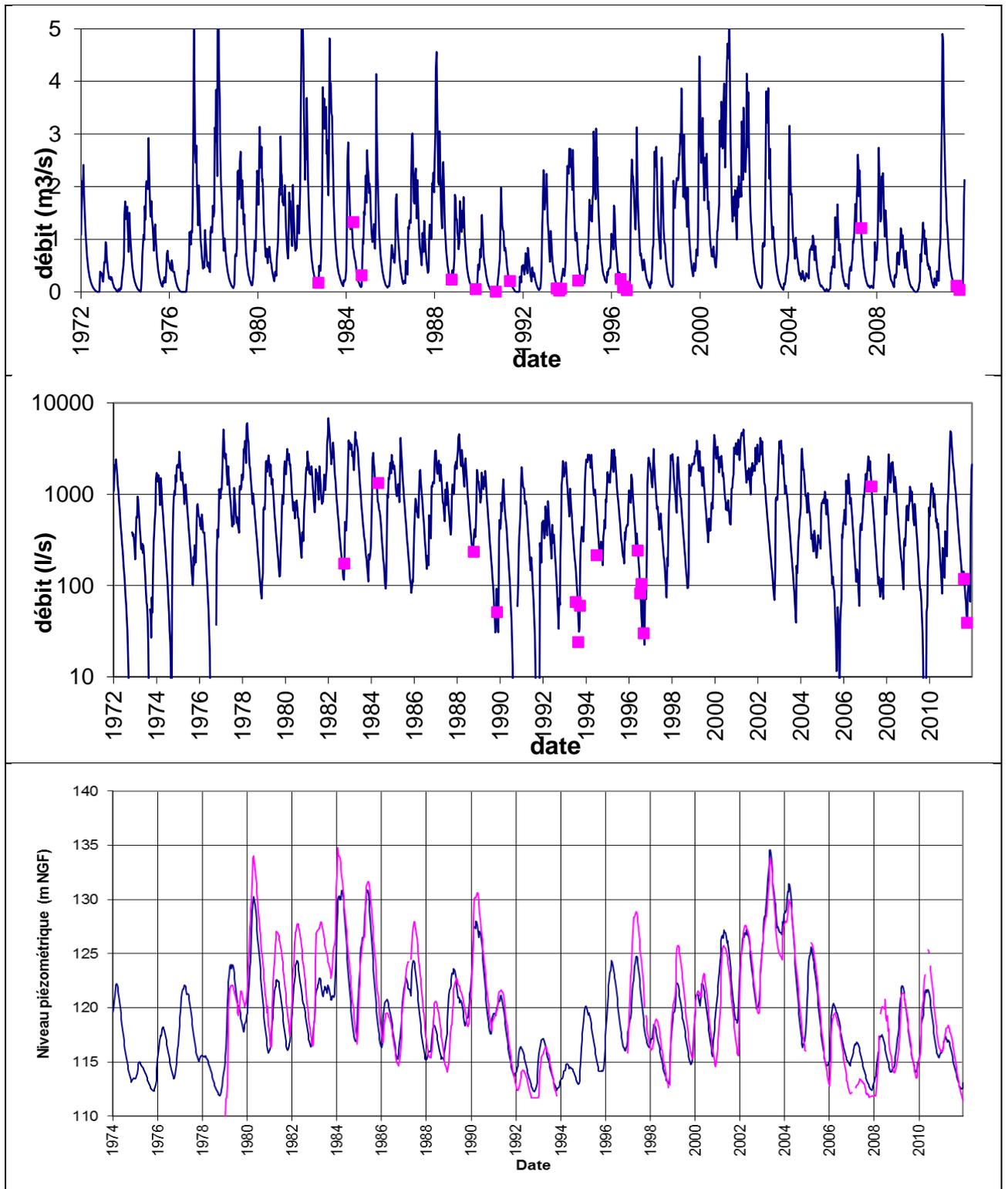
LOUDIN L., Andréassian V., Perrin C., Michel C., Le Moine N. (2008) – Spatial proximity, physical similarity, regression and ungaged catchments: a comparison of regionalization approaches based on 913 french catchments. Water Resources Research, Vol. 44, 2008.

Annexe 1

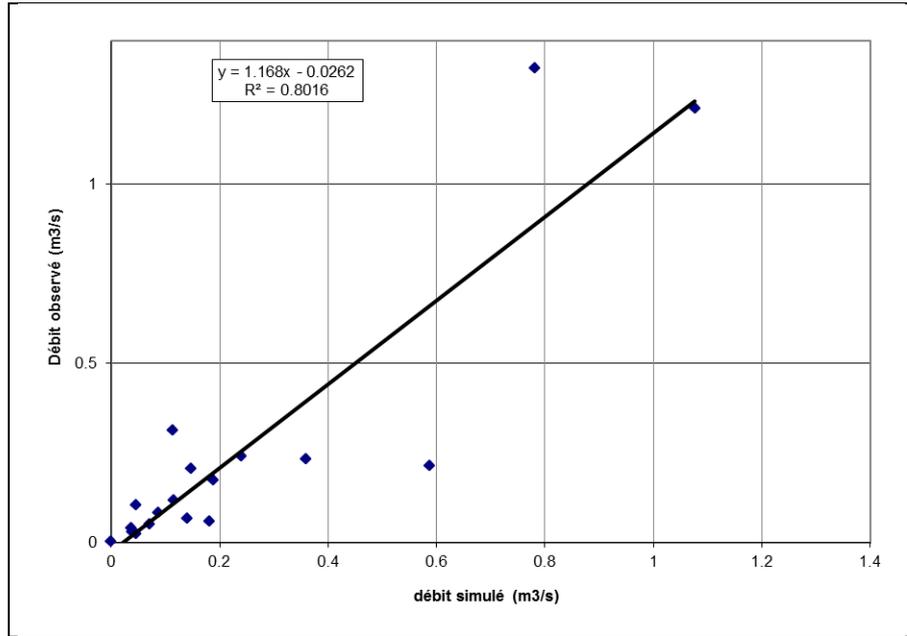
Fiches récapitulatives des résultats par bassin versant

Calage de la Guenelle à Togny aux Boeufs (H5203504, 209 km²)

Jaugeages ponctuels et piézomètre des Grandes Loges



Débits et niveaux piézométriques mesurés (rose) et simulés (bleu)



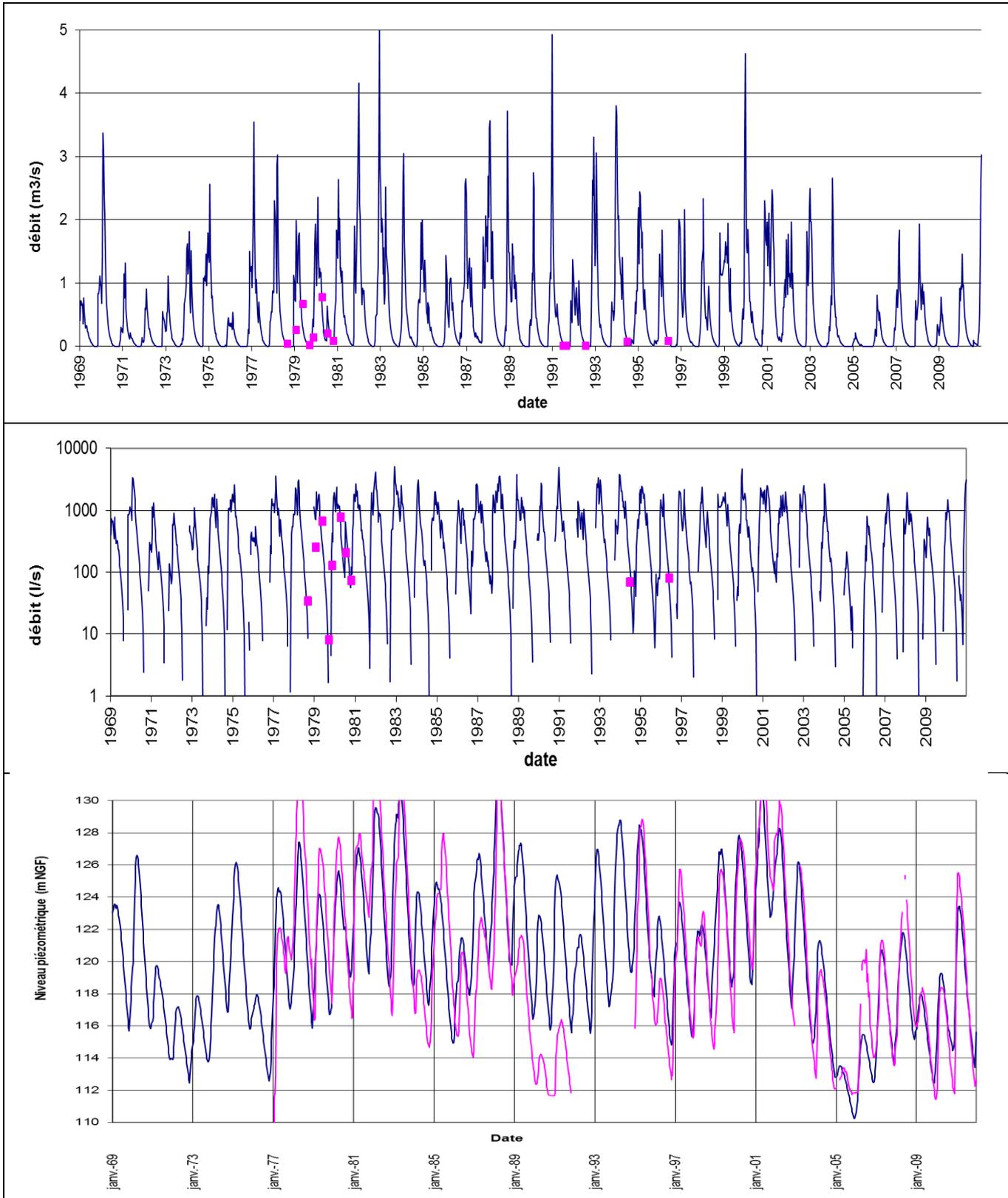
Corrélation débit simulé- débit observé

Estimations apports moyens (5 mois) (Mm3)		QMNA5 (l/s)		Estimation des volumes disponibles (Mm3)			
				Cumul mai à septembre (5 mois)		Cumul juin à août (3 mois)	
Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015
-	6.9	0	25	-	2.1	-	1.0

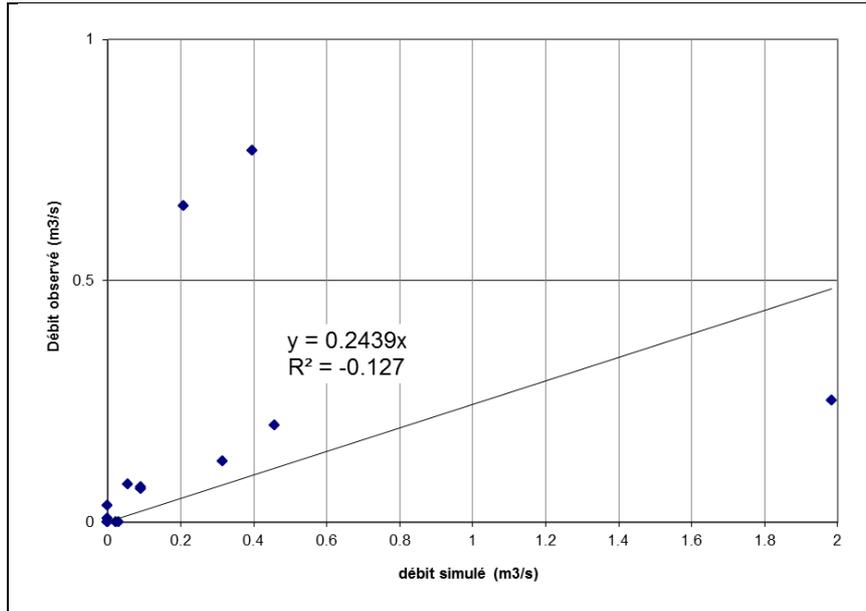
Comparaison des évaluations des apports, volumes disponibles (Mm3) et QMNA5 (l/s) cités dans le rapport BRGM (RP 61-371, 2013) et ceux obtenus par modélisation avec les valeurs complémentaires de jaugeages (2015)

N.B. : Ajustements réalisés en Loi racine Gauss.

Calage de la Maurienne à Ognès (, 82 km²) Jaugeages ponctuels et piézomètre des Grandes Loges



Débits et niveaux piézométriques mesurés (rose) et simulés (bleu)



Corrélation débit simulé- débit observé

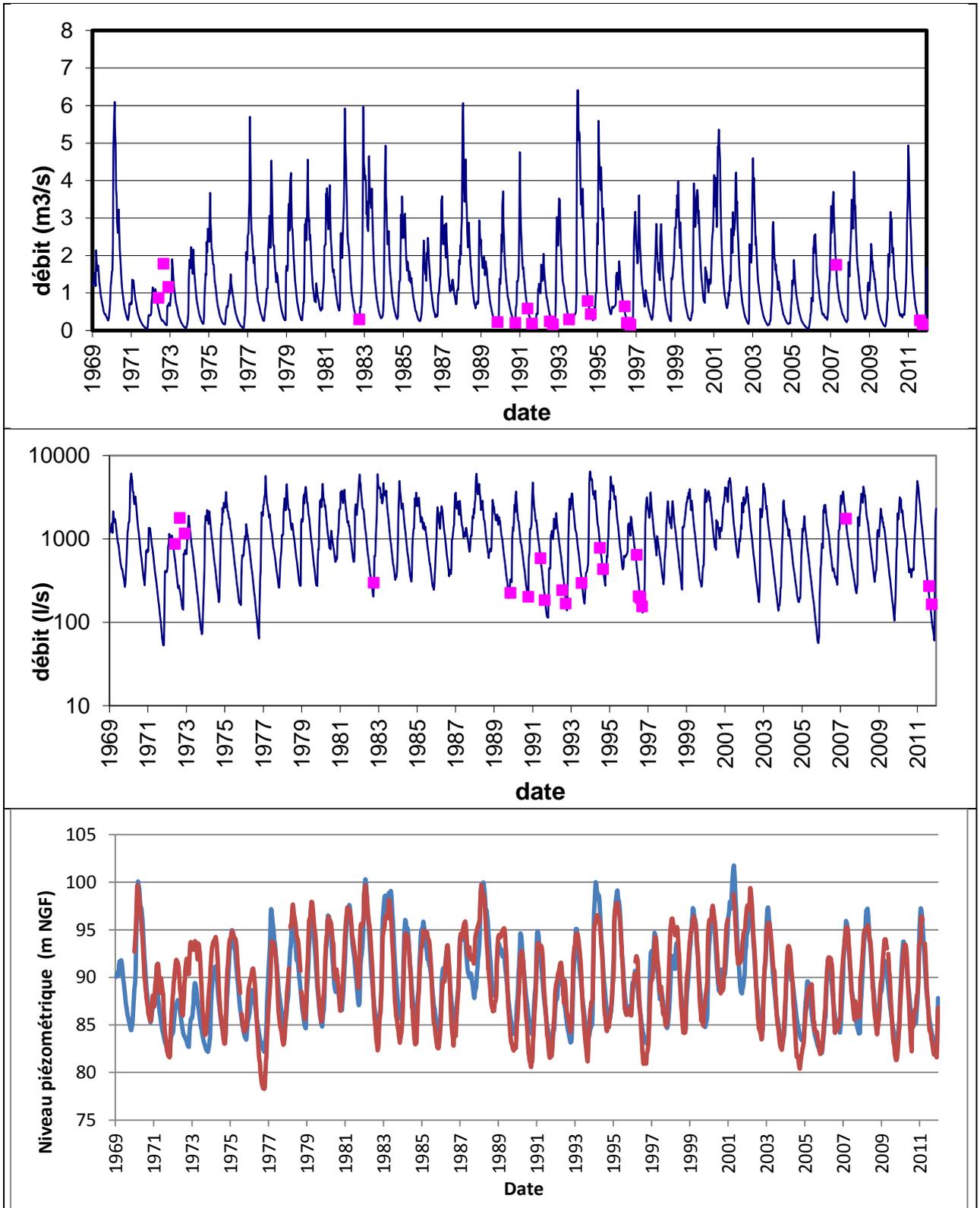
Estimations apports moyens (5 mois) (Mm3)		QMNA5 (l/s)		Estimation des volumes disponibles (Mm3)			
				Cumul mai à septembre (5 mois)		Cumul juin à août (3 mois)	
Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015
-	1.3	0	0	-	0.5	-	0.2

Comparaison des évaluations des apports, volumes disponibles (Mm3) et QMNA5 (l/s) cités dans le rapport BRGM (RP 61-371, 2013) et ceux obtenus par modélisation avec les valeurs complémentaires de jaugeages (2015)

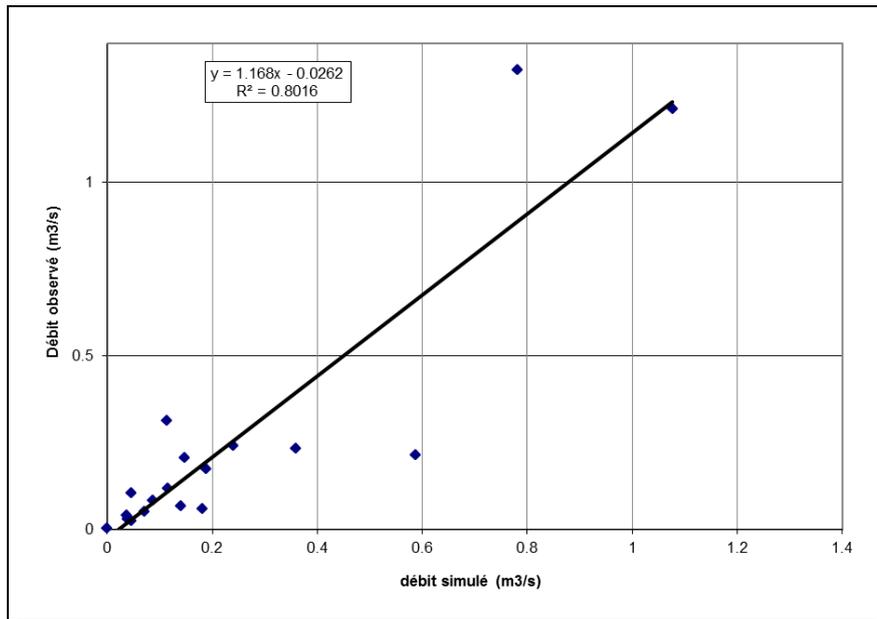
N.B. : Ajustements réalisés en Loi racine Gauss.

Calage de la Moivre à Pogny (H5203404, 152 km²)

Jaugeages ponctuels et piézomètre de Grandes Loges



Débits et niveaux piézométriques mesurés (rose) et simulés (bleu)



Corrélation débit simulé- débit observé

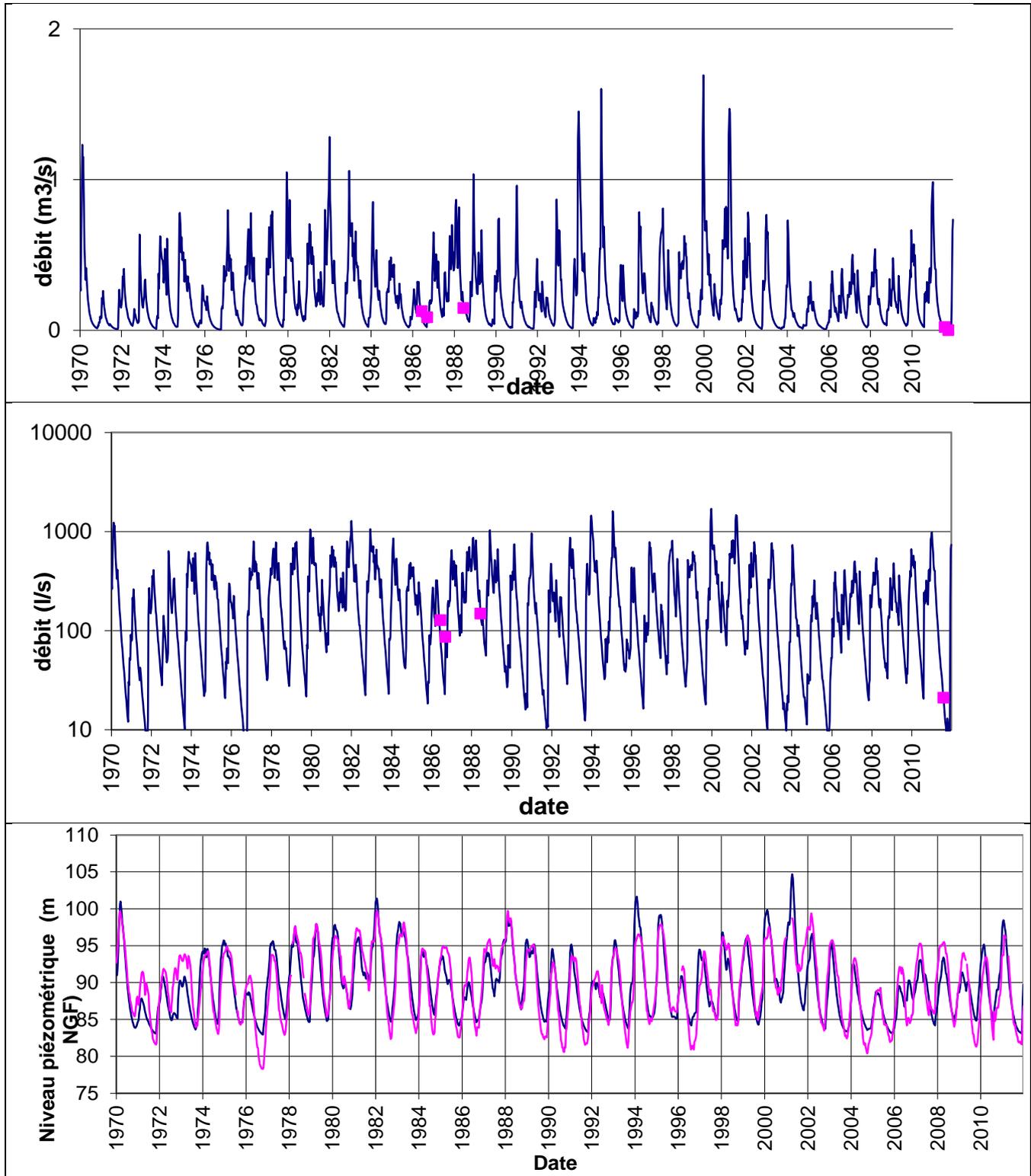
Estimations apports moyens (5 mois) (Mm3)		QMNA5 (l/s)		Estimation des volumes disponibles (Mm3)			
				Cumul mai à septembre (5 mois)		Cumul juin à août (3 mois)	
Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015
	3	100	110	2.8	1.35	1.5	0.77

Comparaison des évaluations des apports, volumes disponibles (Mm3) et QMNA5 (l/s) cités dans le rapport BRGM (RP 61-371, 2013) et ceux obtenus par modélisation avec les valeurs complémentaires de jaugeages (2015)

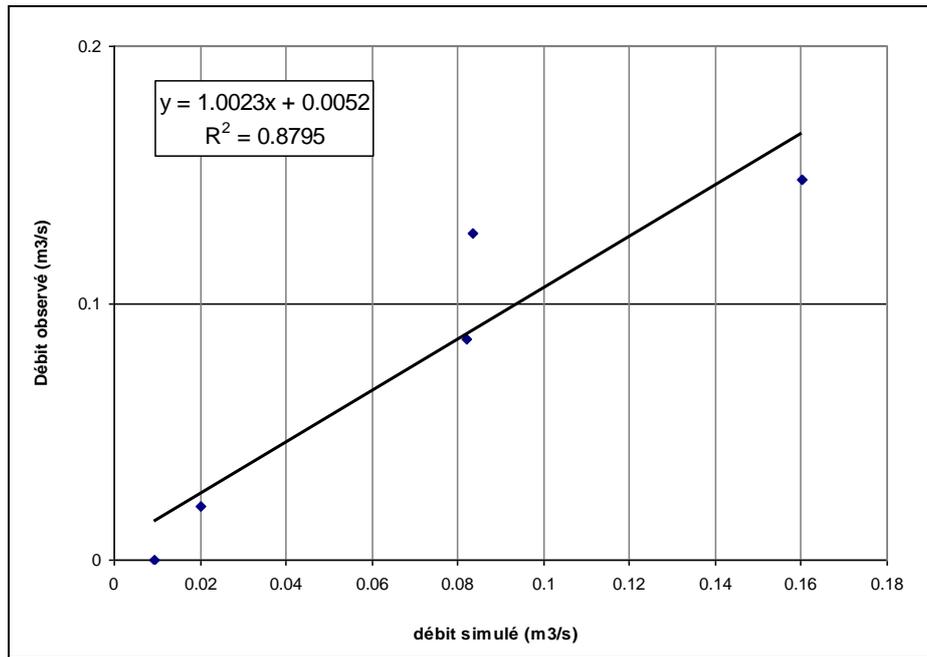
N.B. : Ajustements réalisés en Loi racine Gauss. Calage de la période 1969-1977 non satisfaisant.

Calage de la Saulce à Ambly (H6223402, 29 km²)

Jaugeages ponctuels et piézomètre des Grandes Loges



Débits et niveaux piézométriques mesurés (rose) et simulés (bleu)



Corrélation débit simulé- débit observé

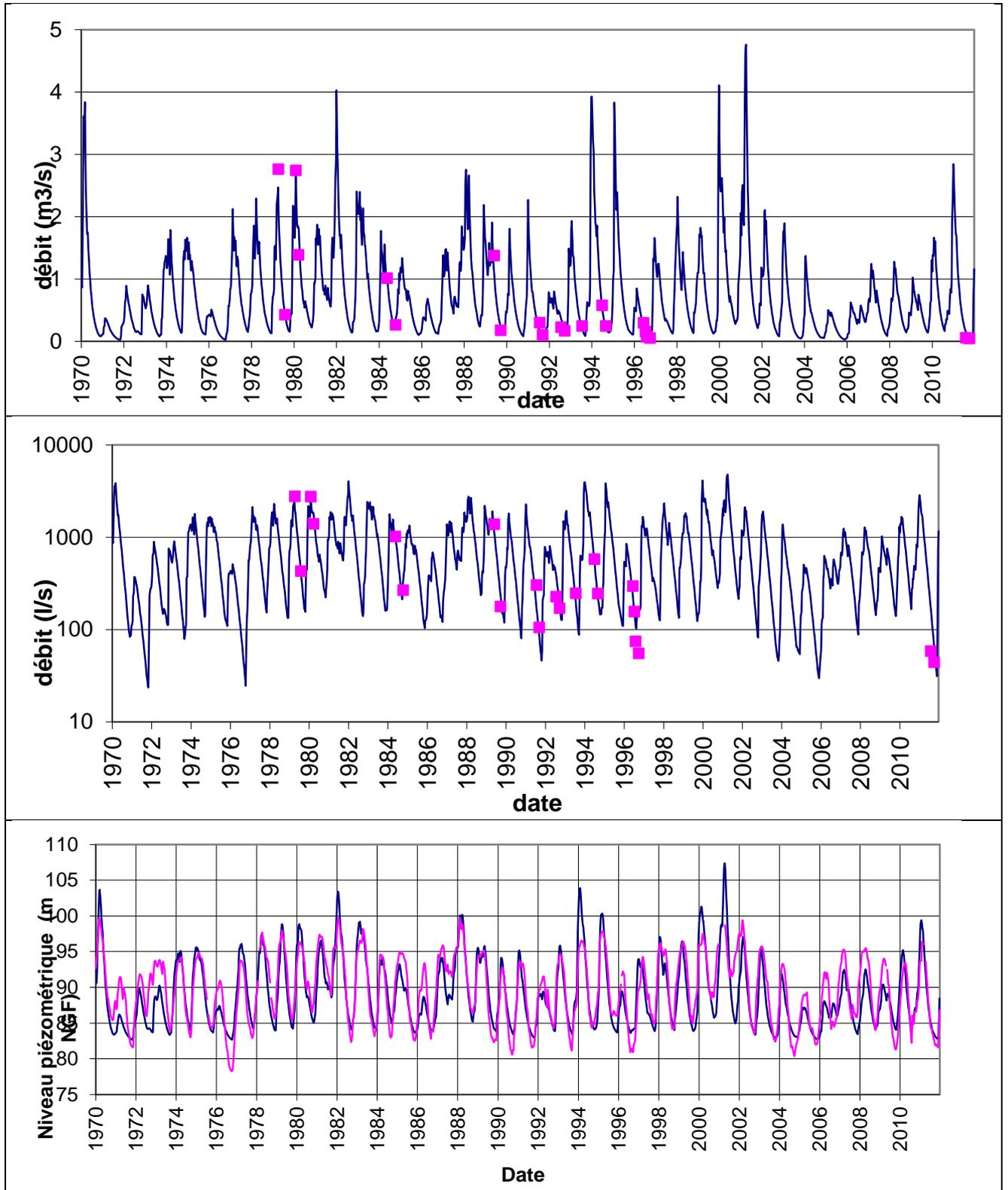
Estimations apports moyens «5 mois» (Mm3)		QMNA5 (l/s)		Estimation des volumes disponibles (Mm3)			
				Cumul mai à septembre (5 mois)		Cumul juin à août (3 mois)	
Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015
1	1.1	5	15	0.4	0.5		0.2

Comparaison des évaluations des apports, volumes disponibles (Mm3) et QMNA5 (l/s) cités dans le rapport BRGM (RP 61-371, 2013) et ceux obtenus par modélisation avec les valeurs complémentaires de jaugeages (2015)

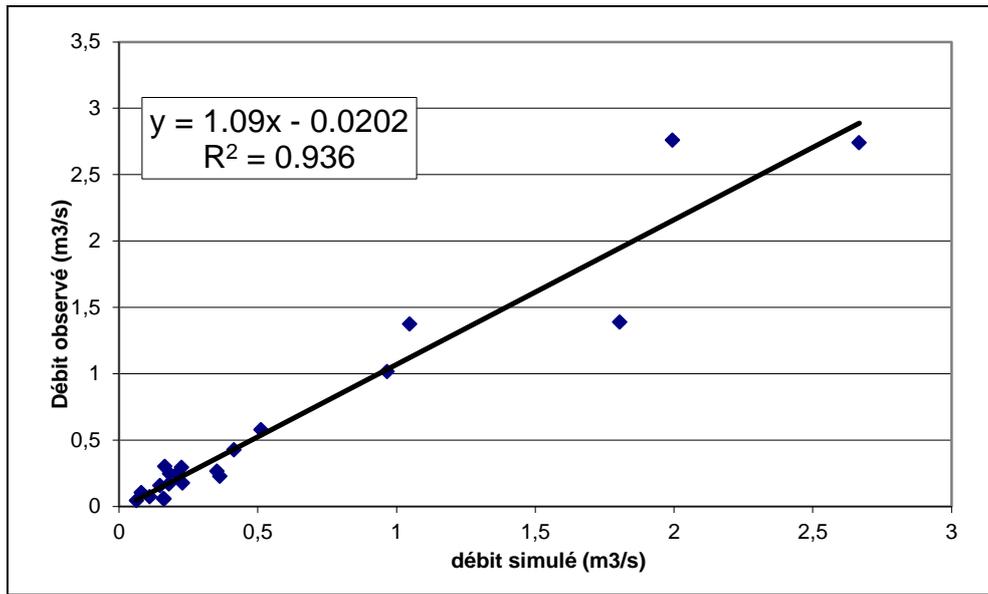
N.B. : Ajustements réalisés en Loi racine Gauss.

Calage de la Tourbe à Ville sur Tourbe (H6063102, 114 km²)

Jaugeages ponctuels et piézomètre des Grandes Loges



Débits et niveaux piézométriques mesurés (rose) et simulés (bleu)



Corrélation débit simulé- débit observé

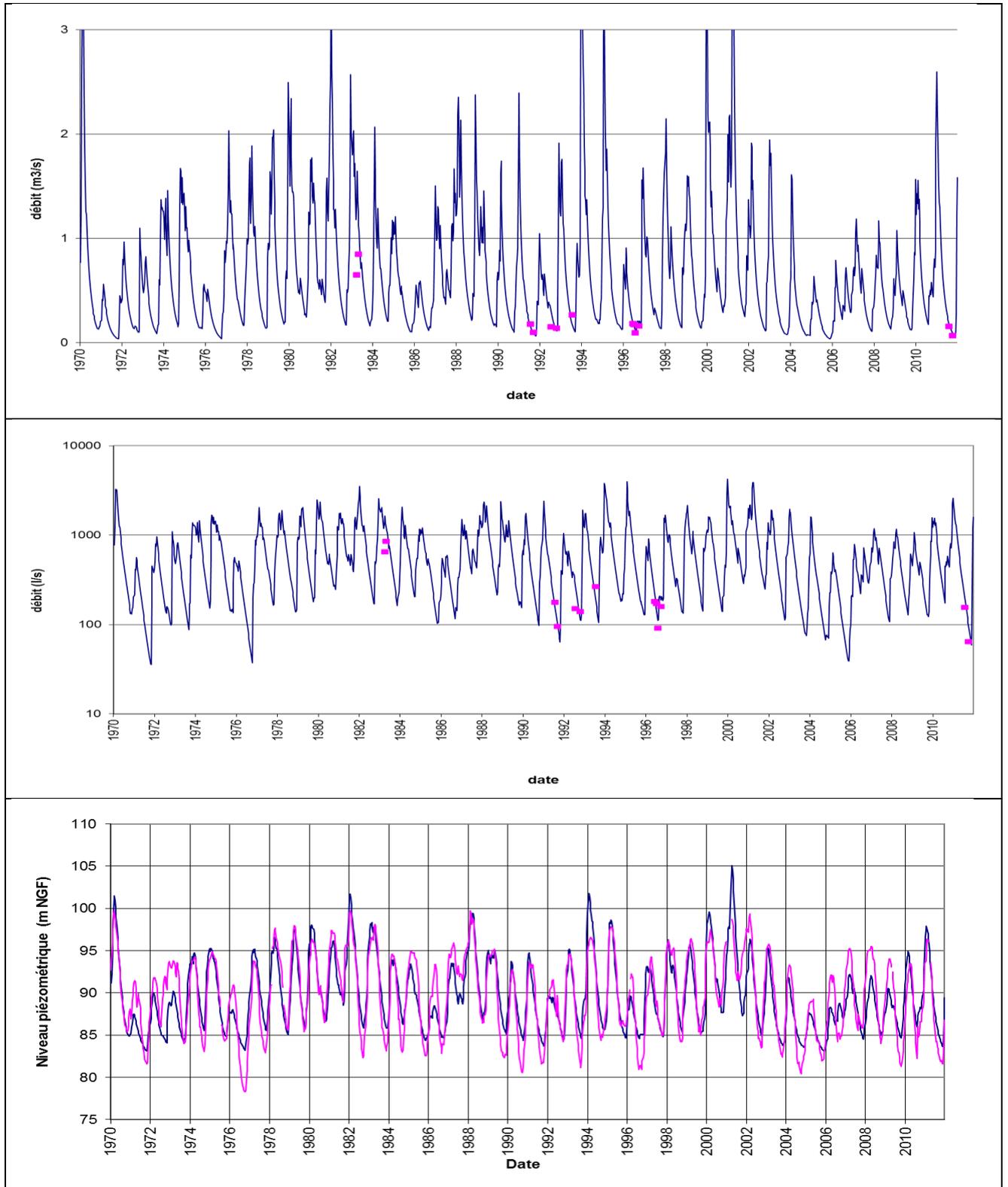
Estimations apports moyens annuels «5 mois» (Mm3)		QMNA5 (l/s)		Estimation des volumes disponibles (Mm3)			
				Cumul mai à septembre «5 mois»		Cumul juin à août «3 mois»	
Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015
2.3	5	50	75	0.7	2.4	0.2	0.5

Comparaison des évaluations des apports, volumes disponibles (Mm3) et QMNA5 (l/s) cités dans le rapport BRGM (RP 61-371, 2013) et ceux obtenus par modélisation avec les valeurs complémentaires de jaugeages (2015)

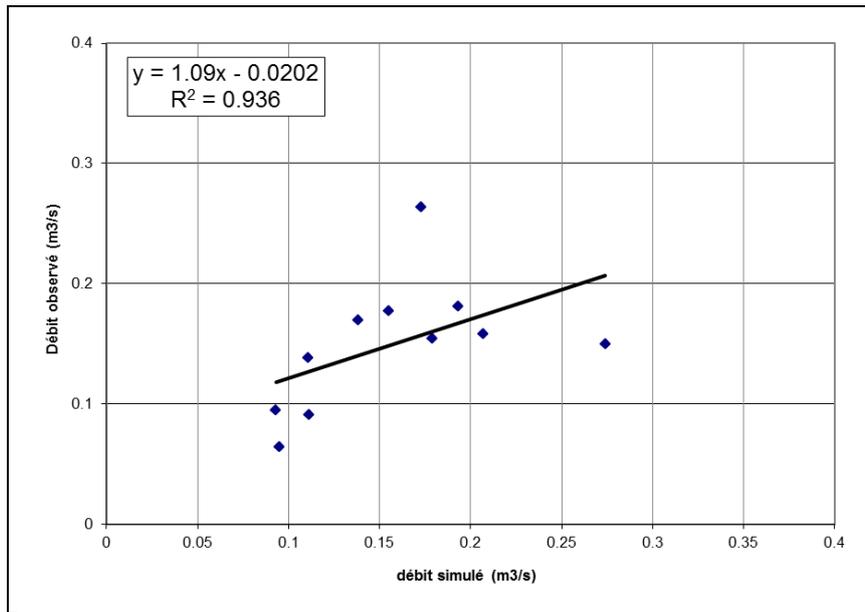
N.B. : Ajustements réalisés en Loi racine Gauss.

Calage de l'Avègres à Château d'eau (H6203108, 107 km²)

Jaugeages ponctuels et piézomètre des Grandes Loges



Débits et niveaux piézométriques mesurés (rose) et simulés (bleu)



Corrélation débit simulé- débit observé

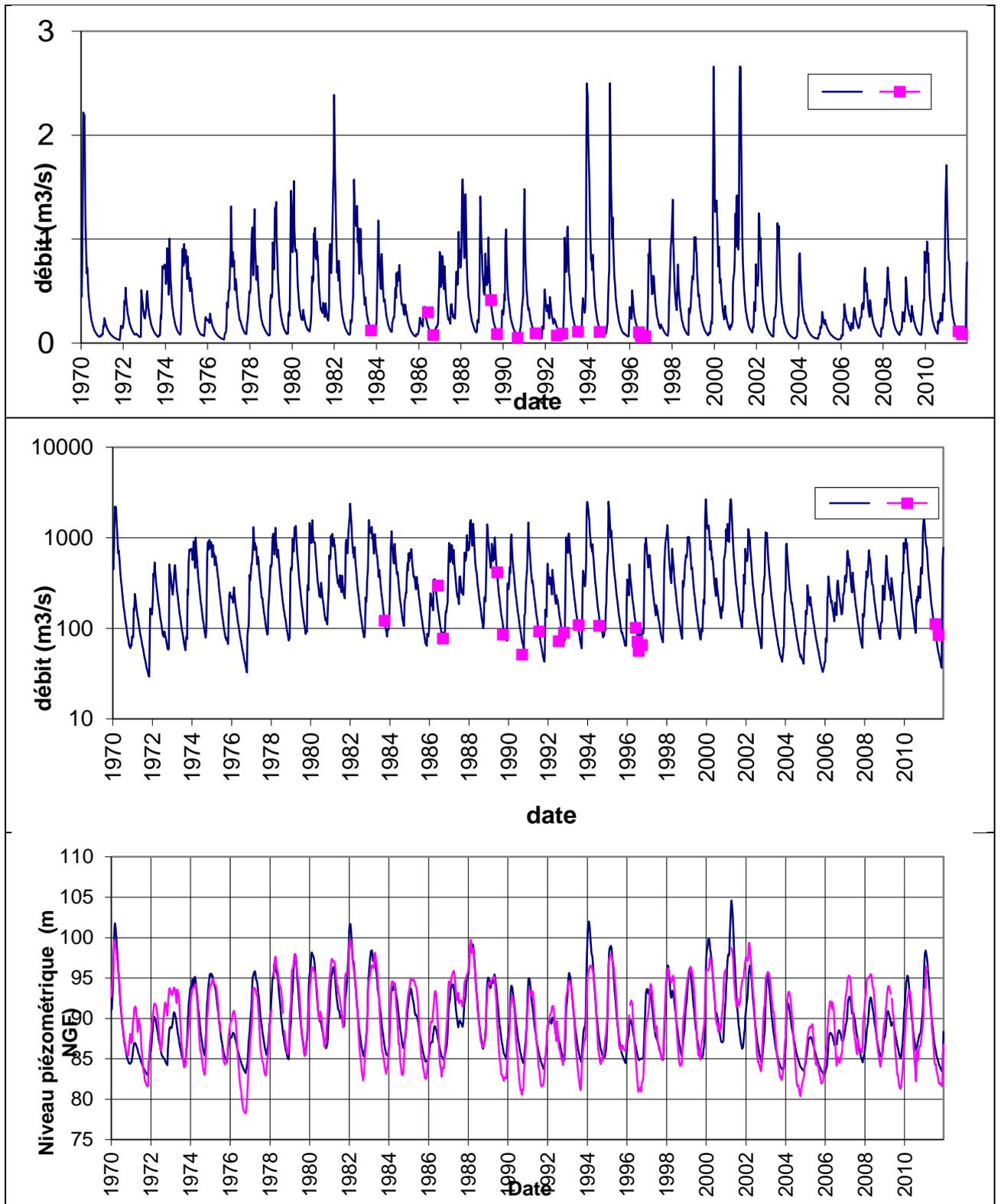
Estimations apports moyens (5 mois) (Mm3)		QMNA5 (l/s)		Estimation des volumes disponibles (Mm3)			
				Cumul mai à septembre (5 mois)		Cumul juin à août (3 mois)	
Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015
3.9	3.6	50	90	1.9	1.75	-	0.9

Comparaison des évaluations des apports, volumes disponibles (Mm3) et QMNA5 (l/s) cités dans le rapport BRGM (RP 61-371, 2013) et ceux obtenus par modélisation avec les valeurs complémentaires de jaugeages (2015)

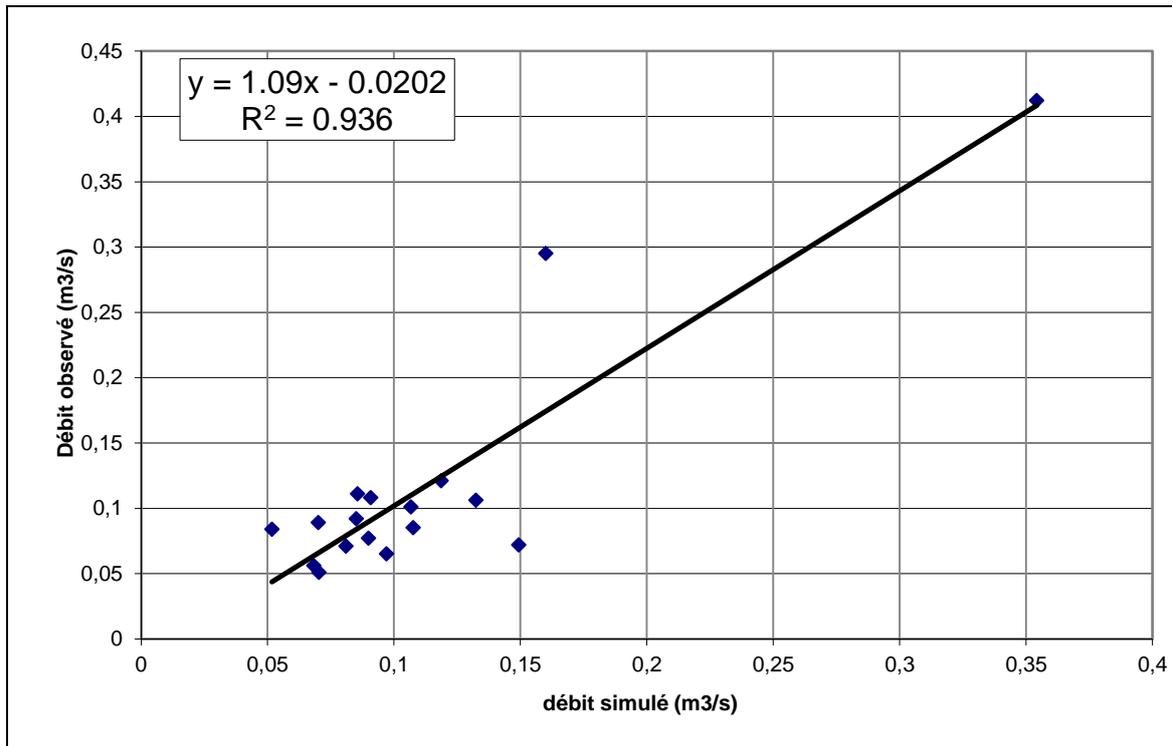
N.B. : Ajustements réalisés en Loi racine Gauss.

Calage de l'Indre à Bagot (H6063901, 62 km²)

Jaugeages ponctuels et piézomètre des Grandes Loges



Débits et niveaux piézométriques mesurés (rose) et simulés (bleu)



Corrélation débit simulé- débit observé

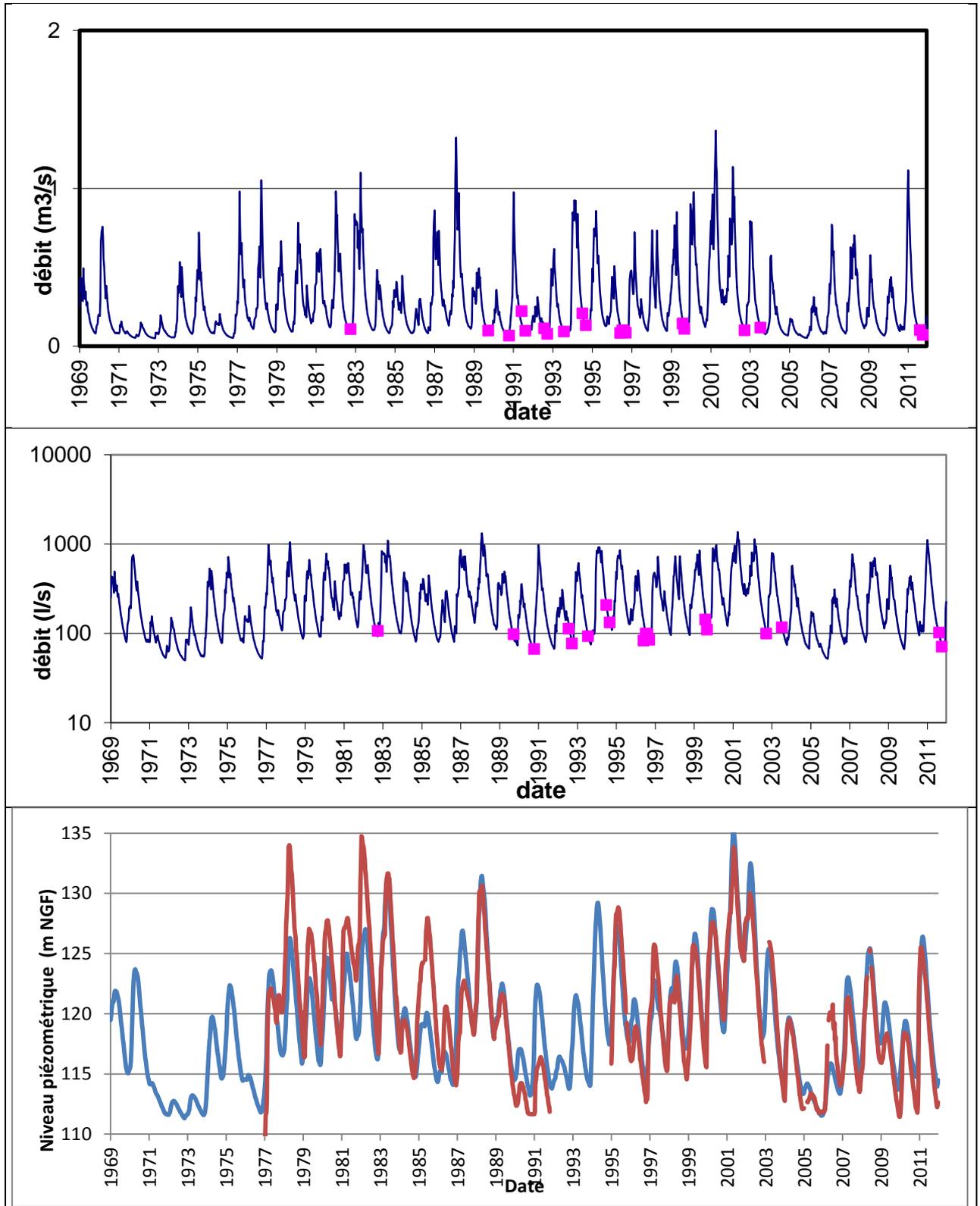
Estimations apports moyens (5 mois) (Mm3)		QMNA5 (l/s)		Estimation des volumes disponibles (Mm3)			
				Cumul mai à septembre (5 mois)		Cumul juin à août (3 mois)	
Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015
1.75	1.5	75	55	0.8	0.85	0.4	0.4

Comparaison des évaluations des apports, volumes disponibles (Mm3) et QMNA5 (l/s) cités dans le rapport BRGM (RP 61-371, 2013) et ceux obtenus par modélisation avec les valeurs complémentaires de jaugeages (2015)

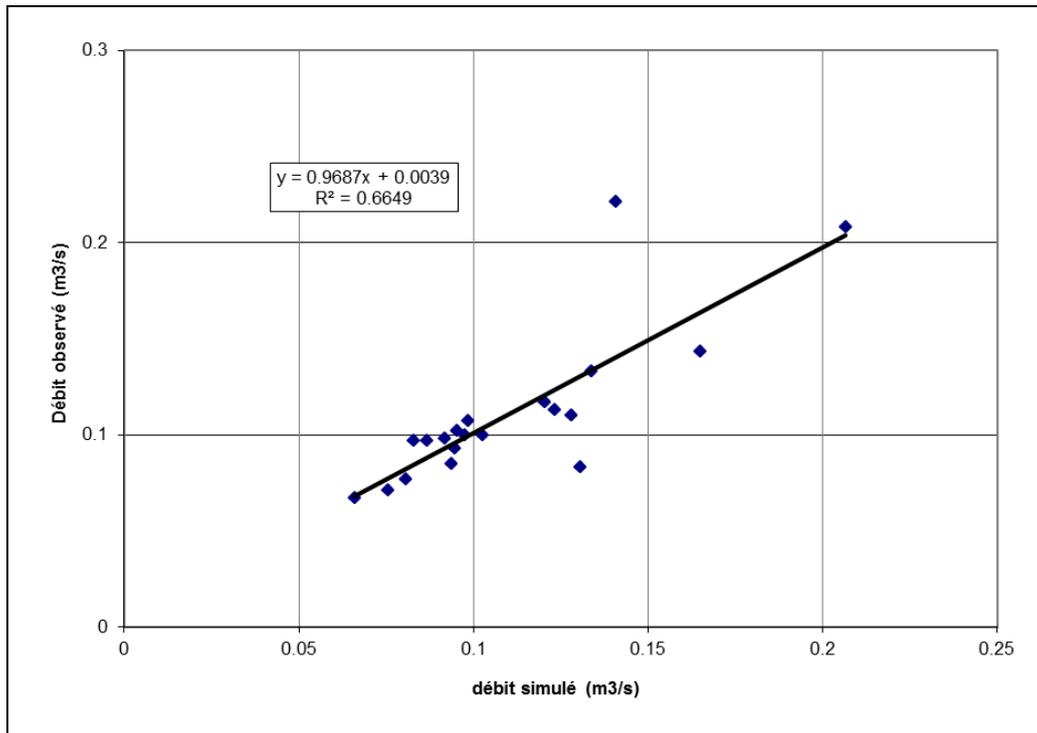
N.B. : Ajustements réalisés en Loi racine Gauss.

Calage du Fion à St Amand (H5203102, 57 km²)

Jaugeages ponctuels et piézomètre de Vailly



Débits et niveaux piézométriques mesurés (rose) et simulés (bleu)



Corrélation débit simulé- débit observé

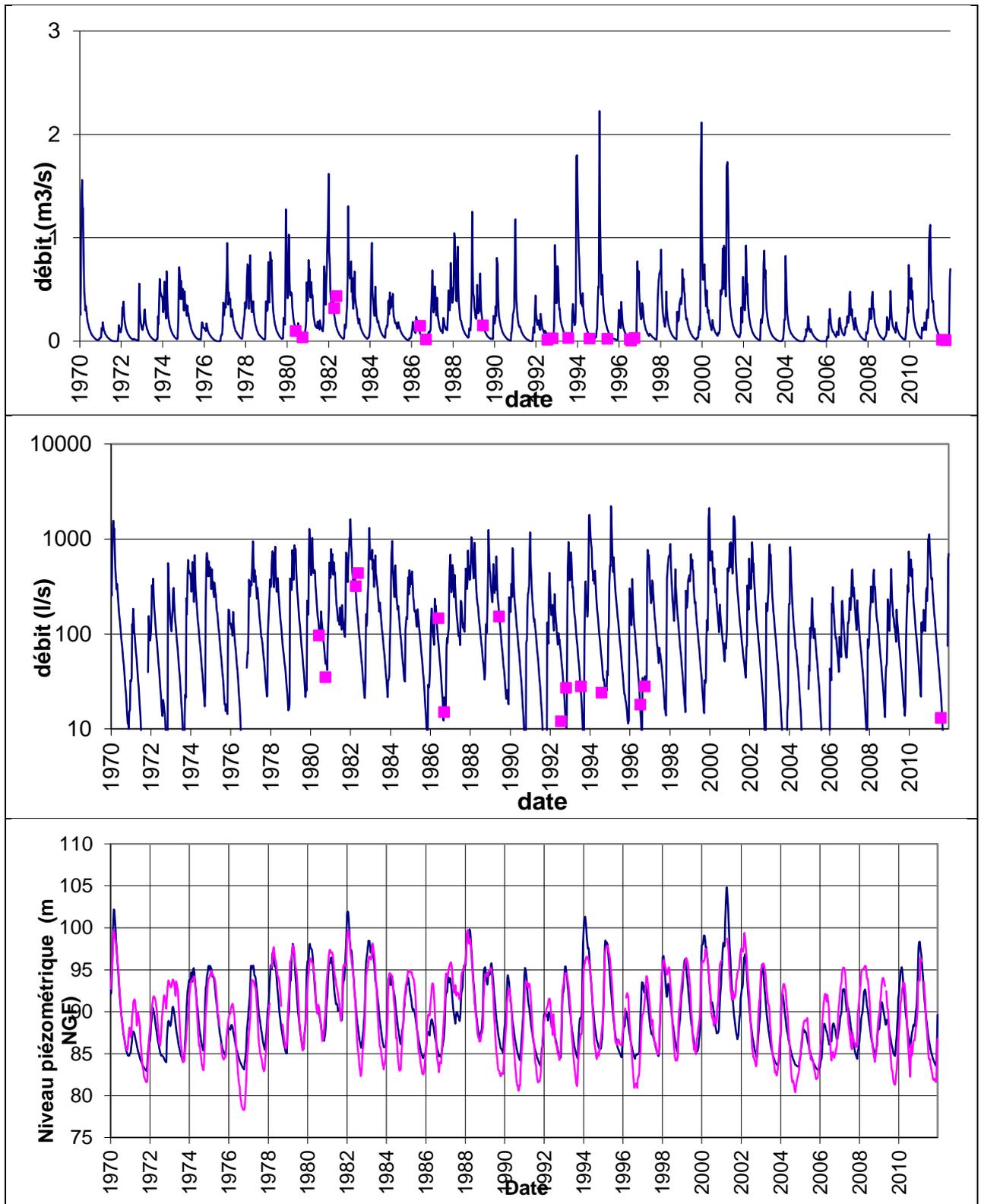
Estimations apports moyens (5 mois) (Mm3)		QMNA5 (l/s)		Estimation des volumes disponibles (Mm3)			
				Cumul mai à septembre (5 mois)		Cumul juin à août (3 mois)	
Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015
1.45	1.4	70	70	0.9	0.55	0.4	0.27

Comparaison des évaluations des apports, volumes disponibles (Mm3) et QMNA5 (l/s) cités dans le rapport BRGM (RP 61-371, 2013) et ceux obtenus par modélisation avec les valeurs complémentaires de jaugeages (2015)

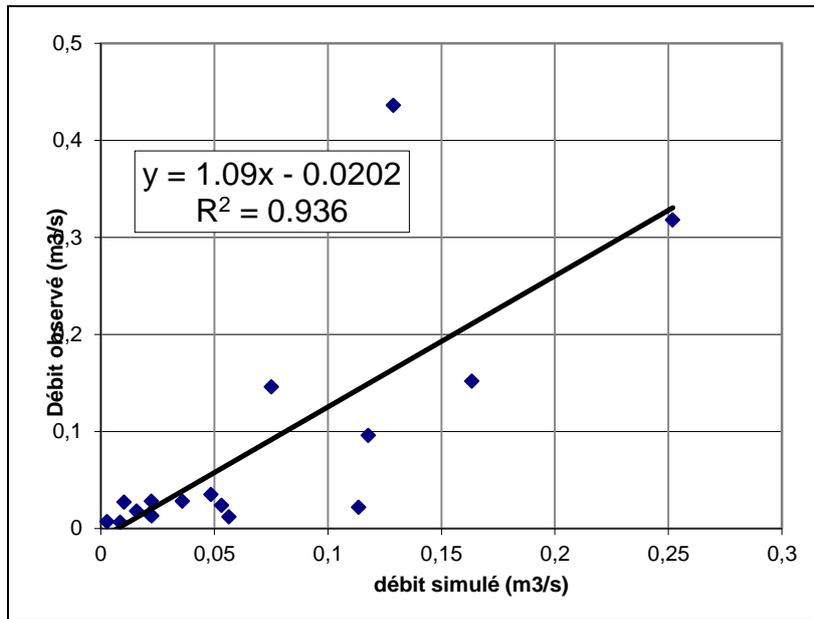
N.B. : Ajustements réalisés en Loi racine Gauss.

Calage du Jailly à Brière (H6203203, 39 km²)

Jaugeages ponctuels et piézomètre des Grandes Loges



Débits et niveaux piézométriques mesurés (rose) et simulés (bleu)



Corrélation débit simulé- débit observé

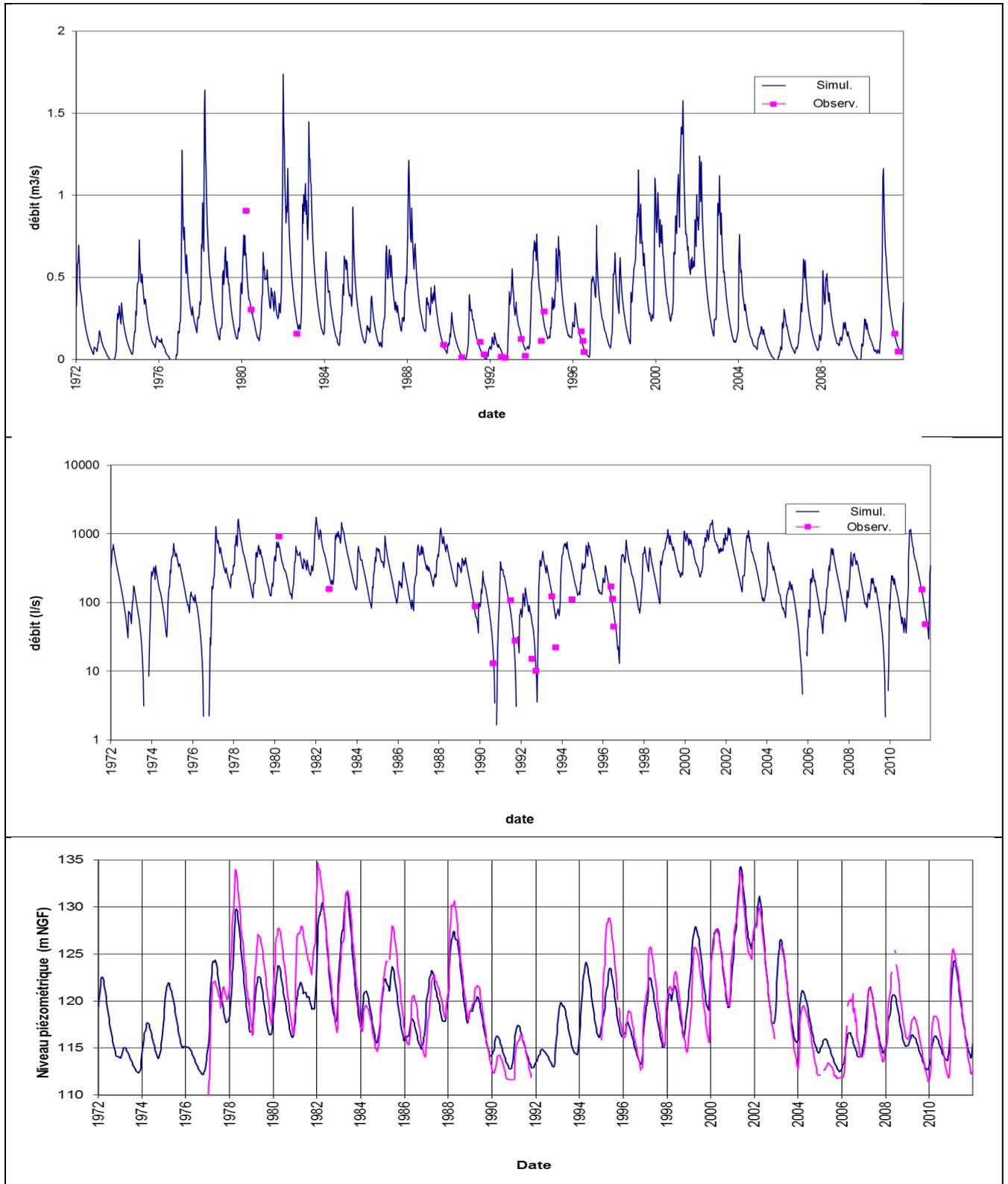
Estimations apports moyens (5 mois) (Mm3)		QMNA5 (l/s)		Estimation des volumes disponibles (Mm3)			
				Cumul mai à septembre (5 mois)		Cumul juin à août (3 mois)	
Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015
0.7	1	5	5	0.25	0.45	0.1	0.2

Comparaison des évaluations des apports, volumes disponibles (Mm3) et QMNA5 (l/s) cités dans le rapport BRGM (RP 61-371, 2013) et ceux obtenus par modélisation avec les valeurs complémentaires de jaugeages (2015)

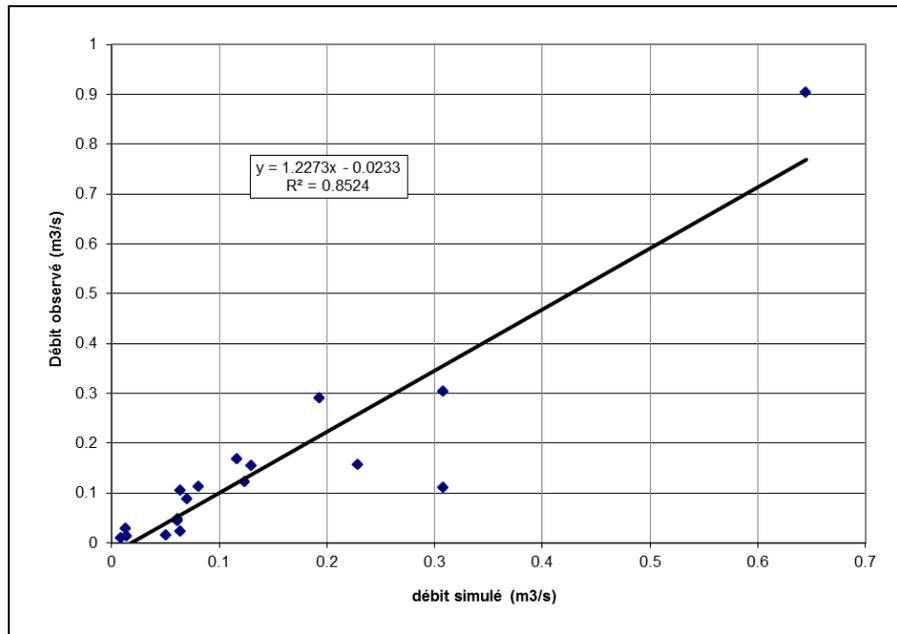
N.B. : Ajustements réalisés en Loi racine Gauss.

Calage Du Longsols à Verricourt (H1403201, 96 km²)

Jaugeages ponctuels et piézomètre des Grandes Loges



Débits et niveaux piézométriques mesurés (rose) et simulés (bleu)



Corrélation débit simulé- débit observé

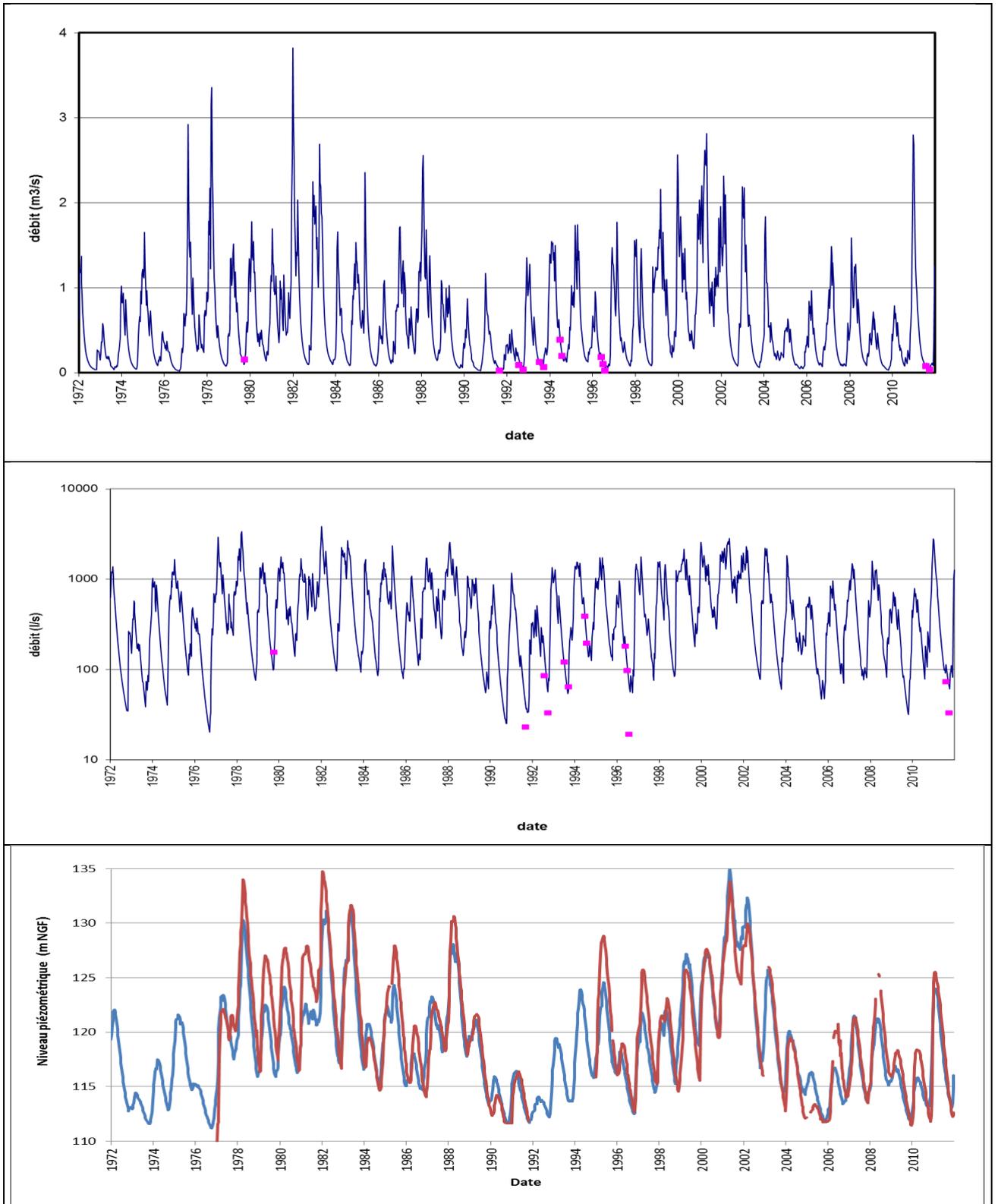
Estimations apports moyens annuels «5 mois» (Mm3)		QMNA5 (l/s)		Cumul mai à septembre «5 mois»		Cumul juin à août «3 mois»	
Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015
-	3.0	20.	20	1.5	1.0	0.8	0.55

Comparaison des évaluations des apports, volumes disponibles (Mm3) et QMNA5 (l/s) cités dans le rapport BRGM (RP 61-371, 2013) et ceux obtenus par modélisation avec les valeurs complémentaires de jaugeages (2015)

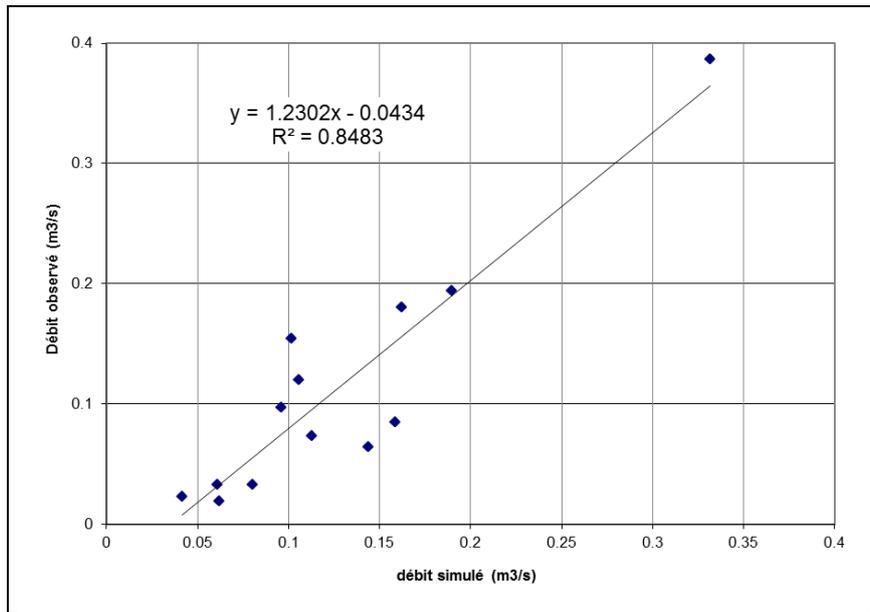
N.B. : Ajustements réalisés en Loi racine Gauss.

Calage du Meldançon à Donnement (H1503104, 112 km²)

Jaugeages ponctuels et piézomètre de Vailly



Débits et niveaux piézométriques mesurés (rose) et simulés (bleu)



Corrélation débit simulé- débit observé

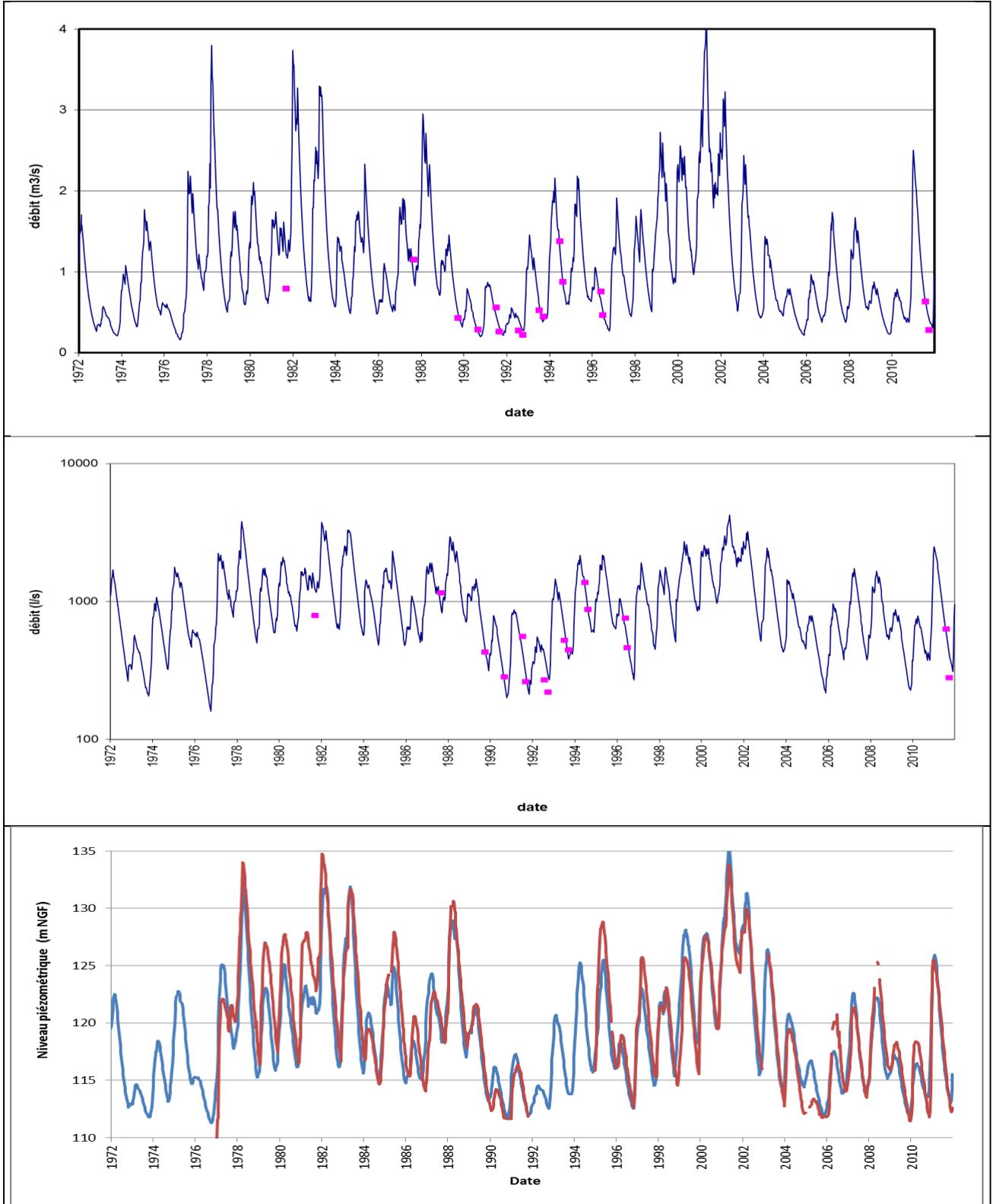
Estimations apports moyens (5 mois) (Mm3)		QMNA5 (l/s)		Estimation des volumes disponibles (Mm3)			
				Cumul mai à septembre (5 mois)		Cumul juin à août (3 mois)	
Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015
	3.6	30	50	1.5	1.2	0.8	0.55

Comparaison des évaluations des apports, volumes disponibles (Mm3) et QMNA5 (l/s) cités dans le rapport BRGM (RP 61-371, 2013) et ceux obtenus par modélisation avec les valeurs complémentaires de jaugeages (2015)

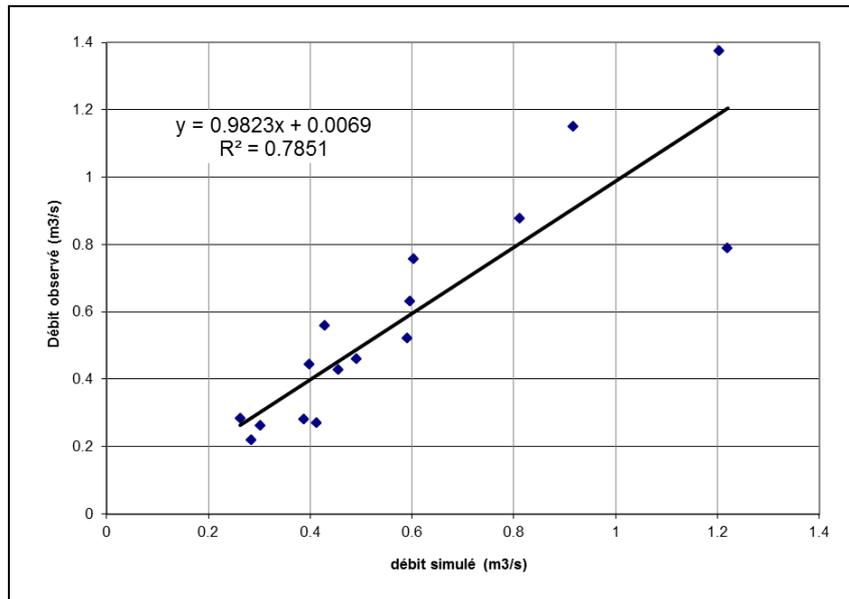
N.B. : Ajustements réalisés en Loi racine Gauss.

Calage du Puits à Ramerupt (H1503401, 205 km²)

Jaugeages ponctuels et piézomètre de Vailly



Débits et niveaux piézométriques mesurés (rose) et simulés (bleu)



Corrélation débit simulé- débit observé

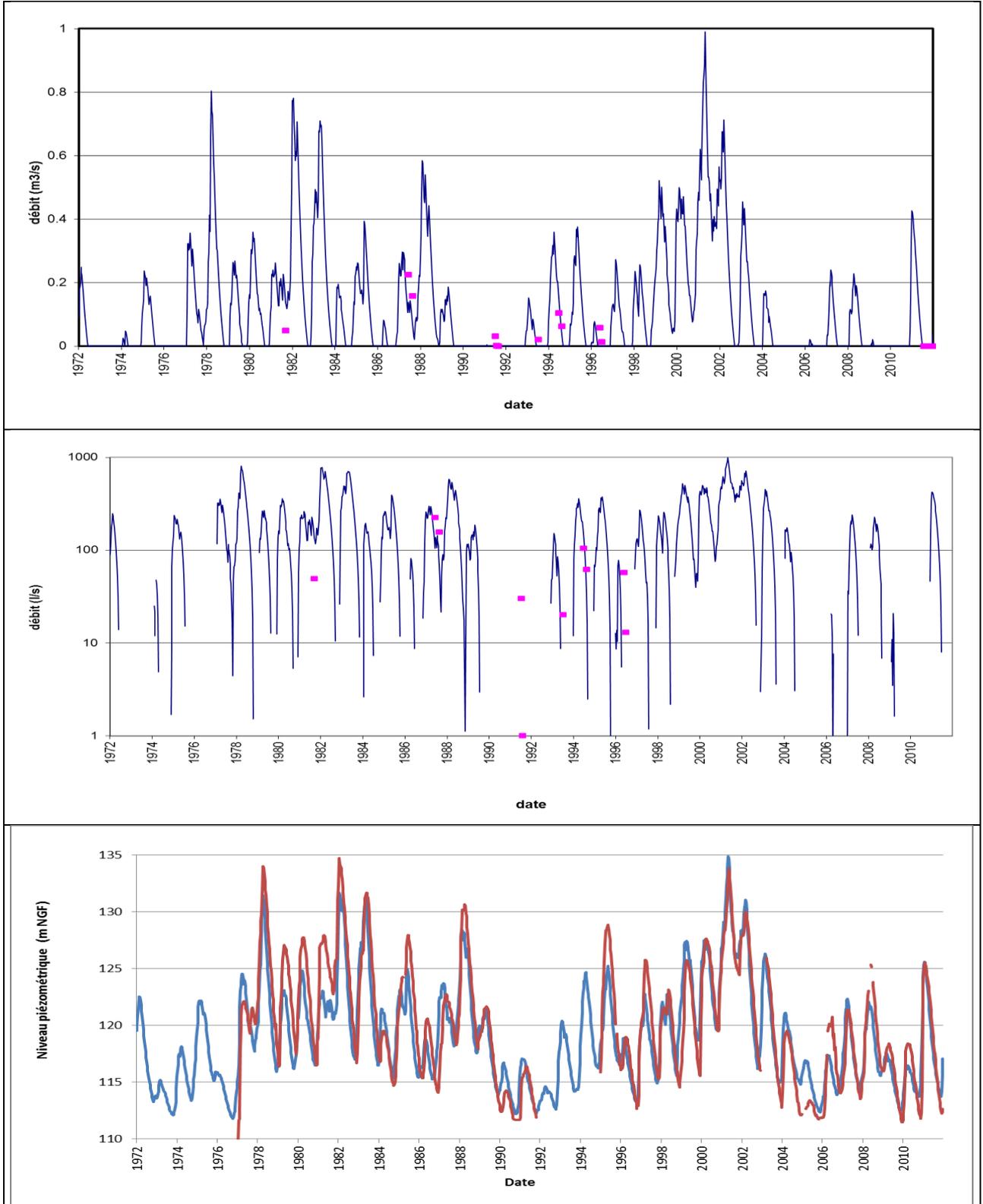
Estimations apports moyens (5 mois) (Mm3)		QMNA5 (l/s)		Estimation des volumes disponibles (Mm3)			
				Cumul mai à septembre (5 mois)		Cumul juin à août (3 mois)	
Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015
8.8	9.0	250	300	3.0	3.3	1.6	1.8

Comparaison des évaluations des apports, volumes disponibles (Mm3) et QMNA5 (l/s) cités dans le rapport BRGM (RP 61-371, 2013) et ceux obtenus par modélisation avec les valeurs complémentaires de jaugeages (2015)

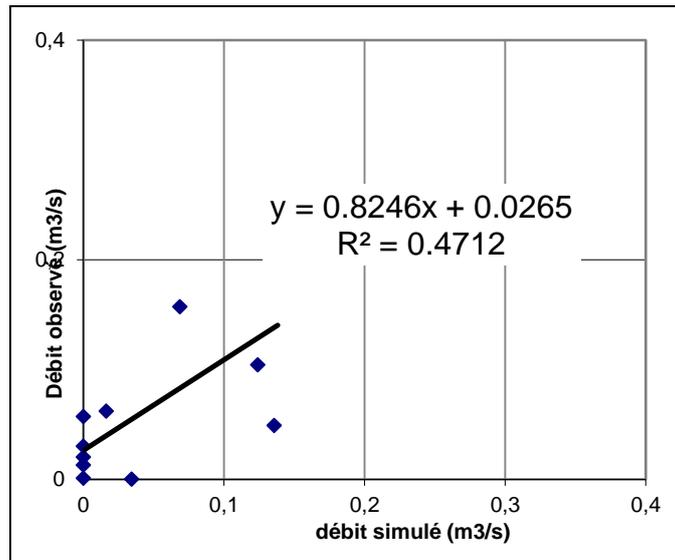
N.B. : Ajustements réalisés en Loi racine Gauss.

Calage du Ravet à Brillecourt (H1373109, 63 km²)

Jaugeages ponctuels et piézomètre de Vailly



Débits et niveaux piézométriques mesurés (rose) et simulés (bleu)



Corrélation débit simulé- débit observé

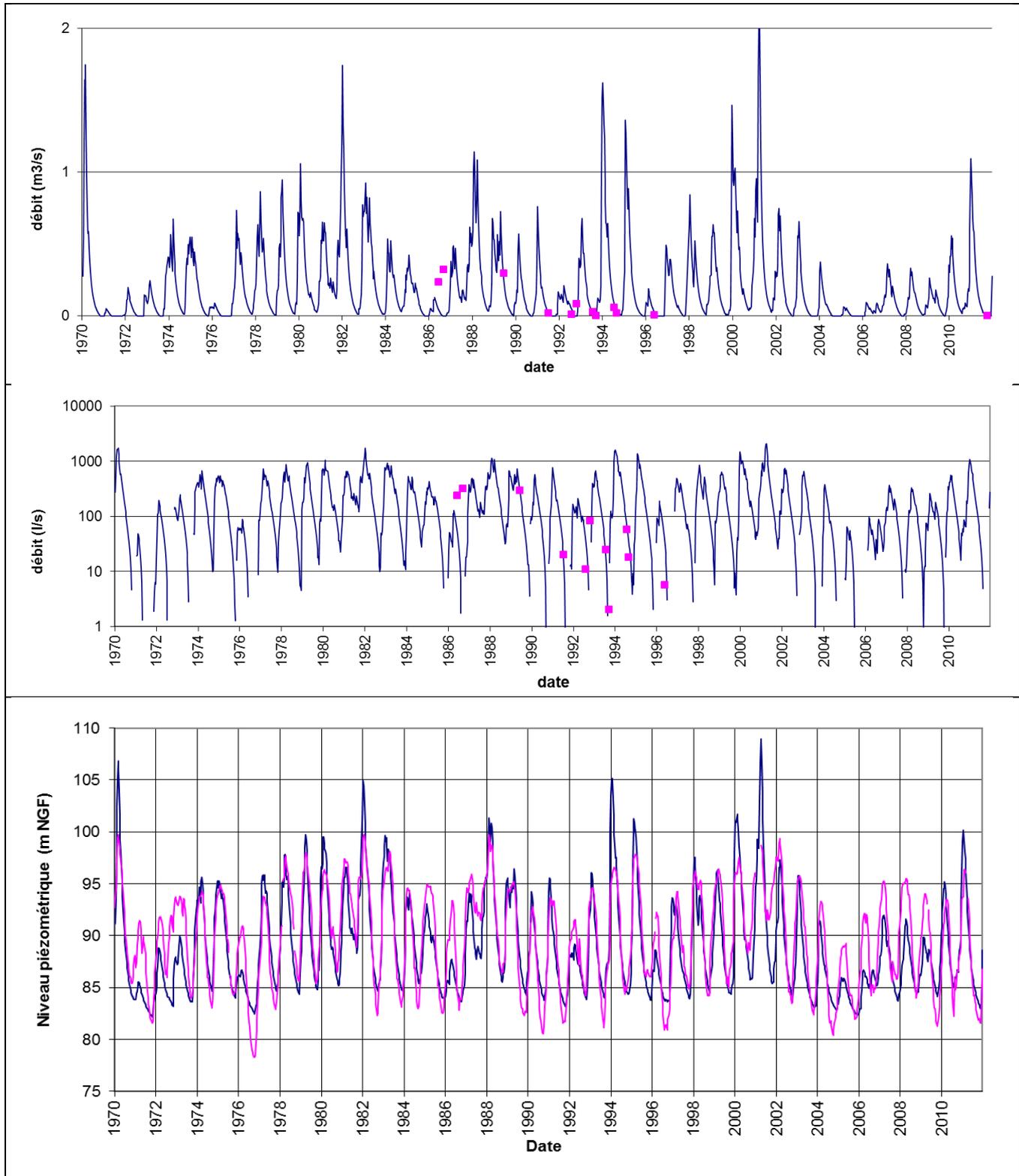
Estimations apports moyens (5 mois) (Mm3)		QMNA5 (l/s)		Estimation des volumes disponibles (Mm3)			
				Cumul mai à septembre (5 mois)		Cumul juin à août (3 mois)	
Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015
	1.3	0	0		0.05		0.02

Comparaison des évaluations des apports, volumes disponibles (Mm3) et QMNA5 (l/s) cités dans le rapport BRGM (RP 61-371, 2013) et ceux obtenus par modélisation avec les valeurs complémentaires de jaugeages (2015)

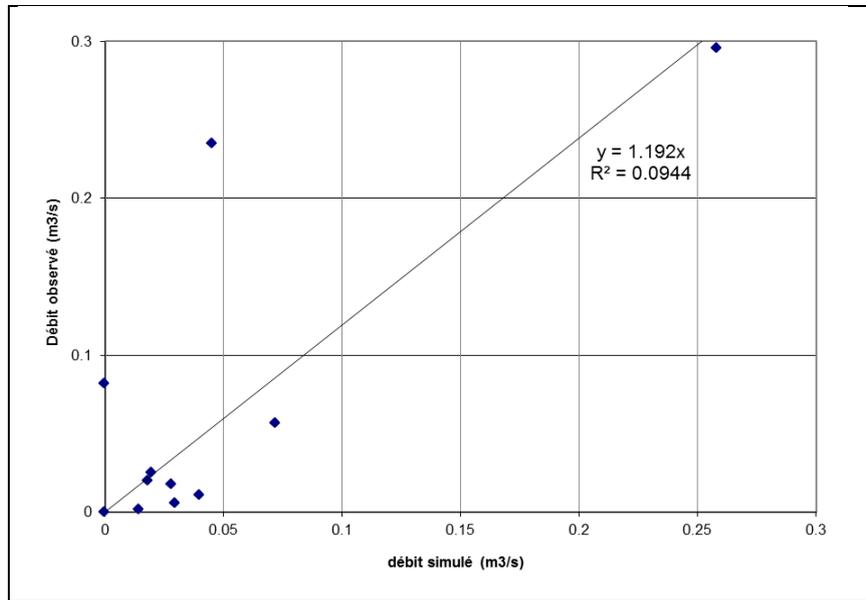
N.B. : Ajustements réalisés en Loi racine Gauss.

Calage du Ru de Saint Fergeux à Condé les Herpy (, 55 km²)

Jaugeages ponctuels et piézomètre des Grandes Loges



Débits et niveaux piézométriques mesurés (rose) et simulés (bleu)



Corrélation débit simulé- débit observé

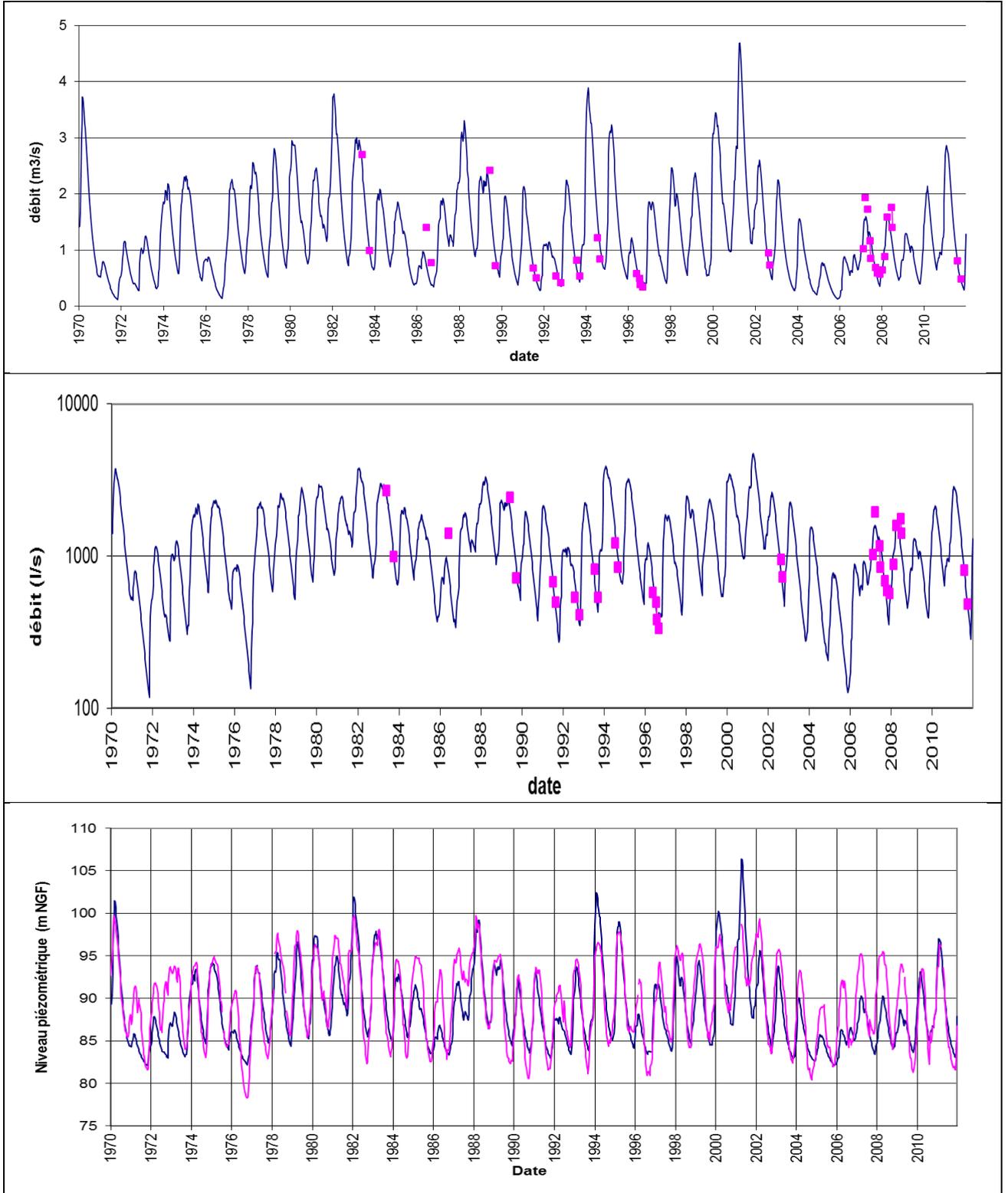
Estimation des volumes disponibles (Mm3)							
Estimations apports moyens (5 mois) (Mm3)		QMNA5 (l/s)		Cumul mai à septembre (5 mois)		Cumul juin à août (3 mois)	
Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015
-	6.9	-	25	-	2.4	-	1.1

Comparaison des évaluations des apports, volumes disponibles (Mm3) et QMNA5 (l/s) cités dans le rapport BRGM (RP 61-371, 2013) et ceux obtenus par modélisation avec les valeurs complémentaires de jaugeages (2015)

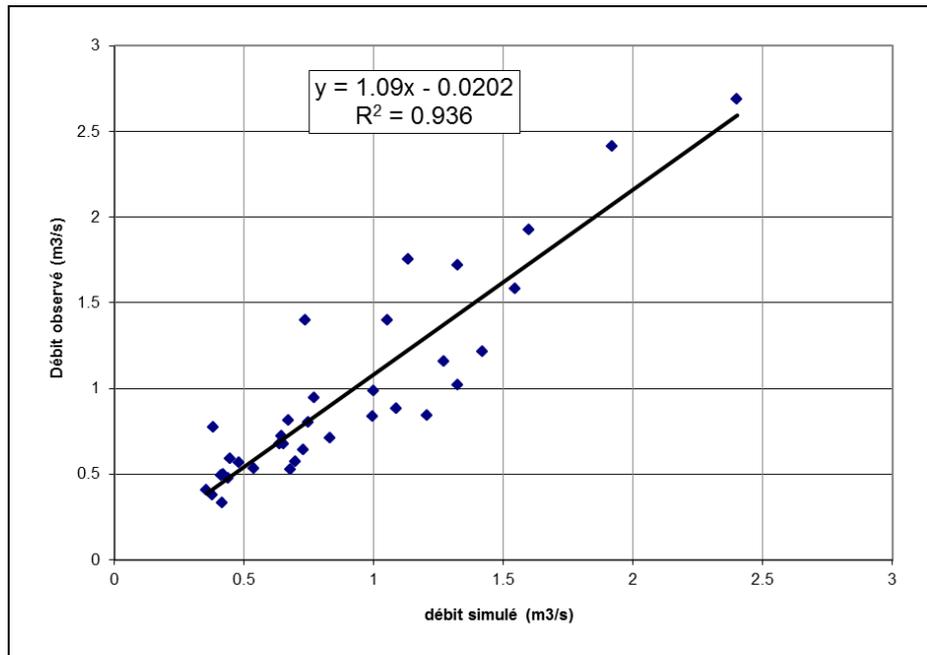
N.B. : Ajustements réalisés en Loi racine Gauss.

Calage du Ru des Barres à Germaimont (H6303203, 207 km²)

Jaugeages ponctuels et piézomètre des Grandes Loges



Débits et niveaux piézométriques mesurés (rose) et simulés (bleu)



Corrélation débit simulé- débit observé

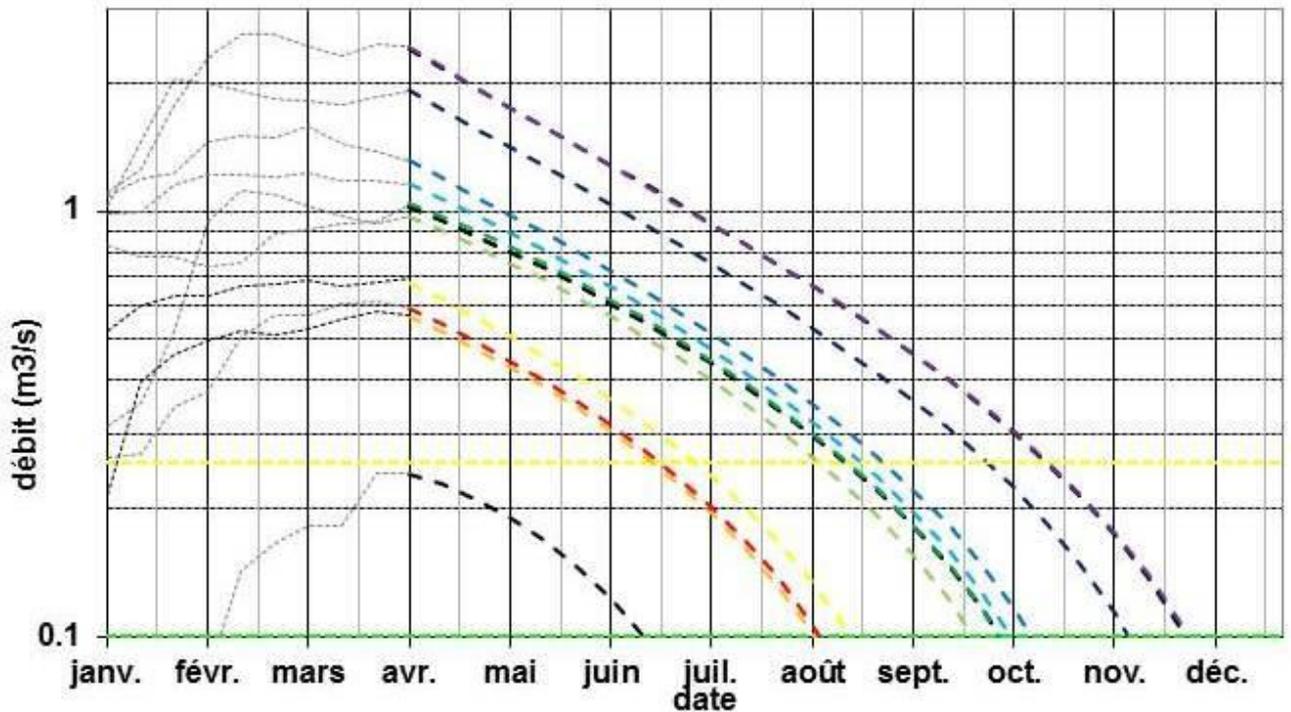
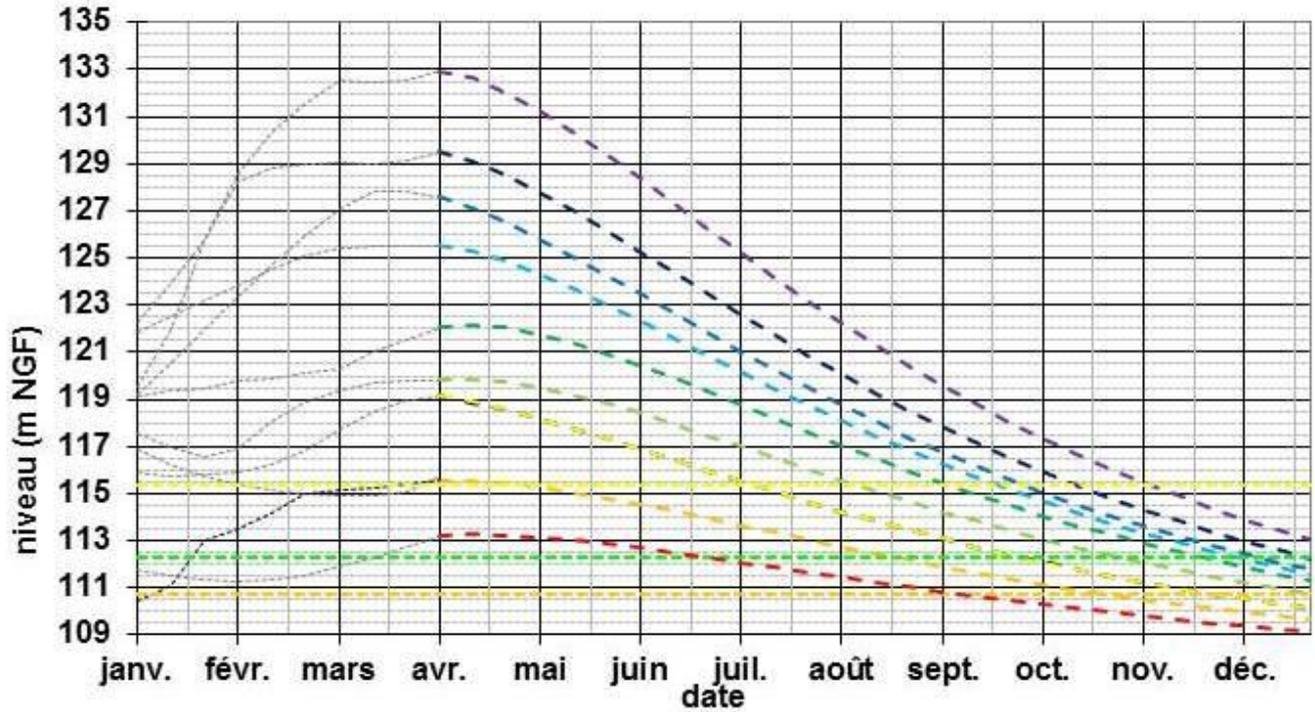
Estimations apports moyens (5 mois) (Mm3)		QMNA5 (l/s)		Estimation des volumes disponibles (Mm3)			
				Cumul mai à septembre (5 mois)		Cumul juin à août (3 mois)	
Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015	Valeur rapport BRGM 2013	Modélisation 2015
-	10.4	340	325	-	4.5	-	2.4

Comparaison des évaluations des apports, volumes disponibles (Mm3) et QMNA5 (l/s) cités dans le rapport BRGM (RP 61-371, 2013) et ceux obtenus par modélisation avec les valeurs complémentaires de jaugeages (2015)

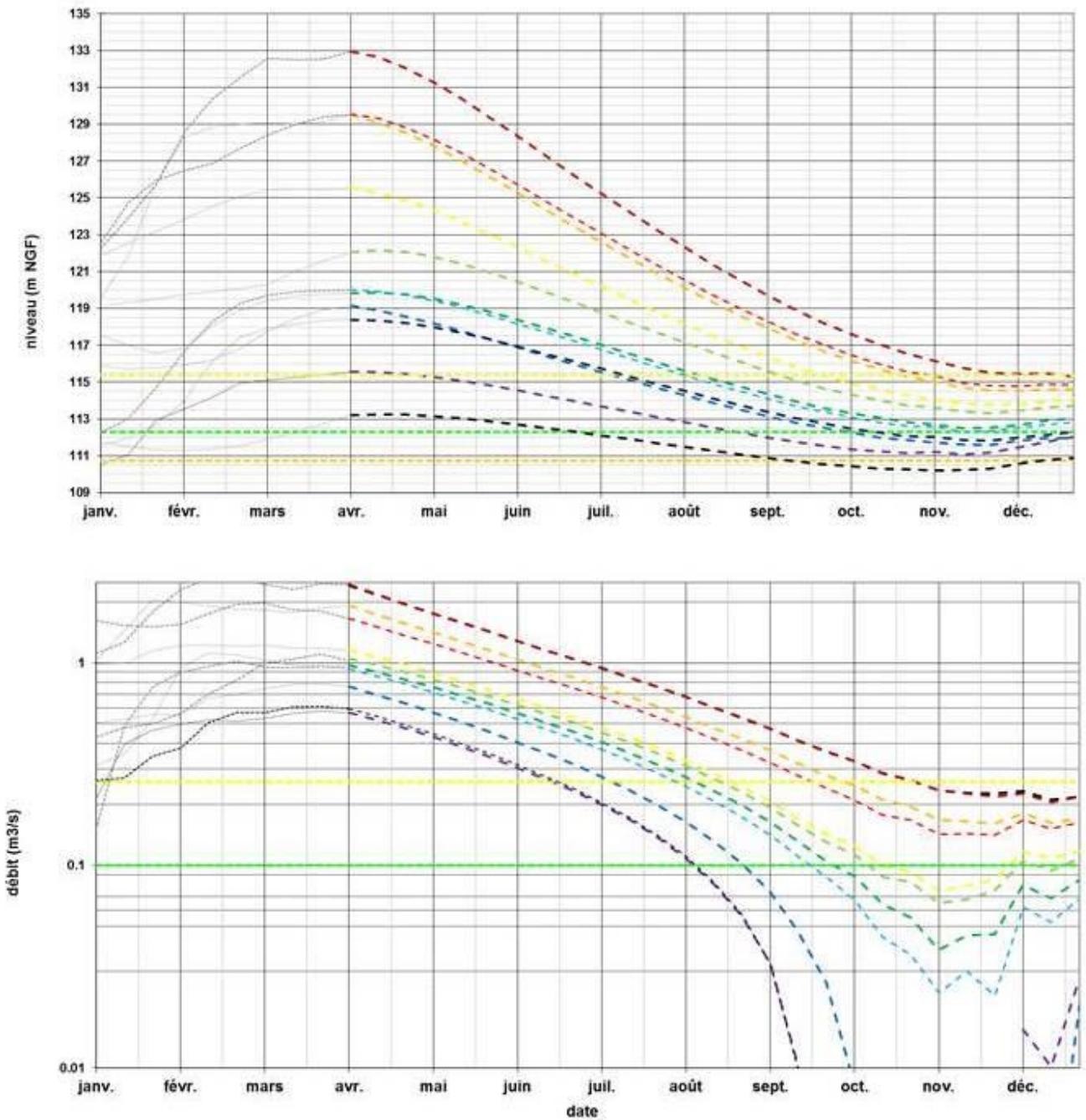
N.B. : Ajustements réalisés en Loi racine Gauss.

Annexe 2

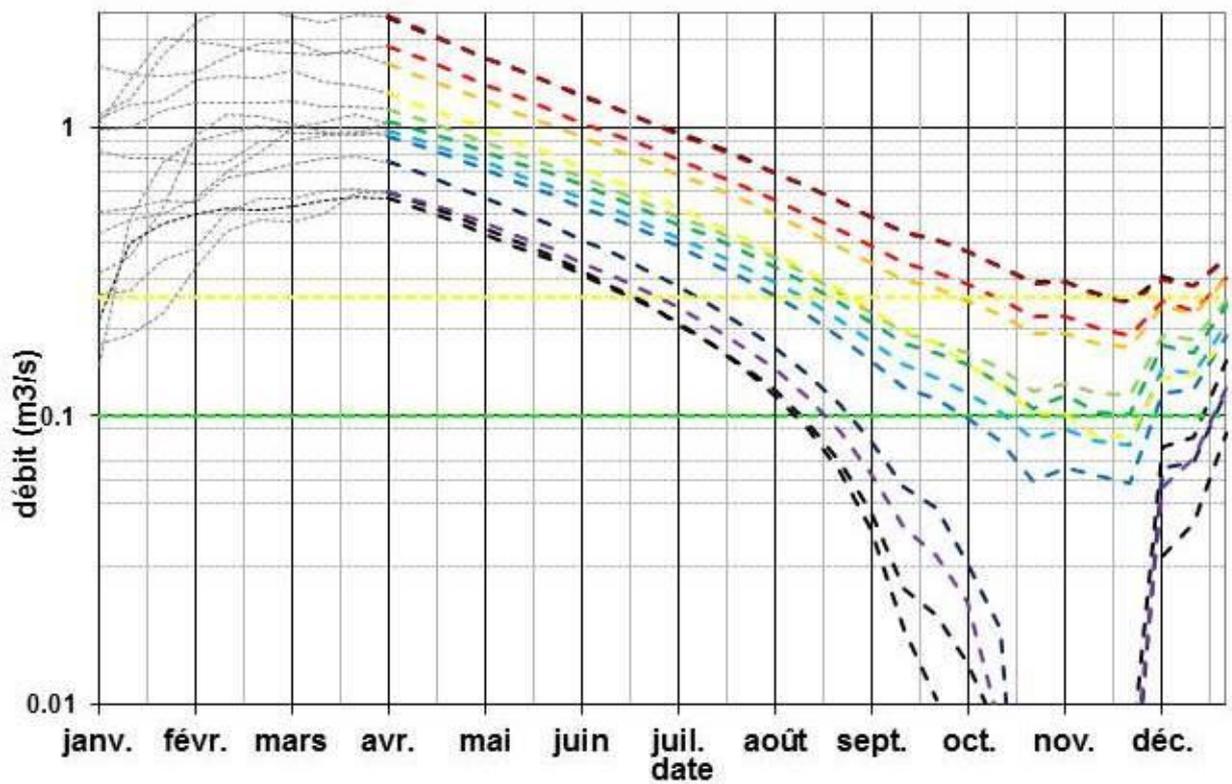
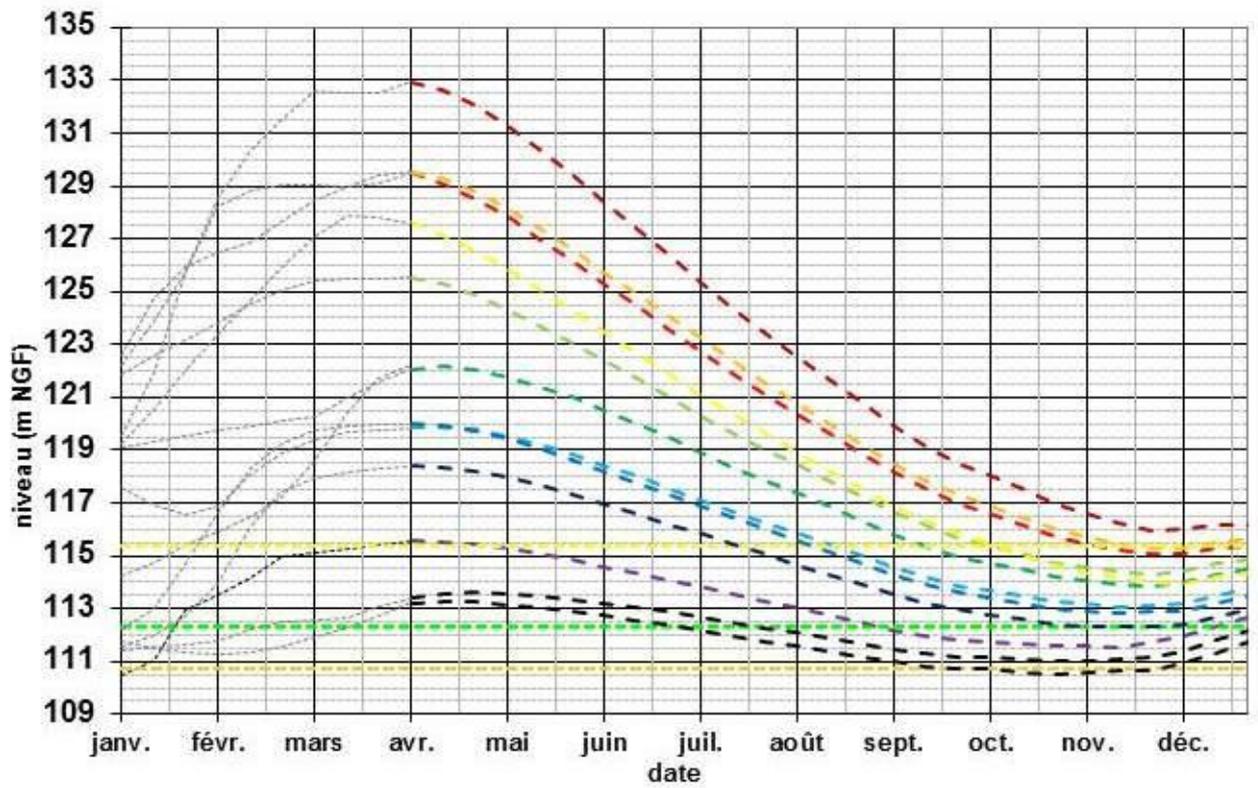
**Abaques de prévisions de niveau minimal à Vailly
ou débit naturel minimal à Pouan en étiage
suivant différentes probabilités de pluviométrie.**



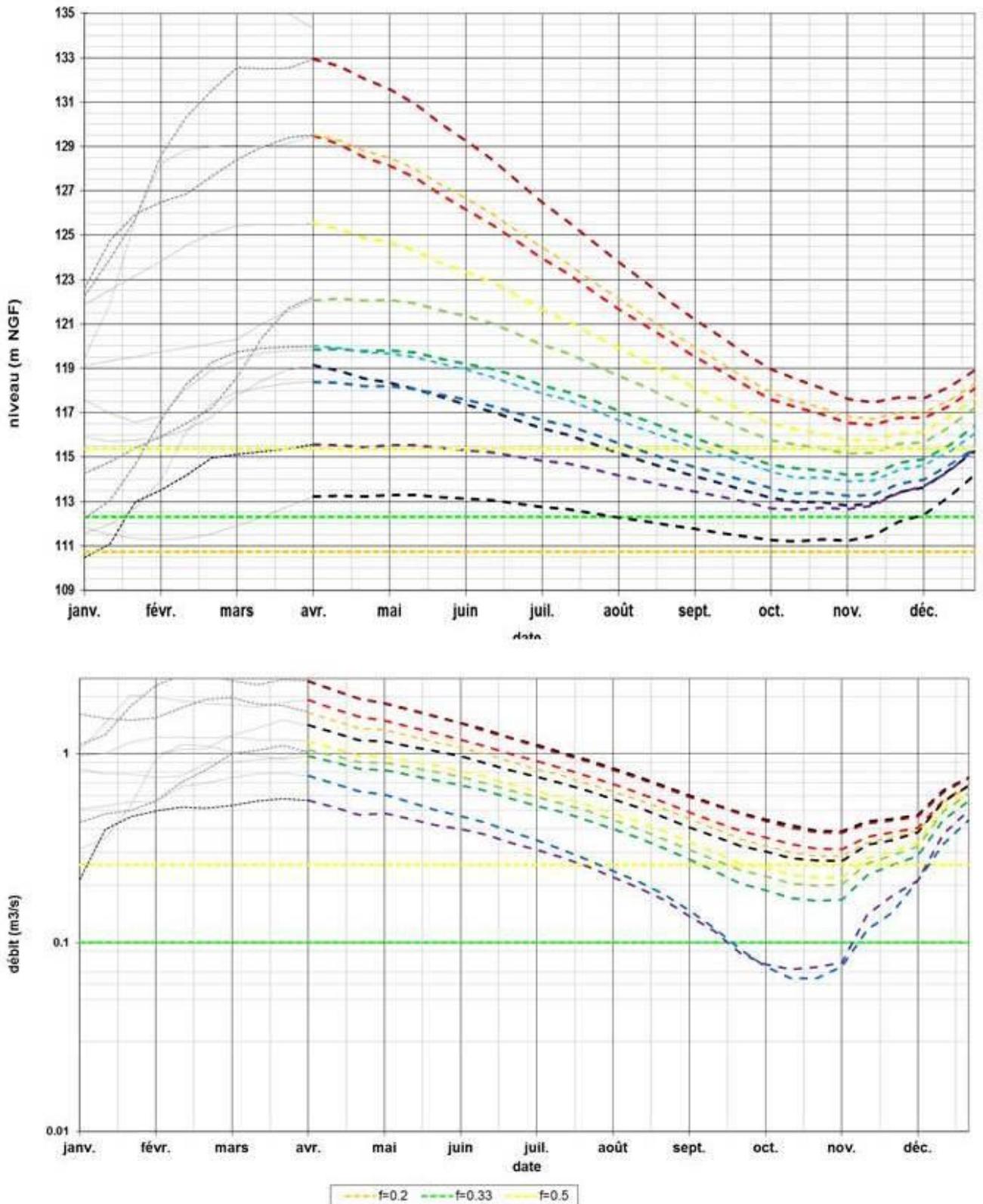
Prévisions de niveau à Vailly et/ou débit à Pouan-les-Vallées pour les mois qui viennent à partir d'un niveau ou débit mesuré au 01 avril. Exemple pour débit minimum garanti (0% de probabilité de non dépassement)



Prévisions de niveau à Vailly et/ou débit à Pouan-les-Vallées pour les mois qui viennent à partir d'un niveau ou débit mesuré au 01 avril. Pluviométrie de fréquence décennale sèche durant la période d'étiage



Prévisions de niveau à Vailly et/ou débit à Pouan-les-Vallées pour les mois qui viennent à partir d'un niveau ou débit mesuré au 01 avril. Pluviométrie de fréquence quinquennale sèche durant la période d'été



Prévisions de niveau à Vailly et/ou débit à Pouan-les-Vallées pour les mois qui viennent à partir d'un niveau ou débit mesuré au 01 avril. Pluviométrie de fréquence médiane durant la période d'étiage



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

Direction régionale Champagne-Ardenne

12 rue Clément Ader

Pôle technologique Farman, CS10003

51685 – Reims Cedex 2 – France

Tél. : 03 26 84 47 70