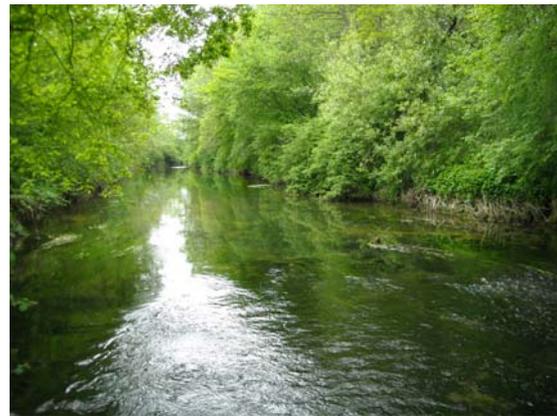


SYNDICAT DU BASSIN DE LA VOUGE

ETUDE DES VOLUMES PRELEVABLES ET IDENTIFICATION DES RESSOURCES STRATEGIQUES SUR LA NAPPE DE DIJON SUD

Phases 4 et 5 : Détermination du débit d'objectif d'étiage, du volume prélevable et des objectifs de niveau de nappe



*Rapport définitif
Décembre 2011*



L'impact d'une politique de limitation des prélèvements :

Il est important de rappeler que les prélèvements sur la nappe de Dijon Sud sont composés à 90% de prélèvements destinés à l'AEP. Et que ce type de prélèvements reste prioritaire, même en période de déséquilibre constaté.

Il nous a semblé utile de réaliser au préalable une simulation pour laquelle tous les prélèvements agricoles et industriels auraient été interdits. Cette simulation montre un gain moyen compris entre 5 et 10 l/s en fonction des années du débit mensuel durant les étiages.

2.2.2 Hypothèse à 9 Mm³ pour le volume prélevé (SP1)

Le tableau ci-dessous présente la répartition des prélèvements, associée à un volume prélevé global de 9 Mm³ :

AEP DS	% Retenu	V
Puits Chenove	0.12	0.576
Rente Logerot sup.	0.28	1.344
Rente Logerot prof.	0.17	0.816
Longvic	0.06	0.288
Saulon sup.	0.08	0.384
Saulon Prof.	0.15	0.72
Paquier Potu	0.14	0.672
TOTAL	1	4.8

V industriel	0.3
V Gorgets	3.6
V agricole	0.3

La reconstitution des débits d'écoulement au droit du seuil hydrométrique de Saulon la Rue (composante souterraine simulée et composante liée au ruissellement reconstituée) est présentée sur la figure ci-après.

On observe que le respect de la règle de satisfaction d'un Débit d'Objectif d'Etiage 8 années sur 10 impliquerait de retenir un Débit Cible de 140 l/s à la station hydrométrique de la Cent Fonts avec un volume prélevé annuel de 9 Mm³.

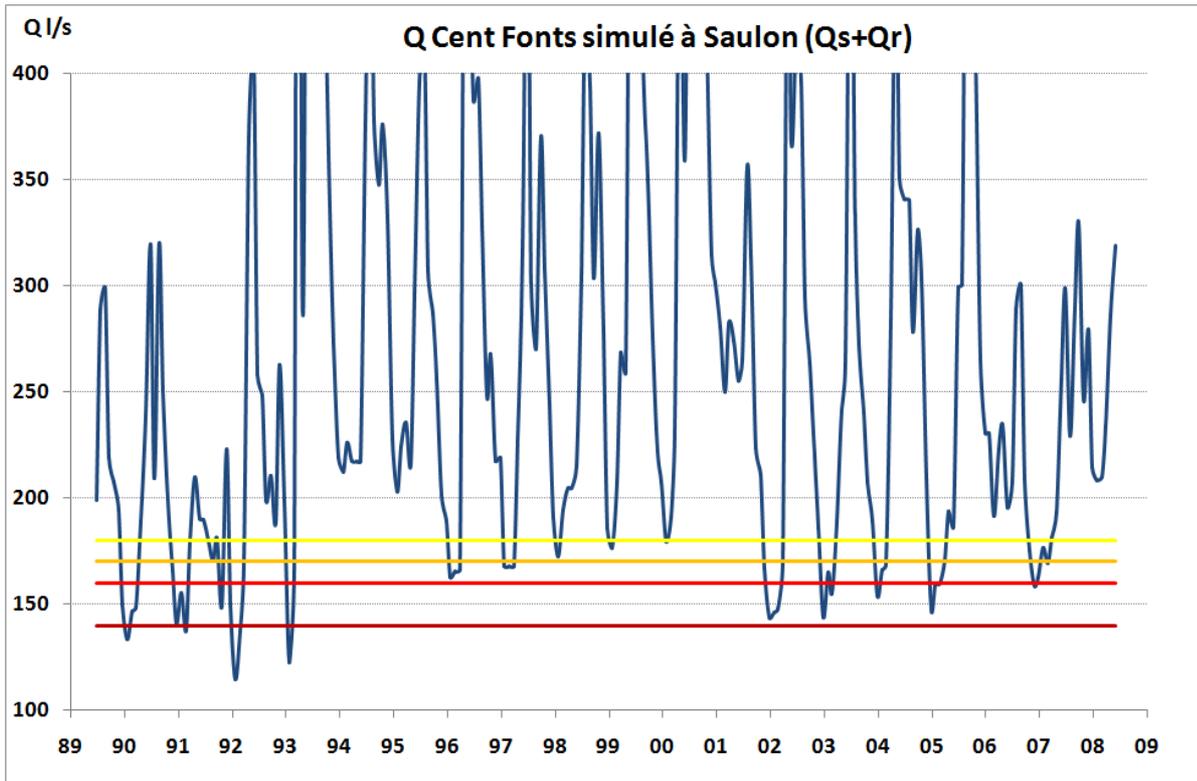
Rappelons que le Débit Minimum biologique cible a été estimé à 170 l/s ; avec une telle politique de prélèvement, il ne serait pas respecté pour environ 55% des étiages.

Cette hypothèse de prélèvement est donc très défavorable pour le milieu.

	Q CF < 140 l/s	Q CF < 160 l/s	Q CF < 170 l/s	Q CF < 180 l/s
Nb étiages	4	9	11	14
%	20%	45%	55%	70%

On rappelle qu'un volume de 9 Mm³ a déjà été prélevé par le passé avec pour conséquence une baisse significative de la piézométrie de la nappe, traduisant une situation de surexploitation de la ressource.

Figure 6 : Débits simulés pour la Cent Fonts (Vp total = 9 Mm³).



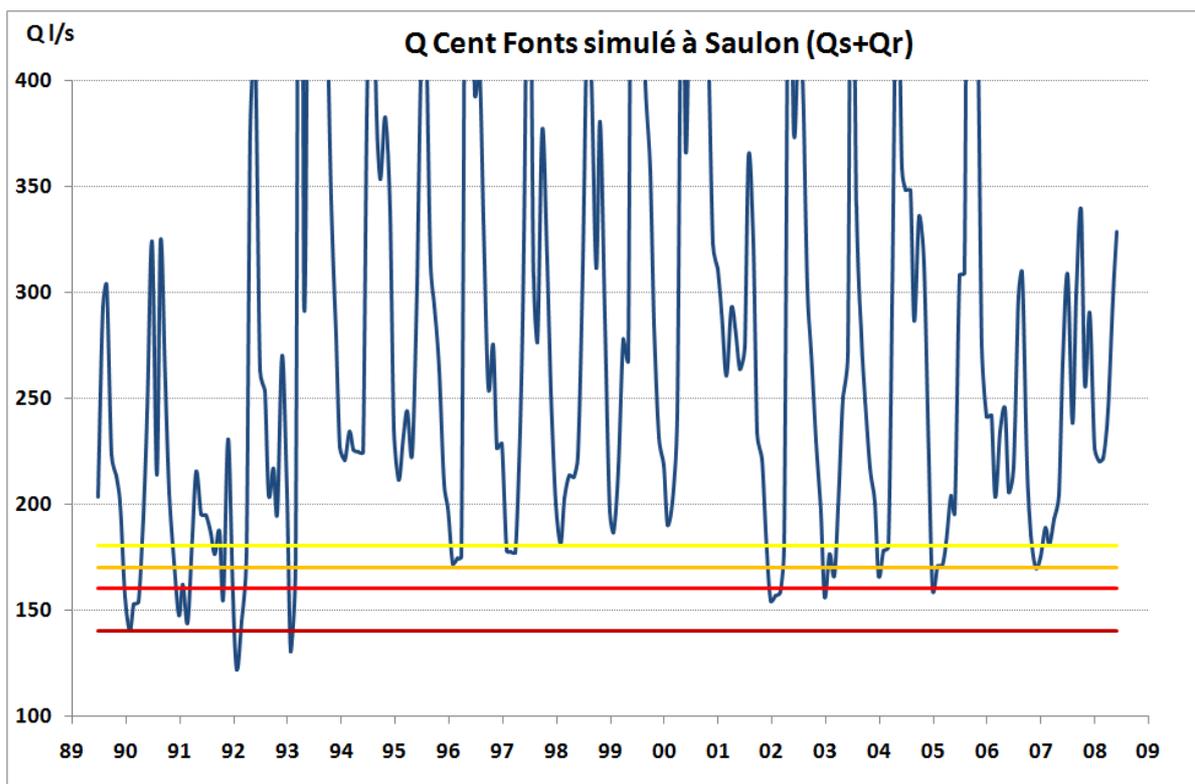
2.2.3 Hypothèse à 8 Mm³ pour le volume prélevé (SP2)

Le tableau ci-dessous présente la répartition des prélèvements, associée à un volume prélevé global de 8 Mm³ :

AEP DS	% Retenu	V
Puits Chenove	0.12	0.456
Rente Logerot sup.	0.28	1.064
Rente Logerot prof.	0.17	0.646
Longvic	0.06	0.228
Saulon sup.	0.08	0.304
Saulon Prof.	0.15	0.57
Paquier Potu	0.14	0.532
TOTAL	1	3.8

V industriel	0.3
V Gorgets	3.6
V agricole	0.3

La reconstitution des débits d'écoulement au droit du seuil hydrométrique de Saulon la Rue (composante souterraine simulée et composante liée au ruissellement reconstituée) est présentée sur la figure ci-dessous :

Figure 7 : Débits simulés pour la Cent Fonts (V_p total = 8 Mm^3).

On observe que le respect de la règle de satisfaction d'un Débit d'Objectif d'Étiage 8 années sur 10 impliquerait de retenir un Débit Cible de 140 l/s à la station hydrométrique de la Cent Fonts avec un volume prélevé annuel de 8 Mm^3 .

Rappelons que le Débit Minimum biologique cible a été estimé à 170 l/s ; avec une telle politique de prélèvement, il ne serait pas respecté pour environ 45% des étiages.

Cette hypothèse de prélèvement est donc défavorable pour le milieu.

	Q CF < 140 l/s	Q CF < 160 l/s	Q CF < 170 l/s	Q CF < 180 l/s
Nb étiages	3	7	9	11
%	15%	35%	45%	65%

2.2.4 Hypothèse à 7 Mm³ pour le volume prélevé (SP3)

Le tableau ci-dessous présente la répartition des prélèvements, associée à un volume prélevé global de 7 Mm³ :

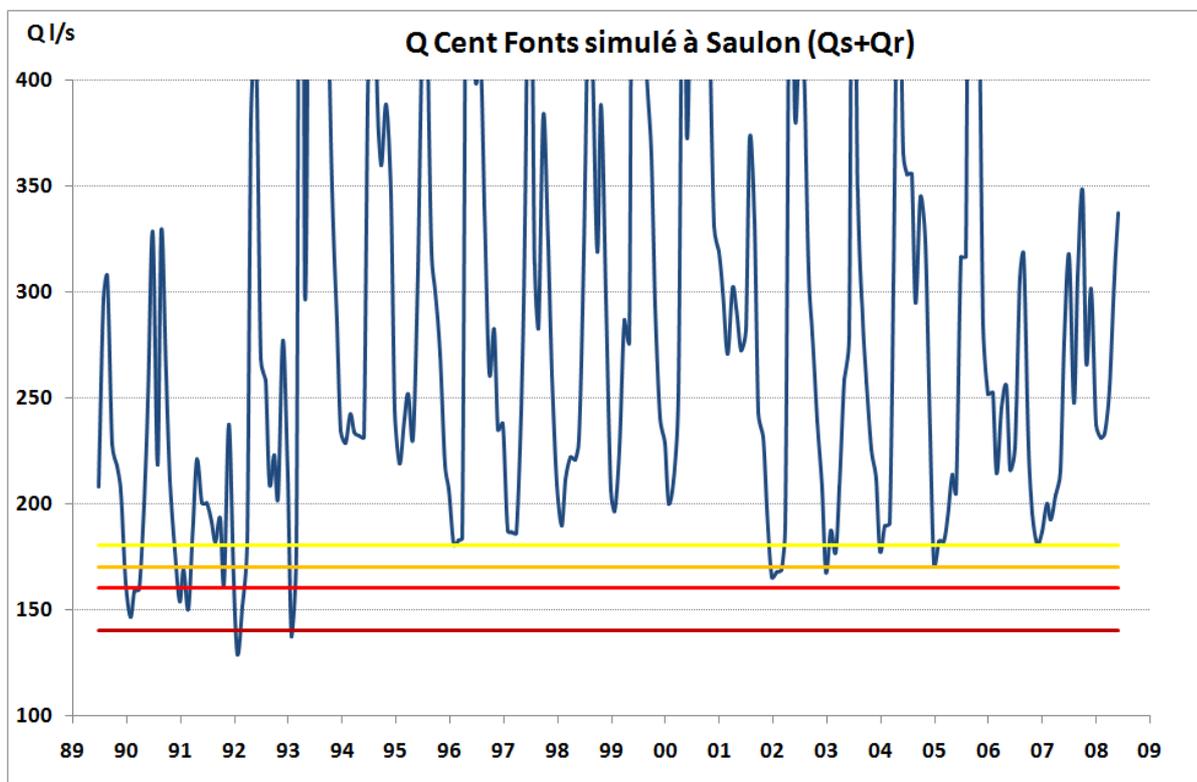
AEP DS	% Retenu	V
Puits Chenove	0.12	0.336
Rente Logerot sup.	0.28	0.784
Rente Logerot prof.	0.17	0.476
Longvic	0.06	0.168
Saulon sup.	0.08	0.224
Saulon Prof.	0.15	0.42
Paquier Potu	0.14	0.392
TOTAL	1	2.8

V industriel	0.3
V Gorgets	3.6
V agricole	0.3

Notons que c'est la configuration qui s'approche le plus de la configuration des prélèvements actuels (2,6 Mm³ pour les champs captant sur Dijon Sud, hors champ captant des Gorgets).

La reconstitution des débits d'écoulement au droit du seuil hydrométrique de Saulon la Rue (composante souterraine simulée et composante liée au ruissellement reconstituée) est présentée sur la figure ci-dessous.

Figure 8 : Débits simulés pour la Cent Fonts (Vp total = 7 Mm³).



On observe que le respect de la règle de satisfaction d'un Débit d'Objectif d'Etiage 8 années sur 10 impliquerait de retenir un Débit Cible de 160 l/s à la station hydrométrique de la Cent Fonts avec un volume prélevé annuel de 7 Mm³.

Rappelons que le Débit Minimum biologique cible a été estimé à 170 l/s ; avec une telle politique de prélèvement, il ne serait pas respecté pour environ 30% des étiages.

Cette hypothèse de prélèvement est peu favorable pour le milieu.

	Q CF < 140 l/s	Q CF < 160 l/s	Q CF < 170 l/s	Q CF < 180 l/s
Nb étiages	2	4	6	9
%	10%	20%	30%	45%

2.2.5 Hypothèse à 6 Mm³ pour le volume prélevé (SP4)

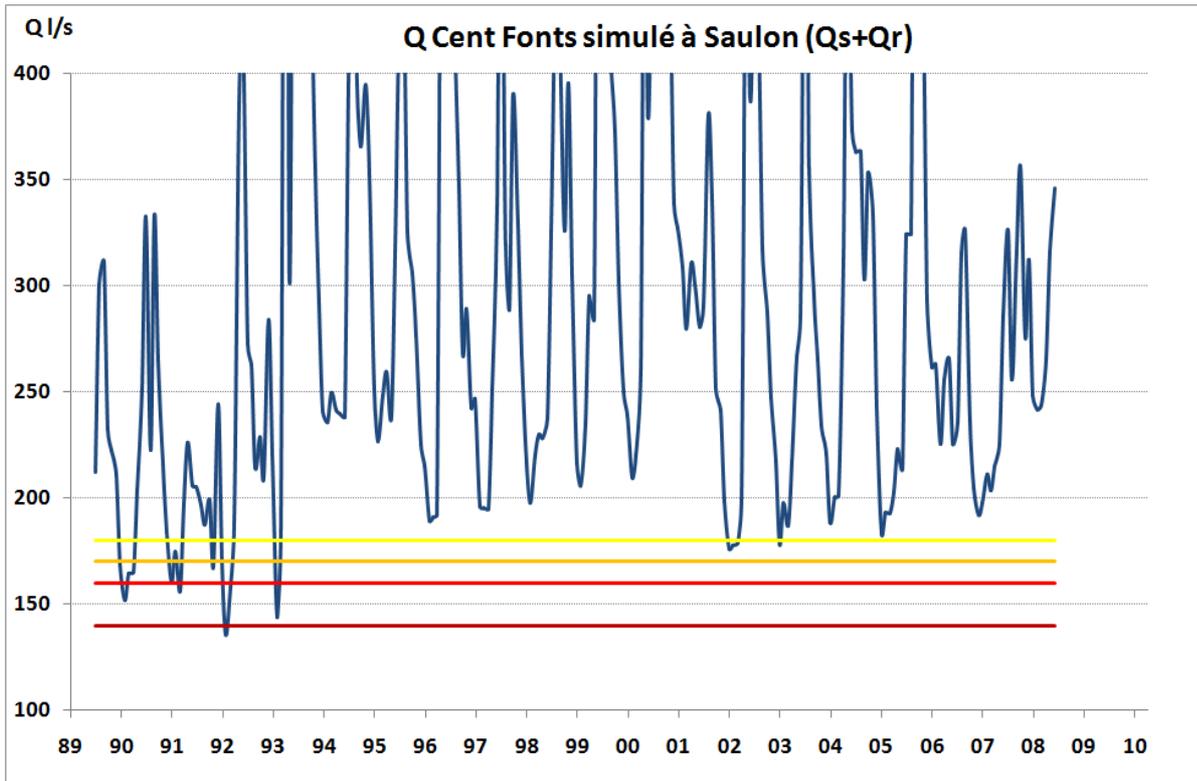
Le tableau ci-dessous présente la répartition des prélèvements, associée à un volume prélevé global de 6 Mm³ :

AEP DS	% Retenu	V	
Puits Chenove	0.12	0.216	
Rente logerot sup.	0.28	0.504	
Rente Logerot prof.	0.17	0.306	
Longvic	0.06	0.108	
Saulon sup.	0.08	0.144	
Saulon Prof.	0.15	0.27	
Paquier Potu	0.14	0.252	
TOTAL	1	1.8	

V industriel	0.3
V Gorgets	3.6
V agricole	0.3

Notons que c'est une configuration qui est en deçà des usages actuels d'environ 40%. En effet, on entend par usages actuels les volumes réellement prélevés sur les champs captant (hors Gorgets) soit 2,6 Mm³ pour 2008. La reconstitution des débits d'écoulement au droit du seuil hydrométrique de Saulon la Rue (composante souterraine simulée et composante liée au ruissellement reconstituée) est présentée sur la figure ci-dessous.

Figure 9 : Débits simulés pour la Cent Fonts (Vp total = 6 Mm³).



On observe que le respect de la règle de satisfaction d'un Débit d'Objectif d'Etiage 8 années sur 10 impliquerait de retenir un Débit Cible de 170 l/s à la station hydrométrique de la Cent Fonts avec un volume prélevé annuel de 6 Mm³.

Rappelons que le Débit Minimum biologique cible a été estimé à 170 l/s ; avec une telle politique de prélèvement, il serait théoriquement respecté pour 80% des étiages.

Cette hypothèse de prélèvement est favorable pour le milieu.

	Q CF < 140 l/s	Q CF < 160 l/s	Q CF < 170 l/s	Q CF < 180 l/s
Nb étiages	1	4	4	6
%	5%	20%	20%	30%

2.2.6 Hypothèse à 7 Mm³ avec modulation des prélèvements agricoles (SP3 bis)

Cette simulation conserve un volume prélevé total de 7 Mm³ mais elle présente une répartition différente des prélèvements agricoles. En effet, l'attribution d'un volume de 300 000 m³ destiné à l'irrigation et concentré sur les cinq mois d'été peut paraître excessive au regard des pratiques actuelles. On a donc cherché à connaître quel volume prélevable en période estivale pour l'irrigation serait compatible avec le maintien d'un Débit Minimum Biologique de 170 l/s et l'atteinte d'un volume prélevable global de 7 Mm³.

Plusieurs simulations ont été réalisées dans cette optique et les conditions précitées semblent remplies pour un volume prélevable estival destiné à l'irrigation de 100 000 m³, ce qui donne des volumes répartis de la façon suivante :

- ▶ 100 000 m³ en irrigation estivale répartis de mai à septembre.
- ▶ 200 000 m³ en stockage hivernal avec un prélèvement constant réparti de octobre à avril.

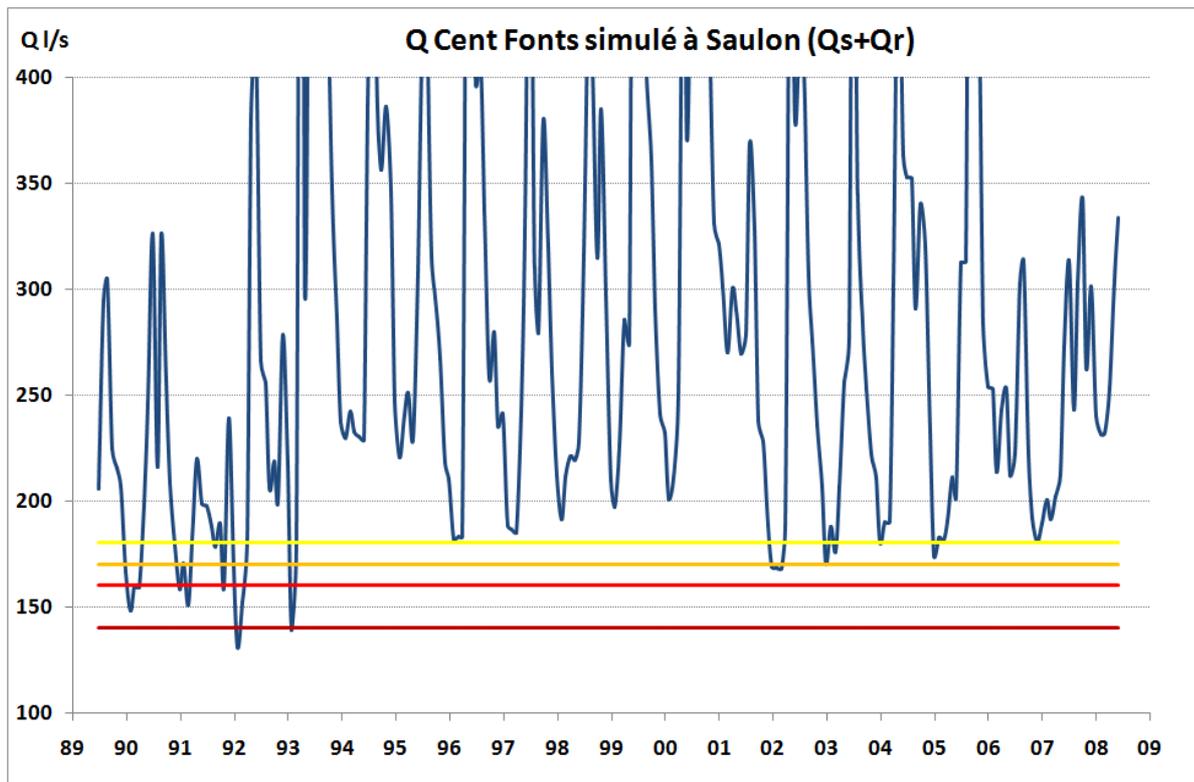
Le tableau ci-dessous rappelle la répartition des prélèvements, associée à un volume prélevé global de 7 Mm³ :

AEP DS	% Retenu	V
Puits Chenove	0.12	0.336
Rente Logerot sup.	0.28	0.784
Rente Logerot prof.	0.17	0.476
Longvic	0.06	0.168
Saulon sup.	0.08	0.224
Saulon Prof.	0.15	0.42
Paquier Potu	0.14	0.392
TOTAL	1	2.8

V industriel	0.3
V Gorgets	3.6
V agricole	0.3

La reconstitution des débits d'écoulement au droit du seuil hydrométrique de Saulon la Rue (composante souterraine simulée et composante liée au ruissellement reconstituée) est présentée sur la figure ci-dessous.

Figure 10 : Débits simulés pour la Cent Fonts avec modulation des prélèvements agricoles (V_p total $\approx 7 \text{ Mm}^3$).



Le respect de la règle de satisfaction d'un DMB de 170 l/s, sans restrictions d'usages au moins 8 années sur 10, est compatible avec un volume maximum prélevable de 7 Mm^3 (si on accepte que l'année 2002 respecte le DMB de 170 l/s, en considérant l'incertitude de l'approche).

	Q CF < 140 l/s	Q CF < 160 l/s	Q CF < 170 l/s	Q CF < 180 l/s
Nb étiages	2	4	4	9
%	10%	20%	20%	45%

3. APPROCHE DES INDICATEURS DE GESTION PIEZOMETRIQUES

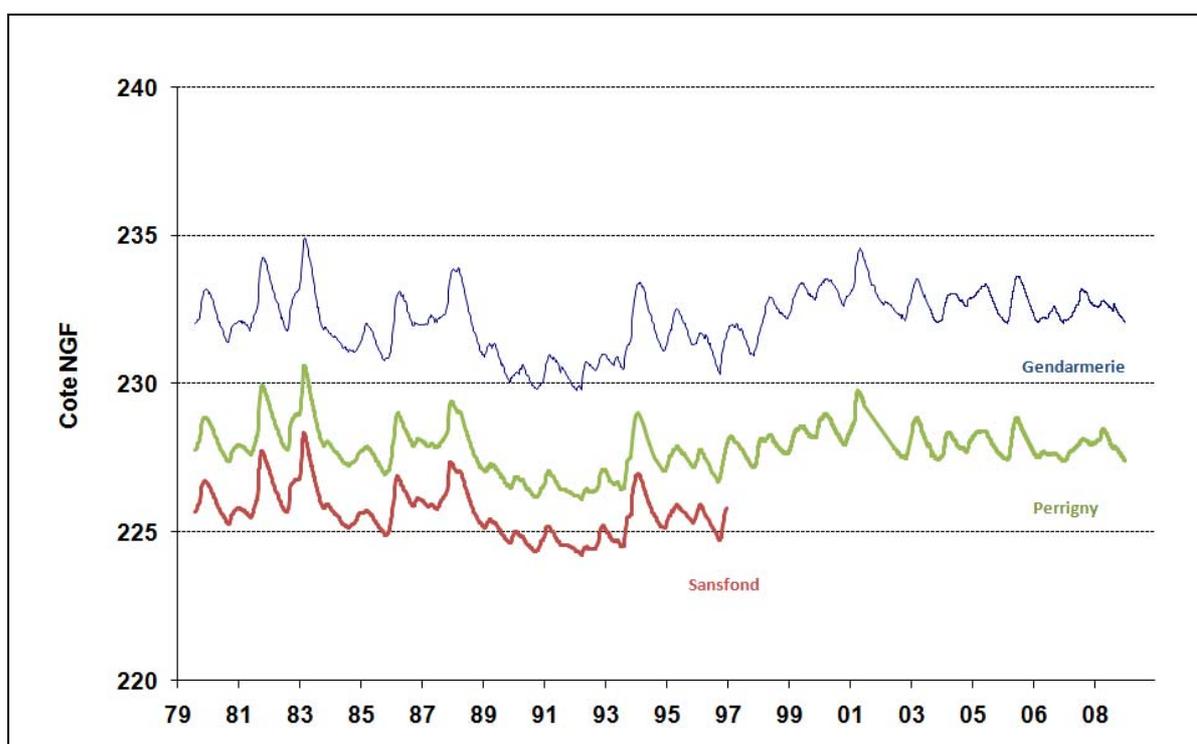
3.1 JUSTIFICATION DES POINTS DE REFERENCE

3.1.1 Nappe superficielle

Il a été décidé en Secrétariat Technique de restreindre la définition d'indicateurs piézométriques au seul piézomètre dit Gendarmerie, qui illustre les variations piézométriques dans la nappe superficielle.

En effet, les variations piézométriques enregistrées en différents secteurs de la nappe superficielle sont parfaitement synchrones. Il n'est donc pas besoin de multiplier les points de suivi de cette nappe.

Figure 13 : Suivi piézométrique de la nappe superficielle de Dijon Sud.



3.2 EXPLOITATION DES DONNEES HISTORIQUES

La recherche de "seuils historiques", méthode très pragmatique, consiste à repérer dans les chroniques piézométriques de longue durée, des niveaux particuliers (historiquement bas) ayant eu des conséquences sur l'hydro système (cessation du soutien d'étiage des cours d'eau, rupture durable d'équilibre,...) et sur l'utilisation de la ressource (limitation des prélèvements, apparition de conflits d'usage).

Afin de donner le maximum de profondeur à l'analyse, nous avons répété cette approche sur plusieurs variables :

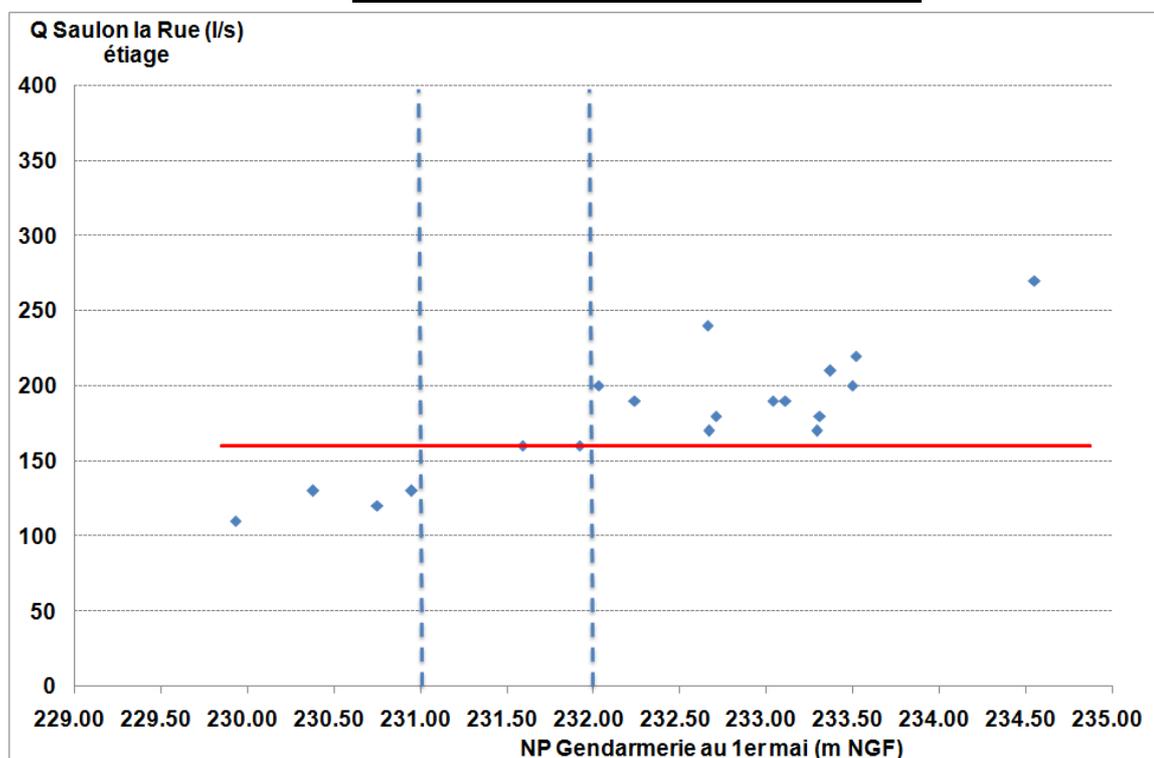
- ▶ Les données mensuelles de débit enregistrées sur la station hydrométrique de Saulon La Rue de janvier 1990 à nos jours.
- ▶ Les données mensuelles de débit enregistrées sur la station hydrométrique de Féney de janvier 1974 à mai 1997.
- ▶ Les données climatologiques enregistrées sur la station de Dijon Longvic (recharge directe de la nappe par infiltration des eaux météoriques) et sur la station de Détain (recharge indirecte de la nappe par le karst).

Pour la suite des travaux, le débit d'objectif d'étiage de 160 l/s compatible avec un volume prélevable de 7 Mm³ (SP3) a été pris comme repère (un ajustement à 170 l/s pouvant se faire par modification des prélèvements agricoles).

3.2.1 Données de la station Saulon La Rue

La figure ci-dessous présente les débits d'étiage mensuels les plus bas mesurés sur la station hydrométrique de Saulon la Rue, en fonction du niveau piézométrique enregistré le 1er mai de la même année sur le piézomètre Gendarmerie (données allant de 1990 à 2008).

Figure 15 : Relation entre les débits d'étiage mensuels et les niveaux piézométriques au piézomètre Gendarmerie mesurés le 1er mai de la même année.



On observe une relation pseudo-linéaire qui permet les observations suivantes :

- ▶ Au 1er mai, si le niveau piézométrique est inférieur à 231 m NGF, l'étiage est sévère ($Q < 160$ l/s).
- ▶ Au 1er mai, si le niveau piézométrique est inférieur à 232 m NGF, l'étiage peut être sévère ($Q \leq 160$ l/s).

Hormis la date repère du 1er mai de chaque année, d'autres dates ont été testées mais ne permettent d'obtenir un meilleur calage.

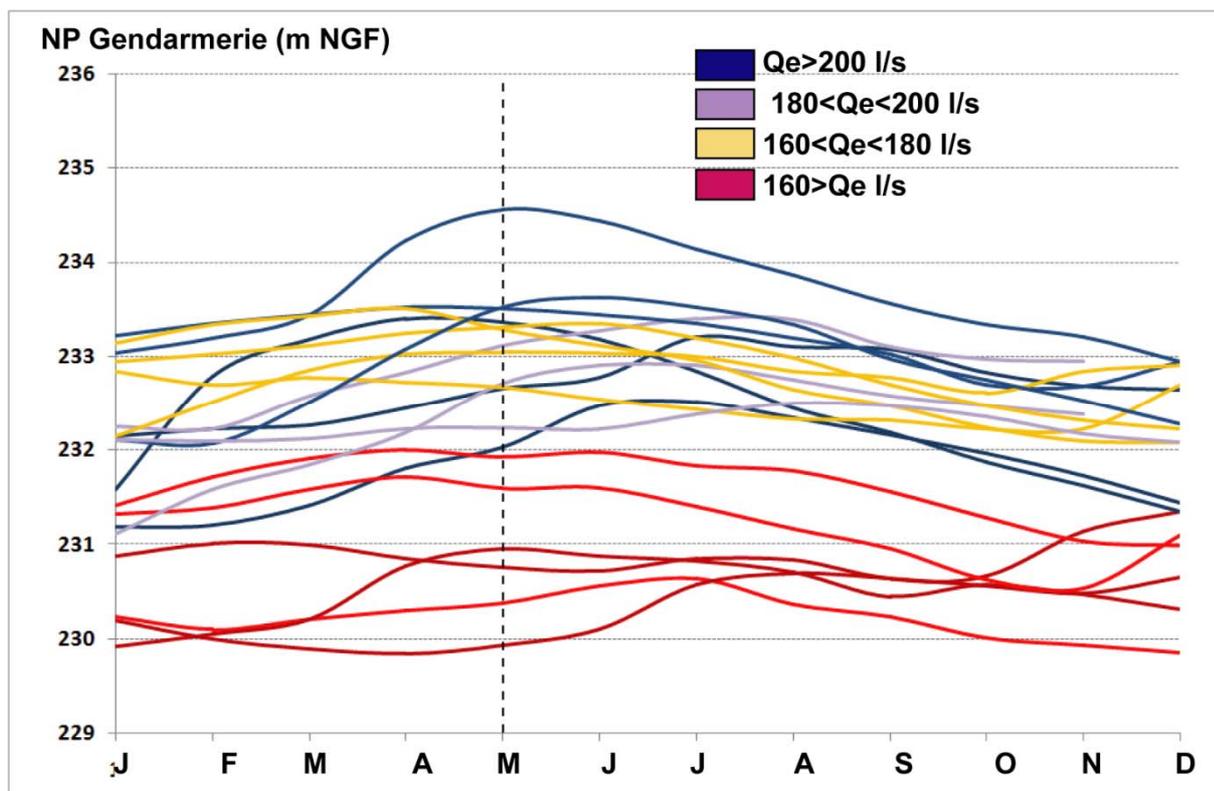
Les indicateurs de gestion piézométriques peuvent aussi être approchés en reportant les chroniques piézométriques annuelles mesurées sur un même fond graphique.

Le code couleur suivant a été appliqué :

- ▶ Courbes violettes et bleues pour les années sans impact significatif sur le régime de la Cent Fonts (Q étiage > 180 l/s)
- ▶ Courbes oranges pour les années pour lesquelles on a observé des débits proches de moins de 20 l/s en moyenne mensuelle de la valeur haute du DMB retenu.
- Courbes rouge pour les années pour lesquelles le débit simulé a été temporairement inférieur à la valeur haute du DMB retenu.

On obtient la distribution suivante :

Figure 16 : Distribution des chroniques piézométriques mesurées en fonction des débits d'étiage mesurés sur la station hydrométrique de Saulon la Rue.



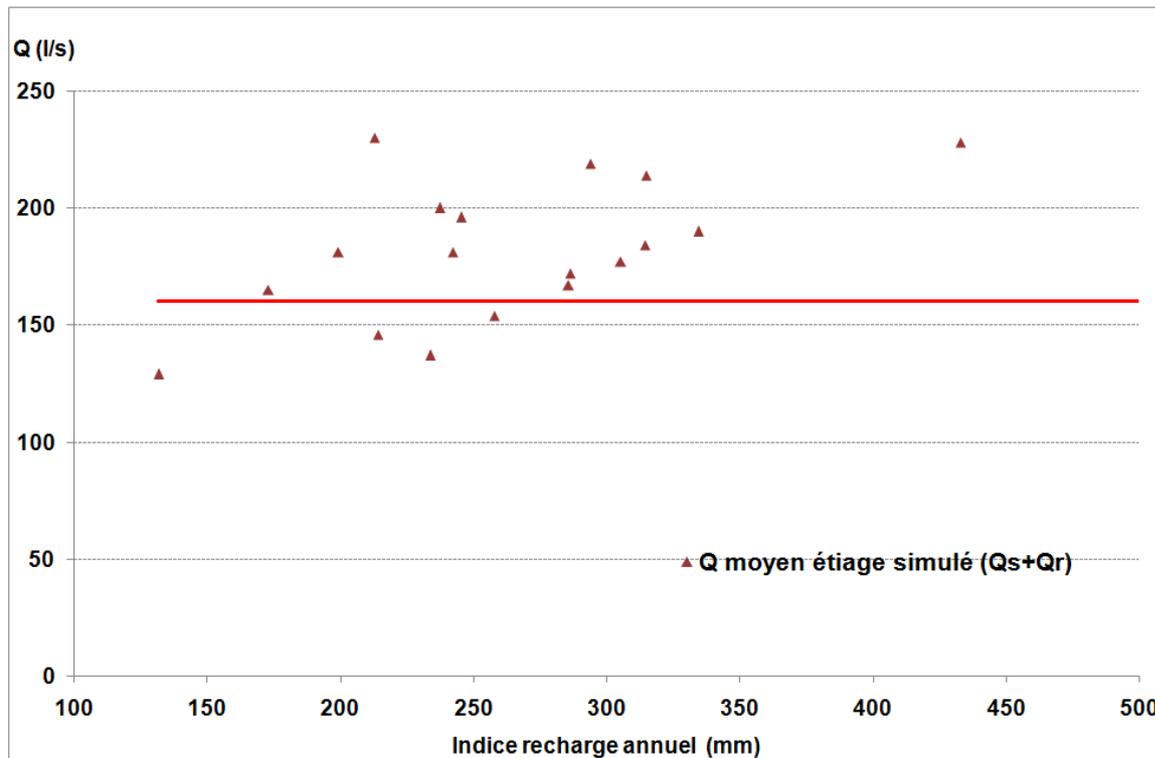
Cette distribution confirme l'observation précédente : si à la fin de la période de recharge hivernale (que l'on peut estimer terminée vers la fin avril), le niveau piézométrique ne dépasse pas 232 m NGF, l'étiage en période estivale sera sévère.

3.3.2 Indicateurs de recharge annuelle et débits simulés

Comme pour les séries mesurées historiques, il a paru intéressant d'essayer d'approcher une éventuelle relation entre données climatologiques et les étiages estivaux simulés dans la simulation de référence (SP3).

Pour ce faire, nous avons les indicateurs de recharge annuelle définie précédemment.

Figure 25 : Relation entre les débits d'étiage simulés et les indices annuels de recharge.



La corrélation linéaire est moyenne ($r^2=0.48$).

L'observation de cette distribution permet de proposer la relation suivante :

- ▶ Si l'indice de recharge annuelle est inférieur à 280 mm, il est probable que l'on observe des étiages sévères.

3.3.3 Distributions des chroniques piézométriques

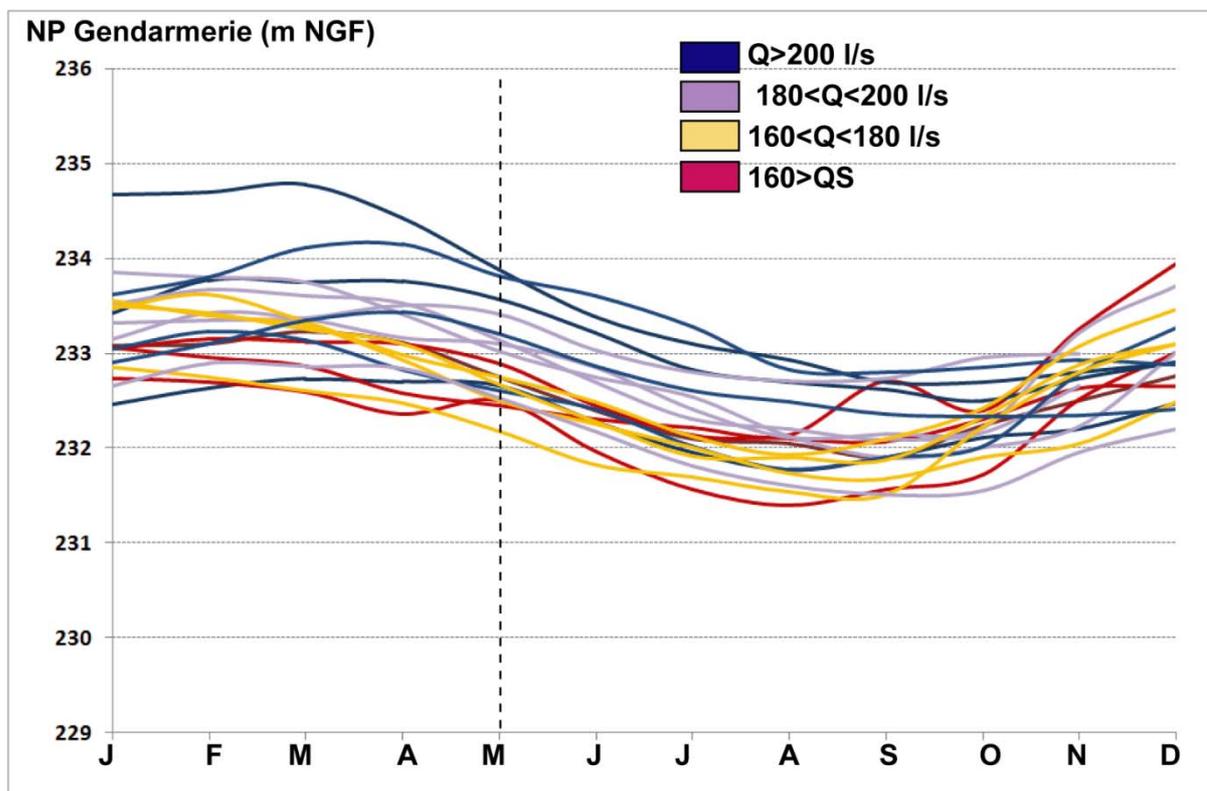
Comme pour les données mesurées sur la station hydrométrique de Saulon la Rue, nous avons essayé de déterminer des indicateurs de gestion piézométriques en reportant les chroniques piézométriques annuelles simulées sur un même fond graphique.

Nous avons respecté le même code couleur :

- ▶ Courbes violettes et bleues pour les années sans impact significatif sur le régime de la Cent Fonts (Q étiage >200 l/s)
- ▶ Courbes oranges pour les années pour lesquelles on a observé des débits proches de moins de 20 l/s en moyenne mensuelle de la valeur haute du DMB retenu.
- ▶ Courbes rouge pour les années pour lesquelles le débit simulé a été temporairement inférieur à la valeur haute du DMB retenu.

On obtient la distribution suivante :

Figure 26 : Distribution des chroniques piézométriques simulées (SP3) en fonction des débits d'étiage simulés sur la station hydrométrique de Saulon la Rue.



Cette distribution confirme les observations précédentes :

- ▶ Si le NP au 1er mai est inférieur à 233 m NGF, il est probable que l'on observe des étiages sévères.

On observe une différence notable entre chroniques mesurées et chroniques simulées : l'étiage apparaît avec un retard d'environ un mois dans le système réel (étiage en septembre) par rapport au système modélisé (étiage en août). A ce sujet, rappelons les éléments suivants :

- ▶ La stratégie de calage a d'abord été axée sur la reconstitution des débits à l'exutoire.
- ▶ La détermination des niveaux piézométriques est nécessairement approximative (+/- 40cm) car difficile (comportements locaux versus comportements globaux, impacts forts des conditions aux limites,...).

Il avait alors été jugé que le modèle était robuste pour la détermination des volumes prélevables mais que les niveaux piézométriques simulés devaient être considérés avec prudence. Il en résulte nécessairement une certaine imprécision associée à la démarche de définition des indicateurs piézométriques.

Il nous a paru intéressant de compléter cette approche en faisant le même exercice avec les débits simulés sur la station hydrométrique de Saulon la Rue :

4. PRINCIPAUX RESULTATS

4.1 VOLUME PRELEVABLE ET DEBIT D'OBJECTIF D'ETIAGE

4.1.1 Avis argumenté

L'exploitation du modèle numérique montre que pour des conditions climatiques équivalentes à celles enregistrées ces 20 dernières années, un prélèvement global de 7 Mm³/an avec une modulation des prélèvements agricoles (simulation SP3bis), serait acceptable sur la nappe de Dijon Sud, en respectant les grands équilibres actuels quant à la répartition des prélèvements.

Un tel prélèvement permettrait de satisfaire en première approximation les usages projetés sans restrictions pour 8 années sur 10, en respectant un DMB de 170 l/s. C'est la valeur de débit que nous proposons comme débit d'objectif d'étiage car sur cette partie du bassin versant le Débit Cible est égal au DMB.

Notons de plus que ce volume prélevable conduit pour les pires situations climatiques enregistrées ces 20 dernières années, à un débit mensuel d'étiage compris entre 130 et 140 l/s, soit proche de la valeur basse du DMB déterminé grâce à la méthode ESTIMHAB.

On peut ainsi associer Débit Cible de 170 l/s et volume prélevable annuel de 7 Mm³ dans le respect des règles imposées.

Cette proposition intègre certaines marges de sécurité :

- ▶ En réservant un potentiel de prélèvement de 300 000 m³/an pour l'industrie. Notons que les modalités de prélèvement de ce volume sont équivalentes à celles des captages AEP (réserve très supérieure aux usages actuels).
- ▶ En réservant 100 000 m³ en irrigation estivale répartis de mai à septembre et 200 000 m³ en stockage hivernal avec un prélèvement constant réparti de octobre à avril (réserve supérieure aux usages actuels). On rappelle que les 300 000 m³ annuels autorisés englobent les prélèvements en nappe (largement majoritaires) et en cours d'eau (minoritaires) sur la partie de la Cent Fonts située en amont de la station de Saulon-la-Rue.
- ▶ En se basant sur une hypothèse de prélèvements maximums sur le champ captant des Gorgets au droit des autorisations actuelles.

Pour finir, rappelons que ce scénario est sécuritaire par rapport aux usages actuels notamment AEP (données de 2008) :

- ▶ Q Gorgets : environ 3 150 000 m³.
- ▶ Q industrie : environ 20 000 m³.
- ▶ Q agriculture : environ 20 000 m³.
- ▶ Q AEP hors Gorgets : environ 2 600 000 m³

Soit un total pour les prélèvements actuels de l'ordre de 5,8 Mm³/an.

4.1.2 Éléments pour une meilleure gestion des prélèvements

L'exploitation du modèle numérique permet de proposer les hypothèses suivantes :

- ▶ Les simulations montrent en première approximation que l'impact du champ captant des Gorgets sur la nappe de Dijon Sud est secondaire pour une nappe sans déséquilibre structurel (pertes temporaires de 30 à 40 l/s sur les débits de la Cent Fonts pour les périodes de forts prélèvements) ; il est observé une influence négligeable de ce champ captant lorsque la nappe est déprimée. Les eaux captées proviendraient ainsi en majorité de la nappe alluviale de l'Ouche et du karst ; nuanceons cette affirmation : son influence serait d'autant plus sensible que la nappe de Dijon Sud serait haute. Précisons que ce premier résultat doit être considéré avec prudence. Ce champ captant est situé sur les bordures du domaine modélisé, à proximité de limites à charge constante. Son comportement est donc directement tributaire des hypothèses de construction du modèle. La proximité des limites à charge constante est susceptible de produire des artefacts de calcul en assurant l'occurrence de flux d'eau au delà des limites de raisonnable, notamment pour des scénarios de prélèvement basés sur des hypothèses sortant des bornes de prélèvement ayant servi au calage du modèle.
- ▶ Pour un volume prélevé constant et dans la gamme des valeurs testées, accroître les prélèvements en période de recharge autorise un gain faible en terme de débit d'étiage (<10 l/s).
- ▶ Pour un volume prélevé constant et dans la gamme des valeurs testées, accroître les prélèvements sur la nappe superficielle au détriment de la nappe profonde conduit à une légère diminution du débit d'étiage (<10 l/s). Inversement, accroître les prélèvements en nappe profonde se traduit par une légère augmentation des débits d'étiage.
- ▶ Pour un volume prélevé constant et dans la gamme des valeurs testées, accroître les prélèvements en nappe superficielle sur le champ captant de Saulon au détriment de celui de Chenôve, implique un impact significatif sur les débits de la Cent Fonts (diminution de l'ordre de 10 l/s). Inversement, réviser la répartition actuelle des prélèvements en supprimant tout prélèvement à Saulon dans la nappe superficielle induit un gain significatif sur les débits d'étiage. On observe donc une tendance claire : l'impact des prélèvements sur le débit de la zone de résurgence de la Cent Fonts est plus fort lorsque l'on s'en rapproche.

4.2 PROPOSITION D'INDICATEURS DE GESTION

Avant de proposer des indicateurs de gestion de la nappe superficielle de Dijon Sud, rappelons les éléments suivants :

- ▶ Il a été décidé de ne pas définir d'indicateurs pour la nappe profonde car son comportement reste pour partie inconnu et que les séries piézométriques de référence sont trop courtes pour autoriser une telle approche.
- ▶ Il a été décidé de restreindre la définition d'indicateurs piézométriques au seul piézomètre dit de la Gendarmerie pour la nappe superficielle.
- ▶ L'exploitation des données mesurées subit deux biais importants : enregistrement de la composante ruissellement dans les données enregistrées par la station hydrométrique de Saulon la Rue et données influencées par les prélèvements. L'exploitation des données simulées conserve le biais lié à la présence d'une composante ruissellement dans les données enregistrées et présente un biais spécifique lié à l'imprécision non négligeable dans la détermination des niveaux piézométriques par le modèle numérique. Cette imprécision ($E < 0,40$ m) est qualifiée de non négligeable au regard du faible battement de nappe (de 1 à 2 m) lié à la configuration spécifique de la nappe de Dijon Sud.

Soulignons la difficulté de l'exercice liée à la faible inertie de la nappe superficielle qui interdit toute anticipation de long terme (>12 mois) quant à la prévision de son comportement. En effet, les chroniques piézométriques montrent que pour une politique de prélèvement stable, les variations interannuelles sont peu marquées. Inversement, on observe des cycles hydrologiques bien marqués en terme de piézométrie (contraste entre périodes de hautes et basses eaux).

L'analyse des données mesurées sur les 19 dernières années montrent les éléments suivants :

- ▶ Au 1er mai, si le niveau piézométrique est inférieur à 231 m NGF, l'étiage est certainement sévère ($Q < 160$ l/s).
- ▶ Au 1er mai, si le niveau piézométrique est inférieur à 232 m NGF, l'étiage peut être sévère ($Q \leq 160$ l/s).

C'est un indicateur peu fiable car les données sont influencées par les prélèvements. On cumule ainsi aléa climatique et aléa lié à la pression anthropique.

Si l'on se base sur les seules données simulées, on peut proposer les éléments suivants :

- ▶ Si le NP au 1er mai est inférieur à 233 m NGF, il est probable que l'on observe des étiages sévères.

C'est un indicateur non univoque bien que non biaisé par des prélèvements variables d'une année sur l'autre. Pour une piézométrie inférieure à 233 m NGF, il est aussi possible que les pluies estivales viennent soutenir le débit d'étiage au droit de la station hydrométrique. C'est ce qui a été observé en 2007 et en 2008 notamment.

Rappelons que les données mesurées sur le piézomètre gendarmerie de 1979 à 2009, montrent les occurrences suivantes :

- ▶ 60% des années avec un NP inférieur à 233 m NGF au 1er mai.
- ▶ 33% des années avec un NP inférieur à 232 m NGF au 1er mai.
- ▶ 13% des années avec un NP inférieur à 231 m NGF au 1er mai.

Précisons que ces statistiques sont influencées par les politiques de prélèvements passées.

Le graphe ci-dessous permet d'expliquer les variations de débit par deux grands types de variable climatique, et ce pour des prélèvements constants d'une année sur l'autre : indice de recharge annuelle, cumul pluviométrique de mai à août.

On observe les tendances suivantes :

- ▶ 1989-1993 : faiblesse des deux indicateurs.
- ▶ 1994-2001 : période de recharge soutenue avec des pluies estivales significatives.
- ▶ 2001-2008 : une recharge variable mais des débits estivaux qui assurent parfois un soutien à l'étiage.

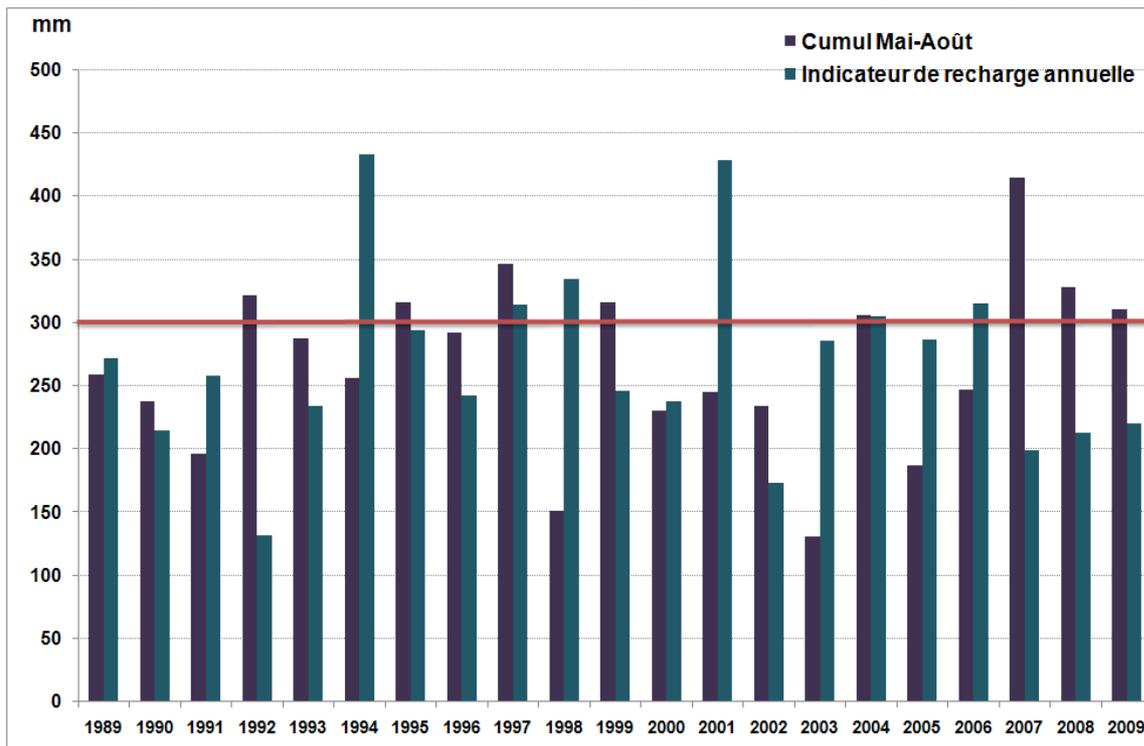
Nous avons exploré l'influence de la recharge sur les débits d'étiage.

Pour ce faire, nous avons défini un indice d'infiltration mensuelle pour les eaux contribuant à la recharge de la nappe, puis un indice annuel correspondant à la somme des indices mensuels correspondant à la période de recharge (octobre à avril) :

$$I_{lm} = (P_{\text{efficace}} \text{ Dijon}) + 0,3 \times (P_{\text{efficace}} \text{ Détain})$$

La relation entre cet indice et les débits d'étiage en période estivale est aussi non univoque. Elle montre que si cet indice, qui est estimé au 1^{er} mai, est inférieur à 280 mm, il est possible mais non certain que les débits d'étiage soient inférieurs à 160 l/s en moyenne mensuelle.

Figure 28 : Distribution de l'indice de recharge annuel et du cumul pluviométrique estival



Les analyses de corrélation sur les débits mesurés ou sur les débits simulés se heurtent à la même difficulté méthodologique. On peut faire les observations suivantes :

- ▶ Selon la simulation de référence SP3 (volume prélevé annuel constant de 7 Mm^3), si le débit mensuel moyen enregistré en mai est inférieur à 220 l/s, il est possible mais non certain d'aller vers un étiage sévère.
- ▶ Selon les données enregistrées sur la station de Saulon la Rue, si le débit mensuel moyen enregistré en mai est inférieur à 260 l/s, il est possible d'aller vers un étiage sévère. Si le débit mensuel moyen enregistré en mai est inférieur à 200 l/s, il est certain d'aller vers un étiage sévère.

Nous concluons donc à une limite intrinsèque à la nappe de Dijon Sud dans la méthode de définition des indicateurs de gestion piézométrique : impossibilité de définir un indicateur univoque d'une période d'étiage en anticipation de la période estivale et ce pour les raisons suivantes :

- ▶ Faible inertie interannuelle de la nappe.
- ▶ Le débit mesuré est composé d'eau souterraine mais aussi pour une part significative d'eau ruisselée sur le bassin versant en amont de la station de mesure.

En résumé, on insistera sur la faible marge de réduction des prélèvements, et donc de possibilité de réaction, en cas de crise. Sur la nappe de Dijon Sud, la « variable d'ajustement » est essentiellement représentée par les prélèvements agricoles et, dans une moindre mesure, par les prélèvements industriels, ces volumes restant faibles au regard des prélèvements AEP.

En effet, 90% des prélèvements sont destinés à l'AEP et leur réduction en période de sécheresse prononcée ne pourrait être envisagée que par une politique d'approvisionnements exceptionnels à partir d'autres bassins versants. Or, il est probable que ceux-ci subissent aussi des restrictions liées à cet état de sécheresse que l'on peut supposer au minimum régional.

Au vu de ce constat, il est donc essentiel de souligner le caractère pro actif de la démarche. C'est d'abord la bonne détermination puis le respect du volume prélevable qui vont assurer à la nappe et au milieu naturel l'absence de déséquilibres quantitatifs significatifs. Il sera donc essentiel d'assurer un suivi, un retour d'expérience sur les règles de gestion établies, de manière à pouvoir les faire évoluer si elles ne donnent pas satisfaction.