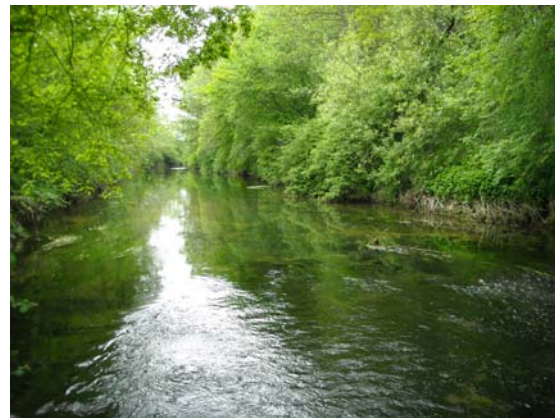




SYNDICAT DU BASSIN DE LA VOUGE

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*



ÉTUDE DES VOLUMES PRELEVABLES DE LA NAPPE DE DIJON SUD - PHASES 4 ET 5

PREAMBULE.....	1
1. INTRODUCTION.....	3
1.1 Contexte de la mission	3
1.2 Contenu du rapport	4
1.3 Méthodologie	5
2. APPROCHE DU VOLUME PRELEVABLE.....	7
2.1 Impact du champ captant des Gorgets	7
2.1.1 Prélèvements nuls (SE1)	7
2.1.2 Prélèvements majorés (SE2)	8
2.1.3 Avis argumenté sur l'impact du champ captant des Gorgets sur la nappe de Dijon Sud :	9
2.2 Définition du volume prélevable et du Débit Cible	9
2.2.1 Méthodologie	9
2.2.2 Hypothèse à 9 Mm ³ pour le volume prélevé (SP1)	13
2.2.3 Hypothèse à 8 Mm ³ pour le volume prélevé (SP2)	14
2.2.4 Hypothèse à 7 Mm ³ pour le volume prélevé (SP3)	16
2.2.5 Hypothèse à 6 Mm ³ pour le volume prélevé (SP4)	17
2.2.6 Hypothèse à 7 Mm ³ avec modulation des prélèvements agricoles (SP3 bis)	19
2.3 Approche des modalités de gestion des prélèvements	21
2.3.1 Inter-influence de la temporalité et de la localisation des prélèvements	21
2.3.2 Influence de la spatialisation des prélèvements en nappe superficielle	22
3. APPROCHE DES INDICATEURS DE GESTION PIEZOMETRIQUES.....	25
3.1 Justification des points de référence	25
3.1.1 Nappe superficielle	25
3.1.2 Nappe profonde	26
3.2 Exploitation des données historiques	27
3.2.1 Données de la station Saulon La Rue	27
3.2.2 Données de la station de Féney	31
3.2.3 Données climatologiques	32

3.3	Exploitation des simulations conditionnelles	35
3.3.1	Niveaux piézométriques et débits simulés	35
3.3.2	Indicateurs de recharge annuelle et débits simulés	36
3.3.3	Distributions des chroniques piézométriques	36
4.	PRINCIPAUX RESULTATS	39
4.1	Volume prélevable et débit d'objectif d'étiage	39
4.1.1	Avis argumenté	39
4.1.2	Éléments pour une meilleure gestion des prélèvements	40
4.2	Proposition d'indicateurs de gestion	40

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Localisation de la nappe de Dijon Sud.....	3
Figure 2 : Prélèvements mensuels cumulés AEP.....	5
Figure 3 : Débits simulés pour la Cent Fonts avec et sans les prélèvements sur le champ captant des Gorgets.....	7
Figure 4 : Débits simulés pour la Cent Fonts avec des prélèvements majorés sur le champ captant des Gorgets.....	8
Figure 5 : Cumuls annuels de la pluie efficace estimée pour les impluviums Plaine et Côte.....	12
Figure 6 : Débits simulés pour la Cent Fonts (V_p total = 9 Mm^3).....	14
Figure 7 : Débits simulés pour la Cent Fonts (V_p total = 8 Mm^3).....	15
Figure 8 : Débits simulés pour la Cent Fonts (V_p total = 7 Mm^3).....	16
Figure 9 : Débits simulés pour la Cent Fonts (V_p total = 6 Mm^3).....	18
Figure 10 : Débits simulés pour la Cent Fonts avec modulation des prélèvements agricoles (V_p total = 7 Mm^3).....	20
Figure 11 : Sensibilité du débit de la Cent Fonts aux politiques possibles de prélèvement ($V_p = 7 \text{ Mm}^3$).....	22
Figure 12 : Sensibilité du débit de la Cent Fonts à la spatialisation des prélèvements en nappe superficielle ($V_p = 7 \text{ Mm}^3$).....	24
Figure 13 : Suivi piézométrique de la nappe superficielle de Dijon Sud.....	25
Figure 14 : Suivi piézométrique de la nappe profonde de Dijon Sud.....	26
Figure 15 : Relation entre les débits d'étiage mensuels et les niveaux piézométriques au piézomètre Gendarmerie mesurés le 1er mai de la même année.....	27
Figure 16 : Distribution des chroniques piézométriques mesurées en fonction des débits d'étiage mesurés sur la station hydrométrique de Saulon la Rue.....	28
Figure 17 : Distribution des débits mensuels mesurés en fonction des débits d'étiage mesurés sur la station hydrométrique de Saulon la Rue.....	29
Figure 18 : Distribution des cumuls de pluie pendant les périodes estivales (données climatologiques de la station de Dijon Longvic).....	30
Figure 19 : Corrélation entre les pluies efficaces (année hydrologique hiver-printemps) et les pluies d'été (de mai à août) (données climatologiques de la station de Dijon Longvic).....	30
Figure 20 : Relation entre les débits d'étiage à la station de Féney et les niveaux piézométriques au piézomètre Gendarmerie mesurés le 1er mai de la même année.....	31
Figure 21 : Relation entre l'indice annuel de recharge et les volumes infiltrés annuels par recharge directe de la nappe.....	32
Figure 22 : Relation entre les débits d'étiage à Saulon et les indices annuels de recharge.....	33
Figure 23 : Relation entre les débits d'étiage à Féney et les indices annuels de recharge.....	34
Figure 24 : Relation entre les débits d'étiage simulés à Saulon et les niveaux piézométriques au piézomètre Gendarmerie au 1er mai.....	35
Figure 25 : Relation entre les débits d'étiage simulés et les indices annuels de recharge.....	36
Figure 26 : Distribution des chroniques piézométriques simulées (SP3) en fonction des débits d'étiage simulés sur la station hydrométrique de Saulon la Rue.....	37
Figure 27 : Distribution des débits mensuels simulés (SP3), en fonction des débits d'étiage simulés sur la station hydrométrique de Saulon la Rue.....	38
Figure 28 : Distribution de l'indice de recharge annuel et du cumul pluviométrique estival.....	42

PREAMBULE

Le syndicat du bassin versant de la Vouge a confié à BRLingénierie l'étude de détermination des volumes prélevables sur le bassin versant de la Vouge et dans la nappe de Dijon Sud.

Ces études ont plusieurs enjeux :

- ▶ Un enjeu environnemental : La garantie du bon état des cours d'eau du bassin versant en application de la Directive Cadre sur l'Eau.

Pratiquement l'étude doit en effet déterminer, en différents points du bassin, les débits minimums au-dessus desquels il est nécessaire de rester pour garantir le bon état des écosystèmes aquatiques :

- *Quels débits minimums sont nécessaires pour garantir le bon état écologique des cours d'eau du bassin de la Vouge ?*

La connaissance de ces limites permet d'aborder également le degré de pression des prélèvements actuels. Ce sujet recouvre plusieurs questions :

- *La ressource en eau disponible permet-elle de satisfaire les besoins en eau dans le bassin tout en garantissant le respect des débits minimums ?*
- *S'il y a des déficits, à quoi sont-ils liés ? Au fait qu'il y a trop de surfaces irriguées ? Au fait que les techniques et les modes de gestion employés conduisent à consommer trop d'eau et/ou à court-circuiter des tronçons de cours d'eau ?*

Au final, il s'agira de dresser les limites de prélèvements acceptables dans les différents hydro systèmes, et pour les différentes périodes de l'année, au regard des contraintes environnementales qui auront été décidées.

- ▶ Un enjeu pour l'alimentation en eau potable actuelle et future : avec l'identification de ressources stratégiques au niveau de la nappe de Dijon Sud.

Les deux études sont chacune divisée comme suit :

- ▶ Phase 1 : Caractérisation des sous bassins et aquifères et recueil de données complémentaires
- ▶ Phase 2 : Bilan des prélèvements existants, analyse de l'évolution
- ▶ Phase 3 : Impact des prélèvements et quantification des ressources existantes
- ▶ Phase 3 bis (seulement pour la partie Dijon Sud) : Identification et Caractérisation des ressources à préserver pour l'AEP
- ▶ Phase 4 : Détermination des débits minimums biologiques et des objectifs de niveau de nappe
- ▶ Phase 5 : Détermination des volumes prélevables et des Débits d'Objectif d'étiage
- ▶ Phase 6 : Proposition de répartition des volumes entre les usages et proposition de périmètre d'organisme unique

Le présent rapport présente les phases 4 et 5 de l'étude des volumes prélevables de la nappe de Dijon Sud.

Son rédacteur principal est l'expert hydrogéologue Pascal Fénart de la société HYDROFIS.

1. INTRODUCTION

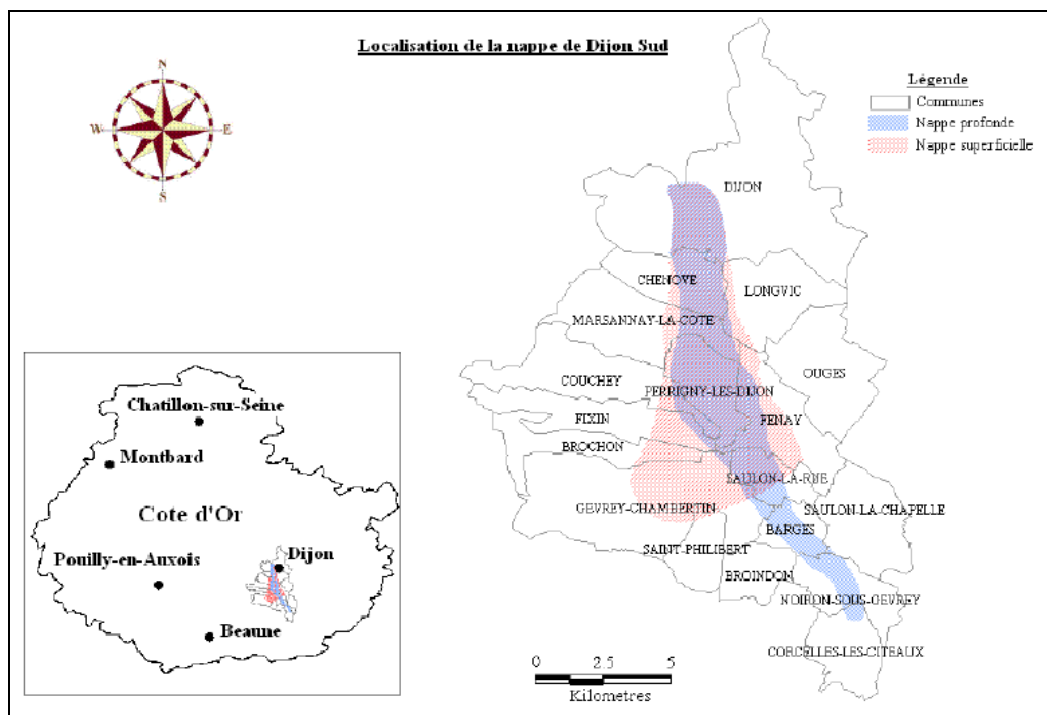
1.1 CONTEXTE DE LA MISSION

Le Syndicat du Bassin Versant de la Vouge met en œuvre un appel d'offre pour une étude de détermination des volumes prélevables sur le bassin versant de la Vouge. Cette étude comprend deux volets :

- ▶ Un volet de détermination des volumes prélevables sur le bassin versant proprement dit.
- ▶ Un volet portant sur l'identification et la caractérisation des ressources stratégiques sur la nappe de Dijon sud.

Les prélèvements effectués sur la nappe de Dijon Sud sont destinés en grande majorité à l'alimentation en eau potable et l'importance de sa réserve (estimée entre 15 et 20 millions de m³) en fait une ressource identifiée comme stratégique dans le SDAGE. Elle approvisionne en eau potable une partie de l'agglomération dijonnaise et les 50 000 habitants des communes situées au Sud de l'agglomération.

Figure 1 : Localisation de la nappe de Dijon Sud.



À ce titre, un travail d'identification et de caractérisation des zones à sauvegarder pour l'usage eau potable doit être réalisé. La désignation de zones stratégiques pour l'alimentation en eau potable vise à mettre en œuvre, dans un second temps, des programmes d'actions spécifiques et à réglementer certaines implantations ou activités. Ceci permettrait de maintenir une qualité de l'eau compatible avec la production d'eau potable sans recourir à des traitements lourds.

De plus, la nappe de Dijon Sud a été désignée dans le SDAGE à la fois comme masse d'eau en déséquilibre quantitatif et comme masse d'eau recelant des ressources stratégiques pour l'AEP.

Elle doit donc faire l'objet d'une étude de détermination des volumes maximums prélevables.

Pour des raisons d'efficacité maximale, il a été décidé de poursuivre ces deux objectifs de manière parallèle et coordonnée (économie d'échelle, de coûts et de moyens en mutualisant le recueil et l'exploitation de données identiques, optimisation de la mobilisation, sollicitation et implication des différents acteurs, ...).

1.2 CONTENU DU RAPPORT

Le présent rapport correspond à un rapport technique intermédiaire.

Il présente les résultats relatifs des phases 4 et 5 de l'étude : "Détermination des objectifs de niveau de nappe et détermination des volumes prélevables et des Débits d'Objectif d'étiage".

Dans cette phase, le travail de quantification des ressources doit être fait sur les eaux superficielles et souterraines, en mettant en œuvre des modèles de type globaux ou couplés permettant de simuler les débits et les niveaux piézométriques et d'établir des corrélations entre les deux.

Le présent rapport est dédié à l'étude de la nappe de Dijon Sud. Il présente la dynamique de fonctionnement des hydro systèmes pour confronter les ressources disponibles au cours du temps aux pressions de prélèvements (et rejets) pouvant également fluctuer.

L'impact des prélèvements dans la nappe superficielle est appréhendé par une série de simulations conditionnelles afin d'étudier différents scénarios prospectifs : augmentation localisée des prélèvements, comportements extrêmes en terme de pluviométrie (sécheresse ponctuelle ou prolongée), ...

Ces simulations sont réalisées à l'aide du modèle numérique préalablement construit (cf. rapport de phase 3).

Les « points stratégiques de référence » ont été définis (ou doivent l'être) dans les zones en « déficit chronique constaté ». Leur rôle est d'assurer, à l'échelle du sous-bassin superficiel ou de masse d'eau souterraine, un suivi des objectifs de bon état et de permettre le pilotage des actions de restauration de l'équilibre quantitatif.

Il existe deux piézomètres stratégiques de référence définis dans le projet de SDAGE 2010-2015 qui concernent la nappe de Dijon Sud :

- ▶ Piézomètre de Chenôve en nappe superficielle.
- ▶ Piézomètre de Noiron-sous-Gevrey en nappe profonde.

Les niveaux piézométriques d'alerte et de crise renforcée (NPA et NPCR) n'avaient pas été définis pour ces points.

L'objet de cette étude est de fournir les éléments techniques et scientifiques, à partir des données existantes, susceptibles de contraindre la détermination de ces niveaux d'alerte ou de crise.

1.3 METHODOLOGIE

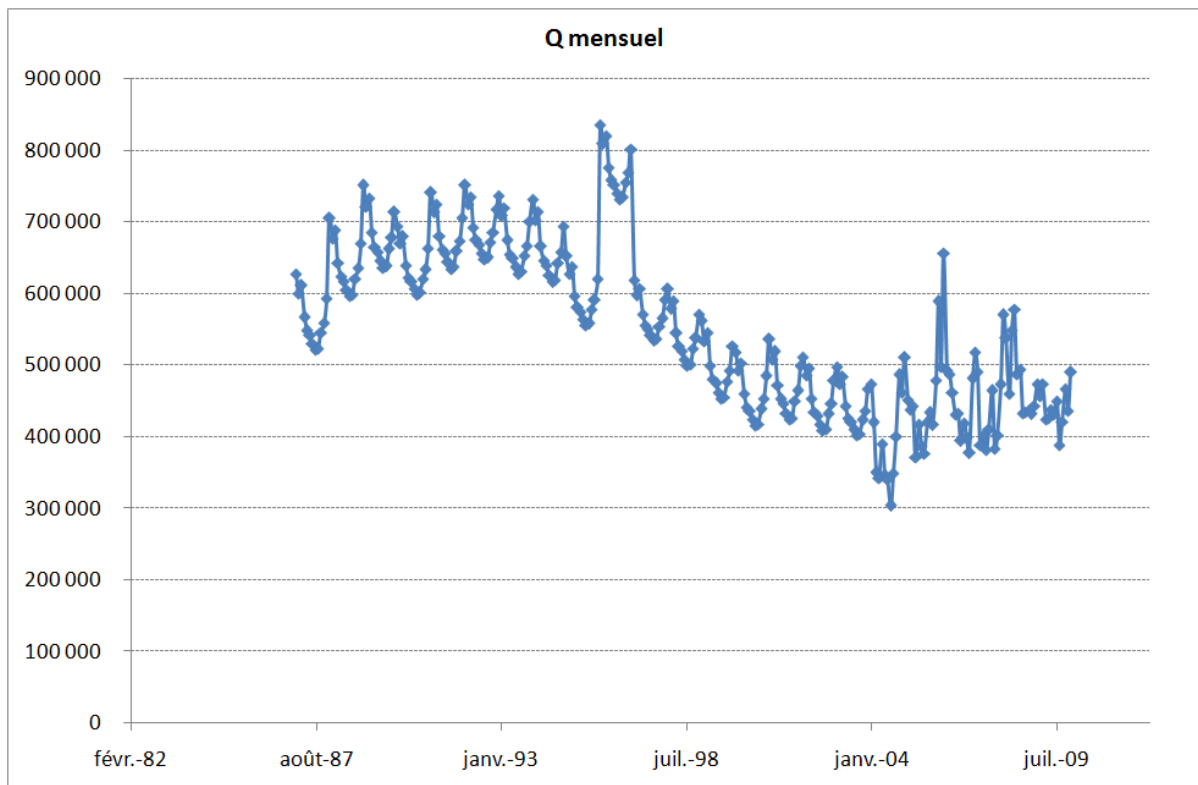
Pour la détermination des volumes prélevables, il est d'usage de solliciter les modèles numériques selon trois types de scénario :

- ▶ Des scénarios tendanciels qui anticipent, sur la base d'un faisceau de conjonctures argumentées (évolution de la pluie efficace et de la demande en eau sur le territoire), les impacts des évolutions attendues en termes de prélèvements ou de variations climatiques.
- ▶ Des scénarios prospectifs pour évaluer les capacités d'une masse d'eau sollicitée.
- ▶ Des scénarios exploratoires qui ont pour objectif de tester certaines configurations très peu probables mais qui permettent de mieux comprendre le fonctionnement de l'hydro système.

Rappelons que la nappe de Dijon Sud est aujourd'hui en sous exploitation par rapport à son potentiel de production et soumise à de graves problèmes d'ordre qualitatif. Il n'était donc pas dans l'objectif de l'étude de proposer des scénarios tendanciels dont la définition est actuellement très aléatoire.

Rappelons qu'il a été décidé en Secrétariat Technique de ne pas réaliser de scénario dit climatique (qui intégrerait de possibles variations de pluie efficace suite au changement climatique observé).

Figure 2 : Prélèvements mensuels cumulés AEP



En conséquence, nous avons réalisé les scénarios suivants :

- ▶ Deux scénarios exploratoires (SE1 et SE2) qui conserveront les prélèvements réels sur la nappe (AEP, industriels et agricoles) exceptés ceux du champ captant des Gorgets.

- Cinq scénarios prospectifs sur les volumes prélevables annuels (SP1, SP2 et SP3, SP4 et SP3bis). Une analyse sommaire comparée des débits estimés pour la zone de résurgence de la Cent Fonts et des politiques passées de prélèvements montre qu'un prélèvement temporaire (de 1988 à 1993) de 9 millions de m³ par an (dont 3,6 Mm³ pour le champ captant des Gorgets) excédait déjà la réserve renouvelable de la nappe ; de même, on observe depuis une stabilisation des niveaux piézométriques et des débits à l'exutoire, qui montre que les prélèvements actuels (environ 6 millions de m³ par an dont 3,6 Mm³ pour le champ captant des Gorgets) sont inférieurs à cette réserve renouvelable. On a donc testé un scénario extrême SP1 avec un prélèvement global de 9 Mm³/an, puis un scénario intermédiaire SP2 à 8 Mm³/an puis un scénario bas SP3 à 7 et SP4 à 6 Mm³/an. Pour toutes ces simulations, on conserve un débit de 3,6 Mm³/an pour le champ captant des Gorgets (autorisation préfectorale de prélèvement de 10 000 m³/jour) et on respecte la proportion actuelle entre prélèvements en nappe profonde et prélèvements en nappe superficielle (50% NP et 50% NS). Les débits sont supposés constants d'un mois à l'autre. De plus, comme la simulation à 7 Mm³ présentait des résultats intéressants mais non totalement satisfaisant en termes de respect du bon état écologique, un dernier lot de simulations a été réalisé en essayant de trouver pour quelles modalités des prélèvements agricoles, il était possible de concilier un volume prélevable de 7 Mm³ et un respect des objectifs en termes d'étiage.

Puis, nous avons réalisé une série de i scénarios prospectifs SPni pour se donner un degré de compréhension supplémentaire sur l'hydro système afin d'explorer les modalités potentielles de gestion des prélèvements. Ces simulations se font à partir du scénario de référence déduit précédemment (SPn donnant un volume prélevable annuel acceptable en première approximation). Durant cette phase on a étudié trois variables : la proportion entre prélèvements en nappe profonde et prélèvements en nappe superficielle, le possible renforcement des prélèvements en période de recharge hivernale (octobre à avril) et, pour finir, la spatialisation des prélèvements de la nappe superficielle, en différenciant un secteur amont, sous la zone urbaine, d'un secteur aval au Sud de cette zone. Ces simulations ont été analysées en comparant le nombre de passages observés du débit mensuel sous le Débit Minimum Biologique défini pour la Cent Fonts à Saulon la Rue.

Toutes ces simulations/scénarios (SE, SP et SPni) ont été réalisées à partir des séries climatiques existantes allant de janvier 1990 à janvier 2010. On fait ainsi implicitement l'hypothèse d'une stationnarité des variables climatiques.

Le choix de limiter les simulations conditionnelles sur cette fenêtre temporelle de seulement 20 ans s'explique par une complexité de représentation des débits à l'exutoire. En effet, rappelons que les simulations seront critiquées uniquement par la confrontation des débits estimés à la station hydrométrique de Saulon la Rue aux DMB déterminés en phase 3.

Rappelons que le modèle ne permet une estimation que de la composante souterraine du débit mesuré à Saulon la Rue et que ce dernier résulte de l'addition de la composante souterraine (Qs) à une composante relative au ruissellement (Qr).

$$Q \text{ Saulon} = Qr + Qs$$

Il est donc nécessaire d'additionner à la composante souterraine déterminée par le modèle numérique, une composante relative au ruissellement. Cette dernière peut être déduite à partir de la modélisation de référence en régime transitoire (régime influencé par les prélèvements connus de 1987 à 2010). Cette estimation est déduite de la formule suivante, basée sur l'hypothèse d'absence de prélèvements en rivière sur la Cent Fonts entre les premières résurgences et la station hydrométrique :

$$Qr = Q \text{ Saulon} - Q \text{ souterrain en régime non influencé}$$

Avec Q Saulon correspondant au débit moyen mensuel mesuré, et Q souterrain non influencé correspondant au débit moyen mensuel simulé à l'exutoire de la nappe dans la simulation de référence en régime non influencé.

On constate que l'estimation de la composante relative au ruissellement nécessite la mesure du débit à la station de Saulon la Rue, ce qui explique la restriction proposée sur la fenêtre temporelle 1990-2010.

2. APPROCHE DU VOLUME PRELEVABLE

2.1 IMPACT DU CHAMP CAPTANT DES GORGETS

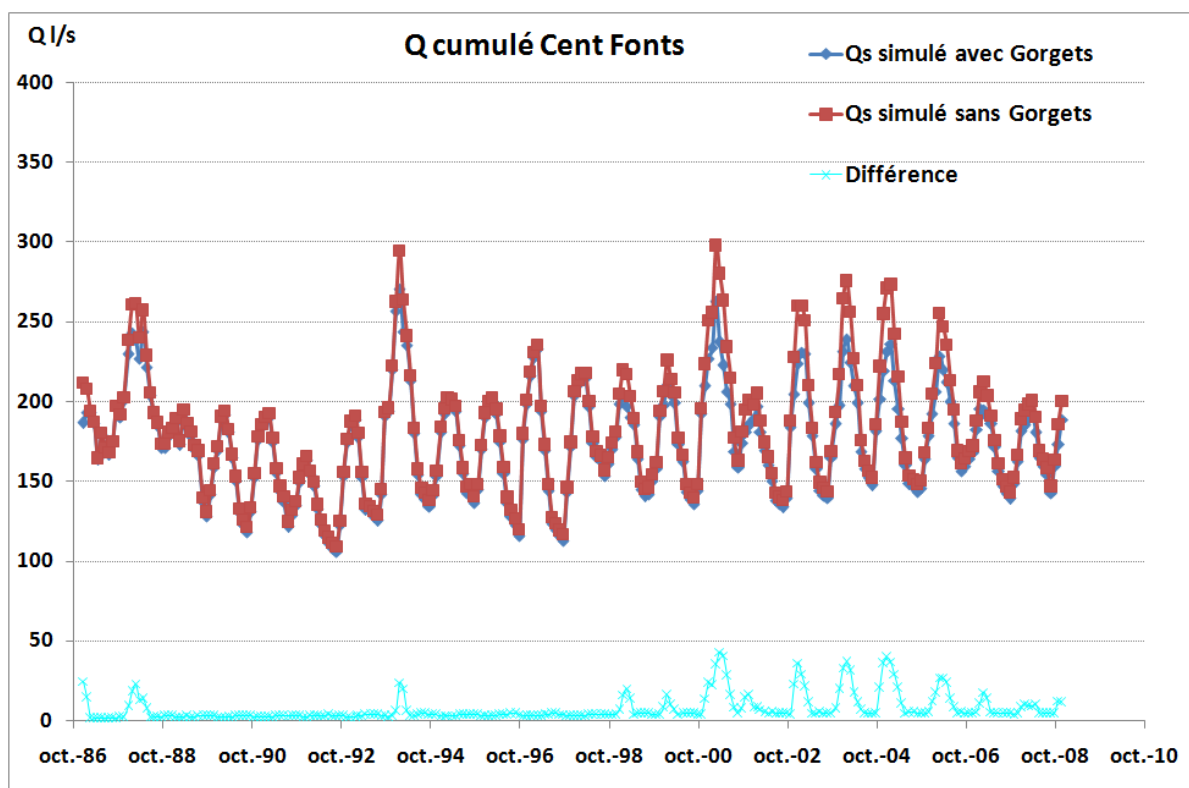
2.1.1 Prélèvements nuls (SE1)

Cette simulation a été réalisée avec les hypothèses suivantes :

- ▶ Les chroniques d'infiltration efficace sont identiques à celles estimées lors de la phase de calage en régime transitoire du modèle.
- ▶ Les chroniques de débit pour les puits d'injection fictifs censés représenter les venues sous alluviales sont celles estimées lors de la phase de calage en régime transitoire du modèle.
- ▶ Constance d'un flux vers le Sud dans la nappe profonde, avec introduction d'un puits fictif de débit constant de 25 l/s.
- ▶ Chroniques de prélèvements réels pour l'ensemble des captages AEP, industriels et agricoles. Excepté pour le champ captant des Gorgets pour lequel les prélèvements sont nuls.

Cette simulation montre que l'arrêt des pompages sur le champ captant des Gorgets aurait un effet mineur sur les débits de la Cent Fonts.

Figure 3 : Débits simulés pour la Cent Fonts avec et sans les prélèvements sur le champ captant des Gorgets.



Le gain moyen sur 20 ans de simulations est de l'ordre de 10 l/s. Ceci s'explique par une alimentation complexe de ce champ captant : pour partie par les aquifères karstiques jurassiques, pour partie sur la nappe alluviale de l'Ouche et pour partie par détournement des flux en direction de la nappe de Dijon Sud.

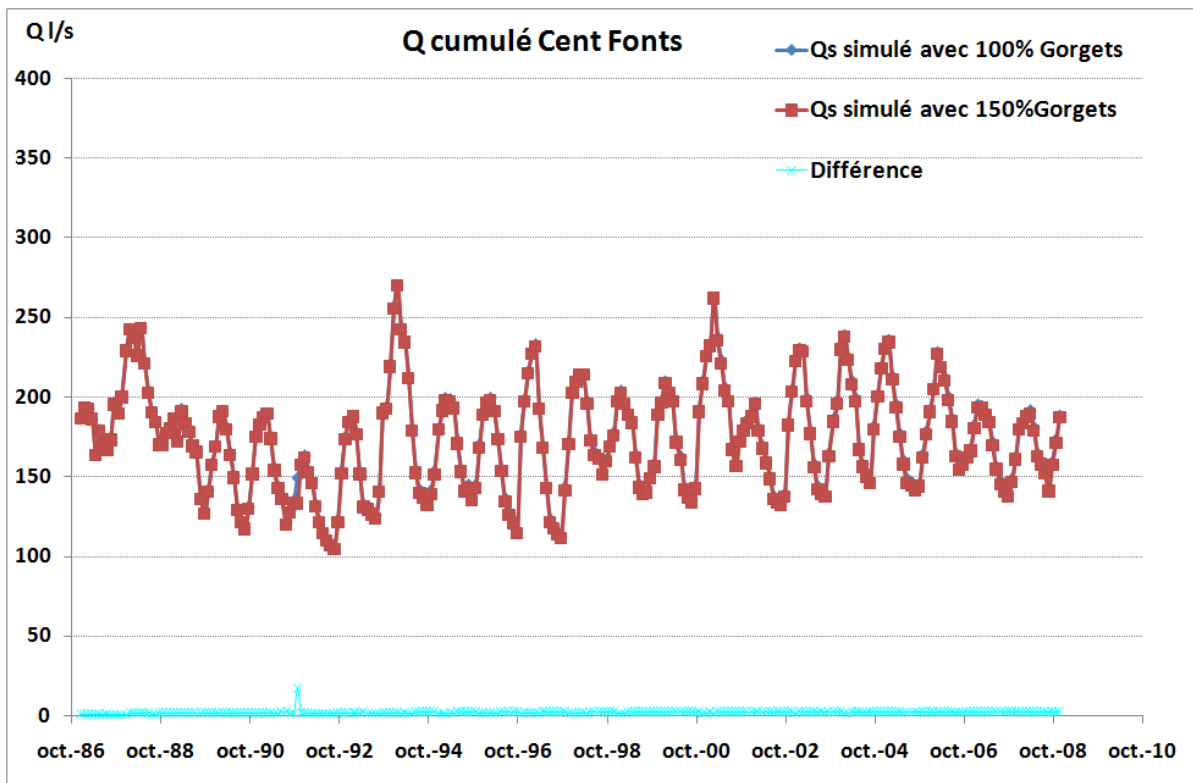
On observe qu'en période de forte sollicitation de la nappe (piézométrie "déprimée"), le gain moyen est insignifiant (de l'ordre de 5 l/s). Par contre, on observe des impacts plus importants (entre 20 et 50 l/s) lorsque la nappe est structurellement haute et que l'on est en période de recharge. Ceci indique que pour cette configuration hydrogéologique, une partie de la recharge est captée par ces prélèvements.

2.1.2 Prélèvements majorés (SE2)

Cette simulation a été réalisée avec les hypothèses suivantes :

- ▶ Les chroniques d'infiltration efficace sont identiques à celles estimées lors de la phase de calage en régime transitoire du modèle.
- ▶ Les chroniques de débit pour les puits d'injection fictifs censés représenter les venues sous alluviales sont celles estimées lors de la phase de calage en régime transitoire du modèle.
- ▶ Constance d'un flux vers le Sud dans la nappe profonde avec introduction d'un puits fictif de débit constant de 25 l/s.
- ▶ Chroniques de prélèvements réels pour l'ensemble des captages AEP, industriels et agricoles. Excepté pour le champ captant des Gorgets pour lequel les prélèvements sont majorés de 50%

Figure 4 : Débits simulés pour la Cent Fonts avec des prélèvements majorés sur le champ captant des Gorgets.



Cette simulation confirme les résultats exposés ci-dessus : le modèle indique que la perte en termes de débit sur la Cent Fonts associée à une majoration des débits sur le champ captant des Gorgets serait de l'ordre de quelques l/s. La nappe de Dijon Sud est alors très déprimée et proportionnellement, les eaux captées proviennent plus des nappes de l'Ouche et du karst.

Selon le modèle numérique construit, en période de forts prélèvements, accroître les prélèvements sur le champ captant des Gorgets aurait ainsi peu d'impact sur les débits de la Cent Fonts.

2.1.3 Avis argumenté sur l'impact du champ captant des Gorgets sur la nappe de Dijon Sud :

Ces simulations montrent en première approximation que l'impact de ce champ captant sur la nappe de Dijon Sud est secondaire. Les eaux captées proviendraient en majorité de la nappe alluviale de l'Ouche et du karst. C'est un résultat conforme avec les données géologiques et hydrogéologiques disponibles sur ce champ captant.

Rappelons que nous ne disposons pas de données suffisantes pour argumenter de façon certaine les proportions respectives entre ces apports : nappe alluviale de l'Ouche ou/et nappe karstique des formations carbonatées du Jurassique.

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 du raisonnable, notamment pour des scénarios de prélèvement basés sur des hypothèses sortant des bornes de prélèvement ayant servi au calage du modèle.

2.2 DEFINITION DU VOLUME PRELEVABLE ET DU DEBIT CIBLE

2.2.1 Méthodologie

2.2.1.1 Préambule

L'objectif de cette phase est de déterminer les volumes maximums prélevables tous usages confondus, sur un cycle hydrogéologique complet. Ces volumes alimenteront un programme de révision des autorisations de prélèvements. Le volume prélevable sera déterminé pour ne pas recourir aux dispositifs de gestion de crise plus de 2 années sur 10 en moyenne.

Une masse d'eau souterraine est considérée en bon état quantitatif (circulaire DCE 2006/18) dès lors :

- ▶ qu'il n'est pas constaté d'évolution interannuelle défavorable de la piézométrie (baisse durable de la nappe hors effets climatiques),
- ▶ que le niveau piézométrique qui s'établit en période d'étiage permette de satisfaire les besoins d'usage, sans risque d'effets induits préjudiciables sur les milieux aquatiques et terrestres associés.

Rappelons que le débit d'objectif d'étiage (DOE) est le débit qui assure simultanément le bon état du milieu et la satisfaction des usages 8 années sur 10. La parution, en juillet 2011, d'une note de cadrage du Groupe de bassin Rhône-Méditerranée « Gestion quantitative » ayant apporté de nouveaux éléments dans la définition du DOE et du Débit Minimum Biologique (DMB), le terme de « Débit Cible » a été adopté en remplacement du terme « DOE » dans le rapport ; le terme « DMB » est resté inchangé.

Précisons que le Débit Cible est défini à la station comme étant la somme du Débit Minimum Biologique et des prélèvements en aval de la station. Ces prélèvements étant nuls, on considérera donc que le Débit Cible est égal au DMB.

Rappelons que l'approche ESTIMHAB a permis déterminer une valeur haute et une valeur basse en terme de Débit Minimum Biologique au droit de la Cent Fonts à Saulon la Rue : 140 et 160 l/s. La valeur haute a été portée à 180 l/s en Comité de Pilotage dans une logique prudentielle. Des arbitrages ultérieurs ont permis de définir un consensus autour de la valeur de 170 l/s comme valeur objectif minimale pour garantir le bon état écologique du cours d'eau.

Rappelons que c'est une démarche exploratoire technique. Elle ne préjuge en rien du volume prélevable qui sera acté par les décideurs, ni de sa répartition entre usages et entre champs captant existants ou futurs.

2.2.1.2 Méthodologie

Cette approche est principalement basée sur une exploitation argumentée du modèle numérique de nappe préalablement mis au point. Il s'agit de réaliser des simulations pour différents volumes prélevables puis de les analyser en terme de fréquence de recours à des dispositifs de limitations des prélèvements et de satisfaction du Débit Cible.

Les simulations sont réalisées avec les hypothèses communes suivantes :

- ▶ Les chroniques d'infiltration efficace sont identiques à celles estimées lors de la phase de calage en régime transitoire du modèle.
- ▶ Les chroniques de débit pour les puits d'injection fictifs censés représenter les venues sous alluviales sont celles estimées lors de la phase de calage en régime transitoire du modèle.
- ▶ Constance d'un flux vers le Sud dans la nappe profonde avec introduction d'un puits fictif de débit constant de 25 l/s.
- ▶ Données de prélèvements au pas de temps mensuel, reconstituées pour le champ captant des Gorgets selon les règles suivantes : volume prélevé annuel de 3,6 Mm³/an (volume maximal autorisé), avec application du filtre suivant sur les données annuelles, déduit de l'analyse statistique des données mensuelles de 2003 à 2009 :

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.
10.0%	9.3%	9.6%	8.4%	7.9%	7.7%	7.4%	7.2%	7.2%	7.8%	8.2%	9.1%

- ▶ Prélèvements constants de 300 000 m³/an sur un point de captage réservé à l'industrie (valeur maximale de 150 000 m³/an enregistrée en 1991).
- ▶ Prélèvements de 300 000 m³/an sur un point de captage réservé aux prélèvements agricoles. (valeur maximale de 260 000 m³/an enregistrée en 2003). Les données annuelles ont été transformées en données mensuelles à l'aide du filtre suivant :

$$\begin{aligned} V_{\text{mai}} &= V_{\text{annuel}} \times 10\% \\ V_{\text{juin}} &= V_{\text{annuel}} \times 30\% \\ V_{\text{juillet}} &= V_{\text{annuel}} \times 40\% \\ V_{\text{août}} &= V_{\text{annuel}} \times 15\% \\ V_{\text{septembre}} &= V_{\text{annuel}} \times 5\% \end{aligned}$$

- Hors champ captant des Gorgets, il a été décidé d'appliquer les proportions relatives aux prélèvements réels 2008, pour attribuer des volumes prélevés aux différents champs captant :

	DUP		REEL 2008	
Puits Chenove	540 000	7%	306 000	12%
Rente Logerot sup.				
Rente Logerot prof.	3 504 000	47%	1 130 000	44%
Longvic	481 800	6%	156 000	6%
Saulon sup.	1 576 800	21%	214 000	8%
Saulon Prof.	551 880	7%	394 000	15%
Paquier Potu	876 000	12%	364 000	14%
	7 530 480		2 564 000	

En effet, les proportions moyennes observées sur l'année 2008 reflètent assez fidèlement les grandes proportions observées de 2000 à 2008. Notons qu'au regard des volumes autorisés par DUP, c'est principalement le champ captant de Saulon qui présente un écart significatif entre le réel et l'autorisé. En effet, les autorisations prévoient un prélèvement en nappe superficielle au double de celui de la nappe profonde, alors que la gestion actuelle est basée sur le rapport inverse.

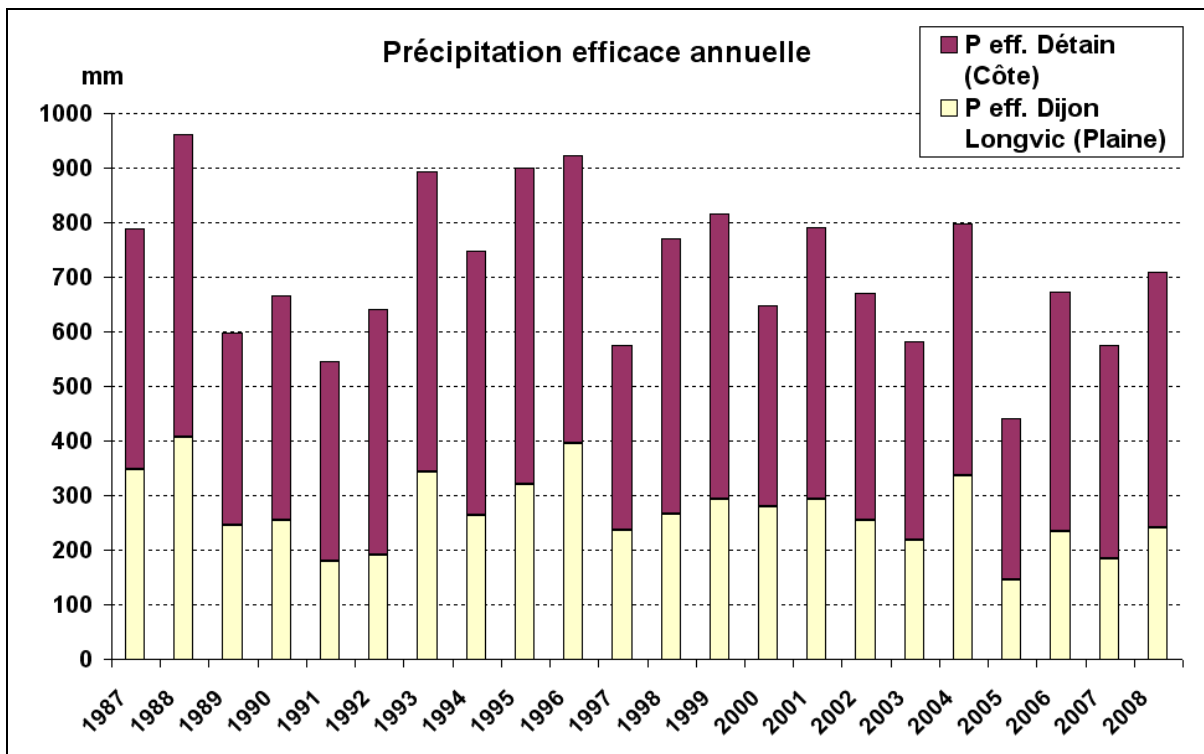
Rappelons de nouveau que la répartition proposée des prélèvements (entre usages mais aussi entre champs captant AEP) doit être considérée comme une hypothèse de travail et non comme une préfiguration des arbitrages politiques à venir.

2.2.1.3 Analyses préalables

Variabilité de la recharge :

La période de simulations est composée de 19 années/échantillons. Il est intéressant de noter que cette période présente trois phases bien distinctes quant à la variable climatique :

Figure 5 : Cumuls annuels de la pluie efficace estimée pour les impluviums Plaine et Côte.



En effet, on observe :

- ▶ Une première phase (1989 à 1992) qui est marquée par de faibles précipitations efficaces sur l'impluvium en Plaine ($P_{eff} < 250$ mm) mais aussi sur la Côte qui correspond à l'aire d'alimentation du karst. Rappelons que ce sont les magnitudes de ces précipitations efficaces qui sont supposées contrôler le débit des venues sous-alluviales dans le modèle.
- ▶ Une deuxième phase marquée par de fortes précipitations efficaces et sur la Plaine et sur la Côte.
- ▶ Une troisième phase avec un comportement plus hétérogène quant aux précipitations sur Dijon Longvic (avec notamment deux années relativement sèches en 2005 et 2007). Mais cette phase est surtout caractérisée par une non concordance entre les pluies enregistrées à Détain et celles enregistrées à Dijon. On observe ainsi pour certaines années, une compensation de la faible pluviométrie enregistrée à Dijon par une pluie remarquable sur la Côte. Cette affirmation est à nuancer car les apports du karst sont proportionnellement moindres que ceux liés à l'infiltration directe de l'eau de pluie sur l'impluvium de la nappe.

Cette distribution est intéressante car elle permet un regard critique sur le comportement de la nappe pour différentes situations climatiques.

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.

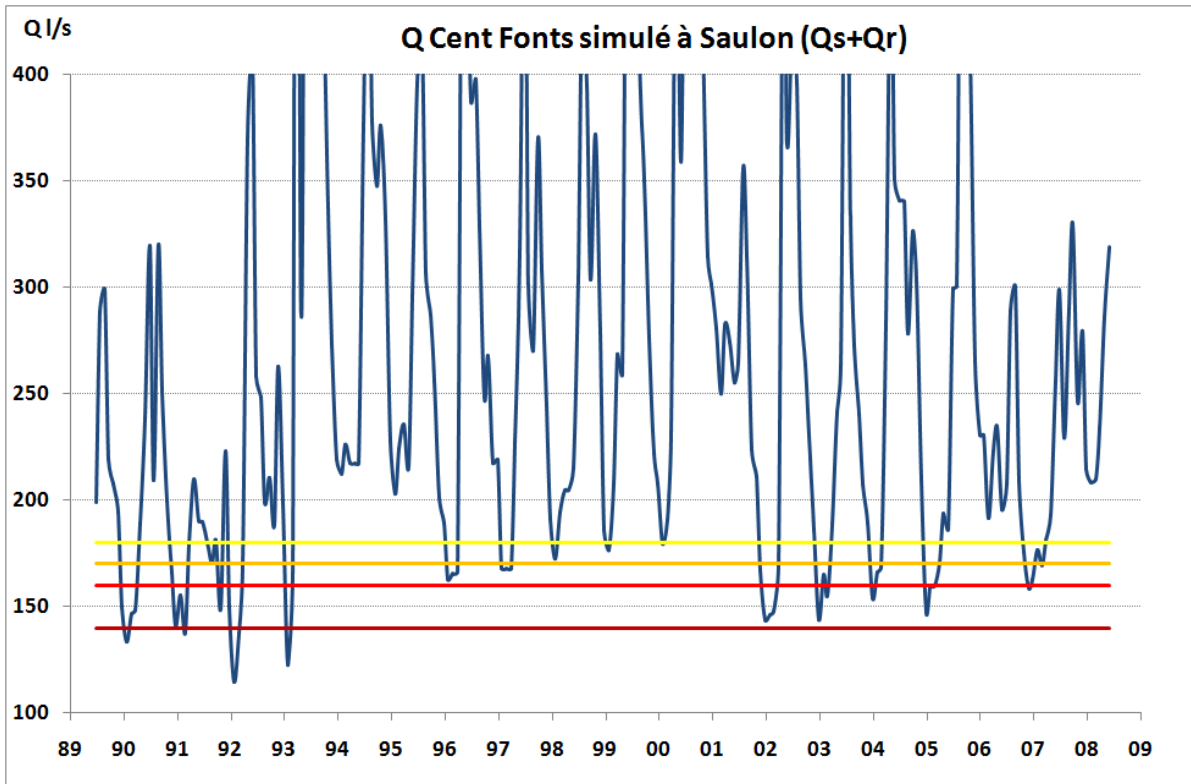
Rappelons que le Débit Minimum biologique cible a été estimé à 170 l/s ; avec une telle politique de prélèvement, il ne serait pas respecté pour environ 55% des étiages.

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).



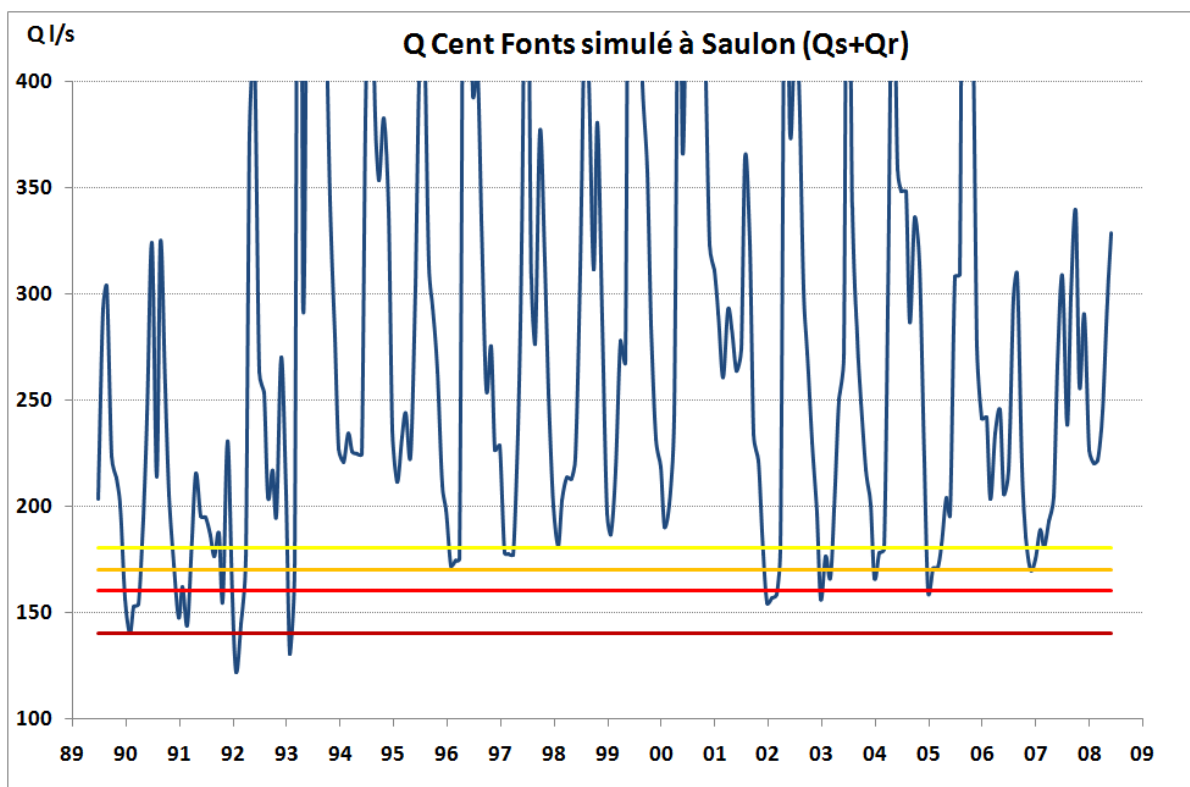
2.2.3 Hypothèse à 8 Mm³ pour le volume prélevé (SP2)

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 (Vp total = 8 Mm³).

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 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 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 :

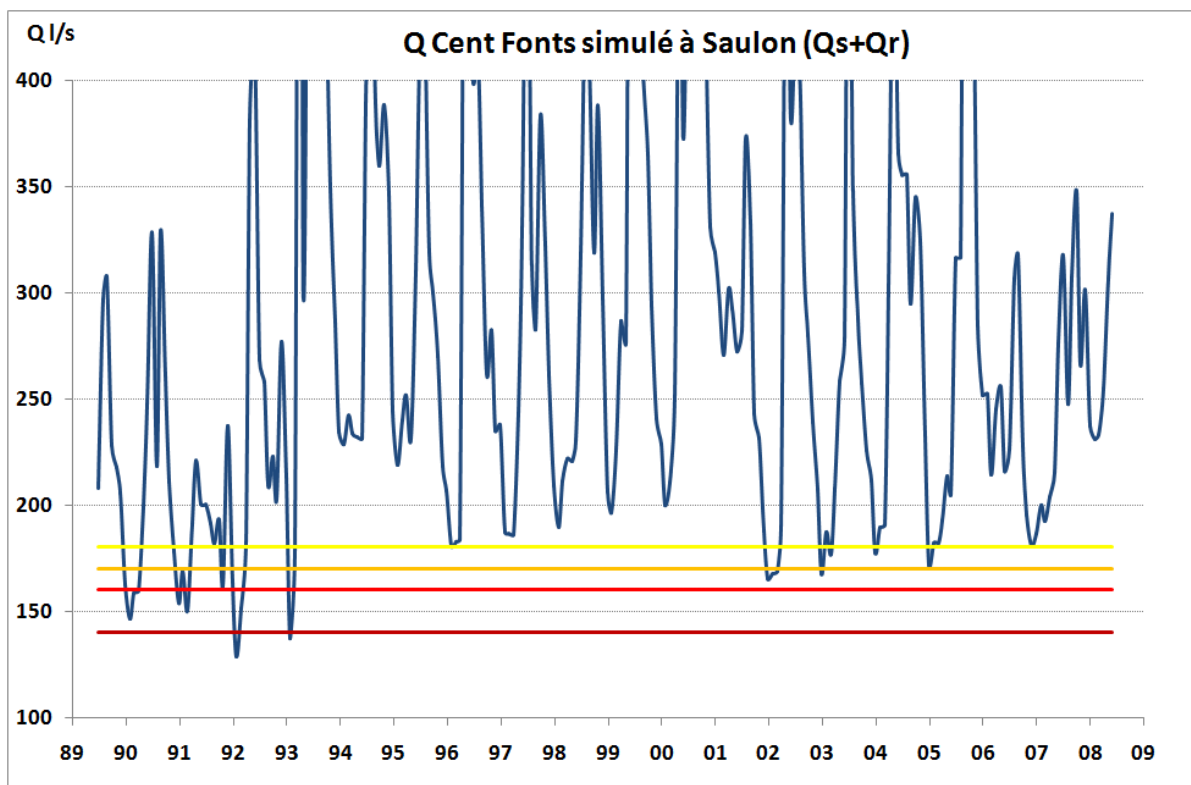
AEP DS	% Retenu	V
Puits Chenove	0.12	0.336
Rente Logerot sup.	0.28	0.784
Rente Logerot prof.	0.17	0.476
Longvic	0.06	0.168
Saulon sup.	0.08	0.224
Saulon Prof.	0.15	0.42
Paquier Potu	0.14	0.392
TOTAL	1	2.8

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)

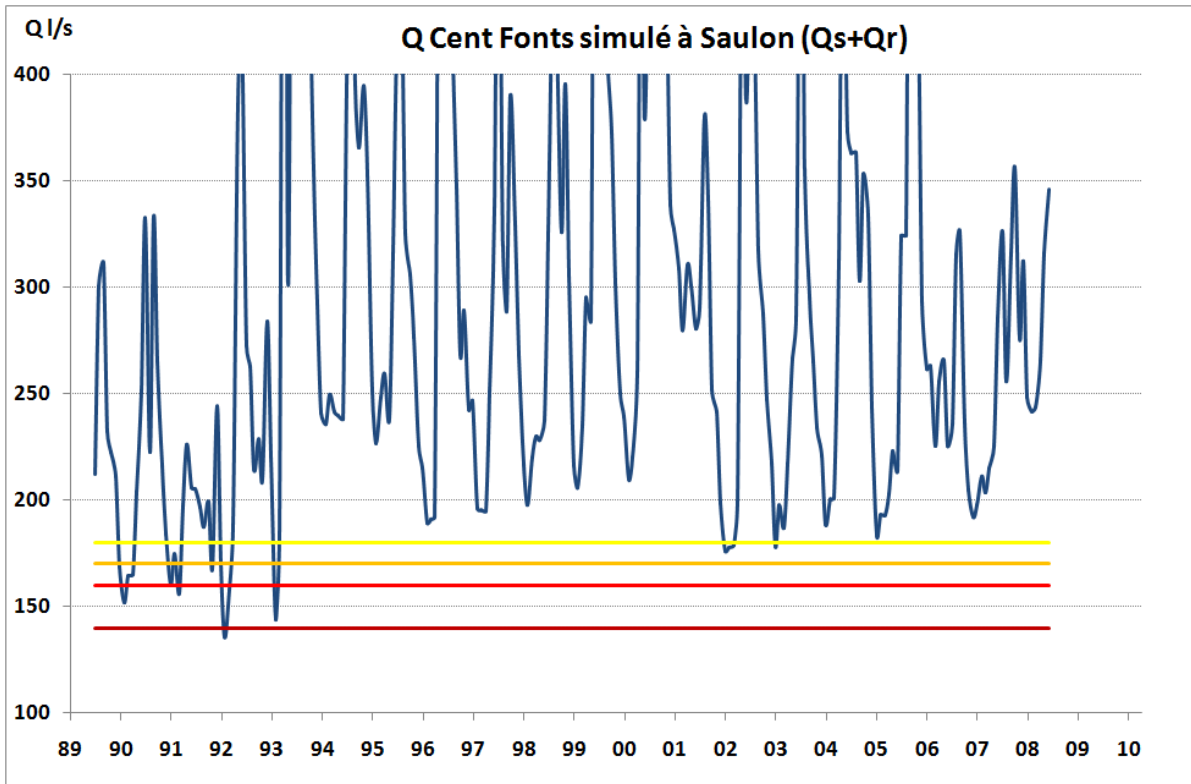
Le tableau ci-dessous présente la répartition des prélèvements, associée à un volume prélevé global de 6 Mm³ :

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.

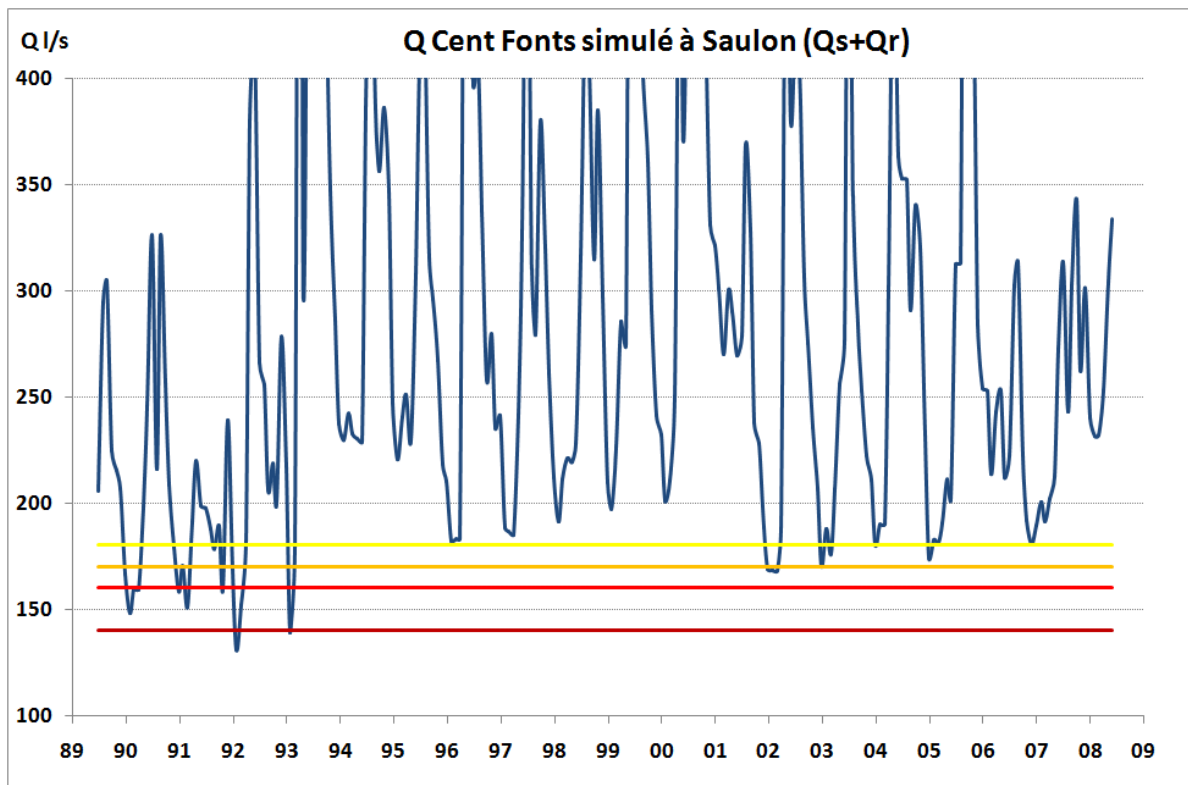
Le tableau ci-dessous rappelle la répartition des prélèvements, associée à un volume prélevé global de 7 Mm³ :

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%

2.3 APPROCHE DES MODALITES DE GESTION DES PRELEVEMENTS

2.3.1 Inter-influence de la temporalité et de la localisation des prélèvements

Nous avons réalisé une série de i scénarios prospectifs SP n_i pour se donner un degré de compréhension supplémentaire sur l'hydro système afin d'explorer les modalités potentielles de gestion des prélèvements. Ces simulations ont été réalisées à partir du scénario de référence déduit précédemment (SP3 donnant un volume prélevable annuel de 7 Mm³ acceptable en première approximation).

Durant cette phase, on croise deux approches :

- ▶ Une étude des impacts d'une variation de la proportion entre prélèvements en nappe profonde et prélèvements en nappe superficielle : hypothèse n°1 avec 50% NP et 50% NS, hypothèse n°2 avec 70% NP et 30% NS, hypothèse n°3 avec 30% NP et 70% NS.
- ▶ Une étude du renforcement des prélèvements en période de recharge hivernale (octobre à avril) : hypothèse n°4 de prélèvements avec 50% des prélèvements en période hivernale hypothèse n°5 de prélèvements avec 60% des prélèvements en période hivernale puis hypothèse n°6 avec 70% des prélèvements en période hivernale.

Cela a conduit à la réalisation de 8 simulations. Afin de pouvoir comparer ces simulations, nous avons défini un indice de qualité au regard des objectifs de l'étude. Il s'agit de la moyenne des débits mensuels simulés sur les 3 mois d'étiage (juillet, août, septembre) sur les 19 années de simulations.

Ces indices de qualité sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Id	Hypothèses	% NP	% NS	% Hiver	%Eté	Q moy. étiage (l/s)
SPn	7 Mm3	50	50	50	50	198
SPn1	H1+H5	50	50	60	40	199
SPn2	H1+H6	50	50	70	30	200
SPn3	H2+H4	70	30	50	50	202
SPn4	H2+H5	70	30	60	40	203
SPn5	H2+H6	70	30	70	30	203
SPn6	H3+H4	30	70	50	50	194
SPn7	H3+H5	30	70	60	40	195
SPn8	H3+H6	30	70	70	30	197

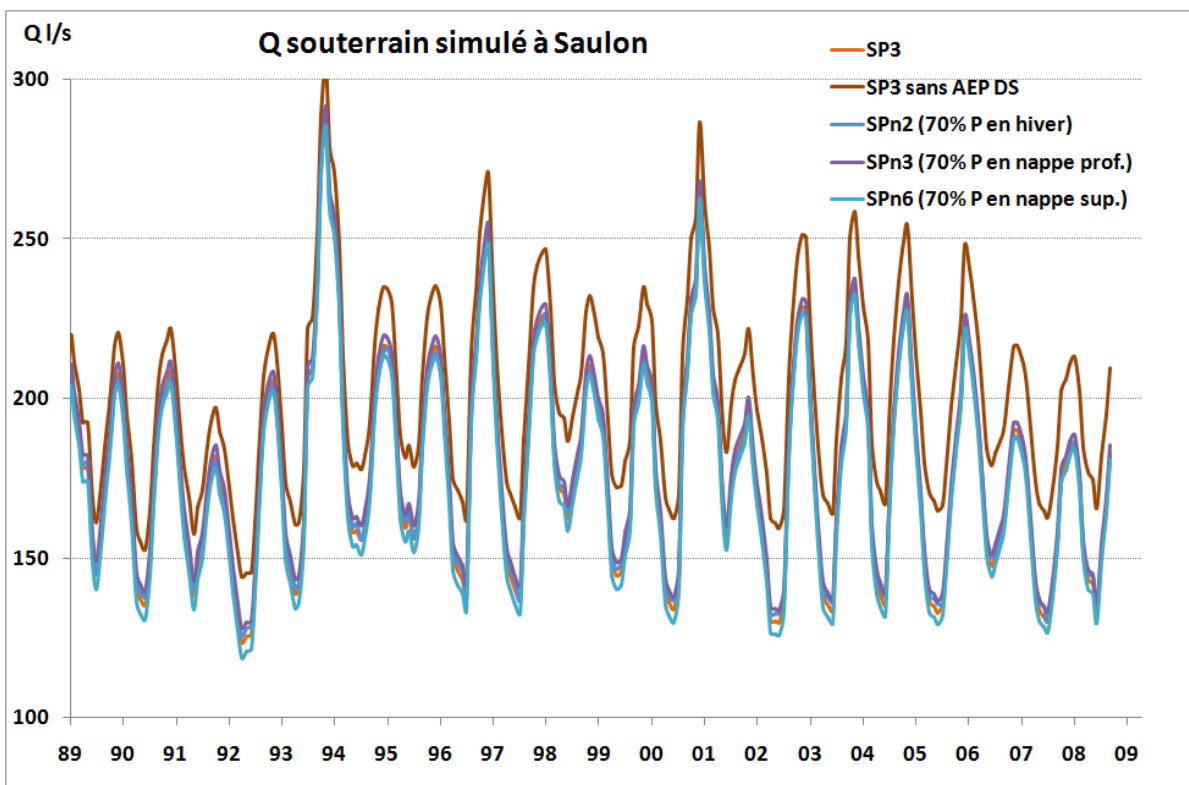
Ces simulations montrent deux tendances opposées :

- ▶ Pour un volume prélevé constant, 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, 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.

Au delà de ces comportements attendus, il faut souligner les faibles variations des débits d'étiage associés à des variations significatives dans les modalités de gestion des champs captant. Ce résultat peut surprendre. Il faut donc rappeler que les prélèvements objet de ces variations ne représentent que 37% des prélèvements globaux. Ainsi, faire varier leur distribution spatiale ou temporelle de 30% implique que l'on intéresse seulement 10% des prélèvements totaux.

De plus, de par "l'élasticité" de la nappe (expliquée par des apports du karst et de l'appareil alluvial de l'Ouche), la relation entre les débits prélevés et les débits à la zone de résurgences de la Cent Fonts n'est pas linéaire. La figure ci-dessous illustre ce phénomène : en supprimant les prélèvements AEP sur Dijon Sud hors Gorgets (soit environ 80 l/s en débit fictif), le gain moyen en terme de débit d'étiage est de 30 à 40 l/s seulement (Q moyen étiage : 224 l/s).

Figure 11 : Sensibilité du débit de la Cent Fonts aux politiques possibles de prélèvement ($V_p = 7$ Mm^3).



2.3.2 Influence de la spatialisation des prélèvements en nappe superficielle

L'étude de la spatialisation des prélèvements de la nappe superficielle a été réalisée en différenciant un secteur amont, sous la zone urbaine, d'un secteur aval au Sud de cette zone. Dans cette approche, on étudiera des variations de prélèvements pour les champs captant intéressant la nappe superficielle. Deux configurations ont été testées :

Spn9 :

- ▶ Chenove : 0% des prélèvements totaux.
- ▶ Rente Logerot : 20% des prélèvements totaux.
- ▶ Saulon Sup : 30 % des prélèvements totaux.

On obtient alors la répartition des prélèvements suivante :

AEP DS	% Retenu	V	% Initial		
Puits Chenove	0	0	0.14		
Rente logerot sup.	0.2	0.56	0.28		
Rente Logerot prof.	0.15	0.42	0.15	V industriel	0.3
Longvic	0.06	0.168	0.06	V Gorgets	3.6
Saulon sup.	0.3	0.84	0.08	V agricole	0.3
Saulon Prof.	0.15	0.42	0.15		
Paquier Potu	0.14	0.392	0.14		
TOTAL	1	2.8	1		

SPn10 :

- ▶ Chenove : 30% des prélèvements totaux.
- ▶ Rente Logerot : 20% des prélèvements totaux.
- ▶ Saulon Sup : 0% des prélèvements totaux.

On obtient alors la répartition des prélèvements suivante :

AEP DS	% Retenu	V	% Initial		
Puits Chenove	0.3	0.84	0.14		
Rente logerot sup.	0.2	0.56	0.28		
Rente Logerot prof.	0.15	0.42	0.15	V industriel	0.3
Longvic	0.06	0.168	0.06	V Gorgets	3.6
Saulon sup.	0	0	0.08	V agricole	0.3
Saulon Prof.	0.15	0.42	0.15		
Paquier Potu	0.14	0.392	0.14		
TOTAL	1	2.8	1		

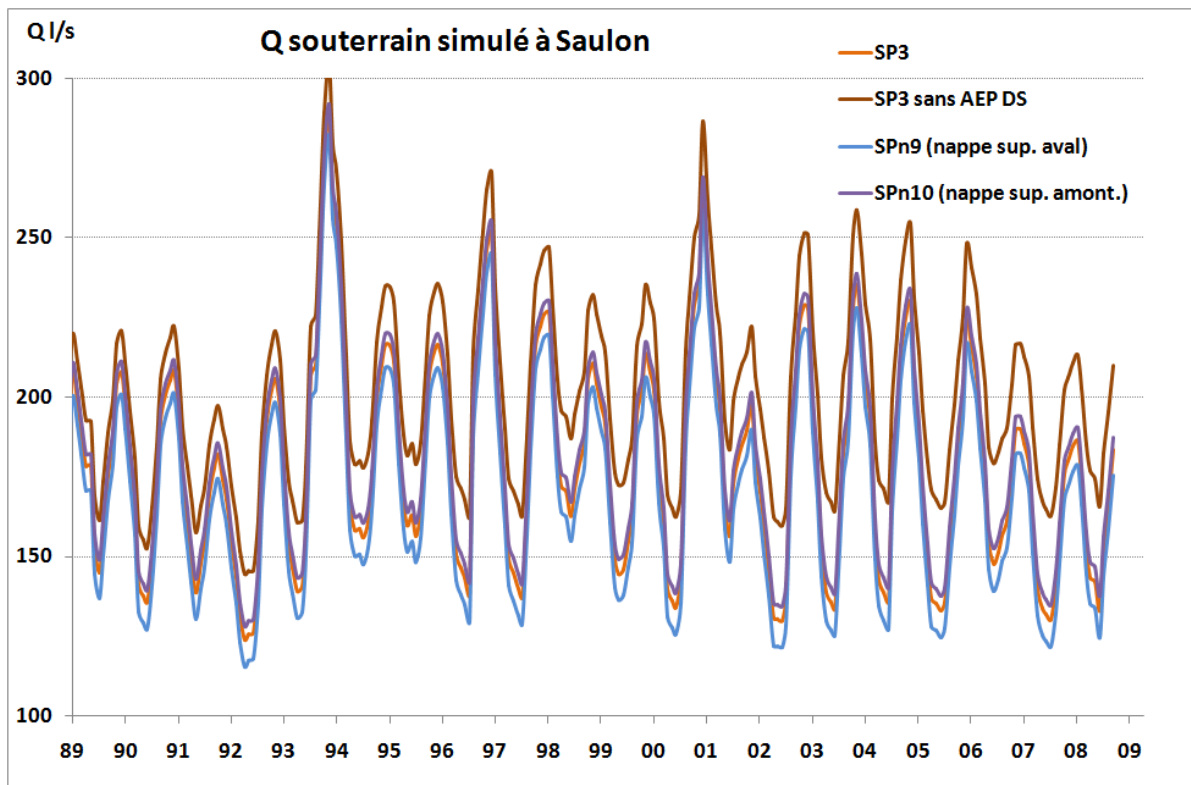
Les indices de qualité relatifs à ces deux simulations sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Id	Hypothèses	% NP	% NS	% Hiver	%Eté	Q moy. étiage (l/s)
SPn	7 Mm3	50	50	50	50	198
SPn9	Majoration prélèvements en zone aval	50	50	50	50	189
SPn10	Majoration prélèvements en zone amont	50	50	50	50	202

Ces simulations montrent que pour un volume prélevé constant, accroître les prélèvements en nappe superficielle sur le champ captant de Saulon au détriment de celui de Chenôve, implique un impact fort 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. Ceci est probablement expliqué par un effet d'"élasticité" amoindri, de par la plus forte distance aux encaissants aquifères.

Figure 12 : Sensibilité du débit de la Cent Fonts à la spatialisation des prélèvements en nappe superficielle ($V_p = 7 \text{ Mm}^3$).



3. APPROCHE DES INDICATEURS DE GESTION PIEZOMETRIQUES

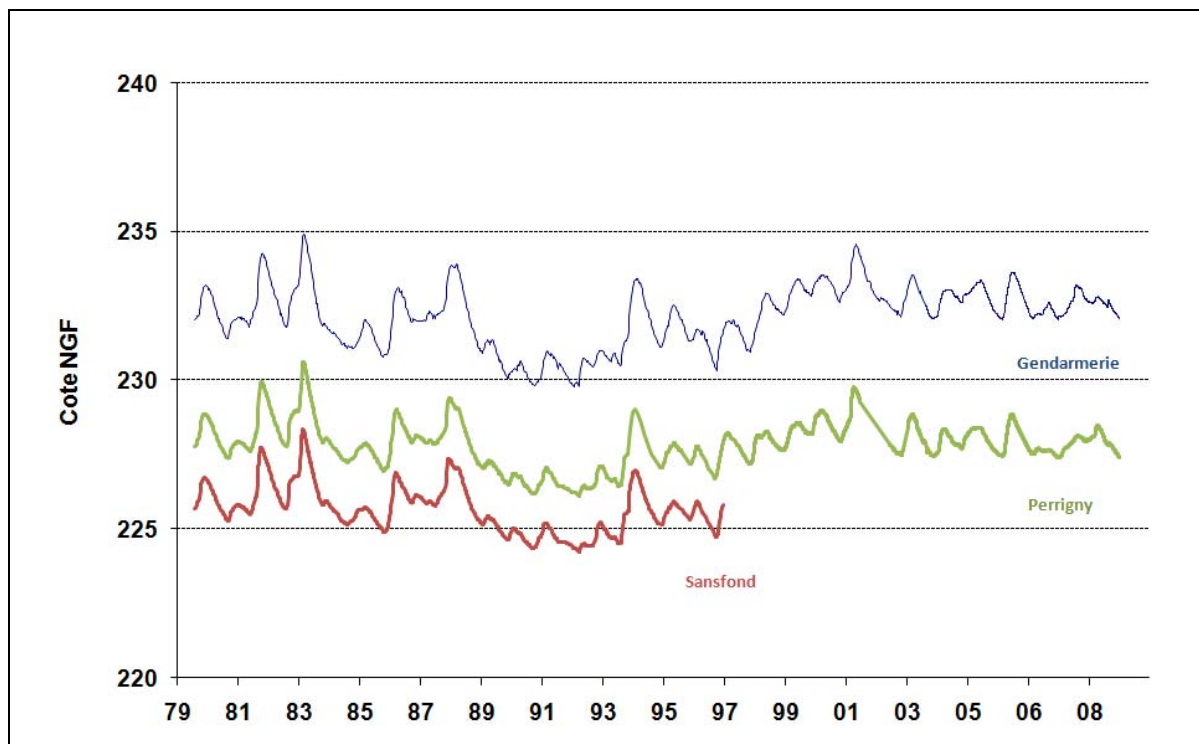
3.1 JUSTIFICATION DES POINTS DE REFERENCE

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.



3.1.2 Nappe profonde

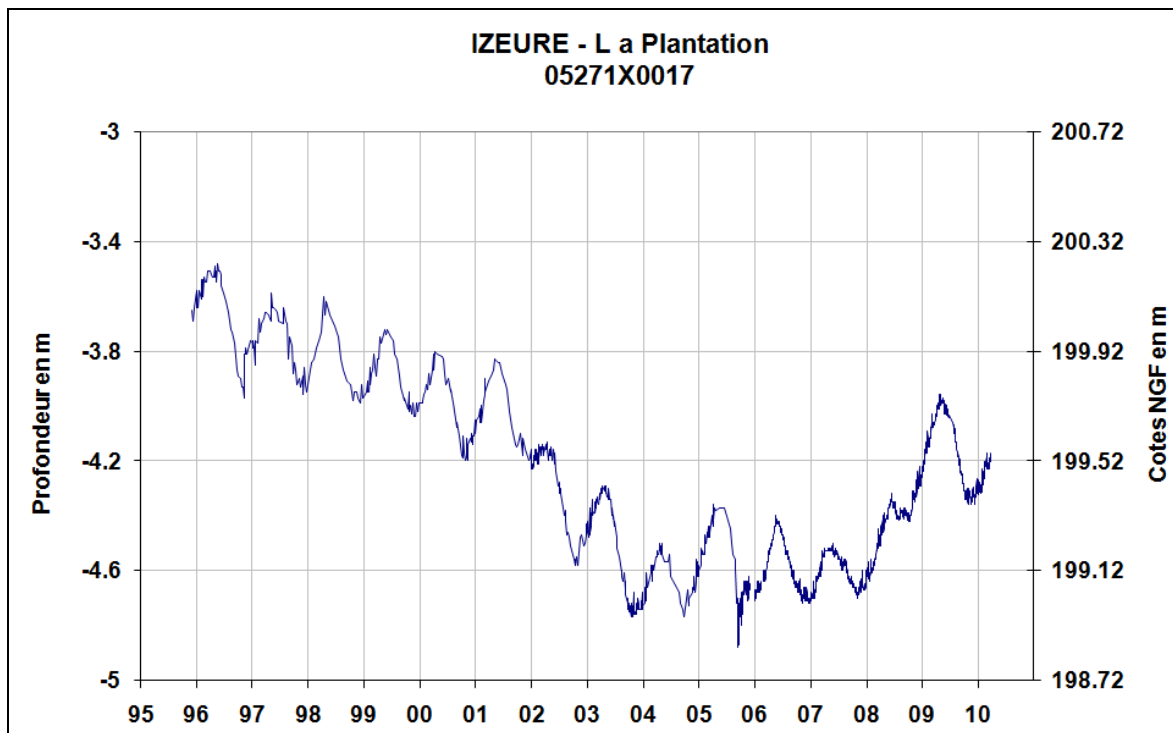
Le comportement hydrogéologique de la nappe profonde reste pour partie inconnu :

- ▶ Destination des eaux souterraines vers le Sud.
- ▶ Eventuels échanges avec les marno calcaires oligocènes ou les calcaires jurassiques.

Le travail réalisé en terme de modélisation ne permet pas d'approcher ces inconnues. On notera tout au plus qu'il montre que les champs de pression observés ne peuvent être expliqués que par une "fermeture" des échanges entre nappe profonde et nappe superficielle (couche moutarde imperméable).

Ajoutons que les chroniques piézométriques disponibles (piézomètres de Noiron et d'Izeure) sont trop courtes pour autoriser un recul critique sur ces mesures (données disponibles depuis 1995).

Figure 14 : Suivi piézométrique de la nappe profonde de Dijon Sud.



Pour ces deux raisons, il ne nous semble pas possible de définir en l'état actuel des connaissances des indicateurs piézométriques de gestion pour la nappe profonde 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 :

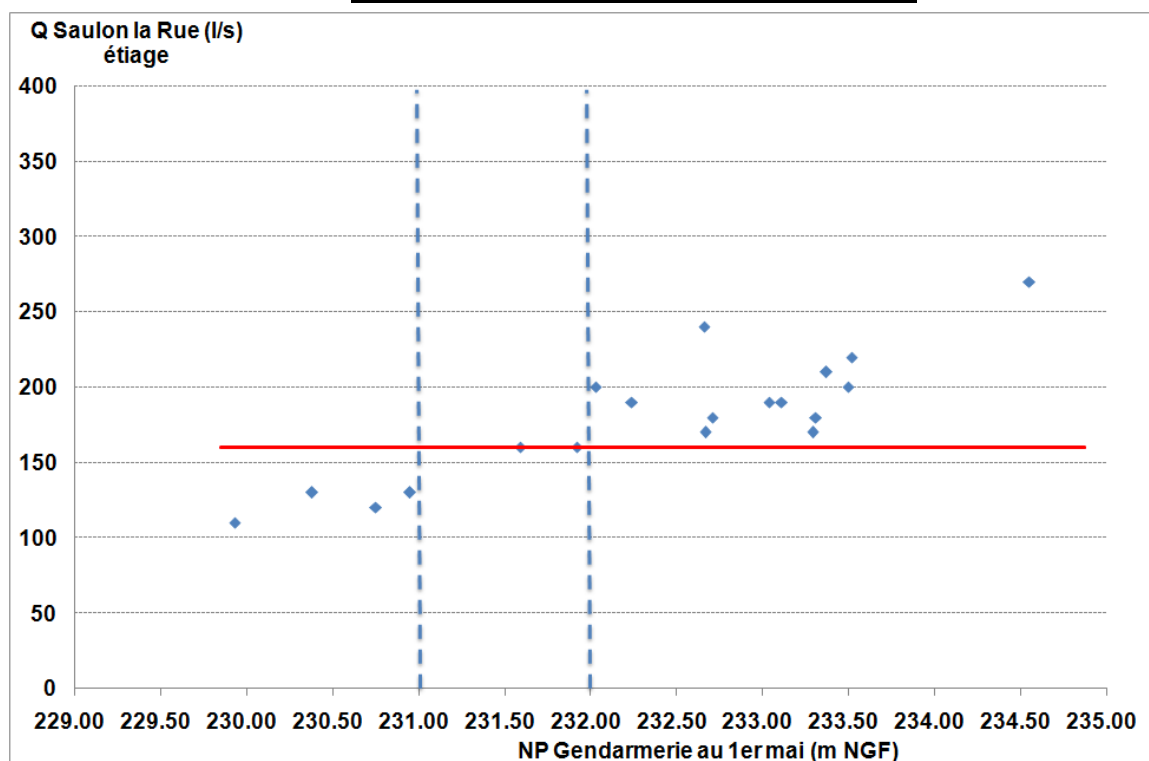
- ▶ Les données mensuelles de débit enregistrées sur la station hydrométrique de Saulon La Rue de janvier 1990 à nos jours.
- ▶ Les données mensuelles de débit enregistrées sur la station hydrométrique de Féney de janvier 1974 à mai 1997.
- ▶ Les données climatologiques enregistrées sur la station de 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.

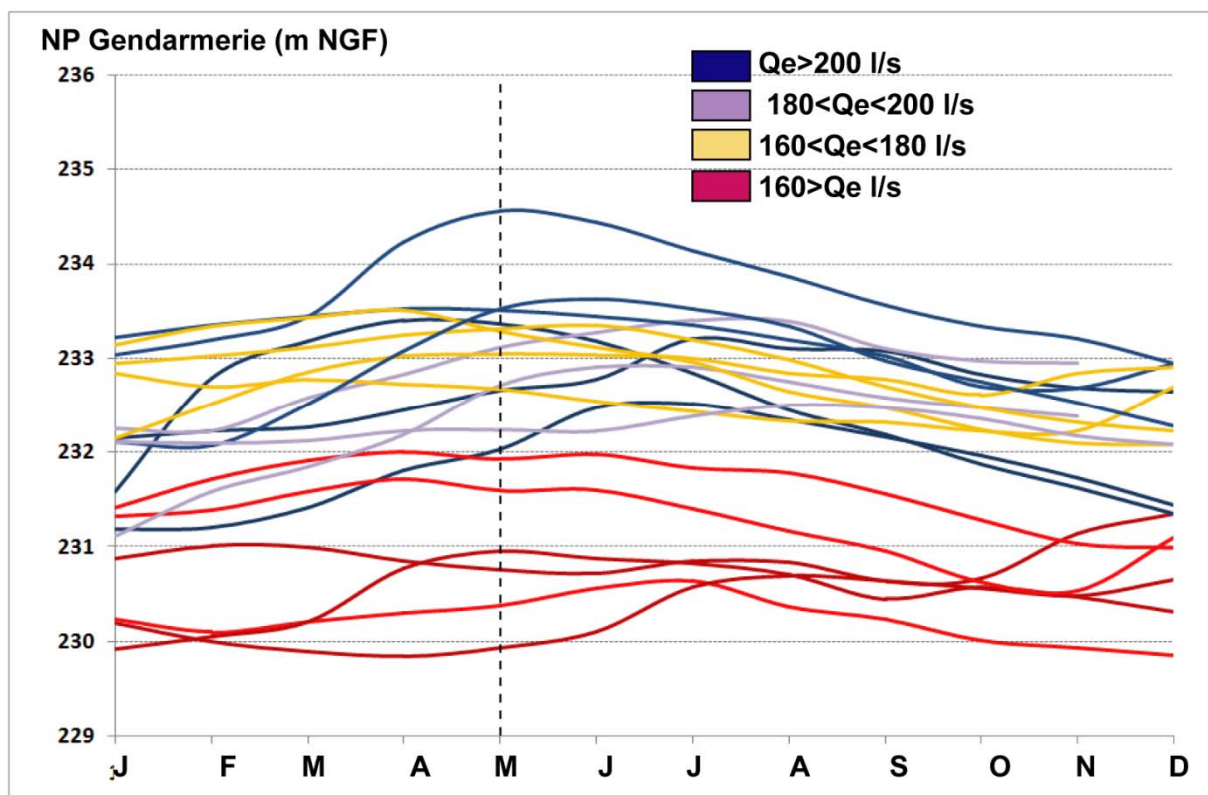
Les indicateurs de gestion piézométriques peuvent aussi être approchés en reportant les chroniques piézométriques annuelles mesurées sur un même fond graphique.

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.

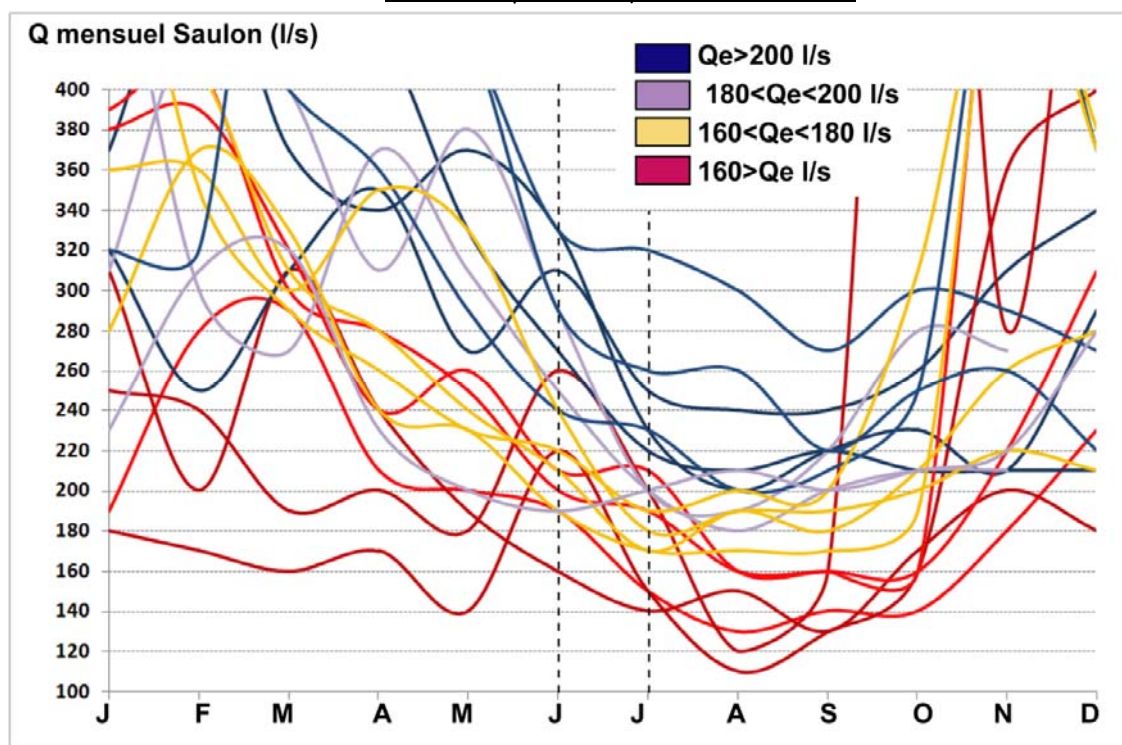


Cette distribution confirme l'observation précédente : si à la fin de la période de recharge hivernale (que l'on peut estimer terminée vers la fin avril), le niveau piézométrique ne dépasse pas 232 m NGF, l'étiage en période estivale sera sévère.

Il nous a paru intéressant de compléter cette approche en faisant le même exercice avec les débits mesurés sur la station hydrométrique de Saulon la Rue. Cette distribution est plus complexe.

- ▶ Si le débit mensuel moyen de mai (enregistré au 1er juin) est inférieur à 260 l/s, il est possible d'aller vers un étiage sévère.
- ▶ Si le débit mensuel moyen de juin (enregistré au 1er juillet) est inférieur à 220 l/s, il est possible d'aller vers un étiage sévère.

Figure 17 : Distribution des débits mensuels mesurés en fonction des débits d'étiage mesurés sur la station hydrométrique de Saulon la Rue.



Notons que le caractère non univoque entre débit à un temps t et débit d'étiage s'explique par la relation suivante :

$$Q \text{ mesuré} = Q \text{ ruissellement} + Q \text{ souterrain}$$

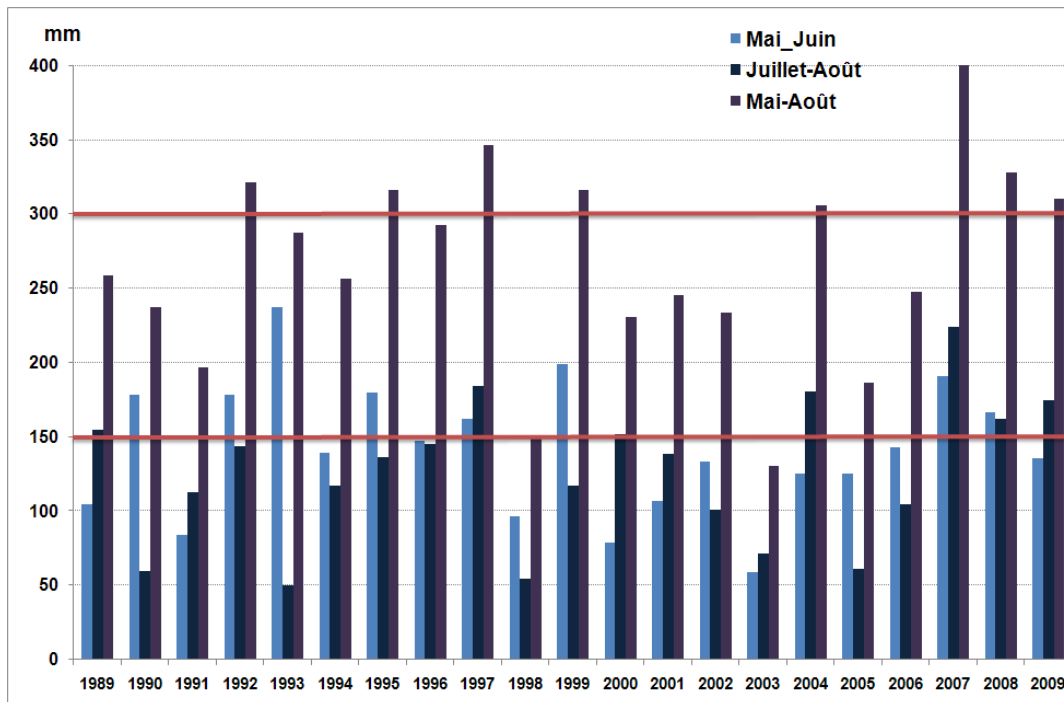
Le débit délivré par la nappe n'est qu'une composante du débit mesuré à Saulon la Rue. Il est possible pour certaines années de faible régime souterrain d'observer des pluies printanières ou estivales qui vont venir soutenir le débit du cours d'eau à l'étiage.

Le graphe ci-dessous illustre la variabilité des pluies estivales. Si l'on considère un seuil de 300 mm pour le cumul des pluies estivales, on peut proposer les années suivantes comme caractérisées par des étés particulièrement humides :

- 1992
- 1995
- 1997
- 1999
- 2004
- 2007
- 2008

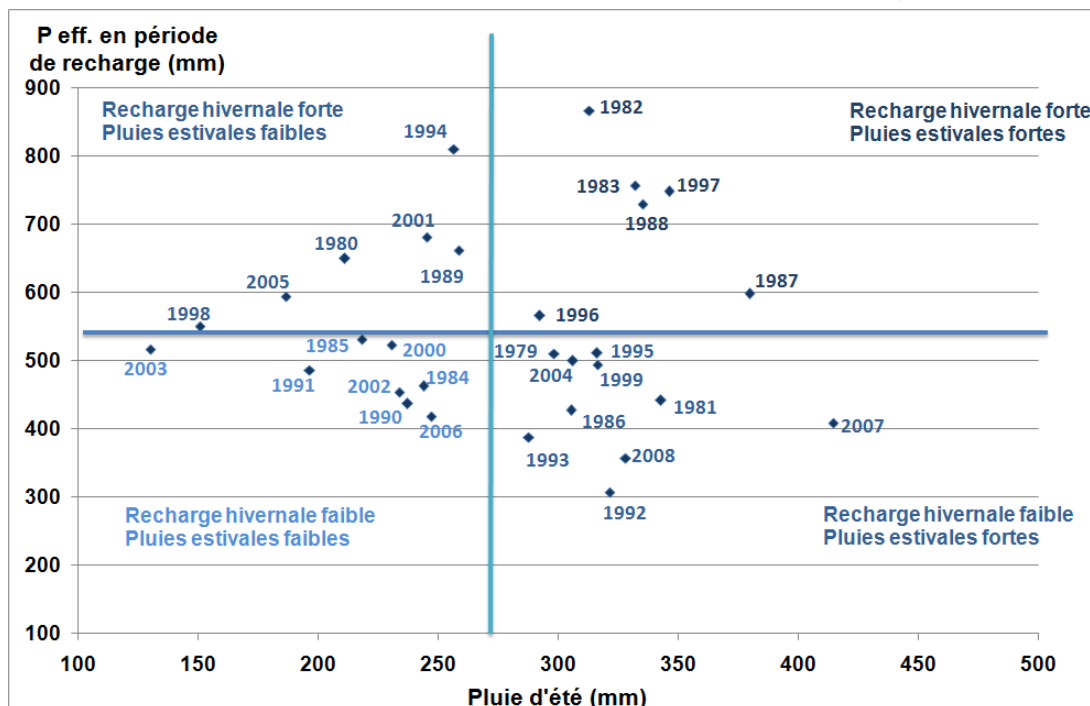
Soit environ 30% des étés marqués par des pluies estivales significatives.

Figure 18 : Distribution des cumuls de pluie pendant les périodes estivales (données climatologiques de la station de Dijon Longvic).



La figure ci-dessous permet une classification des régimes annuels de précipitations :

Figure 19 : Corrélation entre les pluies efficaces (année hydrologique hiver-printemps) et les pluies d'été (de mai à août) (données climatologiques de la station de Dijon Longvic).

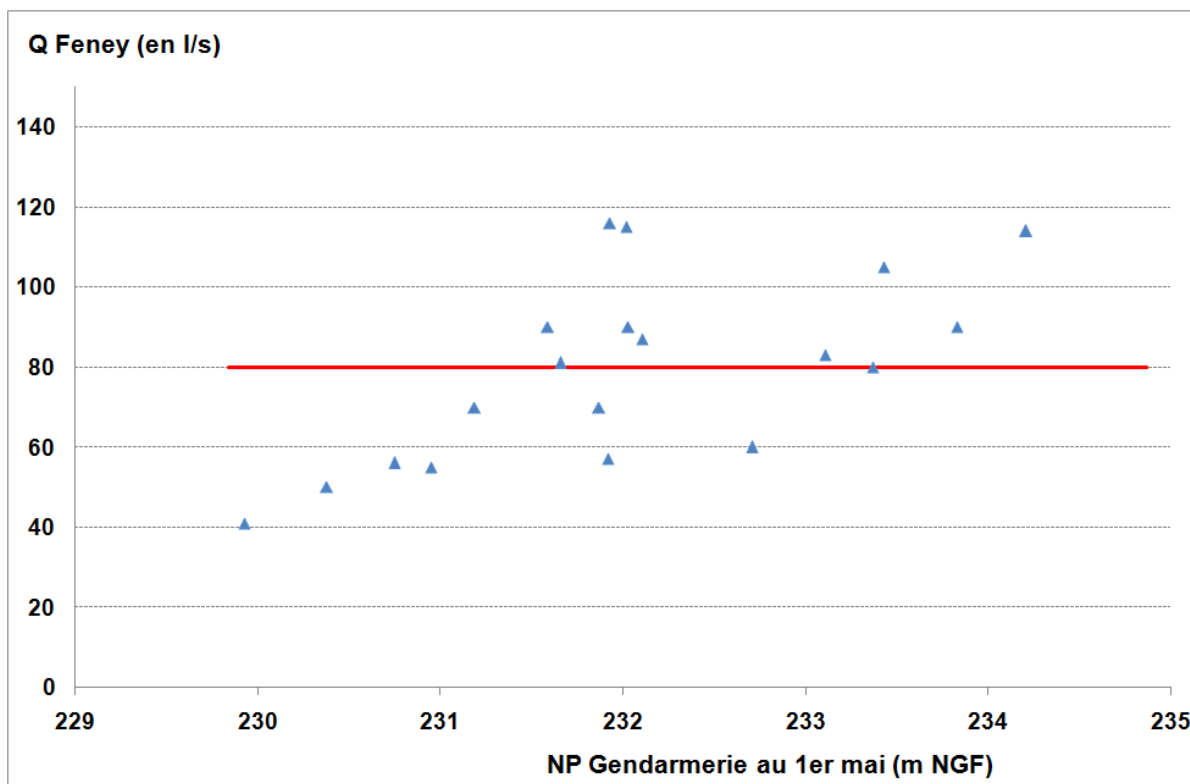


Pour finir, rappelons que les règles de gestion identifiées doivent être considérées avec prudence : elles ont été déduites de données influencées par les prélèvements et pour des ordres de grandeur de prélèvements très éloignés de celui proposé comme volume prélevable annuel.

3.2.2 Données de la station de Féney

La figure ci-dessous présente, pour une même année, les débits d'étiage les plus forts mesurés sur la station hydrométrique de Féney, en fonction du niveau piézométrique enregistré le 1er mai sur le piézomètre Gendarmerie (données allant de janvier 1980 à mai 1997).

Figure 20 : Relation entre les débits d'étiage à la station de Féney et les niveaux piézométriques au piézomètre Gendarmerie mesurés le 1er mai de la même année.



Rappelons qu'une étude avait estimé que hors épisodes pluvieux significatifs, on observait la relation suivante :

$$Q \text{ Saulon} = 2 \times Q \text{ Féney}$$

On peut alors estimer un débit d'objectif sur ces séries de données de l'ordre de 80 l/s.

L'observation de cette distribution permet de proposer les relations suivantes :

- ▶ Si le NP au 1er mai est inférieur à 232 m NGF, il est probable que l'on observe des étiages sévères.
- ▶ Si le NP au 1er mai est inférieur à 231 m NGF, il est certain d'observer des étiages sévères.

On a donc des règles de gestion déduites de ces données qui sont moins précises que celles issues de l'analyse des données enregistrées à la station hydrométrique de Saulon la Rue.

Rappelons toutefois que comme pour le travail d'analyse réalisé sur les données de Saulon la Rue, les règles de gestion identifiées ici doivent être considérées avec prudence : elles ont été déduites de données influencées par les prélèvements et pour des ordres de grandeur de prélèvements très éloignés de celui proposé comme volume prélevable annuel.

3.2.3 Données climatologiques

Il a paru intéressant d'essayer d'approcher une éventuelle relation entre données climatologiques et les étiages estivaux.

Pour ce faire nous avons défini un indicateur climatique de la façon suivante :

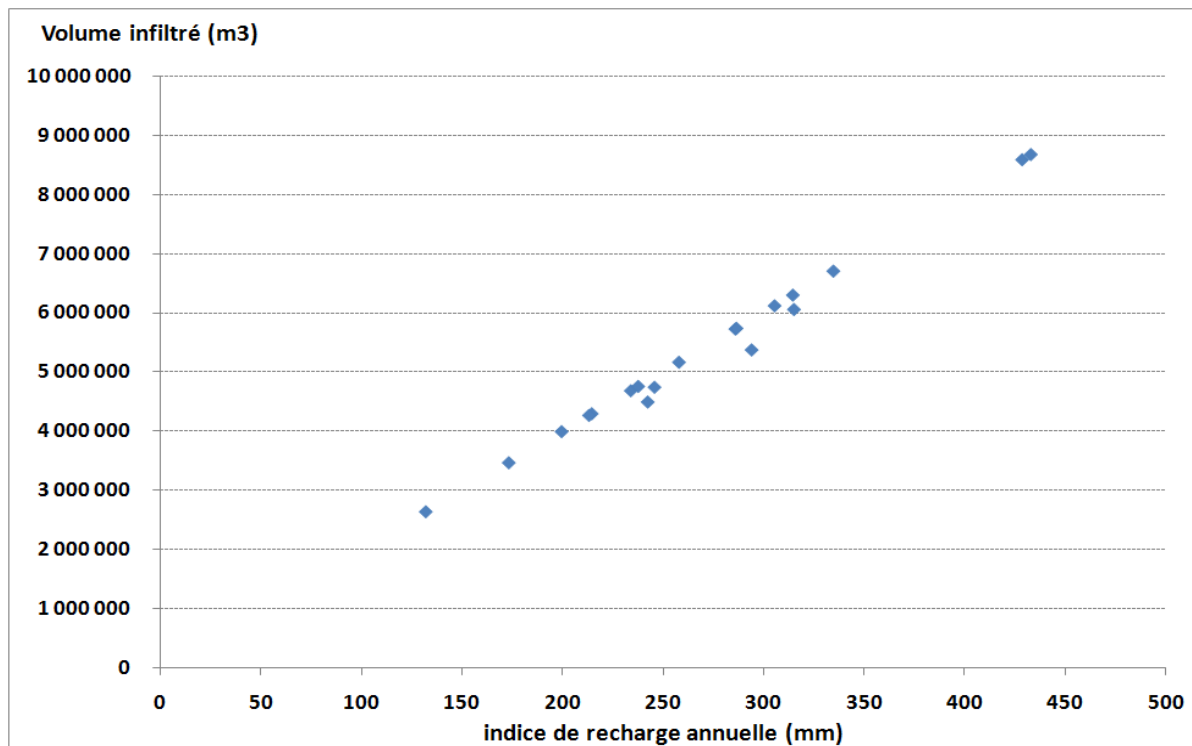
- ▶ Pour l'impluvium de la nappe hors secteur urbanisé (environ 16 km²) : calcul de la pluie efficace comme la somme des différences positives entre les moyennes mensuelles de pluviométrie et d'ETP à la station de Dijon Longvic. Puis application d'un facteur 0.8 pour estimer l'infiltration efficace.
- ▶ Pour l'impluvium de la nappe en secteur urbanisé (environ 8 km²) : calcul de la pluie efficace comme la somme des différences positives entre les moyennes mensuelles de pluviométrie et d'ETP à la station de Dijon Longvic. Puis application d'un facteur 0.4 pour estimer l'infiltration efficace.
- ▶ Pour l'impluvium du karst contributif aux venues sous alluviales (environ 6 km²) : calcul de la pluie efficace comme la somme des différences positives entre les moyennes mensuelles de pluviométrie et d'ETP à la station de Détain. Puis application des facteurs suivants pour estimer l'infiltration efficace : si $P < 100$ mm $ci=0.7$, si $100 < P < 200$ mm $ci=0.6$, si $P > 200$ mm $ci=0.5$.

Tous les facteurs (surface contributive, coefficients d'infiltration) correspondent aux facteurs déterminés lors de la phase de calage du modèle.

On peut ainsi estimer 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 mai) :

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

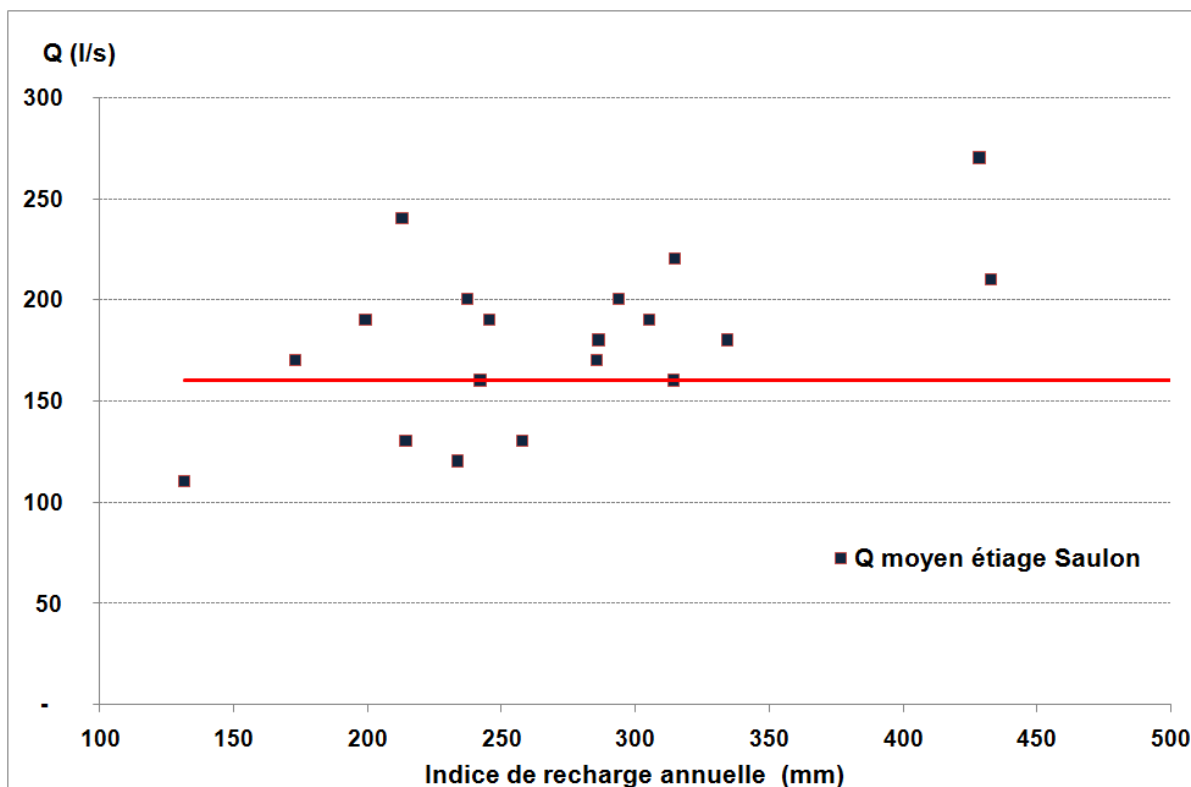
Figure 21 : Relation entre l'indice annuel de recharge et les volumes infiltrés annuels par recharge directe de la nappe.



Cet indice traduit bien le volume infiltré par infiltration "directe" dans la nappe. On observe que ce volume annuel varie généralement de 4 à 6 Mm³ mais qu'il peut présenter des maxima ou des minima plus importants en cas d'extrêmes climatiques.

On peut alors définir un couple (Indice climatique, Etiage max) pour chaque année:

Figure 22 : Relation entre les débits d'étiage à Saulon et les indices annuels de recharge.



Les corrélations linéaires sont faibles à moyenne :

- ▶ Pour les données d'étiage de Saulon, $r^2=0.32$
- ▶ Pour les données de Féney, $r^2=0.55$

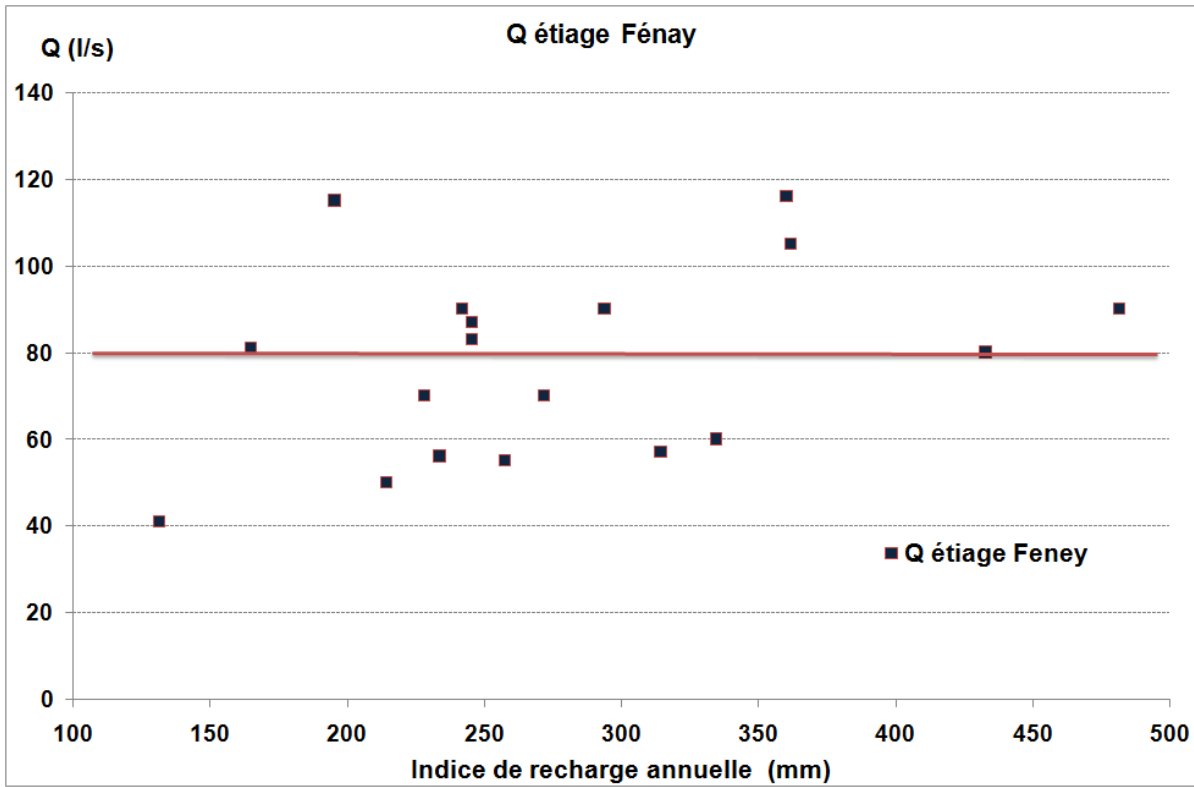
Et la relation indice climatique - débit d'étiage n'est pas univoque.

Ceci s'explique par les mêmes arguments récurrents : brouillage du signal enregistré à la station hydrométrique de Saulon la Rue par les eaux de pluie, données influencées par les prélèvements.

On peut cependant observer que les étiages remarquables (Q Saulon <160 l/s ou Q Féney <80 l/s) ne seront observés que pour la condition suivante :

- ▶ Indice recharge annuel <340 mm.

Figure 23 : Relation entre les débits d'étiage à Féney et les indices annuels de recharge.



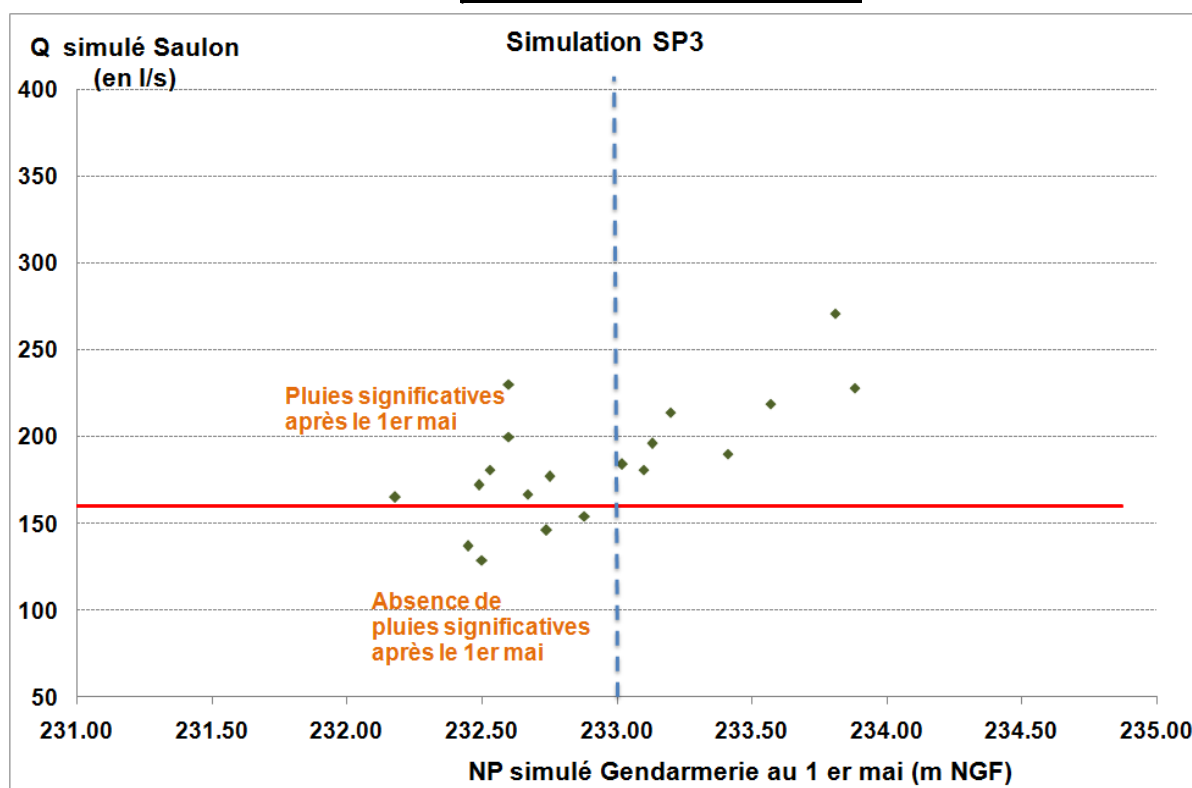
3.3 EXPLOITATION DES SIMULATIONS CONDITIONNELLES

L'exploitation des simulations est importante car elle permet de travailler sur des comportements hydrogéologiques pour des politiques de prélèvements "harmonisées" (même prélèvement annuel). On s'affranchit ainsi de la variabilité sur les données introduite par des niveaux de prélèvements variables d'une année sur l'autre.

3.3.1 Niveaux piézométriques et débits simulés

La figure ci-dessous présente les débits d'étiage simulés, en fonction du niveau piézométrique simulé le 1er mai sur le piézomètre Gendarmerie (données allant de janvier 1990 à décembre 2008), et ce pour la simulation de référence (SP3 avec 7 millions de m³ de prélèvement annuel).

Figure 24 : Relation entre les débits d'étiage simulés à Saulon et les niveaux piézométriques au piézomètre Gendarmerie au 1er mai.



Notons que les données simulées semblent plus dispersées que pour les données mesurées sur la station hydrométrique de Saulon la Rue.

On constate une corrélation linéaire moyenne ($r^2=0.58$). Ceci est lié à la "disparition" des prélèvements forts des années 1990 qui permettaient de mettre en évidence des comportements extrêmes. L'effet des pluies estivales et printanières est d'autant plus important. En effet, rappelons que le débit délivré par la nappe n'est qu'une composante du débit mesuré à Saulon la Rue :

$$Q \text{ mesuré} = Q \text{ ruissellement} + Q \text{ souterrain}$$

Malgré ces imprécisions, l'observation de cette distribution permet de proposer la relation suivante :

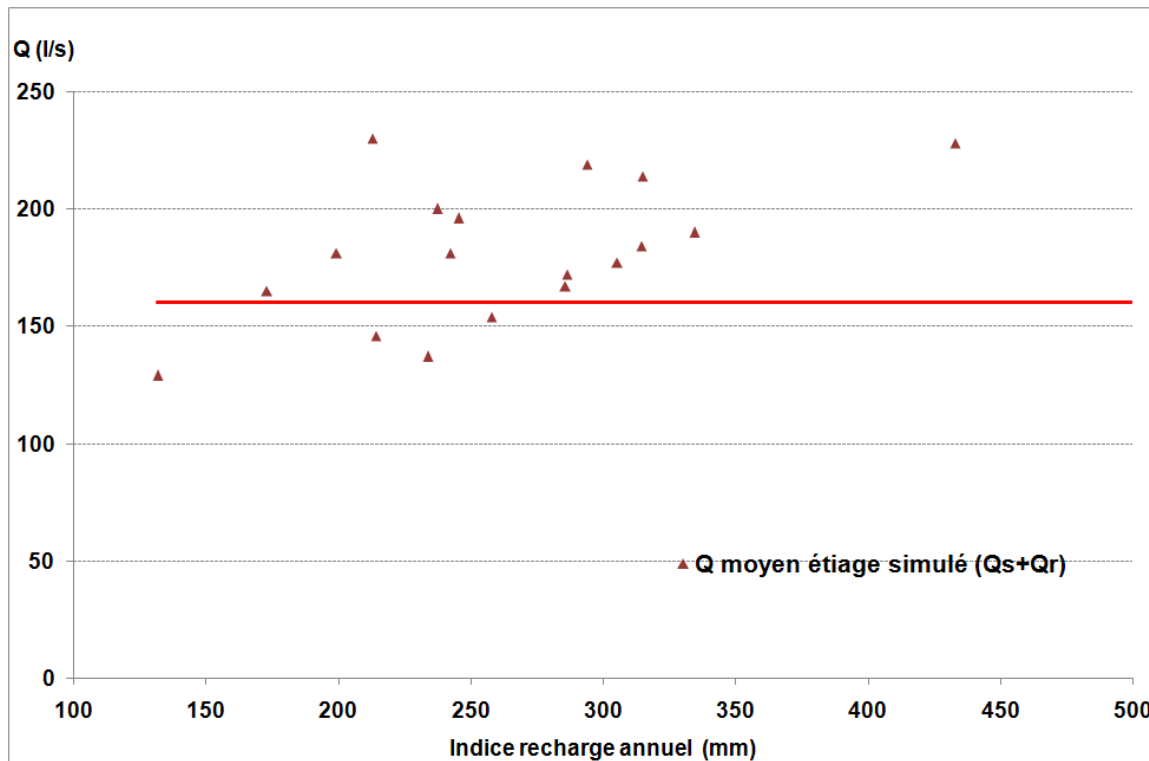
- ▶ Si le NP au 1er mai est inférieur à 233 m NGF, il est probable que l'on observe des étiages sévères.

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

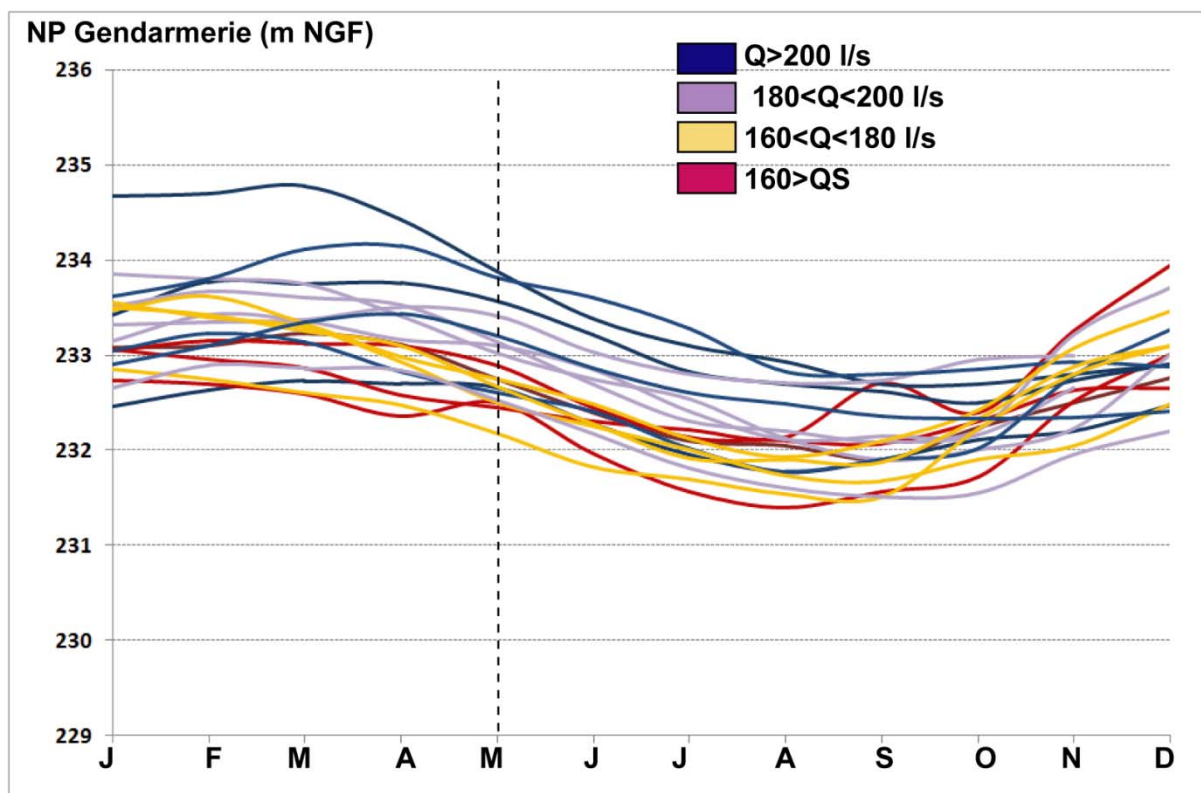
Comme pour les données mesurées sur la station hydrométrique de Saulon la Rue, nous avons essayé de déterminer des indicateurs de gestion piézométriques en reportant les chroniques piézométriques annuelles simulées sur un même fond graphique.

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.

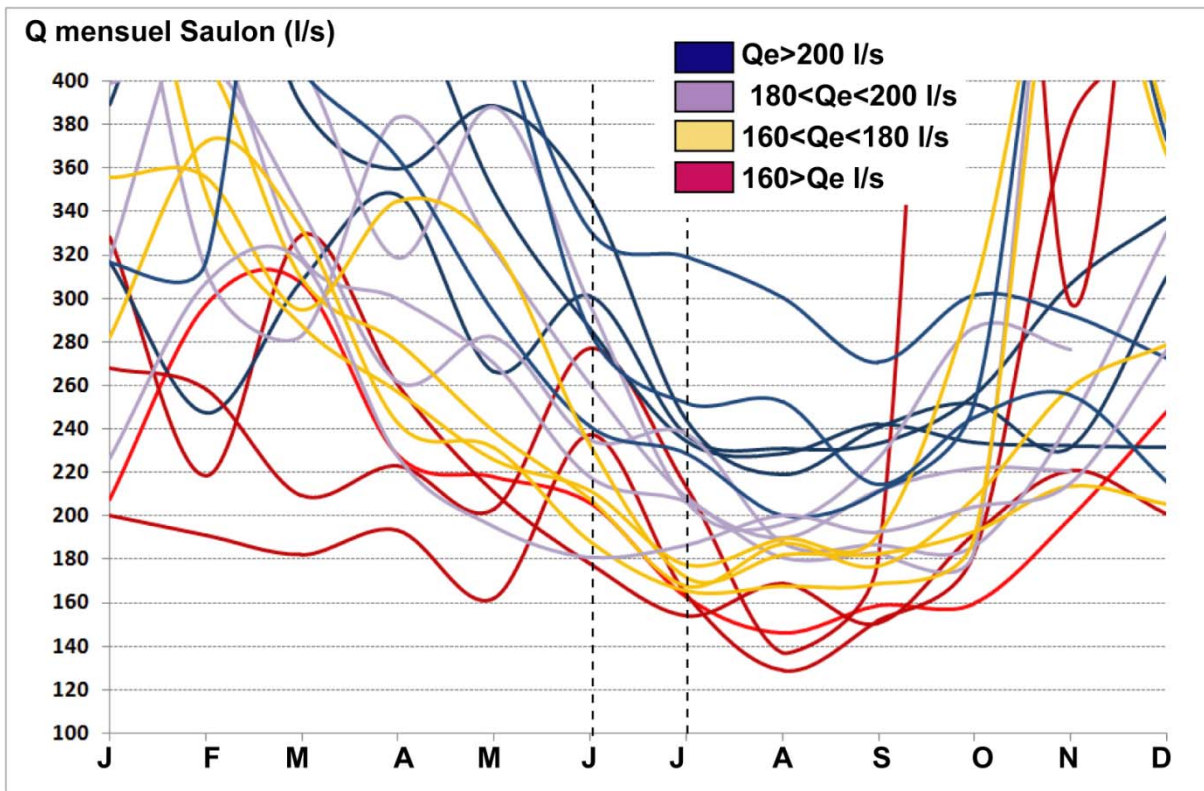
On observe une différence notable entre chroniques mesurées et chroniques simulées : l'étiage apparaît avec un retard d'environ un mois dans le système réel (étiage en septembre) par rapport au système modélisé (étiage en août). A ce sujet, rappelons les éléments suivants :

- ▶ 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 :

Figure 27 : Distribution des débits mensuels simulés (SP3), en fonction des débits d'étiage simulés sur la station hydrométrique de Saulon la Rue.



On peut déterminer les relations suivantes :

- ▶ Si le débit mensuel moyen enregistré au 1er juin est inférieur à 280 l/s, il est possible mais non certain d'aller vers un étiage sévère.
- ▶ Si le débit mensuel moyen enregistré au 1er juillet est inférieur à 220 l/s, il est possible mais non certain d'aller vers un étiage sévère.

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.

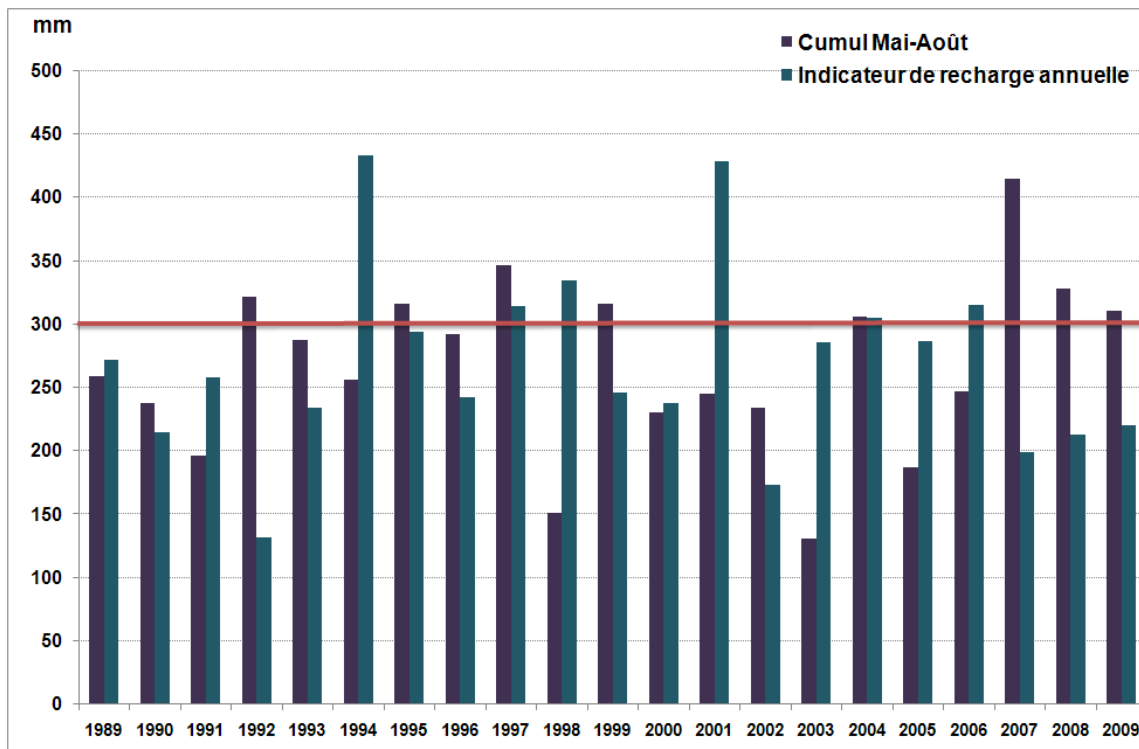
Nous avons exploré l'influence de la recharge sur les débits d'étiage.

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.