



SMOA

*Modélisation de la nappe de la craie
et schéma de régulation
des prélèvements en eau*

- Rapport de phase 4 -



Hydratec
42-52 Quai de la Rapée
CS 71230
75583 Paris cedex 12

Tél : 01.82.51.62.42
Fax : 01.82.51.24.39
Hydra@hydra.setec.fr

Réf : 24537 NVC/ MCR / DYR
Date : Juillet 2011
Version Juillet 2011

Cette 4^{ème} phase de l'étude de la modélisation de la nappe de la craie a pour objectif de définir le Volume Maximum Prélevable Objectif (VMPO) sur le bassin versant du SAGE Oise Aronde. D'après l'analyse réalisée au cours de la présente étude, il s'avère que le territoire du SAGE peut être découpé en 3 sous bassins versant au fonctionnement hydrogéologique indépendants :

- le sous bassin versant de l'Aronde,
- le sous bassin versant des marais de Sacy
- le sous bassin versant de l'Oise, exclusif du sous bassin versant des marais de Sacy.

Sur le sous bassin versant de l'Oise, les phases précédentes permettent de conclure sur la non nécessité de mettre en place un plan de gestion de la nappe. Ainsi, la démarche de définition du Volume Maximum Prélevable Objectif (VMPO) est menée sur le sous bassin versant des marais de Sacy et celui de l'Aronde.

Pour déterminer le VMPO, la première étape consiste à identifier des seuils de gestion conformes à la réglementation existante en deçà desquels il existe un risque de dégradation du milieu.

Sur le bassin versant de l'Aronde, des seuils de gestion sont définis sur la station limnimétrique de Clairoux. Ces seuils sont définis statistiquement et révisés tous les ans. Ces seuils sont validés par l'analyse de la fonctionnalité des milieux aquatiques amont de l'Aronde.

Des seuils ont été recherchés sur la partie amont du bassin versant de l'Aronde, la station limnimétrique d'Arsonval a été retenue. Des seuils de gestion sont définis sur cette station, compte tenu de la présence de frayères fonctionnelles juste en aval. Cependant, les enregistrements à la station d'Arsonval étant récents, nous n'utiliserons pas cette station pour la définition du VMPO.

Sur le bassin de Sacy, il n'est pas possible de définir des seuils de gestion sur les eaux de surface. Le piézomètre du réseau patrimonial 01045X0015 a été retenu pour définir les seuils de gestion des niveaux piézométriques de façon statistique.

La seconde étape, consiste à trouver le volume de prélèvement sur chaque bassin versant permettant de respecter les seuils de gestion pour un événement de sécheresse quinquennale (seuil d'alerte de l'arrêté de sécheresse).

Le modèle de gestion de la nappe de la craie, construit au cours des phases précédentes a été exploité afin de tester des modifications du volume de prélèvement sur chaque bassin versant. La lecture des résultats s'organise en mesurant la durée de dépassement des seuils de gestion.

Le VMPO correspond à la simulation respectant le seuil d'alerte.

Sur le sous bassin versant de l'Aronde, le VMPO est de 5 064 000 m³ par an.

Sur le sous bassin versant de Sacy, le VMPO est de 1 175 000 m³ par an.

Ces volumes objectifs nécessitent de réduire les prélèvements actuels. Des pistes de réflexion ont été explorées pour permettre d'atteindre les VMPO.

1	INTRODUCTION	5
2	APPROCHE REGLEMENTAIRE	6
2.1	TEXTES DE LOI : CODE DE L'ENVIRONNEMENT, CIRCULAIRES, ARRETES	6
2.1.1	<i>Circulaire du 30 juin 2008</i>	6
2.1.2	<i>Arrêté du 17 mars 2006 modifié par l'arrêté du 27 janvier 2009</i>	7
2.2	METHODOLOGIE RETENUE PAR L'ARRETE CADRE DE BASSIN 2010 POUR LA DEFINITION DES DEBITS SEUILS	9
2.3	SDAGE SEINE NORMANDIE 2010-2015	11
2.4	LES DISPOSITIONS DU SAGE OISE-ARONDE	14
3	RECHERCHE DE SEUILS DE GESTION	16
3.1	DEFINITION ACTUELLE DES SEUILS DE GESTION (CF. RAPPORT DE PHASE 1)	16
3.2	RECHERCHE D'UNE STATION SUPPLEMENTAIRE POUR LA DEFINITION DES DEBITS SEUILS SUR L'ARONDE	18
3.2.1	<i>Identification des zones de frayères</i>	18
3.2.2	<i>Fonctionnement hydraulique des frayères</i>	19
3.2.3	<i>Définition des seuils de gestion</i>	22
3.3	DEFINITION DES SEUILS DE GESTION SUR LE BASSIN VERSANT DES MARAIS DE SACY	27
3.3.1	<i>Recherche d'une station de mesure</i>	27
3.3.2	<i>Historique des sécheresses</i>	28
3.3.3	<i>Définition des valeurs seuils</i>	28
3.4	COMPARAISON DU CALAGE DU MODELE AVEC LES MESURES RECENTES	30
4	PROPOSITION DE VOLUME MAXIMUM PRELEVABLE OBJECTIF (VMPO)	33
4.1	METHODOLOGIE POUR L'ARONDE ET LE MARAIS DE SACY	33
4.2	SIMULATIONS REALISEES	34
4.3	BASSIN VERSANT DES MARAIS DE SACY	35
4.4	BASSIN VERSANT DE L'ARONDE	37
4.5	CAS PARTICULIER : BASSIN VERSANT DE L'ARONDE A ARSONVAL	39
5	SIMULATIONS SUPPLEMENTAIRES POUR L'ATTEINTE DU VOLUME MOBILISABLE	41
5.1	BASSIN VERSANT DE L'ARONDE : CONVERSION D'UNE PRISE D'EAU SUPERFICIELLE EN PRELEVEMENT SOUTERRAIN	42
5.2	BASSIN VERSANT DE L'ARONDE : ELOIGNEMENT DES PUIITS PRELEVANT DANS LA VALLEE DE L'ARONDE	43
5.3	BASSIN VERSANT DE L'ARONDE : RETENUES DE SUBSTITUTION	43
5.4	BASSIN VERSANT DE SACY : COLMATAGE DE PUIITS ARTESIENS	46
6	FICHES OBJECTIF DU SAGE	48

Liste des Annexes

Annexe 1: Calcul des lois hauteur-vitesse moyenne-débit sur les différents profils en travers levés au niveau des frayères	50
Annexe 2: Statistiques au piézomètre de Sacy	51
Annexe 3: Scénarios de sollicitation de la nappe aux points de calage du modèle Oise Aronde	52
Annexe 4: Scénarios de sollicitation de la nappe à Arsonval	70
Annexe 5 : Simulations supplémentaires	80

Liste des Figures

Figure 1: Localisation des assecs enregistrés par l'ONEMA (extrait Phase 1)	18
Figure 2 : Localisation des frayères identifiées par l'ONEMA	20
Figure 3 : Comparaison des débits mesurés à Arsonval (Gournay) et Clairoix	22
Figure 4: Débits seuils minimum des preferendums des frayères de Montmartin	24
Figure 5 : Comparaison des débits seuils de gestion et des mesures en 2009 à Arsonval	25
Figure 6 : Comparaison des débits seuils de gestion et des mesures de 2006 à 2010 à Clairoix	26
Figure 7 : Chroniques piézométriques en 01045X0015/S1 et dans le marais	27
Figure 8: Seuils minimums au piézomètre de SACY	29
Figure 9 : Comparaison des débits mesurés et calculés à Arsonval sur la période 2008-2010	30
Figure 10 : Comparaison des débits mesurés et calculés à Clairoix sur la période 2006-2010	31
Figure 11 : Vérification du calage sur le piézomètre 01045X0015 du SIE à Sacy-le-Grand sur la période du 01/09/2006 au 01/05/2010	32
Figure 12 : débit de l'Aronde à la station de Gournay/Aronde	42
Figure 13 : Impact piézométrique (état final – état initial) sur le sous-bassin versant de l'Aronde	44
Figure 14 : Comparaison des cotes piézométrique en 01041X0051 en première année sèche quinquennale avec et sans stockage	45
Figure 15 : Localisation des puits artésiens à colmater	47
Figure 16 : Impact piézométrique (état final – état initial) sur le sous-bassin versant de Sacy	47

Liste des tableaux

Tableau 1 : Seuils de l'arrêté cadre sécheresse 2008 pour les bassins Aronde et Oise-Aisne	16
Tableau 2: Hauteurs et vitesses correspondants à des preferendums de fonctionnement d'une frayère (source Cemagref)	19
Tableau 3 : Débits de fonctionnement optimum des frayères	21
Tableau 4 : Transposition des débits seuils de Clairoix à Arsonval	23
Tableau 5 : Comparaison des débits seuils d'Arsonval en novembre et des débits de preferendums des frayères	24
Tableau 6: statistiques des niveaux de la nappe de la craie à SACY	28
Tableau 7: Seuils piézométriques à Sacy le Grand	29
Tableau 8 : Dépassements observés des seuils statistiques à Sacy	35
Tableau 9 : Dépassements observés des seuils statistiques à Clairoix	37
Tableau 10 : Dépassements observés à Arsonval des seuils biologiques	39
Tableau 11 : Dépassements observés des seuils statistiques à Clairoix	45
Tableau 12 : Dépassements observés des seuils statistiques à Sacy	48

1 INTRODUCTION

Cette phase a pour objet de définir les règles de gestion des volumes sur le bassin versant du SAGE.

Dans ce qui suit nous rappelons le cadre réglementaire et juridique qui encadre cette démarche, issue des dispositions du SAGE Oise-Aronde.

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Oise-Aronde est un document qui fixe les objectifs d'utilisation, de mise en valeur, de protection quantitative et qualitative de la ressource en eau. Il est aussi un outil qui doit permettre d'atteindre le bon état des milieux aquatiques imposé par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE).

La Commission Locale de l'Eau (CLE), a souhaité, devant le constat d'assecs importants sur l'Aronde (en 1998 ; 2003 ; 2005) en particulier, d'une part que le classement en ZRE soit prononcé pour son territoire, et d'autre part que soit engagée cette étude de modélisation de la nappe de la Craie afin de satisfaire la coexistence normale entre les usages sur la ressource et le bon fonctionnement des milieux aquatiques.

Le présent rapport s'organise de la façon suivante :

- ↳ Approche réglementaire, notions de valeurs seuils et règles de gestion des prélèvements en période déficitaire
- ↳ Définition statistique et hydrobiologique des seuils sur l'Aronde et sur Sacy
- ↳ Compréhension de la sensibilité des milieux en fonction des seuils au prélèvement, proposition de volume disponible.

2 APPROCHE REGLEMENTAIRE

2.1 TEXTES DE LOI : CODE DE L'ENVIRONNEMENT, CIRCULAIRES, ARRETES

2.1.1 Circulaire du 30 juin 2008

L'article **L. 211-3 du code de l'environnement** et le **décret d'application 2007-1381 du 24 septembre 2007** prévoit la mise en œuvre de programme de résorption des déséquilibres entre besoins et ressources en eau et d'une gestion collective des prélèvements d'irrigation par la création des organismes uniques.

La **circulaire du 30/06/08** précise les termes de cette mise en œuvre :

« Dans le cadre de la mise en œuvre de la directive-cadre sur l'eau (DCE), il n'est plus envisageable de continuer, pour la gestion des aspects quantitatifs, d'utiliser les modalités de gestion de crise instituées par le décret n° 92-1041 du 24 septembre 1992 (art. R. 211- 66 à 70 du code de l'environnement), alors même que l'application de ces modalités ne doit être envisagée que lors d'épisodes climatiques exceptionnels. Dans le cas général, une ressource en eau fait l'objet d'une gestion quantitative équilibrée lorsque, statistiquement, huit années sur dix en moyenne, les volumes et débits maximums autorisés ou déclarés dans cette ressource, quels qu'en soient leurs usages (irrigation, alimentation en eau potable...), peuvent en totalité être prélevés dans celle-ci tout en garantissant le bon fonctionnement des milieux aquatiques correspondants. La garantie de bon fonctionnement peut, lorsqu'ils existent, s'observer par le respect des débits ou niveaux piézométriques d'objectifs, le cas échéant inscrits sous forme de débit d'objectif d'étiage (DOE) ou de piézométrie d'objectif d'étiage (POE) dans les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) ou les schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE).

...

Sur les bassins munis de SAGE approuvé, les CLE pourront répartir les volumes prélevables entre les usages. En l'absence d'une telle proposition, le comité de pilotage, institué pour l'évaluation des volumes prélevables, pourra proposer au préfet coordonnateur de bassin un projet de répartition entre les usages.

....

J'attire votre attention sur les conséquences en ZRE de l'interdiction du recours aux autorisations temporaires pour les prélèvements destinés à l'irrigation à partir de 2011 : les irrigants, recourant aux autorisations temporaires, en l'absence d'organisme unique (au sens de l'art. L. 211-3-II.6 du code de l'environnement), devront déposer une demande individuelle d'autorisation permanente de prélèvement. Il ne sera possible d'autoriser les prélèvements que jusqu'à concurrence du volume prélevable par l'irrigation préalablement défini. Un certain nombre d'irrigants risquant de ne pas pouvoir obtenir satisfaction de ce fait par application de la règle premier demandeur/premier servi », règle probablement inéquitable, un outil spécifique à l'irrigation a été introduit.

...

Pour traiter les bassins où le déficit est particulièrement lié à l'agriculture, la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 a prévu un dispositif qui a pour objectif de promouvoir et de bâtir une gestion collective structurée, permettant une meilleure répartition qu'actuellement entre irrigants d'une ressource disponible mais limitée.

Ce dispositif, explicité par le décret n° 2007-1381 du 24 septembre 2007 (art. R. 211-111 à 211-117 et R. 214-31-1 à 5), vise à favoriser une gestion collective des ressources en eau sur un périmètre hydrologique et/ou hydrogéologique cohérent. Il s'agit notamment de confier la répartition des volumes d'eau d'irrigation à un organisme unique (OU), personne morale de droit public ou de droit privé, qui par sa désignation représente

les irrigants sur un périmètre déterminé adapté. L'autorisation de prélèvement d'eau pour l'irrigation, sur le périmètre concerné, est délivrée à cet organisme unique.

Seuls sont concernés les prélèvements pour l'irrigation à des fins agricoles, à l'exception des prélèvements domestiques. Les autorisations de prélèvements « mixtes » (c'est-à-dire irrigation et un autre usage) sont concernées pour la seule part irrigation.

Outre que ce mode de gestion constitue un outil novateur pour les prélèvements d'irrigation, sa mise en œuvre vise à :

- faire réaliser dans les zones déficitaires des documents d'incidences portant sur l'intégralité des prélèvements et non plus faire procéder, au coup par coup, à l'étude de l'incidence de chaque prélèvement individuel ;
- adapter les volumes autorisés pour l'irrigation aux volumes susceptibles d'être prélevés par l'irrigation.

Le volume susceptible d'être prélevé par l'irrigation est une part du volume prélevable, tous usages confondus. Il peut être fixé par le règlement d'un SAGE.

... »

2.1.2 Arrêté du 17 mars 2006 modifié par l'arrêté du 27 janvier 2009

Ces textes méthodologiques pour l'actualisation des SDAGE, encadrent la détermination des objectifs quantitatifs au niveau des points nodaux et donnent la signification des seuils.

Article 6 de l'arrêté du 17 mars 2006 (Arrêté du 27 janvier 2009, article 4)

I. Pour les eaux de surface, le tableau de synthèse mentionné à l'article 5 ci-dessus précise pour chaque masse d'eau l'objectif retenu, en distinguant l'état, l'état chimique et l'état écologique. Il mentionne les raisons justifiant les classements en masses d'eau fortement modifiées ou artificielles, les reports d'échéance et les définitions d'objectifs dérogatoires mentionnés au 2° du IV, au V et au VI de l'article L. 212-1. Le modèle de tableau à utiliser est présenté à l'annexe du présent arrêté.

Les éléments cartographiques comprennent :

1. Une carte présentant les objectifs d'état écologique des masses d'eaux de surface continentales, estuariennes et maritimes dans la limite d'un mille nautique au-delà de la ligne de base ;
2. Une carte présentant les objectifs d'état chimique des masses d'eaux de surface continentales, estuariennes et maritimes dans la limite des eaux territoriales ;
3. Une carte présentant les objectifs d'état des masses d'eaux de surface.

" II. Les objectifs de quantité en période d'étiage sont définis aux principaux points de confluence du bassin et autres points stratégiques pour la gestion de la ressource en eau appelés points nodaux. Ils sont constitués, d'une part, de débits de crise en dessous desquels seuls les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaits, d'autre part, dans les zones du bassin où un déficit chronique est constaté, de débits objectifs d'étiage permettant de satisfaire l'ensemble des usages en moyenne huit années sur dix et d'atteindre le bon état des eaux. "

Article 7 de l'arrêté du 17 mars 2006 (Arrêté du 27 janvier 2009, article 3)

Pour les eaux souterraines, le tableau de synthèse mentionné à l'article 5 ci-dessus précise pour chaque masse d'eau l'objectif retenu, en distinguant l'état, l'état chimique et l'état quantitatif. Il mentionne les raisons justifiant les reports d'échéance et les définitions d'objectifs dérogatoires mentionnés aux V et VI de l'article L. 212-1. Le modèle de tableau à utiliser est présenté à l'annexe du présent arrêté.

" Le rapport mentionné au 8° du II de l'article 1er résume :

1° La manière d'établir les valeurs seuils au niveau local, et notamment :

- a) La relation entre les masses d'eau souterraine et les eaux de surface associées et les écosystèmes terrestres directement dépendants
- b) Les entraves aux utilisations ou fonctions légitimes, présentes ou à venir, des eaux souterraines ;
- c) Tous les polluants caractérisant les masses d'eau souterraine comme étant à risque ;
- d) Les caractéristiques hydrogéologiques et le fond géochimique ;
- e) Toute information pertinente sur la toxicologie, l'écotoxicologie, la persistance, le potentiel de bioaccumulation et le profil de dispersion des polluants.

2° La procédure d'évaluation de l'état chimique des eaux souterraines et de la manière dont les dépassements des valeurs seuils constatés en certains points de surveillance ont été pris en compte dans l'évaluation finale.

Il est notamment indiqué :

- a) Le nombre de masses d'eau souterraine à risque ;
- b) La taille des masses d'eau à risque ;
- c) Les critères caractérisant une masse d'eau comme étant à risque ;
- d) La relation entre les normes de qualité environnementale et, d'une part, le fond géochimique, d'autre part, les objectifs de qualité environnementale et les autres normes de qualité.

3° La manière dont l'évaluation de tendance a contribué à établir que les masses d'eau souterraine subissent d'une manière significative et durable une tendance à la hausse des concentrations d'un polluant.

4° Sur la base de la tendance identifiée et des risques environnementaux associés à cette tendance, les raisons sous-tendant les points de départ de la mise en œuvre de mesures visant à inverser une tendance significative et durable à la hausse.

5° Si nécessaire, concernant l'impact des panaches de pollution, les résultats des évaluations de tendance supplémentaires pour les polluants identifiés. "

Les éléments cartographiques comprennent :

1. Une carte présentant les objectifs d'état quantitatif et identifiant les masses d'eau de surface dont la réalimentation par les eaux souterraines est essentielle pour le maintien de leur état écologique. Dans les zones de répartition des eaux cette carte est déclinée soit en niveaux piézométriques de crise en dessous desquels seuls l'alimentation en eau potable et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaits, soit en volumes maximum prélevables ;
2. Une carte présentant les objectifs d'état chimique ;
3. Une carte présentant les objectifs d'état des masses d'eau souterraines.

Les points de modification de cet arrêté par celui de janvier 2009 sont les suivants :

Article 3 de l'arrêté du 27 janvier 2009

Après le premier alinéa de l'article 7 de l'arrêté du 17 mars 2006 susvisé, sont insérées les dispositions suivantes :

" Le rapport mentionné au 8° du II de l'article 1er résume :

1° La manière d'établir les valeurs seuils au niveau local, et notamment :

- a) La relation entre les masses d'eau souterraine et les eaux de surface associées et les écosystèmes terrestres directement dépendants ;
- b) Les entraves aux utilisations ou fonctions légitimes, présentes ou à venir, des eaux souterraines ;
- c) Tous les polluants caractérisant les masses d'eau souterraine comme étant à risque ;
- d) Les caractéristiques hydrogéologiques et le fond géochimique ;
- e) Toute information pertinente sur la toxicologie, l'écotoxicologie, la persistance, le potentiel de bioaccumulation et le profil de dispersion des polluants.

2° La procédure d'évaluation de l'état chimique des eaux souterraines et de la manière dont les dépassements des valeurs seuils constatés en certains points de surveillance ont été pris en compte dans l'évaluation finale.

Il est notamment indiqué :

- a) Le nombre de masses d'eau souterraine à risque ;
- b) La taille des masses d'eau à risque ;
- c) les critères caractérisant une masse d'eau comme étant à risque ;
- d) La relation entre les normes de qualité environnementale et, d'une part, le fond géochimique, d'autre part, les objectifs de qualité environnementale et les autres normes de qualité.

3° La manière dont l'évaluation de tendance a contribué à établir que les masses d'eau souterraine subissent d'une manière significative et durable une tendance à la hausse des concentrations d'un polluant.

4° Sur la base de la tendance identifiée et des risques environnementaux associés à cette tendance, les raisons sous-tendant les points de départ de la mise en œuvre de mesures visant à inverser une tendance significative et durable à la hausse.

5° Si nécessaire, concernant l'impact des panaches de pollution, les résultats des évaluations de tendance supplémentaires pour les polluants identifiés. "

Article 4 de l'arrêté du 27 janvier 2009

Le II de l'article 6 de l'arrêté du 17 mars 2006 susvisé est remplacé par les dispositions suivantes :

" II. Les objectifs de quantité en période d'étiage sont définis aux principaux points de confluence du bassin et autres points stratégiques pour la gestion de la ressource en eau appelés points nodaux. Ils sont constitués, d'une part, de débits de crise en dessous desquels seuls les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaits, d'autre part, dans les zones du bassin où un déficit chronique est constaté, de débits objectifs d'étiage permettant de satisfaire l'ensemble des usages en moyenne huit années sur dix et d'atteindre le bon état des eaux. "

2.1.3 Circulaire du 03 août 2010 relative à la résorption des déséquilibres quantitatifs en matière de prélèvements d'eau et gestion collective des prélèvements d'irrigation dans les bassins où l'écart entre le volume prélevé en année quinquennale sèche et le volume prélevable est supérieur à un seuil de l'ordre de 30%

Se reporter à la circulaire.

2.2 METHODOLOGIE RETENUE PAR L'ARRETE CADRE DE BASSIN 2010 POUR LA DEFINITION DES DEBITS SEUILS

Cette méthode correspond à des notions de seuils pour l'échelle des grands bassins versants de l'Agence de l'eau Seine-Normandie. Localement ces règles sont ajustées par département, selon les articles 6 et 7 de l'arrêté concernant la détermination des seuils quantitatifs aux points nodaux.

Les éléments de calcul de ces seuils sont l'objet de l'annexe 1 de ce texte, « Méthodologie de détermination des seuils ». Nous en indiquons les traits essentiels ci-après.

La variable de suivi :

Elle est choisie de manière à lisser suffisamment les variations journalières des débits et à intégrer une forme de temporisation de 3 à 7 jours.

La variable de suivi est donc :

- égale au **VCN3** = débit moyen minimum sur trois jours consécutifs pour une période donnée ;
- calculée **toutes les deux semaines** : dès lors que le bulletin de situation hydrologique (BSH) mensuel a mis en évidence une situation de Vigilance sur au moins une station de suivi, un suivi toutes les deux semaines est réalisé ;
- calculée sur la période des **15 derniers jours**.

La **date du jour** auquel la variable de suivi a atteint la valeur indicatrice doit être indiquée dans le bulletin de situation hydrologique.

Détermination des seuils :

A priori, **4 seuils** sont systématiquement déterminés sur chaque station :

- seuil de vigilance ;
- seuil d'alerte ;
- seuil de crise ;
- seuil de crise renforcée.

La méthode de détermination de ces seuils est précisée ci-dessous.

Cette méthode vise principalement à homogénéiser l'appréciation de la gravité de la situation hydrologique sur le bassin et à s'assurer de la progressivité effective des mesures prises.

Lorsque les valeurs de ces 4 seuils pour une station de suivi sont telles qu'il est probable que deux seuils successifs peuvent être franchis d'un bulletin à l'autre, le dispositif passe, pour la station, **de 4 seuils à 3 seuils** (le seuil d'Alerte peut être abandonné au profit du seul seuil de Crise et la Vigilance peut donner lieu à des mesures d'économie d'eau).

Le seuil de Vigilance :

Ce seuil est choisi de manière à anticiper correctement l'éventuel décrochement d'une station hydrométrique, c'est-à-dire, à commencer à communiquer sur l'éventualité de la pénurie et d'une restriction des usages avant d'entrer dans la Crise.

Il doit donc être suffisamment éloigné du seuil de Crise Renforcée.

Il correspond en règle générale au VCN3 de période de retour 2 ans.

Il permet également de déclencher le suivi toutes les deux semaines : dès qu'au moins une des stations suivies voit son VCN3[15] franchir le seuil de Vigilance à l'occasion du bulletin de situation hydrologique mensuel, toutes les stations passent à un suivi toutes les deux semaines.

Les seuils d'Alerte et de Crise :

Ces seuils sont des seuils intermédiaires choisis pour assurer une certaine progressivité dans la prise de mesures de restrictions.

Ces seuils correspondent, en règle générale, au **VCN3 de période de retour respectivement 5 ans et 10 ans**.

Ils doivent toutefois répondre à une **exigence de délai moyen de 18 jours** séparant le franchissement de deux seuils successifs, afin d'assurer un laps de temps suffisant pour répercuter pleinement les effets des mesures de restriction progressives sur l'hydrologie du cours d'eau avant de prendre des mesures supplémentaires. Ces 18 jours seront décomptés sur la base d'un ajustement statistique du tarissement(2) à partir des données de la chronique comprise entre le 15 avril et le 15 août des trois années les plus sèches récentes connues : 2003, 2005 et 2006.

Le seuil de Crise Renforcée :

Ce seuil est choisi de manière à protéger le milieu naturel tout en tenant compte de la variabilité hydrologique naturelle du cours d'eau, du minimum historique connu à cette station, de la préservation des usages vitaux ou stratégiques (AEP, centrale nucléaire).

D'une façon générale, le seuil de crise renforcée est pris égal au **VCN3 de période de retour 20 ans** (noté VCN3-20ans). Il appartient à chaque service hydrologique de région de prendre toutes les précautions méthodologiques pour calculer le VCN3-20ans sans les éventuels biais résultant de perturbations anthropiques connues certaines années.

Cependant, pour tenir compte des pratiques régionales antérieures, qui ont notamment pu se fonder sur la référence du 1/10^{ème} du module ou du QMNA5 (pour les cours d'eau de tête de bassin) comme débit minimum biologique de référence, il peut être envisagé de fixer la valeur du seuil de Crise Renforcée égale à cette valeur de débit minimum biologique de référence si elle est supérieure à la valeur du VCN3-20ans.

De même, si la chronique non-biaisée (brute ou reconstituée) ne permet pas de calculer raisonnablement une valeur de VCN3-20ans, il est possible de retenir le débit minimum historique de cette station comme seuil de Crise Renforcée.

Enfin, si des impératifs de fonctionnement des usines de production d'eau potable et autres équipements hautement stratégiques (centrales nucléaires, etc) sont connus, ils peuvent conduire à la fixation d'une valeur de seuil de Crise Renforcée plus forte que le VCN3-20ans.

Dispositif de veille :

Un dispositif de veille peut être mis en place dans chaque département, en accord avec les usagers, afin d'anticiper une tendance déficitaire dès le début de l'année et d'adopter, dès ce moment, des pratiques culturelles et industrielles plus adaptées à une possible pénurie durant l'été.

Il peut, par exemple, consister en un seuil de veille variable chaque mois, tel qu'un VCN3-2ans calculé sur les données du même mois de chaque année de la chronique des mesures disponibles.

2.3 SDAGE SEINE NORMANDIE 2010-2015

Le SDAGE Seine Normandie 2010-2015 a adopté le défi 7 : « Gestion de la rareté de la ressource en eau ». Les dispositions concernant la présente étude sont présentées ci-après.

« Cette gestion vise à assurer l'atteinte de niveaux suffisants dans les nappes ou de débits dans les rivières afin de garantir la survie des espèces aquatiques et le maintien d'usages prioritaires, notamment l'AEP, ainsi qu'un usage partagé et durable de la ressource. [...]

Il faut distinguer **la gestion quantitative préventive de l'eau** qui s'applique sur les masses d'eau en tension quantitative chronique, **de la gestion de crise**.

Dans le premier cas, il s'agit de gérer la ressource en eau de façon continue dans le temps de manière à prévenir la surexploitation (orientations 24, 25 et 26). Dans le second cas (orientation 27), il s'agit de mettre en place un dispositif de restrictions progressives d'usages pour gérer les situations exceptionnelles de sécheresse.

Orientation 23 - Anticiper et prévenir les surexploitations globales ou locales des ressources en eau souterraine

L'état quantitatif d'une eau souterraine est considéré bon lorsque les prélèvements ne dépassent pas la capacité de renouvellement de la ressource disponible et lorsque l'alimentation en eau des écosystèmes aquatiques de surface et des zones humides directement dépendantes est assurée.

Les nappes jouent en effet un rôle primordial dans l'alimentation des rivières durant la période d'étiage. Une part importante des zones humides est également directement liée au niveau des nappes.

Certaines masses d'eau souterraines connaissent des tensions du fait de leur surexploitation, qu'elle soit locale ou globale, qui justifient des mesures de gestion sur le long terme. Les dispositions suivantes s'appliquent sur ces masses d'eau, répertoriées en annexe 4.

Disposition 110 : Définir des volumes maximaux prélevables pour les masses d'eau ou parties de masses d'eau souterraines en mauvais état quantitatif

Lorsque la structure de concertation prévue par la disposition 109 est mise en place, les masses d'eau, ou parties de masses d'eau identifiées dans le tableau de l'annexe 4 font l'objet d'un bilan détaillé en vue de déterminer les limites maximales de prélèvements.

L'impact spécifique des prélèvements pour les productions d'eau potable, industrielles et pour l'irrigation devra être mis en évidence, que ces prélèvements soient permanents ou temporaires. Ces limites sont fixées de manière à ne pas engendrer de baisse interannuelle de la piézométrie susceptible de nuire à la production d'eau potable. Elles garantissent par ailleurs le bon état des eaux de surface et des écosystèmes aquatiques qui leur sont associés. [...]

Ces valeurs tiennent compte des prélèvements actuels et futurs. Une réalimentation de nappe peut y être étudiée afin de prévenir les déficits lors de la période d'étiage.

Disposition 111 : Adapter les prélèvements en eau souterraine dans le respect de l'alimentation des petits cours d'eau et des milieux aquatiques associés

Pour les petits bassins fragilisés par la surexploitation des eaux souterraines, identifiés dans le tableau 5 de l'annexe 4 et la carte 5, l'autorité administrative peut prendre des mesures de diminution de prélèvement en eau de surface et souterraine sur tout ou partie des bassins versants hydrologiques et/ou hydrogéologiques par la modification d'autorisations de prélèvements. Elle peut s'opposer, si nécessaire, à tout prélèvement. Pour ces secteurs fragiles, les autorisations éventuelles prévoient les mesures de suivi et de compensation nécessaires à la préservation des milieux.

[...]

Orientation 26 - Anticiper et prévenir les situations de pénuries chroniques des cours d'eau

Afin d'anticiper et de prévenir les situations de pénuries chroniques des cours d'eau, les SAGE sont les outils de gestion à privilégier.

La présente orientation concerne un certain nombre de cours d'eau ou tronçons de cours d'eau qui font l'objet de situations de pénuries récurrentes entraînant des conflits d'usage ou des assecs prononcés fréquents, sans que la surexploitation des eaux souterraines puisse être directement à l'origine des difficultés. Les causes peuvent être liées :

- à la structure géologique du bassin versant (nappes karstiques ou de faible productivité) ;
- aux pressions sur la ressource (prélèvements intensifs dans les eaux superficielles ou la nappe alluviale, dérivation ou transferts de bassin, consommation forte particulièrement en étiage...) ;
- aux aménagements des cours d'eau (drainage, accélération du transit des eaux de ruissellement, rescindement et recalibrage de cours d'eau, rabattement de nappes, extraction de granulats dans les lits mineurs,...).

Pour l'ensemble des dispositions de cette orientation, il est rappelé que l'eau potable est un usage prioritaire et doit faire l'objet d'un traitement particulier.

[...]

Disposition 125 : Gérer les prélèvements dans les cours d'eau et nappes d'accompagnement à forte pression de consommation

Pour les cours d'eau et leurs nappes d'accompagnement dont les consommations en pointe à l'étiage sont supérieures à 20 % du QMNA5 naturel et non soutenus par des ouvrages, l'autorité administrative peut s'opposer aux nouveaux prélèvements. Cette disposition s'applique notamment aux bassins suivants : Superbe, Loing, Avre, Seulles.

Dans le cadre de la concertation prévue à la disposition 123, une répartition des efforts de réduction des prélèvements peut être envisagée afin de permettre le développement de nouvelles activités sans augmentation des volumes globaux prélevés.

Orientation 27 - Améliorer la gestion de crise lors des étiages sévères

Afin d'anticiper d'éventuels problèmes de période d'étiage sévère, chaque préfet de département fixe, en début d'année, des seuils sur les nappes et les cours d'eau à partir desquels des restrictions d'usages progressives et proportionnées s'appliquent.

Ces travaux sont coordonnés au niveau du bassin par un arrêté cadre pris par le préfet coordonnateur de bassin.

Disposition 126 : Développer la cohérence des seuils et les restrictions d'usages lors des étiages sévères

Une concertation au niveau du bassin permet d'assurer la cohérence des arrêtés départementaux, notamment concernant les seuils ainsi que les mesures de restrictions correspondantes.

Il est fortement recommandé que ces arrêtés définissent les 4 seuils suivants :

- **seuil de vigilance** : les campagnes de sensibilisation et d'appel au comportement citoyen sont lancées afin de réduire les utilisations de l'eau qui ne sont pas indispensables. Afin de réduire les risques de pollution, un rappel à la vigilance est fait auprès des principaux sites produisant des rejets polluants. Une surveillance accrue des rejets les plus significatifs est mise en place ;
- **seuil d'alerte** : des efforts coordonnés de restriction et d'interdiction des usages non productifs, doivent être mis en place. Ils correspondent à une réduction d'au moins 30 % des prélèvements en eau de surface et dans les eaux souterraines de la zone où s'appliquent les restrictions (hors AEP) ;
- **seuil de crise** : les restrictions sont renforcées, correspondant à une réduction d'au moins 50 % des prélèvements en eau de surface et dans les eaux souterraines de la zone où s'appliquent les restrictions (hors AEP) ;
- **seuil de crise renforcée** : seuls l'alimentation en eau potable et le respect de la vie biologique sont assurés, tous les usages significatifs non prioritaires sont interdits ; les prélèvements pour l'alimentation en eau potable sont restreints au minimum.

Les mesures de sensibilisation, de surveillance et de limitation des usages de l'eau sont prises de manière progressive à partir de chaque franchissement de seuil.

Disposition 127 : Développer la prise en compte des nappes souterraines dans les arrêtés cadres départementaux sécheresse

Pour assurer une cohérence de gestion et l'efficacité des mesures arrêtées lors des étiages sévères, les arrêtés cadres départementaux prennent en compte les eaux souterraines alimentant les cours d'eau de surface :

- si la nappe alimente un ou plusieurs cours d'eau faisant l'objet de mesures de restrictions, alors les prélèvements dans cette nappe font également l'objet de restrictions. A défaut, l'autorité administrative définit une partie de l'aire d'alimentation, par exemple un périmètre de part et d'autre du cours d'eau, à l'intérieur duquel les prélèvements dans la nappe seront restreints. Ce périmètre est ajusté pour permettre l'efficacité des mesures sur la nappe et la résultante sur le cours d'eau alimenté ;
- des seuils piézométriques de vigilance, alerte, crise et crise renforcée peuvent être définis ainsi que les mesures de restriction d'usage associées au franchissement de ces seuils. »

2.4 LES DISPOSITIONS DU SAGE OISE-ARONDE

Dans son règlement et dans son PAGD, le SAGE OISE-ARONDE qui bénéficie d'un arrêté en date du 8 juin 2009, a impulsé la démarche de cette étude.

Le règlement instaure dans son article 1^{er} la priorité d'usage pour l'eau potable.

Article 1er – Sécuriser des secteurs d'enjeu fort pour l'alimentation en eau potable

La sécurisation et l'optimisation de l'Alimentation en Eau Potable (AEP) produite à partir des eaux superficielles et des eaux souterraines du bassin versant Oise-Aronde sont une priorité. Un des premiers moyens à mettre en oeuvre pour contribuer à la préservation de la qualité des captages d'eau potable est l'instauration des périmètres de protection. En application de l'article L. 1321-1 à 10 du Code de la Santé Publique et du plan national Santé Environnement 2004 – 2008, le règlement impose :

- aux Collectivités productrices d'eau potable de mettre en place les périmètres de protection autour des captages qui n'en sont pas encore dotés,

D'autre part, le règlement impose :

- les restrictions définies par la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS) du département de l'Oise en matière de qualité d'eau,
- les restrictions définies par la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF) du département de l'Oise en matière de prélèvements d'eau.

D'autre part, compte tenu du mauvais état quantitatif de la nappe de la Craie diagnostiqué par le SDAGE Seine-Normandie et des problèmes d'étiages sévères sur le bassin de l'Aronde, des restrictions de prélèvements maximums seront définies par usage et par secteur. L'AEP sera l'usage prioritaire. Ces restrictions seront édictées dans le règlement une fois les études, prévues dans le PAGD, réalisées dont notamment le Schéma de Régulation des Prélèvements en Eau (SRPE).

Nous rappelons ci-dessous les objectifs du PAGD qui concernent notre démarche.

Objectif général ETIAGE – Maîtriser les étiages
ETIAGE.1 – Se doter d’outils performants de suivi et de gestion des étiages
ETIAGE.2 – Etudier les possibilités de nouvelles ressources en eau pour l’irrigation et l’eau potable
ETIAGE.3 – Instaurer une véritable culture de la valeur écologique de l’eau sur le périmètre du SAGE
ETIAGE.4 – Préserver les zones humides et valoriser leur rôle de soutien d’étiage

En lien avec ce premier objectif général, d’autres objectifs font converger les actions d’une part sur la préservation des milieux et des ressources et d’autre part sur la gestion partagée de celle-ci.

Objectif général RIV-SUIVI - Améliorer la connaissance des rivières et des milieux aquatiques et compléter leur suivi
RIV-SUIVI.1 – Renforcer le suivi de la qualité des rivières et des milieux aquatiques
RIV-SUIVI.2 – Réaliser un inventaire complet et détaillé des zones humides et autres milieux aquatiques d’intérêt écologique
RIV-SUIVI.3 – Réaliser un bilan / diagnostic complet de l’état physique des cours d’eau et de leurs potentialités

Objectif général AEP – Sécuriser l’alimentation en eau potable sur le territoire du SAGE
AEP.1 – Protéger / reconquérir la qualité de la ressource en eau des nappes
AEP.2 – Engager une réflexion globale concernant l’organisation des structures de production d’eau potable sur le territoire du SAGE pour une meilleure gestion quantitative et qualitative de la ressource en eau souterraine

Objectif général RIV-AQUA - Restaurer et préserver les fonctionnalités et la biodiversité des rivières et des milieux aquatiques
RIV-AQUA.1 – Poursuivre l’entretien et la restauration des rivières et de leur lit avec des techniques compatibles avec la préservation de leurs fonctionnalités hydrauliques et écologiques
RIV-AQUA.2 – Restaurer et préserver les zones humides et les milieux naturels

3 RECHERCHE DE SEUILS DE GESTION

3.1 DEFINITION ACTUELLE DES SEUILS DE GESTION (CF. RAPPORT DE PHASE 1)

Depuis 2006, le département de l'Oise a pris chaque année des ARRETES CADRE DE SECHERESSE définissant les seuils de déclenchements des restrictions d'usage.

Sur le périmètre concerné par cette étude, le bassin de l'Aronde est réglementé par la mesure du débit de l'Aronde à Clairoix. Le bassin Oise-Aisne est représenté par le débit de l'Oise à Creil. Entre 2006 et 2007 les territoires des bassins Aronde et Oise-Aronde ont été modifiés de telle sorte que depuis 2007 le bassin de l'Aronde de l'arrêté cadre corresponde au bassin versant hydrogéologique de l'Aronde. Les seuils sont déterminés tous les ans. Ils ont été modifiés entre 2006 et 2007 suite à la modification du bassin, mais sont restés identiques entre 2007 et 2008.

Le bassin Oise-Aisne n'a jamais fait l'objet de restriction.

Le bassin de l'Aronde a fait l'objet de restriction en 2006 :

- 21/03/2006 : seuil de crise atteint
- 12/06/2006 : le bassin est redescendu sous le seuil d'alerte
- 09/08/2006 : seuil de crise atteint.

Depuis 2007, le bassin n'a plus fait l'objet de restriction.

Tableau 1 : Seuils de l'arrêté cadre sécheresse 2008 pour les bassins Aronde et Oise-Aisne

	Oise à Creil - Q en m ³ /s				Aronde à Clairoix - Q en m ³ /s			
	Vigilance	Alerte	Crise	Crise renforcée	Vigilance	Alerte	Crise	Crise renforcée
janvier	32.000	25.000	20.000	17.000	0.810	0.670	0.580	0.319
février	32.000	25.000	20.000	17.000	0.900	0.740	0.640	0.319
mars	32.000	25.000	20.000	17.000	0.970	0.820	0.710	0.319
avril	32.000	25.000	20.000	17.000	1.000	0.850	0.740	0.319
mai	32.000	25.000	20.000	17.000	0.840	0.690	0.590	0.319
juin	32.000	25.000	20.000	17.000	0.660	0.630	0.450	0.319
juillet	32.000	25.000	20.000	17.000	0.610	0.510	0.410	0.319
août	32.000	25.000	20.000	17.000	0.610	0.510	0.410	0.319
septembre	32.000	25.000	20.000	17.000	0.610	0.510	0.410	0.319
octobre	32.000	25.000	20.000	17.000	0.610	0.510	0.410	0.319
novembre	32.000	25.000	20.000	17.000	0.650	0.510	0.460	0.319
décembre	32.000	25.000	20.000	17.000	0.730	0.510	0.430	0.319

Source : Arrêté sécheresse cadre 2008

Le débit QMNA 5 de l'Aronde à Clairoix est actuellement de 0.500 m³/s, selon la consultation de la banque HYDRO. En 2008, les statistiques annonçaient 0.509 (arrondis à 0.510 m³/s).

→ **Concernant le sous bassin versant de l'Aronde**, les débits seuils retenus correspondent aux débits statistiques tels que définis dans l'arrêté cadre de bassin de 2010, et ajustés par département et que nous indiquons ci-dessous :

- Seuil de vigilance = Max (VCN3 5ans secs mensuel calculé avec la loi de Gauss ; $(5 \times QMNA5sec - 1/10module)/4$)
- Seuil d'alerte = Max (VCN3 10ans secs mensuel calculé avec la loi de Gauss ; $QMNA5 sec$)
- Seuil de crise = Max [VCN3 20ans secs mensuel calculé avec la loi de Gauss ; $(1/10module + 3 \times QMNA5 sec)/4$]
- Seuil de crise renforcée = $(1/10module + QMNA5sec)/2$ fixe à l'année

Ces seuils tiennent compte des enjeux sur le bassin versant local et de l'historique des crises vécues. Ils sont ensuite rattachés à des valeurs statistiques.

La première partie correspond à un besoin d'anticipation et correspond à l'état de recharge en fin d'année hydrologique, la deuxième partie est fixe et se rattache aux seuils du grand bassin versant.

En particulier le seuil d'alerte correspond à l'apparition de problèmes de fonctionnement biologiques du milieu aquatique.

Le seuil de crise correspond au minimum pour assurer le fonctionnement des prises d'eau potable.

Depuis leur mise en place, ces seuils de gestion ont été plusieurs fois atteints, montrant leur légitimité.

Par contre, depuis 2007, la station de mesure de Clairoix fait l'objet de défaillances suite à la prolifération d'algues au droit de la station hydrométrique, qui rehausse la ligne d'eau et partant induit une surestimation des débits.

De plus, la représentativité de cette station vis-à-vis du secteur amont et de la qualité biologique du cours d'eau est à revoir, maintenant que l'on dispose de mesures de débit sur une année entière, et suite à la modélisation.

Ainsi, les débits seuils existants à Clairoix ne seront pas remis en cause. Une station de mesure et de définition des débits seuils est recherchée plus en amont afin d'améliorer la représentativité biologique de ces seuils pour l'amont, conformément à la disposition du SAGE « ETIAGE 1A ».

→ **Concernant le sous bassin versant Oise Aisne**, il n'a pas été fait de distinction entre le sous bassin versant des marais de Sacy et le bassin versant de l'Oise. Par ailleurs, ce sous bassin versant n'a jamais fait l'objet de restrictions.

Les valeurs de ces débits seuils peuvent être réexaminées, étant donnée la grande sensibilité piézométrique du marais de Sacy, démontrée par le modèle.

Sur le sous bassin de l'Oise exclusif des marais de Sacy, il semble d'après les études précédentes qu'une gestion de la ressource ne soit pas justifiée.

Par contre, concernant le sous bassin versant des marais de Sacy, le SAGE a montré la vulnérabilité de cette zone écologique sensible aux prélèvements. **Il est donc nécessaire de définir des seuils de gestion sur le sous bassin versant du Marais de Sacy.**

3.2 RECHERCHE D'UNE STATION SUPPLEMENTAIRE POUR LA DEFINITION DES DEBITS SEUILS SUR L'ARONDE

L'objectif de cette station supplémentaire est de caractériser le bon état biologique du secteur amont de l'Aronde.

Nous rappelons que l'Aronde est un cours d'eau de type salmonicole de catégorie 1 sur l'intégralité de son cours de Montiers à Clairoux.

Le secteur amont de l'Aronde a subi des assecs de plusieurs centaines de mètres en 2005 et 2006, constatés par l'ONEMA.

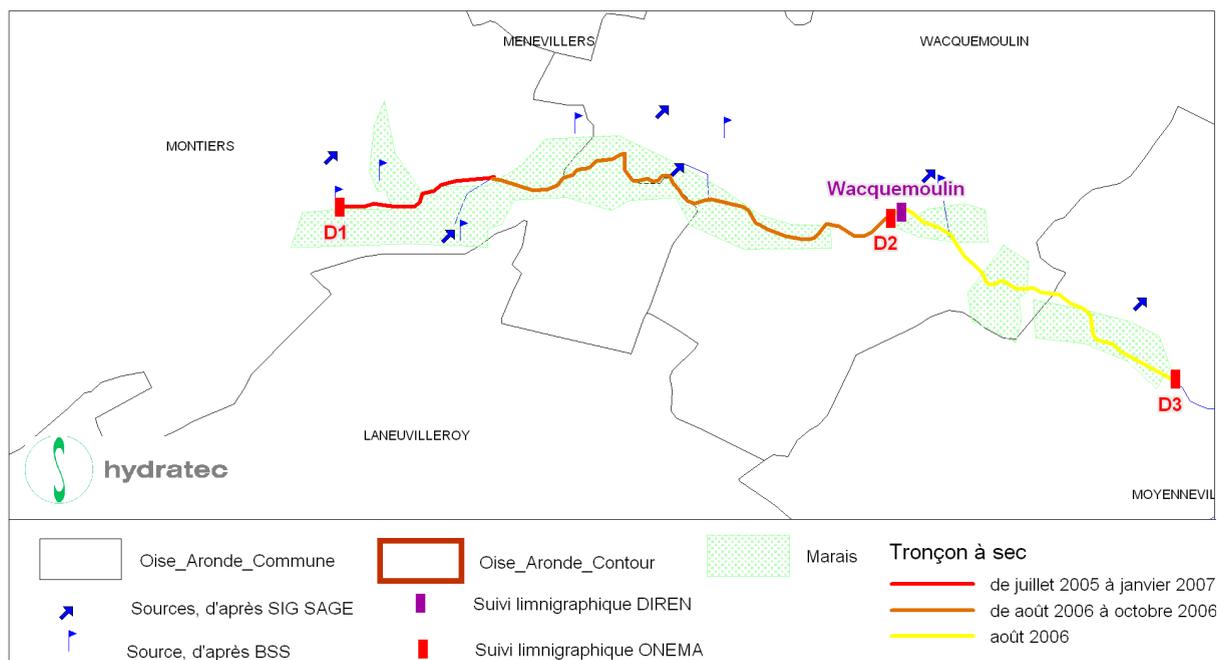


Figure 1: Localisation des assecs enregistrés par l'ONEMA (extrait Phase 1)

Par contre, il n'a pas été fait état par ces services de mortalité piscicole lors de ces événements d'assecs. La population piscicole trouve alors refuge sur la partie aval du cours d'eau.

Le cours d'eau est assez largement anthropisé avec notamment la présence de moulins et de biefs perchés.

3.2.1 Identification des zones de frayères

Parmi les nombreuses frayères existant sur l'Aronde, il a été convenu de demander à l'ONEMA d'observer les zones d'occurrence plus importantes des frayères à truites fario, qui constituent des références pour un cours d'eau de catégorie 1.

Cinq zones intéressantes situées sur la partie amont de l'Aronde, sur les communes de Montiers, Wacquemoulin, Moyenneville et Montmartin (cf. Figure 2) ont été repérées.

Des profils en travers ont été réalisés sur chacune de ces frayères afin d'identifier le débit optimum de fonctionnement de la frayère au cours de la période de frai qui couvre les mois d'octobre à mars.

Le Cemagref définit le fonctionnement d'une zone de frai par une gamme de hauteurs, une gamme de vitesse et un substrat.

Toutes les frayères identifiées par l'ONEMA possèdent un substrat susceptible d'accueillir une frayère. Elles sont donc morphologiquement fonctionnelles.

Cependant nous avons vérifié qu'elles étaient physiquement fonctionnelles, c'est-à-dire d'une part que la morphologie du lit mineur garantit des conditions d'écoulement adaptées au fonctionnement de la frayère, et d'autre part que la gamme de débits de fonctionnement correspond à une réalité hydrologique de l'Aronde.

3.2.2 Fonctionnement hydraulique des frayères

A partir des données de terrain de l'ONEMA, hydratec a calculé les débits de fonctionnement pour 4 preferendum¹ de fonctionnement d'une zone de frai, tels que définis par le CEMAGREF² (Tableau 2).

Tableau 2: Hauteurs et vitesses correspondants à des preferendums de fonctionnement d'une frayère (source Cemagref)

Preferendum	Hauteur en cm	vitesse en cm/s
1	20-30	45-65
0.8	30-35	40-45 65-70
0.6	35-40	30-40 70-75
0.4	40-45	25-30 75-80

Des mesures de hauteur-vitesse ont été réalisées sur des sections de rivière en Avril afin de caler les paramètres hydrauliques liant le débit au couple hauteur – vitesse (voir annexe 1).

A partir de ces données de calage, il est possible avec des formules de l'hydraulique classique de calculer pour une hauteur d'eau donnée, la vitesse moyenne et le débit correspondant compte tenu de la morphologie de la section de rivière au niveau de chaque zone de frayère.

¹ Preferendum : Valeur en pourcentage du fonctionnement optimum de la frayère correspondant à une graduation des valeurs de débit et de vitesse. On considère que le preferendum 0.80 permet un fonctionnement correct, tandis qu'à 0.40 la frayère n'est pas en état de fonctionnement.

² Ces valeurs issues de la littérature ont une amplitude très ciblée, qui peut souffrir dans la réalité des variations légères sans remettre en cause le fonctionnement. Nous gardons cependant les valeurs du CEMAGREF qui ont le mérite d'être usuelles à l'échelle des cours d'eau français.

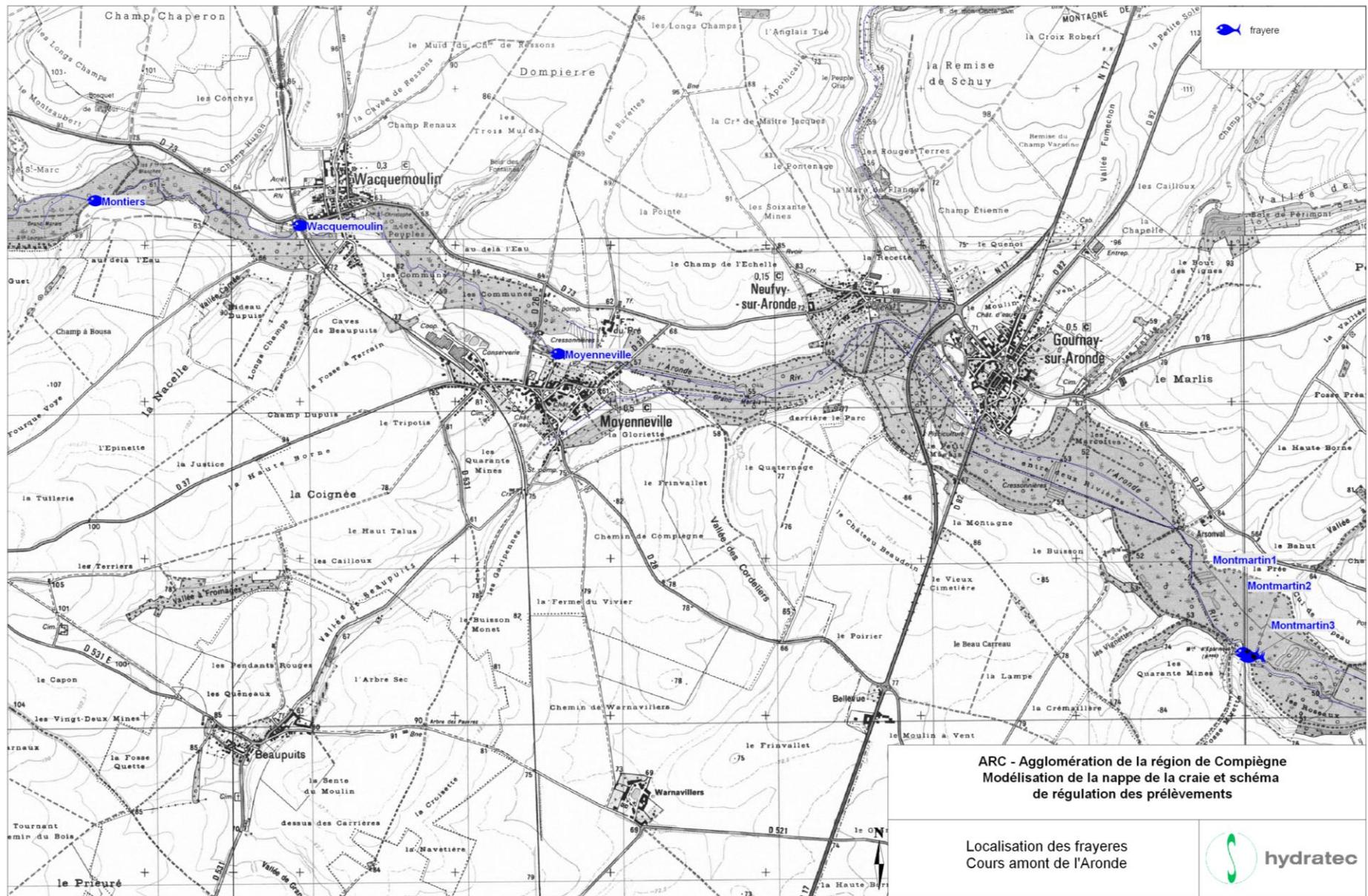


Figure 2 : Localisation des frayères identifiées par l'ONEMA

Nous utilisons un outil simple (Manning développé par Hydratec) basé sur le calcul du débit à partir de la section en travers de la rivière, et du débit que l'on veut faire passer dans cette section. Le coefficient de Manning-Strickler traduisant la rugosité des fonds de la rivière a été calé à $K=35$ (voir explications en annexe).

Cet outil suppose que l'écoulement dans la rivière est normal, sans aucun contrôle aval. Il indique la vitesse moyenne de l'écoulement, la hauteur d'eau nécessaire pour un débit donné. Nous avons tracé des abaques qui permettent pour chaque section de frayère d'avoir la courbe hauteur vitesse pour un débit donné. La précision de ces résultats est toute relative, les valeurs indiquées ne traduisent pas la subtilité de l'écoulement naturel qui peut être ralenti en certains endroits du profil de rivière.

Les tableaux ci-dessous présentent ces résultats. Le code couleur de chaque case renvoie au preferendum correspondant du Tableau 2.

Tableau 3 : Débits de fonctionnement optimum des frayères

Montmartin1			Wacquemoulin		
h cm	v m/s	q m ³ /s	h cm	v m/s	q m ³ /s
20	0.256	0.212	20	0.73	0.417
30	0.362	0.549	30	0.948	0.948
35	0.408	0.763	35	1.037	1.037
40	0.45	1.001	40	1.117	1.117
45	0.488	1.261	45	1.189	1.189
Montmartin2			Montiers		
h cm	v m/s	q m ³ /s	h cm	v m/s	q m ³ /s
20	0.427	0.422	20	0.991	0.263
30	0.575	0.943	30	1.359	0.649
35	0.637	1.27	35	1.509	0.89
40	0.694	1.601	40	1.644	1.159
45	0.746	1.972	45	1.767	1.455
Montmartin3			Moyenneville		
h cm	v m/s	q m ³ /s	h cm	v m/s	q m ³ /s
20	0.352	0.235	20	0.645	0.374
30	0.504	0.618	30	0.811	0.76
35	0.566	0.853	35	0.876	0.981
40	0.621	1.112	40	0.934	1.218
45	0.671	1.393	45	0.985	C

Le calcul des débits de fonctionnement pour les hauteurs d'eau des preferendums définis et les vitesses correspondantes montrent que la morphologie de la rivière au niveau des 3 frayères de Montiers, Wacquemoulin et Moyenneville ne permet pas d'atteindre en moyenne un fonctionnement optimal de la frayère puisque sur les couples hauteur – vitesse, la vitesse est systématiquement déclassante (trop élevée).

Il est apparu que les conditions hydrauliques d'écoulement dans ces secteurs ne sont pas réunies en moyenne, en particulier à cause de la pente qui induit des vitesses bien trop fortes, mais aussi pour des raisons de ligne d'eau insuffisante : par exemple à Moyenneville les conditions de preferendum 0.8 sont réunies pour un débit de 0.374 m³/s, ce qui correspond à une lame d'eau de 20 cm, insuffisante pour la frayère puisqu'il faudrait 35 cm d'eau.

Par contre, les trois frayères de Montmartin sont en moyenne fonctionnelles pour des débits observés. Cette station doit fonctionner tous les ans, l'habitat et les conditions d'écoulement sont adaptés. Ce dernier site est donc choisi pour la définition des seuils de référence sur le secteur amont de l'Aronde.

3.2.3 Définition des seuils de gestion

Les frayères de Montmartin sont proches de la station de mesure installée pour la présente étude à Arsonval par la DREAL.

Les débits de l'Aronde sont suivis depuis décembre 2008 sur cette station. Cette station s'est avérée fonctionnelle au cours de l'année écoulée. Cf. rapport de phase 2. Cependant nous ne disposons pas de suffisamment de recul avec cette seule année pour pouvoir identifier les seuils de gestion selon des règles statistiques, ainsi qu'il est procédé sur Clairoux.

Dans un premier temps nous comparons les débits mesurés aux deux stations de l'Aronde, puis nous transcrivons les règles de gestion en vigueur sur Clairoux à Arsonval. Enfin nous vérifions la signification biologique de ces seuils, pour en proposer une validation.

3.2.3.1 Comparaison des débits de l'Aronde à Clairoux et à Arsonval

La comparaison des débits mesurés par l'ONEMA sur Arsonval (jaugeages ponctuels) et des débits moyens mensuels connus à Clairoux, est utile pour orienter la conversion des seuils de débits de Clairoux, dont nous avons présenté plus haut la méthode de détermination, en seuils de débits à Arsonval.

Le graphique de la Figure 3 présente cette comparaison en débits spécifiques (débit rapporté à la superficie du bassin versant).

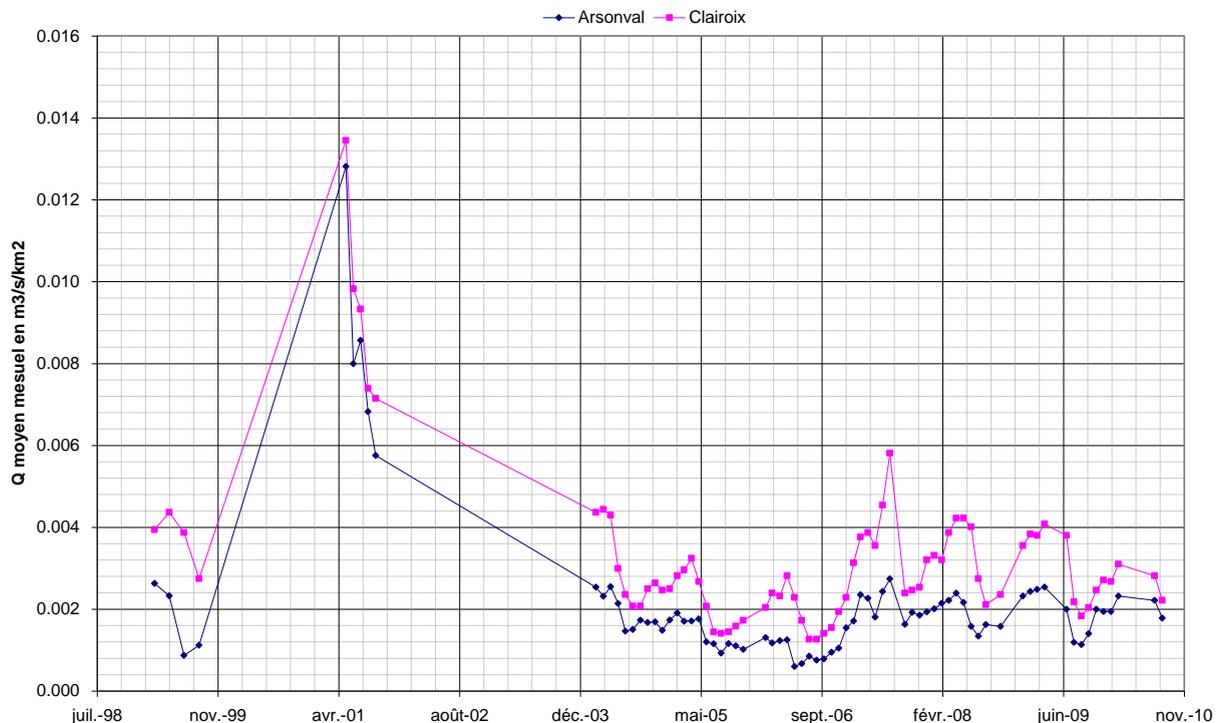


Figure 3 : Comparaison des débits mesurés à Arsonval (Gournay) et Clairoux

Ce graphique montre que les débits spécifiques suivent la même tendance avec une période de croissance des débits entre octobre et début juin et une forte décroissance entre juin et septembre.

La corrélation est très bonne (coefficient de régression : 0,8).

Le débit spécifique est cependant plus faible à Arsonval qu'à Clairoix de l'ordre de 0,2 l/s/km² à 1,5 l/s/km² (en période de hautes eaux). Ces 20 l/s à 150 l/s correspondent à un comportement différent du bassin versant d'Arsonval à Clairoix.

On sait par le modèle, que le ruissellement sur la Payelle est important. En outre, on note la présence de stations d'épuration sur la Payelle, et enfin la présence de réseaux pluviaux, et d'une urbanisation plus importante sur ce bassin aval.

Cette différence n'est pas significative. La comparaison de l'allure de ces courbes montre qu'il est correct de transposer les débits seuils validés à Clairoix à la station d'Arsonval en tenant compte de la superficie des bassins versants.

3.2.3.2 Transposition des débits seuils statistiques de Clairoix à Arsonval

Les débits seuils à Clairoix sont rappelés au paragraphe 2.1.

Ils sont recalculés à la station d'Arsonval en appliquant le ratio des surfaces de chacun des sous bassins versant (SBV Clairoix = 284 km², SBV Arsonval = 185 km²). Ainsi :

$$Q_{\text{seuil Arsonval}} = 0.65 \times Q_{\text{seuil Clairoix}}$$

Tableau 4 : Transposition des débits seuils de Clairoix à Arsonval

mois	vigilance	Alerte	crise	crise renforcée
janvier	0.528	0.436	0.378	0.208
février	0.586	0.482	0.417	0.208
mars	0.632	0.534	0.463	0.208
avril	0.651	0.554	0.482	0.208
mai	0.547	0.449	0.384	0.208
juin	0.430	0.410	0.293	0.208
juillet	0.397	0.332	0.267	0.208
août	0.397	0.332	0.267	0.208
septembre	0.397	0.332	0.267	0.208
octobre	0.397	0.332	0.267	0.208
novembre	0.423	0.332	0.300	0.208
décembre	0.476	0.332	0.280	0.208

Ces débits ainsi déterminés sont conformes aux textes cités au chapitre 1. Conformément à ces textes il faut vérifier leur cohérence avec la réalité des capacités d'accueil des frayères de Montmartin.

3.2.3.3 Validation biologique des débits seuils statistiques

L'analyse du paragraphe 3.2.2 a permis de calculer les débits de fonctionnement des 3 zones de frayères de Montmartin, ils sont synthétisés sur la figure 4.

Au cours d'une année, la population piscicole a des besoins plus ou moins sensibles. En cas d'étiage ou de crues importantes, les populations adultes peuvent très bien trouver des refuges. **Le frai est la période la plus cruciale pour le maintien des populations.**

C'est pour cela que l'on recherche la cohérence entre la proposition statistique des débits et les conditions hydrauliques de reproduction des populations.

La première frayère n'offre pas en permanence des conditions d'écoulement optimales.

Par contre les frayères MM2 et MM3 sont bien fonctionnelles.

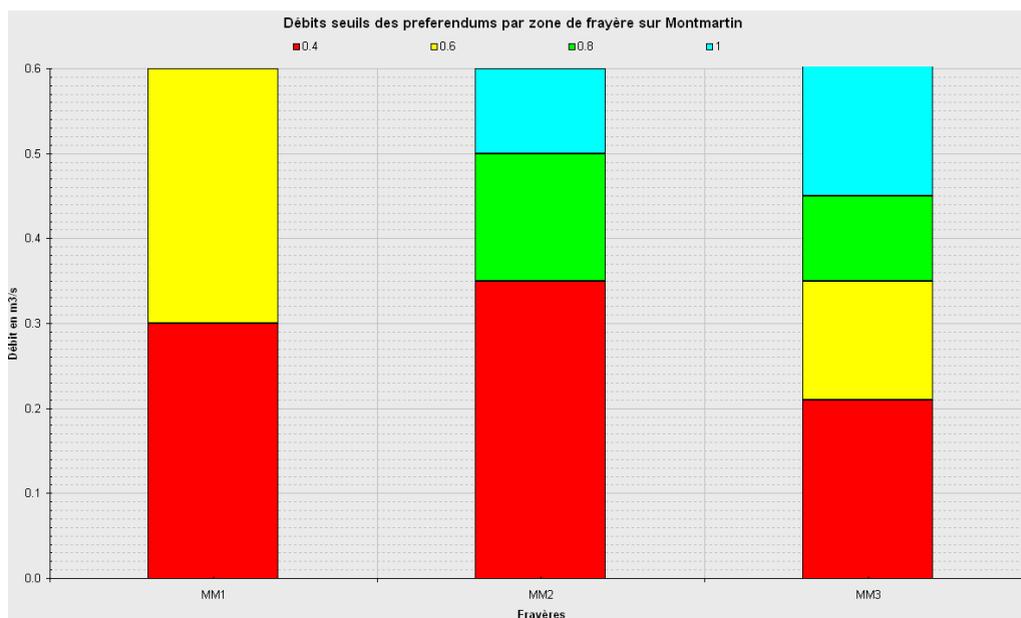


Figure 4: Débits seuils minimum des preferendums des frayères de Montmartin

Les débits seuils de Clairoix transposés à Arsonval sont comparés aux débits de preferendum de fonctionnement des frayères de Montmartin.

Le frai se déroule d'octobre à mars, avec une période préférentielle de novembre jusqu'à janvier, tandis que le débit de l'Aronde est minimum en novembre. C'est donc sur ce mois de référence que la comparaison est effectuée. Cf. Tableau 5, la gamme de couleur correspond aux preferendums.

Tableau 5 : Comparaison des débits seuils d'Arsonval en novembre et des débits de preferendums des frayères

Novembre	Vigilance	Alerte	Crise	Crise renforcée
	0.42	0.33	0.3	0.21
MM1	0.6	0.8	0.4	0.4
MM2	1	0.8	0.4	0.4
MM3	1	0.8	0.6	0.4

Ce tableau enseigne les éléments suivants, pour MM2 et MM3 :

- Le seuil de vigilance correspond à la dégradation du fonctionnement de la frayère à un preferendum 0.8.
- Le seuil d'alerte correspond au déclassement de MM2 à 0.4 et MM3 à 0.6.
- Le débit de crise correspond au preferendum 0.4 pour MM1.

- Le seuil de crise renforcée correspond à la dégradation de la frayère MM3 à 0.4.

Ainsi, jusqu'au seuil de vigilance, les frayères MM2 et MM3 ont un fonctionnement optimal.

Jusqu'au seuil d'alerte, les frayères MM2 et MM3 ont un fonctionnement légèrement dégradé entre un preferendum 0.8 et de 1. Elles restent attractives mais n'offrent pas toutes les conditions optimales pour le frai. Jusqu'au seuil de crise, le fonctionnement se dégrade pour MM3 qui présente un preferendum compris entre 0.6 et 0.8 tandis que MM2 et MM1 ne sont plus attractives.

Le dépassement du seuil de crise renforcée provoque la dégradation de MM3. Plus aucune frayère n'est attractive.

Ainsi, la transposition des débits seuils de gestion de Clairoux à Arsonval a un sens biologique réel sur le fonctionnement des frayères de Montmartin.

3.2.3.4 Représentativité des débits seuils

Nous ne possédons les débits mesurés en continu sur Arsonval que depuis décembre 2008. Le débit mesuré est comparé aux débits seuils retenus afin de les valider.

ARSONVAL

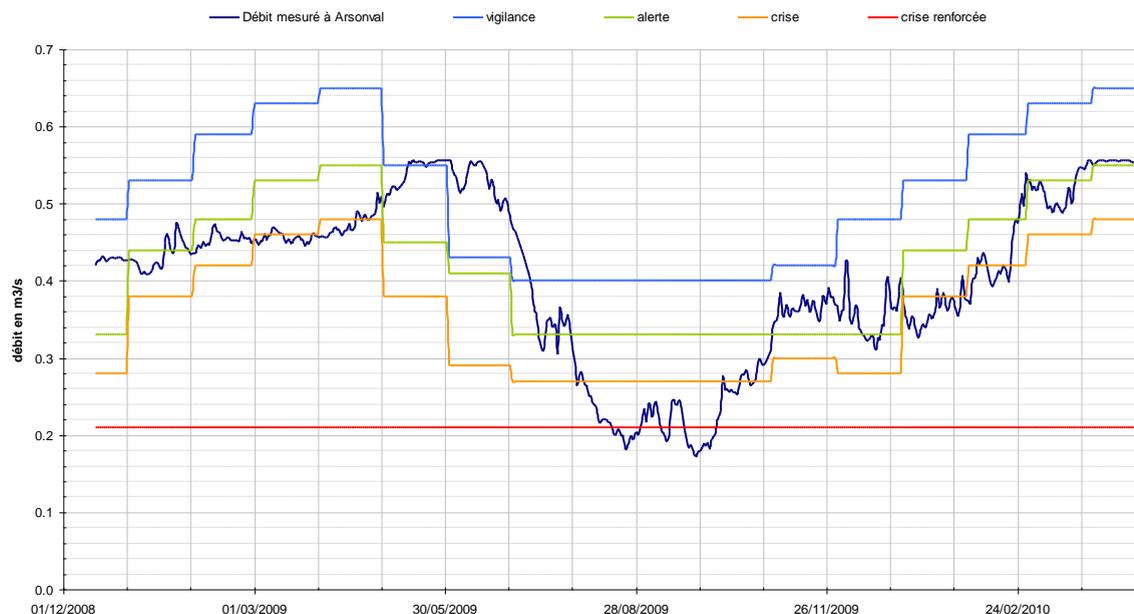


Figure 5 : Comparaison des débits seuils de gestion et des mesures en 2009 à Arsonval

Sur Arsonval, les seuils de gestion suivants auraient été atteints en 2009 :

Seuil de vigilance : 11/07/2009

Seuil d'alerte : 31/07/2009

Seuil de crise : 05/08/2009

Seuil de crise renforcée : du 21/08 au 01/09 puis du 22/09 au 07/10

Par ailleurs pendant la période la plus favorable au frai, les débits minimums étaient de 350 l/s environ, correspondant à un fonctionnement de preferendum 0.8 de la frayère de Montmartin.

Le débit mesuré est comparé aux débits seuils retenus à Clairoix.

CLAIROIX

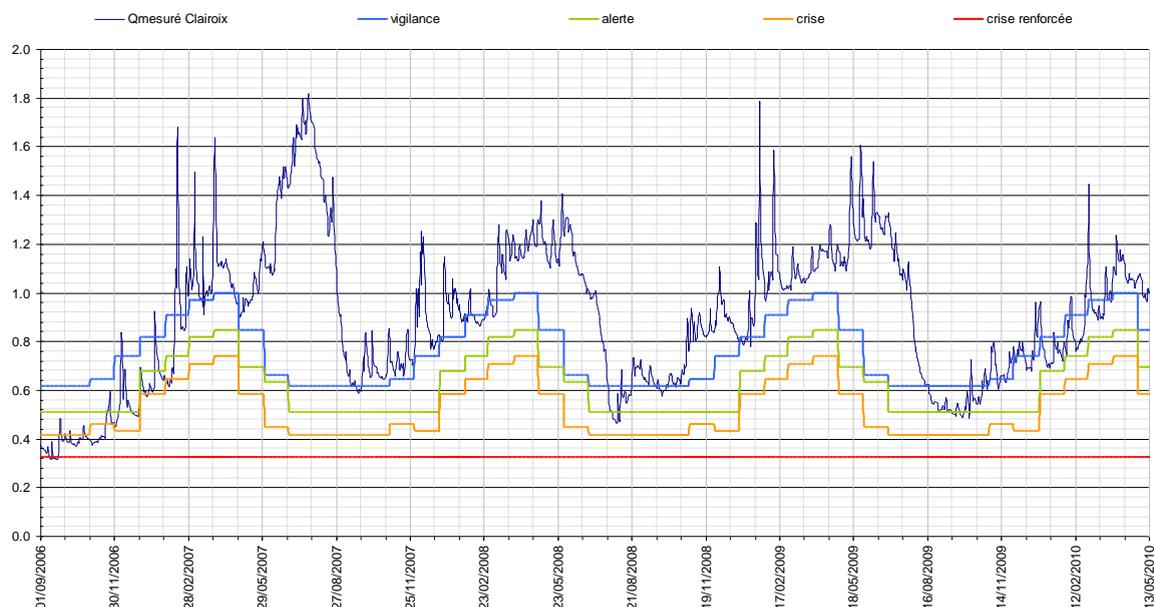


Figure 6 : Comparaison des débits seuils de gestion et des mesures de 2006 à 2010 à Clairoix

Sur Clairoix, les seuils de gestion ont été atteints en 2009 :

Seuil de vigilance : 19/08/2009

Seuil d'alerte : 18/09/2009

A Arsonval, l'utilisation des seuils mensuels en conformité avec les textes sur la gestion (Cf. le chapitre 2) sera difficile à mettre en place.

Effectivement, le comportement de la nappe qui réagit très vite au démarrage de la saison d'irrigation, passage du seuil de vigilance au seuil d'alerte en 5 jours cette année 2009, ne permettrait pas de mettre en place les restrictions successives dans le temps avec efficacité.

En conclusion, les prélèvements sur l'Aronde pourront être pilotés à l'année (une fois les volumes disponibles déterminés) à l'aide du résultat de la modélisation pluie-recharge « modèle Oise-Aronde » établi en fin d'année hydrologique.

La comparaison des seuils de gestion mensuels validés à Clairoix avec l'état de la recharge permet de définir le volume prélevable pour le maintien du bon état de la ressource de l'année à venir.

Des simulations prédictives des prélèvements permettront de calculer le risque de dépasser les seuils en période d'étiage.

La station d'Arsonval est utilisée non pas pour la gestion, mais pour la surveillance de l'état des milieux et pour mesurer l'efficacité des mesures en cas de recharge insuffisante de la nappe.

3.3 DEFINITION DES SEUILS DE GESTION SUR LE BASSIN VERSANT DES MARAIS DE SACY

3.3.1 Recherche d'une station de mesure

La gestion des eaux superficielles des marais de Sacy n'a pas permis d'établir une station superficielle représentative de son état qualitatif.

Par contre nous disposons au niveau du piézomètre de Sacy 01045X0015/S1 (géré par le BRGM et télétransmis depuis 1995) d'un suivi depuis septembre 1970.

Ce piézomètre situé en amont hydrogéologique des marais apparaît selon notre modélisation bien sensible aux variations de pluie efficace et aux prélèvements. Il est bien en phase avec l'état quantitatif de la Frette selon notre modélisation.

L'existence d'une chronique très longue est par ailleurs un avantage.

D'autre part, un piézomètre fictif est modélisé dans les marais de Sacy. La chronique interpolée sur ce piézomètre par le modèle suit la même tendance que la chronique interpolée en 01045X0015bis. Ainsi, le piézomètre de Sacy représente de façon pertinente les niveaux d'eau de nappe dans le secteur du marais.

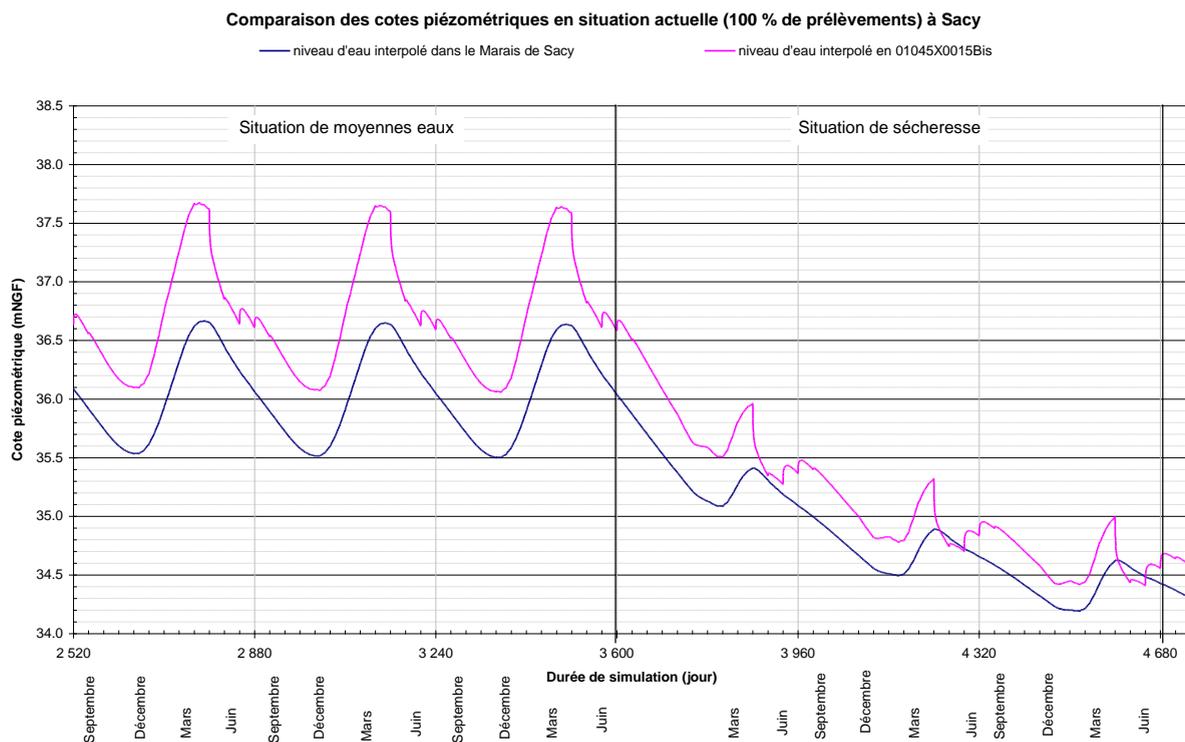


Figure 7 : Chroniques piézométriques en 01045X0015/S1 et dans le marais

La chronique piézométrique dans le marais est lissée et est inférieure de 0.55 m en situation d'étiage et de 1 m en situation de hautes eaux à la chronique piézométrique en 01045X0015/S1. Sur ce graphique, on remarque par ailleurs une asymétrie des chroniques piézométriques en situation de sécheresse. A partir du mois de juin et jusqu'en octobre, les niveaux piézométriques calculés dans le marais et en 01045X0015 sont proches. Pendant les années de sécheresse isolées, le niveau d'eau dans le piézomètre du marais est

supérieur au niveau d'eau dans le piézomètre en période d'étiage. Ce graphique met en évidence l'effet tampon du marais, qui souffre légèrement moins en situation de sécheresse.

Nous proposons le piézomètre 01045X0015/S1 comme station de suivi pour le bassin versant des marais de Sacy qui représente bien les variations de niveaux d'eau de la nappe au niveau du marais.

3.3.2 Historique des sécheresses

L'année la plus sévère pour le marais a été novembre 1976, pour laquelle la cote de la nappe minimale a été de 36.35 m NGF, et qui a causé la mortalité de poissons.

L'étiage de la nappe en fin septembre 1992 (cote de 36.20 m NGF) a provoqué des problèmes d'odeurs au niveau de Pont-Sainte-Maxence car la Frette s'est asséchée en aval : les eaux usées rejetées par les riverains n'étant pas diluées.

En octobre 1997 (cote minimale de 36.06 m NGF) et en novembre 2006 (cote minimale de 36.22 m NGF), le syndicat de gestion du marais n'a pas noté de problème.

Cet historique n'est pas aisément interprétable, le seuil minimal de 1997 n'ayant apparemment pas provoqué de stress sur les milieux. La corrélation entre la nappe et les niveaux d'eau de surface dans le marais ne peuvent être établis actuellement. On s'en tiendra, dans l'état actuel des choses à une analyse purement statistique des niveaux piézométriques.

3.3.3 Définition des valeurs seuils

Le tableau ci-après est extrait du site de suivi des nappes de la délégation de bassin Seine-Normandie et géré par le BRGM.

Tableau 6: statistiques des niveaux de la nappe de la craie à SACY

Statistiques du 15/09/1970 au 01/09/2010			
Niveau	Profondeur	Altitude	Date
maximum :	9.56	42.59	15/04/2001
minimum :	16.09	36.06	29/10/1997
actuel :	15.19	36.96	01/09/2010
moyen :	14.32	37.83	(5023 mesures)

Sur l'ensemble des valeurs minimales annuelles³ enregistrées sur le piézomètre depuis 1970, une analyse de la fréquence expérimentale a été réalisée pour déterminer les seuils de gestion.

Le tableau ci-dessous indique les seuils en cohérence avec les textes mentionnés plus haut.

³ La qualité des mesures mensuelles est hétérogène selon les années et à ce titre il a été jugé préférable de ne pas les utiliser dans la détermination de seuils de gestion au mois.

Tableau 7: Seuils piézométriques à Sacy le Grand

Vigilance	Alerte	Crise	Crise renforcée
36.60 m NGF	36.40 m NGF	36.20 m NGF	36.00 m NGF
Fréquence 1 an sur 3	Fréquence 1 an sur 5	Fréquence intermédiaire	Minimum observé

Le graphique ci-après montre l'ensemble des mesures sur ce piézomètre et les seuils de gestion déterminés.

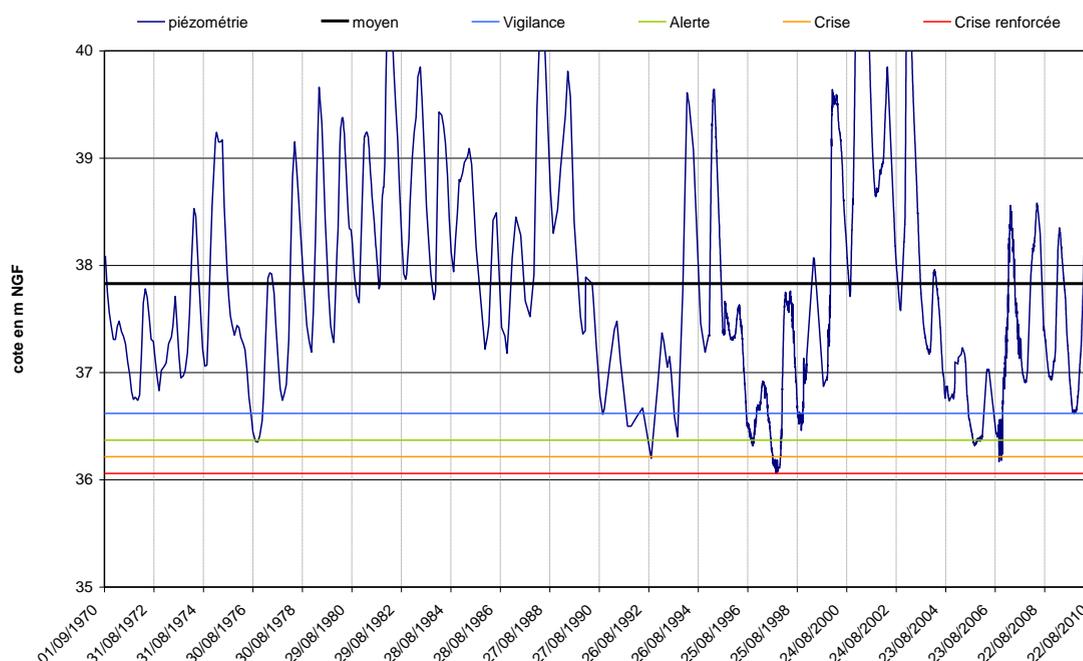


Figure 8: Seuils minimums au piézomètre de SACY

En conclusion, les prélèvements sur le bassin versant du marais de Sacy pourront être pilotés à l'année (une fois les volumes disponibles déterminés) à l'aide du résultat de la modélisation pluie-recharge « modèle Oise-Arond » établi en fin d'année hydrologique.

Des simulations prédictives des prélèvements permettront de calculer le risque de dépasser les seuils annuels en période d'étiage au niveau du piézomètre de Sacy-le-Grand.

Pour le cas du bassin de Sacy, la corrélation entre le fonctionnement des eaux du marais et de la nappe phréatique n'est pas établie.

3.4 COMPARAISON DU CALAGE DU MODELE AVEC LES MESURES RECENTES

Le calage du modèle en piézométrie a été réalisé sur l'ensemble des piézomètres existants. Mais le calage du modèle en débit de restitution aux rivières n'a été réalisé pour l'Aronde que sur la station de mesure de Clairoix, les stations mises en place pour la présente étude n'étant pas opérationnelles au moment du calage. A la date de rédaction de ce rapport de phase 4, nous disposons désormais des enregistrements validés sur les stations intermédiaires de l'Aronde.

La station de mesure localisée à Arsonval, en aval de Gournay-sur-Aronde a une signification biologique forte pour le bassin versant amont de l'Aronde.

Une simulation supplémentaire est donc réalisée sur la période de septembre 2005 à mai 2010. Nous avons choisi de démarrer cette simulation sur la période de piézométrie la plus basse observée sur la chronique des dix dernières années. Il faut environ 1 année au modèle pour se stabiliser. Les résultats sont donc attendus de septembre 2006 à mai 2010.

Le débit calculé par le modèle sur l'Aronde de décembre 2008 à mai 2010 est comparé à la chronique de mesures à Arsonval. Les résultats sont présentés sur le graphique ci-après. Les seuils annuels sont figurés à titre indicatif.



Figure 9 : Comparaison des débits mesurés et calculés à Arsonval sur la période 2008-2010

Ce graphique montre que la dynamique des variations de débit drainé (en bleu clair) par l'Aronde ainsi que sa valeur en étiage sont plutôt bien représentées par le modèle.

Par contre le débit total drainé + ruisselé (en marron) est mal reproduit. **On peut remarquer qu'en étiage l'erreur est positive c'est-à-dire que le calcul est plus optimiste que l'observation.**

Les mois d'hiver et la pluviosité de fin d'automne ne sont pas bien représentés, ceci est essentiellement dû à la représentation des écoulements de surface qui a été simplifiée sur le module hydrologique.

L'erreur en étiage est de 60% au maximum et en moyenne 30 %, erreur bien plus forte que celle des mesures hydrométriques aux deux stations suivies par la DREAL Picardie (10%).

Lorsque la chronique de mesure sera plus longue sur Arsonval, il faudra reprendre le calage du modèle Oise Aronde, pour l'ajuster plus finement.

On ne pourra donc pas pour le moment utiliser le calcul issu du modèle pour prédire l'état de la rivière à Arsonval, en début d'année hydrologique.

Le calage est également vérifié sur le calcul des débits de l'Aronde à Clairoux (même si ce débit a déjà été calé, cf. rapport de phase 2).

Le graphique de la

Figure 10 montre le calage du débit de l'Aronde à Clairoux et les seuils de gestion minimum annuels.

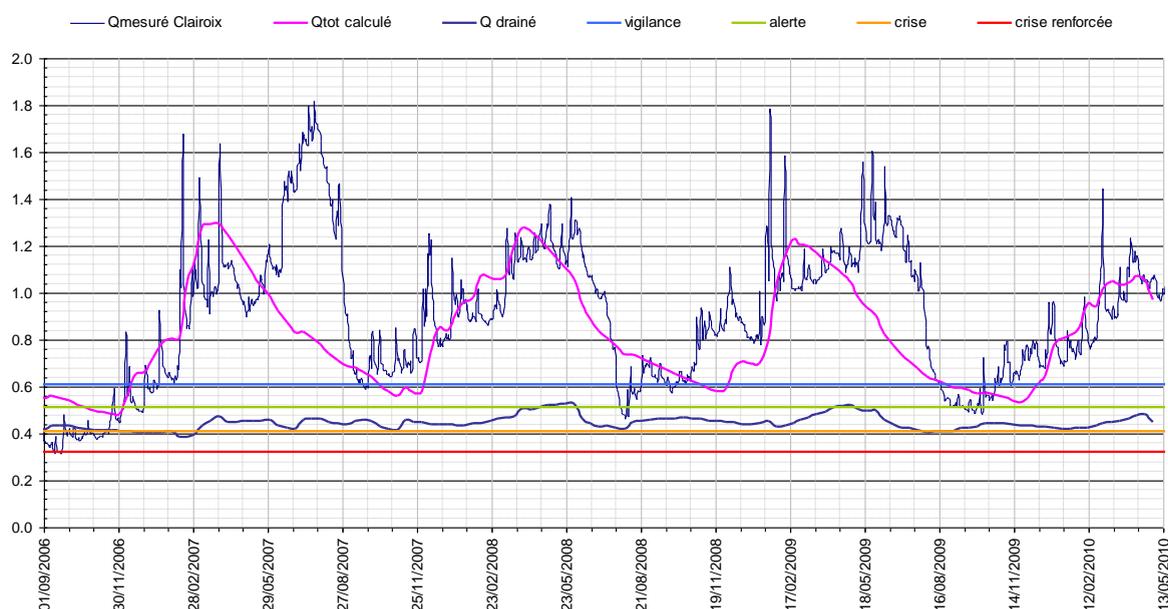


Figure 10 : Comparaison des débits mesurés et calculés à Clairoux sur la période 2006-2010

Ce graphique montre que les débits de l'Aronde à Clairoux sont bien représentés.

On remarque que l'épisode de 2007, comme il a déjà été constaté dans le rapport de phase 2, ne peut pas être représenté par le modèle.

Les épisodes de 2008, 2009 et 2010 sont bien représentés par le modèle. On constate un retard de quelques mois dans les étiages de l'Aronde. Ceci peut être dû à une mauvaise connaissance des prélèvements mensuels.

En réalité les prélèvements sont intégrés au pas de temps mensuel à partir des valeurs indiquées par les agriculteurs qui ont bien voulu communiquer leurs chiffres. Ils ont ensuite été répartis en valeurs décadaires. De ce fait le calcul ne peut reproduire la finesse journalière de la mise en production de ces ouvrages agricoles. Cela est vrai aussi pour les prélèvements en rivière.

On note que **le calage des débits de l'Aronde à Clairoux est validé** par la simulation supplémentaire sur la période du 01/09/2005 au 30/05/2010. Cependant, **les résultats du modèle sont dépendants de la bonne connaissance des prélèvements mensuels sur le bassin versant.**

Le calage de la piézométrie sur le bassin de Sacy est vérifié sur la même période sur le piézomètre de Sacy-le-Grand, suivi par la délégation de bassin Seine Normandie et géré par le BRGM (référence BSS du piézomètre : 01045X0015). La figure ci-après présente le calage.

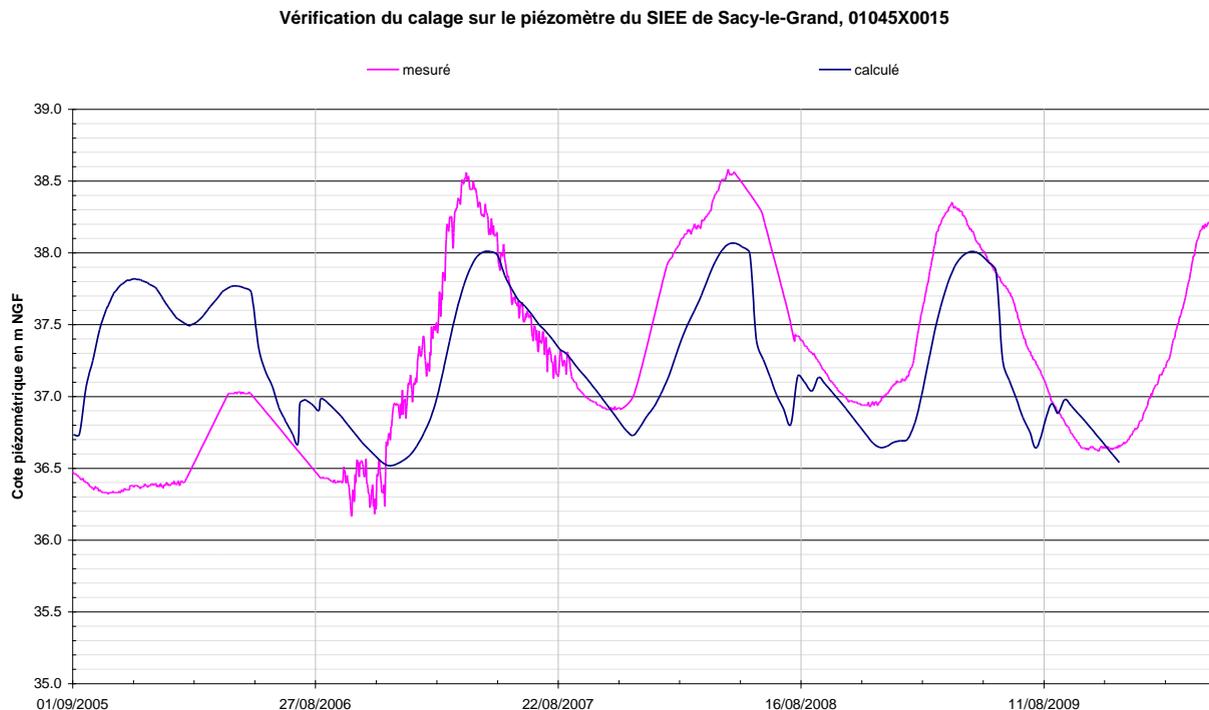


Figure 11 : Vérification du calage sur le piézomètre 01045X0015 du SIE à Sacy-le-Grand sur la période du 01/09/2006 au 01/05/2010

Les variations piézométriques annuelles sont bien représentées sur ce point. On note cependant une influence forte des prélèvements pour l'irrigation sur les niveaux mesurés alors que les niveaux calculés ne font pas état de cette baisse brutale des niveaux en période de pompage.

Le piézomètre de contrôle est confondu avec le point de prélèvement noté IR3 dans le modèle et référencé 94333L dans les fichiers préleveurs de l'Agence de l'Eau.

Le calage est réalisé à -50 cm près sur cet ouvrage. Le modèle a donc tendance à sous évaluer les niveaux piézométriques.

4 PROPOSITION DE VOLUME MAXIMUM PRELEVABLE OBJECTIF (VMPO)

Dans un premier temps Hydratec a procédé à des simulations sur le modèle hydrogéologique de la nappe de la craie, afin d'alimenter dans un deuxième temps la réflexion et la discussion au sein du comité de pilotage, pour le choix des valeurs de VMPO.

Ce chapitre présente le travail sur la définition du VMPO.

4.1 METHODOLOGIE POUR L'ARONDE ET LE MARAIS DE SACY

Le Volume Maximum Prélevable Objectif (VMPO) est défini en période de sécheresse quinquennale au niveau des points de contrôle quantitatif de la nappe et des cours d'eau dont nous avons vérifié le bien fondé précédemment :

- Station de Clairoix sur l'Aronde
- Station du piézomètre de Sacy-le-Grand sur le marais de Sacy.

Nous examinons dans un premier temps la réaction quantitative à ces points de contrôle des masses d'eau ou points nodaux, pour des configurations différentes de prélèvement.

La réaction se traduit par un dépassement des différents seuils, constitué des minimums annuels en période d'étiage, plus ou moins prolongé dans le temps.

On considère que le bon état quantitatif est assuré tant que le seuil d'alerte n'est pas atteint. Rappelons que le seuil d'alerte est défini afin de respecter la réglementation précisée dans le chapitre 2 du présent rapport et transcrit dans les annexes 3 et 4.

Autrement dit, le bon état quantitatif est réel quand il n'est pas nécessaire de faire appel à des restrictions d'usages 4 années sur 5.

Le Volume Maximum Prélevable Objectif (VMPO), est donc celui pour lequel le seuil d'alerte ne sera pas franchi ou juste dépassé, pour la première année de déficit quinquennal.

Le Volume Maximum Prélevable Objectif (VMPO) est donc recherché, à l'aide de simulations sur le modèle OISE-ARONDE, présentées au chapitre suivant.

Les résultats des tests de sollicitation de la ressource sont présentés sous la forme de tableaux synthétiques. Le guide de lecture de ces tableaux est présenté ci-après.

Les scénarios de prélèvements sont décrits en tête de ligne. Les colonnes indiquent le nombre de mois de dépassement des seuils (lecture à 0.5 mois près) pour le déroulement de la succession des années moyennes, puis la première année de sécheresse quinquennale et enfin la 3^{ème} année de sécheresse quinquennale.

Pour améliorer la lecture du tableau, un code couleur indique le niveau de perturbation de la masse d'eau (ou impact par rapport à la situation SANS PRELEVEMENT), selon la règle suivante :

Code couleur :

- Valeur identique à la valeur en situation sans prélèvement : code couleur. Pas d'impact.
- Valeur de]0 à 3 mois[supérieure à la valeur en situation sans prélèvement : code couleur. Impact faible.
- Valeur de]3 à 6 mois[supérieure à la valeur en situation sans prélèvement: code couleur. Impact moyen.
- Valeur de]6 à 9 mois[supérieure à la valeur en situation sans prélèvement : code couleur. Impact fort.
- Valeur de]9 à 12 mois[supérieure à la valeur en situation sans prélèvement: code couleur. Impact très fort.

4.2 SIMULATIONS REALISEES

Des simulations sur le modèle mathématique Oise-Aronde ont été réalisées afin de définir le Volume Maximum Prélèvement Objectif (VMPO). Le modèle construit en phase 3 et appelé situation de référence est utilisé ici. Pour rappel, il est constitué d'une succession de 16 années de simulation, dont les données de forçage sont :

- années 1 à 10 : situation hydrologique moyenne (pluviométrie moyenne, prélèvements de référence de l'année moyenne)
- années 11 à 13 : situation hydrologique de sécheresse (pluviométrie de période de retour 5 ans sec, prélèvements de référence de l'année sèche)
- années 14 à 16 : situation hydrologique humide (pluviométrie de période de retour 5 ans humide, prélèvements de référence de l'année moyenne)

Les résultats de ces simulations à Clairoix, Sacy et Arsonval sont présentés en annexe.

Des tests ont été menés en modifiant les volumes prélevés sur les ouvrages modélisés.

La situation 100% de prélèvement est la SITUATION DE REFERENCE. Cette situation de référence est obtenue par la moyenne 2003 – 2007 des prélèvements au moment de la réalisation des simulations. Elle correspond à la situation de référence testée au cours de la phase 3.

Cette situation est comparée à la SITUATION SANS PRELEVEMENT, le volume prélevé sur chacun des ouvrages est nul.

Dans le but de comprendre l'influence des prélèvements sur la piézométrie et les débits sur les sous bassins versants, diverses simulations intermédiaires sont réalisées sur l'ensemble des prélèvements :

- 60 % de prélèvement
- 70% de prélèvement
- 80% de prélèvement
- 120% de prélèvement

Ces simulations consistent à appliquer un taux de diminution ou d'augmentation des prélèvements commun à l'ensemble des ouvrages.

Par ailleurs, des simulations spécifiques aux sous bassins versants sont réalisées.

Sur le bassin versant de l'Aronde, nous avons testé :

- l'arrêt des prélèvements d'irrigation,
- l'arrêt des prélèvements dans la vallée de l'Aronde
- l'arrêt des prélèvements AEP sur Baugy
- la diminution des prélèvements d'irrigation de moitié en période de sécheresse

Sur le bassin versant de Sacy, l'arrêt des prélèvements AEP du Liancourtois est simulé.

Les volumes par sous bassin versant correspondants à chacune des simulations sont présentés en annexe 3.

4.3 BASSIN VERSANT DES MARAIS DE SACY

Les résultats des simulations sont présentés sur le calcul des niveaux piézométriques à Sacy-le-Grand (code BSS : 01045X0015S1) en mètre NGF. Cette cote piézométrique calculée par le modèle sur le piézomètre est comparée aux seuils de gestion (Tableau 8). Les résultats sont présentés en termes de mois de dépassement.

Tableau 8 : Dépassements observés des seuils statistiques à Sacy

Seuils piézométriques	Volume de prélèvements simulé en m3	Sacy											
		Année moyenne				Année sèche 1				Année sèche 3			
		CR	C	A	V	CR	C	A	V	CR	C	A	V
Situation sans prélèvement	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60% des prélèvements actuels	936 000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70% des prélèvements actuels	1 092 000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	11.5	12.0	12.0
80% des prélèvements actuels	1 248 000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	7.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Situation de référence (100% des prélèvements)	1 560 000	0.0	2.5	4.0	5.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.0	12.0	12.0	12.0
120% des prélèvements actuels	1 872 000	8.0	9.0	10.0	10.5	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Arrêt des prélèvements AEP du Liancourtois	233 840	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

En situation SANS PRELEVEMENT, le niveau piézométrique ne montre aucun dépassement de seuil.

En situation DE REFERENCE (prélèvements = 1 560 000 m³), la perturbation est notable. En année moyenne, le seuil de crise est dépassé durant 2.5 mois. En année quinquennale sèche (année sèche 1), le niveau piézométrique dépasse le seuil de crise renforcé durant pratiquement 3 trimestres. En déficit prolongé (année sèche 3), le seuil de crise renforcé est dépassé toute l'année.

L'augmentation du prélèvement de 20%, simulation 120% des prélèvements actuels (cela correspond à peu près aux besoins en période déficitaire) empire la situation : en année moyenne le niveau de la nappe dépasse pendant 8 mois le seuil de crise renforcé. En année quinquennale sèche et en déficit prolongé, le seuil de crise renforcé est dépassé toute l'année.

La diminution des prélèvements à 80% permet de revenir à la situation sans prélèvement en année moyenne. Le système est perturbé pendant l'année quinquennale sèche (seuil d'alerte dépassé pendant 4 mois). En année de déficit prolongé, tous les seuils sont dépassés pendant 12 mois.

La diminution des prélèvements à 60% permet de revenir à une situation sans prélèvement avec aucun dépassement de seuils pour chaque condition climatique simulée.

Le test intermédiaire à 70% de prélèvements, permet de maintenir le niveau de la nappe en bon état jusqu'à l'année quinquennale sèche. Par contre, en déficit prolongé, les prélèvements ainsi maintenus perturbent très nettement le niveau de la nappe.

Cette baisse des prélèvements n'est pas suffisante pour soulager la nappe en déficit prolongé : la situation obtenue ne diffère guère de celle du prélèvement à 80%.

La simulation « Arrêt des prélèvements du Liancourtois » teste l'impact des prélèvements du Liancourtois. Leur suppression induit un retour à la situation sans prélèvement.

Selon la définition indiquée plus haut, le Volume Maximum Prélèvement Objectif (VMPO) qui permettrait d'éviter de passer en dessous du seuil d'alerte de sécheresse 4 années sur 5 se situe entre 70 et 80% de la situation de référence c'est-à-dire entre 1 092 000 m³ et 1 248 000 m³. La valeur moyenne de 1 175 000 m³ a été proposée comme le Volume Maximum Prélèvement Objectif (VMPO) dans un premier temps.

Il y aurait donc un effort à fournir par les usagers de la ressource, à hauteur d'environ 25% par rapport au volume pris en compte pour la situation de référence c'est-à-dire 1 560 000 m³.

4.4 BASSIN VERSANT DE L'ARONDE

Les résultats des simulations sont présentés sur le calcul du débit de restitution à Clairoix (débit total exprimé en m³/s). Ce débit est comparé aux seuils de gestion (Tableau 9) en termes de mois de dépassement.

Tableau 9 : Dépassements observés des seuils statistiques à Clairoix

Seuils de débit	Volume de prélèvements simulé en m ³	Clairoix											
		Année moyenne				Année sèche 1				Année sèche 3			
		CR	C	A	V	CR	C	A	V	CR	C	A	V
Situation sans prélèvement	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	6.0
60% des prélèvements actuels	3 798 000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	3.5	6.5	8.5
70% des prélèvements actuels	4 431 000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	4.0	7.0	9.0
80% des prélèvements actuels	5 064 000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	5.5	0.0	4.5	8.0	9.0
Situation de référence (100% des prélèvements)	6 330 000	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	3.0	6.5	1.5	7.0	8.5	9.5
120% des prélèvements actuels	7 595 000	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	4.0	8.0	3.5	7.5	9.0	10.0
Arrêt des prélèvements pour l'irrigation	4 800 000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	4.0	6.5
Prélèvements pour l'irrigation divisés par 2 en période de sécheresse	5 560 000	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.0	5.5	0.0	5.0	7.5	9.0
Arrêt des prélèvements situés dans la vallée de l'Aronde	6 000 000	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	3.0	6.0	1.0	5.0	8.0	9.5
Arrêt des prélèvements sur Baugy	3 040 000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	6.0	8.5

En situation SANS PRELEVEMENT, la rivière à Clairoix ne connaît aucune difficulté en année moyenne et en année quinquennale sèche. Si le déficit se prolonge, la rivière est en alerte pour 3,5 mois.

En situation DE REFERENCE (prélèvements = 6 330 000 m³), le débit calculé à Clairoix dépasse le seuil de vigilance pendant 1,5 mois en année moyenne. En situation de sécheresse, le débit à Clairoix dépasse le seuil d'alerte un trimestre lors de l'année quinquennale sèche et presque d'un semestre en déficit prolongé.

L'augmentation du prélèvement de 20%, simulation 120% des prélèvements actuels, (cela correspond à peu près aux besoins en période déficitaire) induit un passage sous le seuil de vigilance pendant moins d'un trimestre en année moyenne. Par contre, un déficit prolongé induit le dépassement du seuil de crise renforcé pendant plus d'un trimestre et le seuil d'alerte est dépassé pendant 9 mois.

La diminution de moitié des prélèvements pour l'irrigation du bassin versant en situation de sécheresse pour un volume prélevé de 5 560 000 m³ montre un dépassement du seuil de vigilance pendant presque un semestre et un dépassement du seuil d'alerte pendant deux mois lors d'une année quinquennale sèche. En déficit prolongé le débit passe sous le seuil de crise pendant presque un semestre.

L'arrêt total des prélèvements pour l'irrigation, simulation 0% IRRIGATION, améliore la situation. Cependant en déficit prolongé, le seuil de vigilance est dépassé pendant plus d'un semestre et le seuil d'alerte pendant plus d'un trimestre.

L'arrêt des prélèvements pour l'irrigation dans la vallée de l'Aronde n'améliore pas sensiblement la situation.

L'arrêt des prélèvements à Baugy améliore la situation puisque les seuils ne sont plus dépassés en année moyenne et que seul le seuil de vigilance est dépassé pendant 2,5 mois en année quinquennale sèche.

Les simulations montrent que le milieu est soulagé avec l'arrêt des prélèvements à Baugy et l'arrêt des prélèvements pour l'irrigation. Cette dernière simulation a un impact plus important sur le milieu puisque les prélèvements agricoles se concentrent pendant la période estivale.

La diminution des prélèvements agricoles de moitié n'apporte pas de marge suffisante, tandis que l'arrêt des ouvrages dans la vallée, ne diffère que très peu de la situation de référence.

Les tests de diminution sur l'ensemble des prélèvements, montrent qu'il est possible par cette diminution de retrouver une situation peu perturbée à Clairoix.

La baisse à 80% des prélèvements apporte une amélioration sensible, la perturbation des milieux en année quinquennale sèche, n'intervenant que pour un 1,5 mois, pendant lequel on atteint de justesse le seuil d'alerte. Cette même configuration des prélèvements permet de réduire l'impact de ceux-ci en situation de déficit prolongé.

Selon la définition indiquée plus haut, le Volume Maximum Prélevable Objectif (VMPO) qui permettrait d'éviter de passer en dessous du seuil d'alerte de sécheresse 4 années sur 5 est de 5 064 000 m³. Il y aurait donc un effort à fournir par les usagers de la ressource, à hauteur d'environ 20% par rapport au volume pris en compte pour la situation de référence c'est à dire 6 330 000 m³.

4.5 CAS PARTICULIER : BASSIN VERSANT DE L'ARONDE A ARSONVAL

Pour ce qui concerne le point de surveillance d'Arsonval, sur l'Aronde, mesuré depuis 2009, le processus de calage du modèle n'a pas été réalisé, faute d'une chronique suffisante.

Les résultats du modèle sont utilisés afin de pouvoir faire une analyse en relatif, c'est-à-dire que l'on analyse la perturbation induite par un prélèvement accru, ou diminué, par rapport à la reconstitution de la situation SANS PRELEVEMENT.

Pour chaque simulation de prélèvement, deux lignes sont remplies. La première ligne du tableau indique les dépassements des seuils⁴ en mois tels que le calcul les restitue pour la situation sans prélèvement, avec rappelons-le une surestimation. La deuxième ligne indique l'impact en mois de dépassement supplémentaire de ces seuils par rapport à la situation sans prélèvement.

Le code couleur utilisé est conservé.

Les résultats des simulations sont présentés sur le calcul du débit de restitution à Arsonval (débit total⁵ exprimé en m³/s). Ce débit est comparé aux seuils de gestion en termes de mois de dépassement.

Tableau 10 : Dépassements observés à Arsonval des seuils biologiques

Seuils de débit	Volume de prélèvements simulé en m ³	Arsonval											
		Année moyenne				Année sèche 1				Année sèche 3			
		CR	C	A	V	CR	C	A	V	CR	C	A	V
Situation sans prélèvement	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	4.5	7.5
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60% des prélèvements actuels	960 000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	7.0	9.5
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	2.5	2.0
70% des prélèvements actuels	1 120 000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	7.5	9.5
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	3.0	2.0
80% des prélèvements actuels	1 280 000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	0.0	0.5	8.0	9.5
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.5	3.5	2.0
Situation de référence (100% des prélèvements)	1 600 000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	1.5	8.0	9.5
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	1.5	3.5	2.0
120% des prélèvements actuels	1 920 000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0	2.5	8.5	10.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	2.5	4.0	2.5
Arrêt des prélèvements pour l'irrigation	490 000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	4.5	8.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
Prélèvements pour l'irrigation divisés par 2 en période de sécheresse	1 050 000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	7.0	9.5
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	2.5	2.0
Arrêt des prélèvements situés dans la vallée de l'Aronde	1 350 000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	1.0	7.5	9.5
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	1.0	3.0	2.0

La simulation en situation SANS PRELEVEMENT montre par comparaison avec l'Aronde à Clairoux que la partie amont du bassin versant de l'Aronde est sensible naturellement au phénomène de sécheresse.

⁴ Ces seuils déterminés statistiquement ont une signification biologique forte

⁵ Attention : le calcul des débits sur notre outil de modélisation est décalé de la réalité mesurée en 2009 de 150l/s en étiage. La réalité de dépassement des seuils en 2009 est bien moins optimiste que le calcul.

Ainsi, même sans aucune pression de prélèvement sur la nappe de la craie, le débit de l'Aronde passe sous le seuil de vigilance pendant 2 mois pour une année quinquennale sèche survenant après une période de moyennes eaux. En déficit prolongé, la sécheresse se traduit par le dépassement du seuil d'alerte sur 4.5 mois.

En situation DE REFERENCE (= 1 600 000 m³), le débit minimum à l'étiage est de 360 l/s. Ce volume est inférieur aux volumes prélevés de 2003 à 2005. Le seuil de crise est dépassé pendant 1.5 mois et le seuil d'alerte pendant 8 mois (soit plus d'un trimestre supplémentaire par rapport à la situation naturelle) en année de déficit prolongé.

L'augmentation des prélèvements de 20%, simulation 120% des prélèvements actuels, (cela correspond à peu près aux besoins en période déficitaire) aggrave légèrement la situation.

La réduction des prélèvements à 80% n'améliore pas nettement la situation.

La réduction des prélèvements à 60% permet une amélioration de la situation de l'état qualitatif des milieux mais le seuil de vigilance est toujours dépassé pendant 4.5 mois en année quinquennale sèche. Il n'est donc pas sensible de réduire de la sorte les prélèvements. Cependant cette diminution permet d'éviter de passer sous le seuil de crise en année de déficit prolongé. Le seuil d'alerte reste pourtant dépassé durant 7 mois.

La diminution de moitié des prélèvements pour l'irrigation du bassin versant en situation de sécheresse améliore la situation. Le seuil de vigilance est dépassé durant 4 mois – contre 6 en situation de référence lors d'une année quinquennale sèche.

L'arrêt total des prélèvements pour l'irrigation situés dans la vallée de l'Aronde montre un dépassement du seuil d'alerte durant 7.5 mois lors d'une année de déficit prolongé, soit un trimestre supplémentaire qu'en situation sans prélèvement.

La simulation 0% IRRIGATION, qui rejoint la situation sans prélèvement en termes de dépassement de seuil, montre que dans ce secteur du bassin versant de l'Aronde, l'impact des prélèvements agricoles est important.

La station d'Arsonval a été mise en place depuis décembre 2008 et ne bénéficie donc pas d'une chronique de mesures très longue au contraire de Clairoix dont les mesures sont enregistrées depuis les années 1970.

La comparaison des débits mesurés et calculés à Arsonval sur la période 2008 – 2010 (figure 9) montre une surestimation du calcul du modèle. Il apparaît donc difficilement envisageable d'identifier un volume mobilisable à partir de la station d'Arsonval actuellement.

Lorsqu'une série plus longue de mesures aura été collectée le modèle pourra être recalé en intégrant Arsonval.

Il est proposé de continuer l'acquisition des mesures sur Arsonval en pérennisant la station de mesures et d'intégrer ces données au moment du recalage du modèle. La station d'Arsonval pourrait être utilisée non pas pour la gestion, mais pour la surveillance de l'état des milieux et pour mesurer l'efficacité des mesures en cas de recharge insuffisante de la nappe.

5 SIMULATIONS SUPPLEMENTAIRES POUR L'ATTEINTE DU VOLUME MOBILISABLE

Suite à ces propositions, la dernière partie du travail de phase 4, **la phase de négociation** a pu alors s'enclencher.

Six réunions ont ainsi été menées d'une part sur le bassin de Sacy (le 01/02/2011, le 17/03/2011 et le 13/05/2011), d'autre part sur le bassin de l'Aronde (le 08/02/2011, le 18/03/2011 et le 10/05/2011), afin de préparer deux fiches d'actions à intégrer au programme du SAGE Oise-Aronde.

Au cours de ces réunions locales, il a été demandé à hydratec de produire de nouvelles simulations⁶ visant à définir au plus fin le volume maximum prélevable pour chacune de zones concernées (ZRE Aronde et marais de Sacy), et d'envisager les moyens de parvenir à l'objectif de prélèvement fixé.

La gestion des prélèvements passe par la baisse stricte de ceux-ci dans un avenir plus ou moins proche mais aussi par la mise en place d'actions permettant à terme l'atteinte de cet objectif.

Les commissions « Aronde » et « Sacy » ont produit un document récapitulatif sous forme de fiches, qui seront intégrées au SAGE OISE ARONDE, soit dans le règlement soit dans le PAGD.

⁶ La marge d'erreur de la modélisation OISE-ARONDE a été détaillée dans le chapitre 5.10 du rapport de phase 2.

5.1 BASSIN VERSANT DE L'ARONDE : CONVERSION D'UNE PRISE D'EAU SUPERFICIELLE EN PRELEVEMENT SOUTERRAIN

Les enregistrements limnimétriques sur l'Aronde à Gournay montrent 2 minimums à l'étiage 2009 entre le 15 août et le 15 octobre. Ces fluctuations du débit de l'Aronde peuvent être mises en relation avec le prélèvement agricole en eau de surface, au lieu-dit Entre 2 rivières.

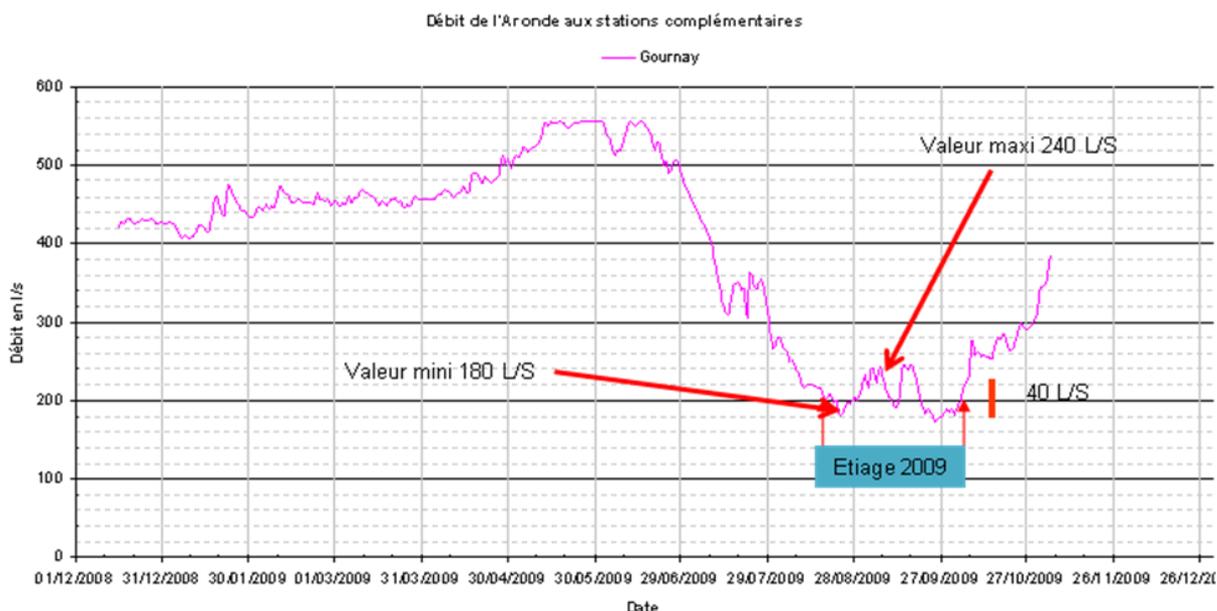


Figure 12 : débit de l'Aronde à la station de Gournay/Aronde

Ainsi, nous avons calculé l'impact de la prise d'eau sur le niveau d'eau de l'Aronde.

Le volume prélevé dans l'Aronde représente 13 à 23 % du débit d'étiage en 2009. Des calculs hydrauliques sont réalisés sur la base d'une estimation de la morphologie du cours d'eau dans ce secteur à partir de relevés de terrain non cotés. La prise d'eau provoque l'augmentation du temps de séjour (TS) dans le bief de 110% à 105 % du TS actuel, dans les conditions d'utilisation actuelles. Elle ferait, selon les conditions hydrauliques d'écoulement en étiage, baisser le niveau de l'Aronde de 1,5 cm.

La conversion de cette prise d'eau en prélèvement souterrain sur le puits AR 281 037 est simulée sur le modèle Oise Aronde. Le puits concerné (AR 281 037) a une profondeur de 45.24 m et est crépiné sur 15 m dans la craie. Le débit de prélèvement (à l'équipement) est de 150 m³/h, soit 42 l/s.

Ce prélèvement provoque une baisse du niveau de la nappe à l'échelle de la vallée de 0.50 m au maximum. Cette mise en dépression, si elle se transmettait directement dans la rivière ferait diminuer le niveau d'eau dans le bief au droit du puits de l'ordre de 1 à 2 cm, ce qui n'est pas significativement différent de l'impact de la prise d'eau superficielle.

Ce prélèvement en nappe ne montre pas d'impact sur les débits de la rivière à Clairoix (Annexe 5). Ce résultat semble justifié, le prélèvement simulé s'effectuant à une centaine de mètres seulement de la rivière.

En conclusion, cette conversion d'une prise d'eau de surface en un pompage en eau souterraine n'induit pas d'impact sensible et significatif en termes de niveaux et d'échange nappe-rivière.

L'exhaure dans la nappe permet d'obtenir une bonne filtration du prélèvement, garantissant une meilleure qualité sanitaire de l'eau prélevée, sans impact quantitatif supplémentaire sur la ressource en eau.

5.2 BASSIN VERSANT DE L'ARONDE : ELOIGNEMENT DES PUIITS PRELEVANT DANS LA VALLEE DE L'ARONDE

Au cours des discussions, le comité de pilotage a souhaité connaître l'impact des prélèvements de la vallée proches de la rivière sur les niveaux de nappe dans la vallée et les débits de l'Aronde.

Ainsi, une simulation supplémentaire a été réalisée en éloignant 5 ouvrages présents à proximité immédiate du cours d'eau, d'environ 120 m par rapport à la rivière.

L'impact sur la nappe dans l'axe de la vallée (là où étaient les forages) est de +10 cm. L'impact sur le niveau d'eau dans la rivière est de +1 à +2 cm environ. Il n'y a pas d'impact de ce déplacement sur le débit de la rivière.

Cette action n'a évidemment pas d'impact sur le volume disponible, puisque l'on prélève autant qu'en situation actuelle.

Ainsi le déplacement des prélèvements de la vallée n'a pas d'impact notable sur le débit de l'Aronde.

Cependant, il est important de noter que le modèle représente difficilement les modifications à cette échelle, puisqu'il est bien un outil de gestion globale des prélèvements sur l'ensemble du bassin versant Oise-Aronde.

5.3 BASSIN VERSANT DE L'ARONDE : RETENUES DE SUBSTITUTION

Les prélèvements pour l'irrigation sont principalement effectués de juin à septembre. Le comité de pilotage a souhaité tester l'impact de la réalisation de retenues de substitution.

Une simulation a été réalisée en considérant que 50 % des prélèvements annuels sont réalisés durant la période moyenne de hautes eaux (février, mars, avril) et stockés dans une ou plusieurs retenues de substitution. Ainsi, en période d'étiage, la moitié du prélèvement nécessaire aux besoins d'irrigation est réalisée en nappe, l'autre moitié étant approvisionnée par les retenues de substitution.

La simulation prend donc en compte les prélèvements suivants :

- Prélèvements réguliers de 50% du volume annuel durant la période moyenne de hautes eaux (février, mars, avril) sur l'ensemble des puits d'irrigation du bassin versant de l'Aronde.
- Prélèvements réguliers de 50% du volume annuel durant la période de basses eaux (juin, juillet, août) sur l'ensemble des puits d'irrigation du bassin versant de l'Aronde.

- Volume annuel total prélevé : 1 530 000 m³
- Volume à stocker : ~760 000 m³

L'impact piézométrique entre la situation actuelle et la situation future avec retenues de substitution est calculé à la fin de la première année sèche (fin septembre).

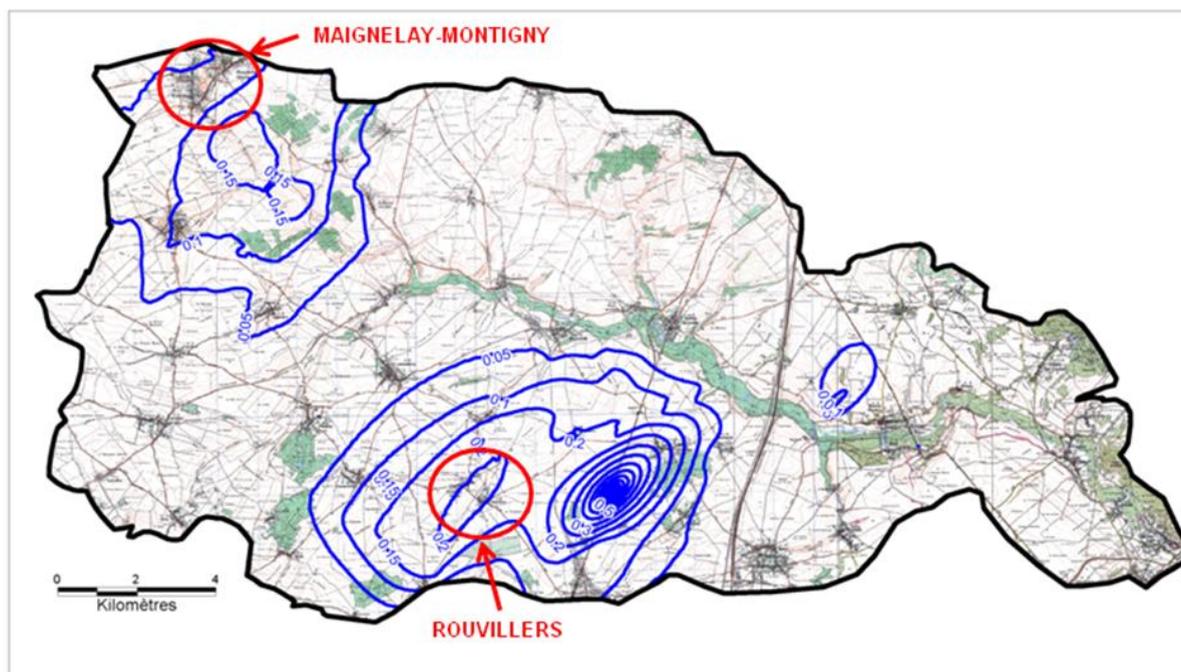


Figure 13 : Impact piézométrique (état final – état initial) sur le sous-bassin versant de l’Aronde

L’impact piézométrique calculé est inférieur à +5 cm dans la vallée de l’Aronde.

Les retenues de substitution permettent une rehausse du niveau piézométrique à la fin de la première année sèche (fin septembre) d’environ +15 cm sur le plateau au sud de Maignelay-Montigny au nord ouest et de +20 cm sur le plateau de Rouvillers au sud du bassin versant.

L’impact positif est fortement lié à la sensibilité de la nappe aux prélèvements présentée dans les phases précédentes de l’étude.

Les chroniques piézométriques calculées par le modèle sont observées sur le graphique suivant en année sèche.

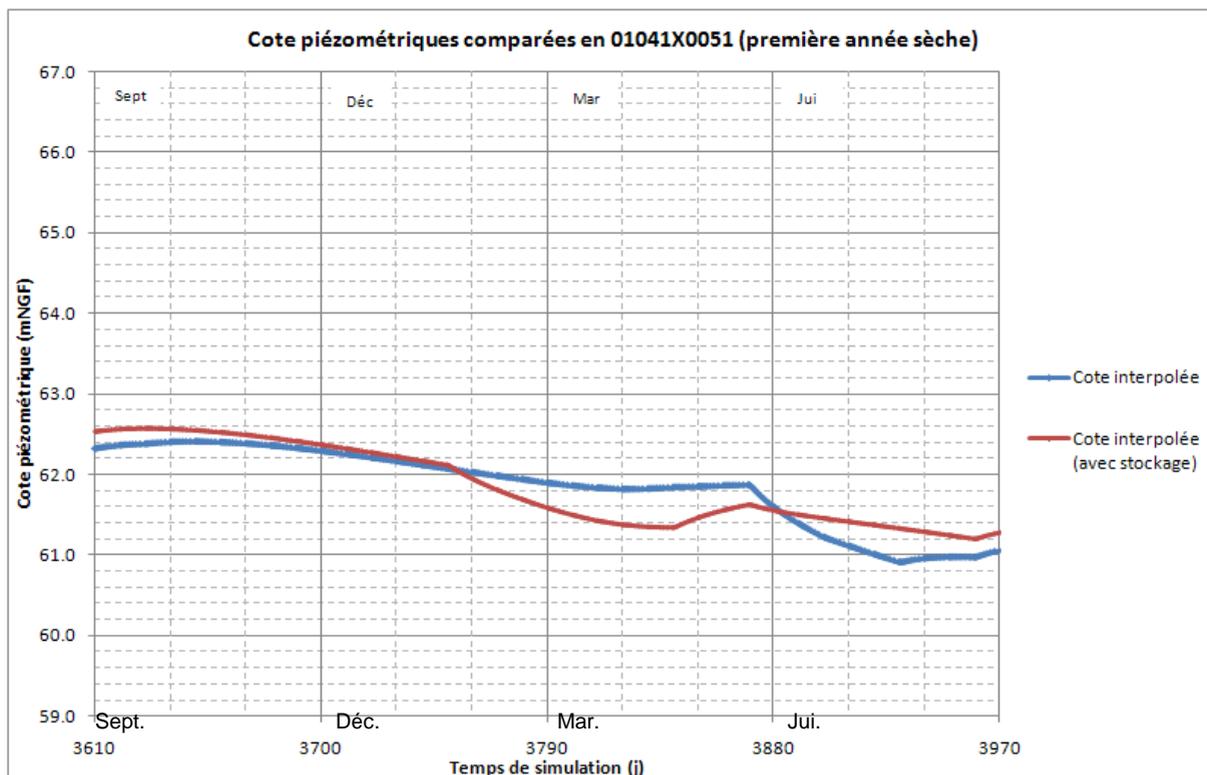


Figure 14 : Comparaison des cotes piézométrique en 01041X0051 en première année sèche quinquennale avec et sans stockage

Le piézomètre 01041X0051 se trouve sur la commune de Grandvillers-aux-Bois sur le plateau (X : 619 260 ; Y : 2 495 490).

On constate un léger décalage en début d'année hydrologique (septembre) : la nappe est très légèrement soulagée par le stockage en année moyenne.

Le stockage implique une baisse du niveau piézométrique de la nappe durant les mois hivernaux de pompage pour remplir la réserve d'eau (février, mars, avril) puis un soulagement durant les mois d'été. Le bilan volumétrique n'est pas modifié.

Sur les débits à Clairoix, on ne note pas de différence significative en mois de dépassement.

Tableau 11 : Dépassements observés des seuils statistiques à Clairoix

Seuils de débit	Volume de prélèvements simulé en m3	Clairoix											
		Année moyenne				Année sèche 1				Année sèche 3			
		CR	C	A	V	CR	C	A	V	CR	C	A	V
Situation actuelle (100% des prélèvements)	6 330 000	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	3.0	6.5	1.5	7.0	8.5	9.5
Retenue de substitution	6 330 000	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	3.0	6.5	1.5	7.0	8.5	9.5

Pourtant, en année de troisième sécheresse quinquennale, le débit de l'Aronde chute, le seuil de crise renforcée serait dépassé de façon plus importante.

En effet, en année de sécheresse, la recharge de la rivière par la nappe est tardive (la nappe participe de plus en plus à l'alimentation de la rivière en mars contrairement à la situation moyenne où la nappe participe de plus en plus dès décembre).

En revanche, le débit de l'Aronde peut être fortement soutenu par le phénomène de ruissellement (suivant la pluviométrie) de novembre à mars. Il y a donc des possibilités de recharge brutale des écoulements de l'Aronde, que nous n'avons pas simulé ici.

Pour compléter ces résultats, la réalisation d'un modèle hydraulique de l'Aronde pourrait permettre d'estimer ce débit de ruissellement en situation de sécheresse. Par ailleurs, une simulation adaptée année après année, prélevant de plus en plus tôt dans l'année hydrologique pour remplir les réserves de substitution, pourrait être réalisée.

5.4 BASSIN VERSANT DE SACY : COLMATAGE DE PUIITS ARTESIENS

Comme évoqué dans le rapport de phase 1, la partie Nord du marais correspond à l'extrémité sud de la nappe libre de la craie. Dans la partie sud, la nappe de la craie devient captive. Des puits artésiens, localisés sur les anciennes cressonnières à l'abandon, sont des points de décharge de la nappe de la craie. Ces puits n'ayant plus de rôle économique, le comité de pilotage a souhaité tester l'impact de la suppression de ces puits artésiens sur la nappe de la craie dans les marais.

Une simulation supplémentaire a été réalisée, elle consiste à colmater 3 puits artésiens se trouvant sur le marais de Sacy. Le volume perdu par ces puits est estimé à 3×20 l/s 24h/24h, soit 1728 m³/j.

Dans le modèle de la situation actuelle, ces ouvrages mal connus n'ont pas été simulés. Le calage permet par la reproduction exacte d'une piézométrie de la nappe de la craie sous le marais de les prendre en compte.

Pour comprendre leur rôle, il suffit de les supprimer, c'est-à-dire de réinjecter le débit perdu par les puits artésiens, tel qu'estimé par le syndicat des marais de Sacy.

La localisation des puits artésiens à colmater est présentée ci-après.

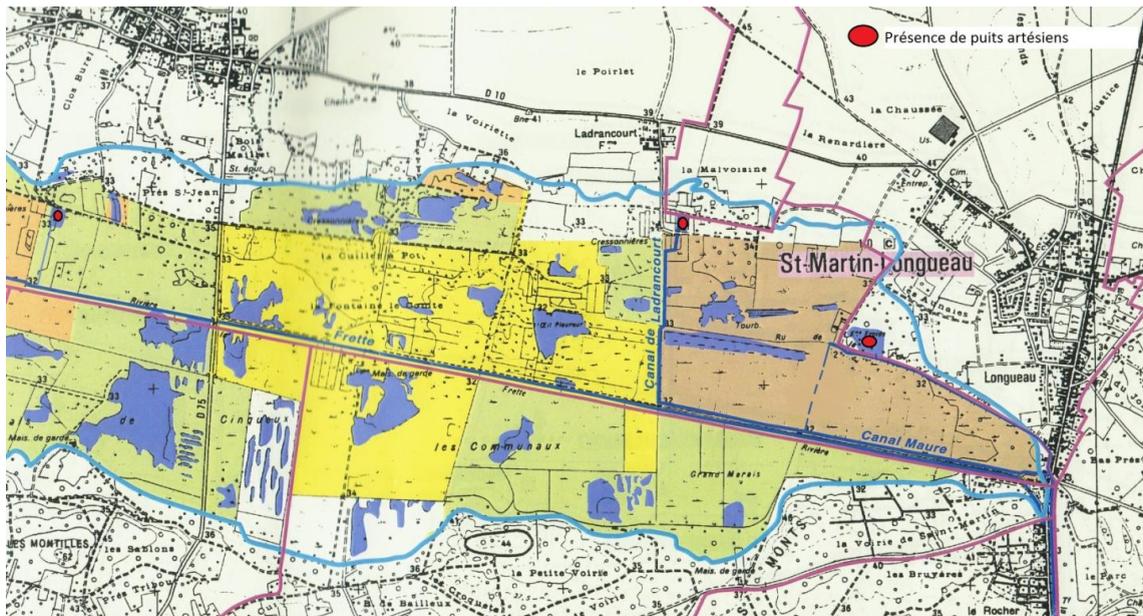


Figure 15 : Localisation des puits artésiens à colmater

L'impact piézométrique entre la situation actuelle et la situation future avec colmatage des puits est calculé à la fin d'une année statistique moyenne et présentée sur la carte ci-après.

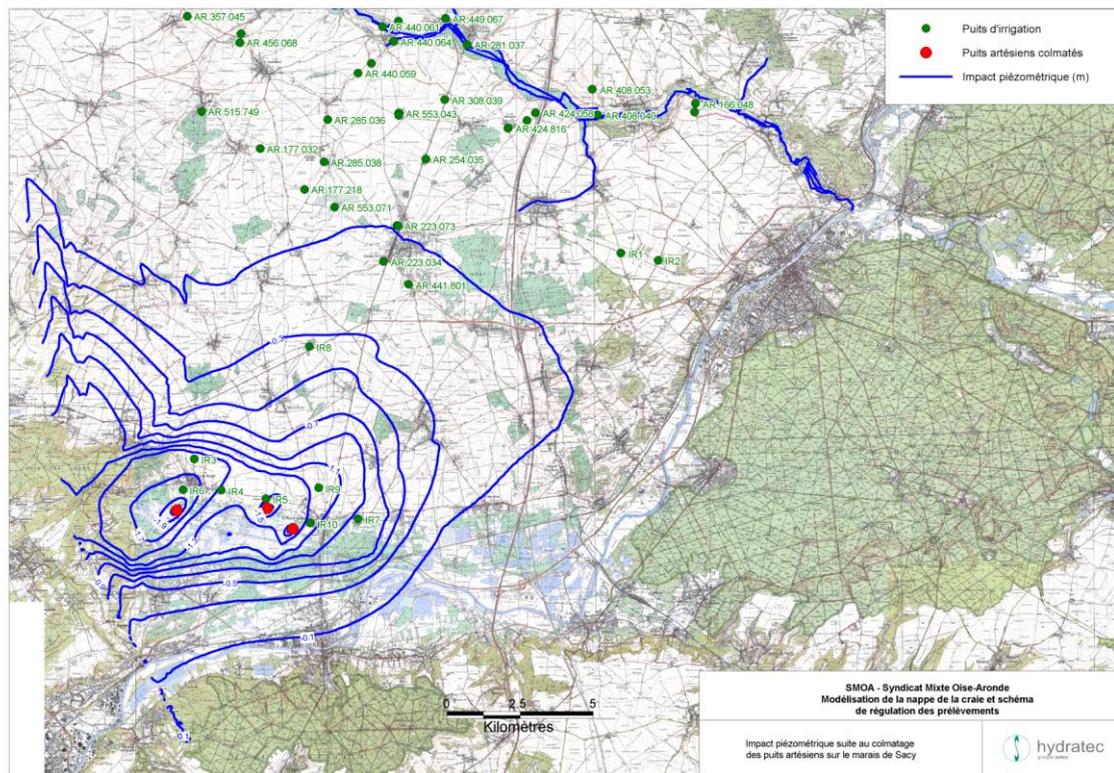


Figure 16 : Impact piézométrique (état final – état initial) sur le sous-bassin versant de Sacy

Cet impact est positif. Le colmatage des puits artésiens permet une hausse du niveau piézométrique de la nappe de la craie sur le bassin versant de Sacy comprise entre 0.1 et 2 m.

Les seuils ne sont plus dépassés sur le piézomètre de Sacy en année moyenne et en année sèche 1. Les dépassements sont moins fréquents en année sèche 3, notamment le seuil de crise renforcée n'est pas atteint.

Tableau 12 : Dépassements observés des seuils statistiques à Sacy

Seuils piézométriques	Volume de prélèvements simulé en m3	Sacy											
		Année moyenne				Année sèche 1				Année sèche 3			
		CR	C	A	V	CR	C	A	V	CR	C	A	V
Situation 100% des prélèvements	1 560 000	0.0	2.5	4.0	5.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.0	12.0	12.0	12.0
Comblement des puits artésiens	1 560 000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	8.0	10.5

En sortie du marais, le modèle calcule une hausse de 25% en moyenne en débit (30 à 34 % en année sèche 1 et 3).

Ainsi, le colmatage des puits artésiens a un impact significatif sur les niveaux piézométriques à Sacy-le-Grand dans le marais et sur les débits en sortie du marais.

6 FICHES OBJECTIF DU SAGE

De ces différentes simulations et au terme de discussion avec les groupes de travail de l'Aronde et de Sacy, des fiches objectifs ont pu être réalisées.

Elles seront intégrées aux pièces constitutives du SAGE OISE-ARONDE.

Ces fiches comprennent :

- la proposition du volume maximum mobilisable, fruit d'une négociation entre la structure porteuse et les usagers, s'appuyant :
 - o Sur les possibilités de restauration quantitative et qualitative des milieux
 - o Sur les évolutions envisageables des modes de prélèvement (économies et interconnexions)
- Le détail des actions et études complémentaires à mettre en place pour atteindre le VMPO
- La présentation de l'outil de suivi, qui dans le cas de l'Aronde en ZRE, est aussi destiné à terme, à être utilisé en outil de gestion.

ANNEXES

Annexe 1: Calcul des lois hauteur-vitesse moyenne-débit sur les différents profils en travers levés au niveau des frayères

Le calcul est effectué avec la loi de Manning-Strickler $Q = K S R h^{2/3} i^{1/2}$

Avec :

Q débit en m³/s

S la section d'écoulement en m²

P périmètre mouillé en m

Rh rayon hydraulique, Rh= S/P en m,

I pente hydraulique de l'écoulement (prise égale à la pente de la vallée)

K coefficient de Manning-Strickler

Le jour de la visite, M. Schwab de l'ONEMA accompagné de M. Blaize animateur du SAGE, ont relevé la section d'écoulement des 5 secteurs de frayère choisis et effectué une mesure de débit.

Dans un premier temps un calage a été effectué afin de retrouver les valeurs de K à affecter à chaque section.

Dans le tableau ci-dessous nous indiquons la valeur de K choisie pour chacune des sections.

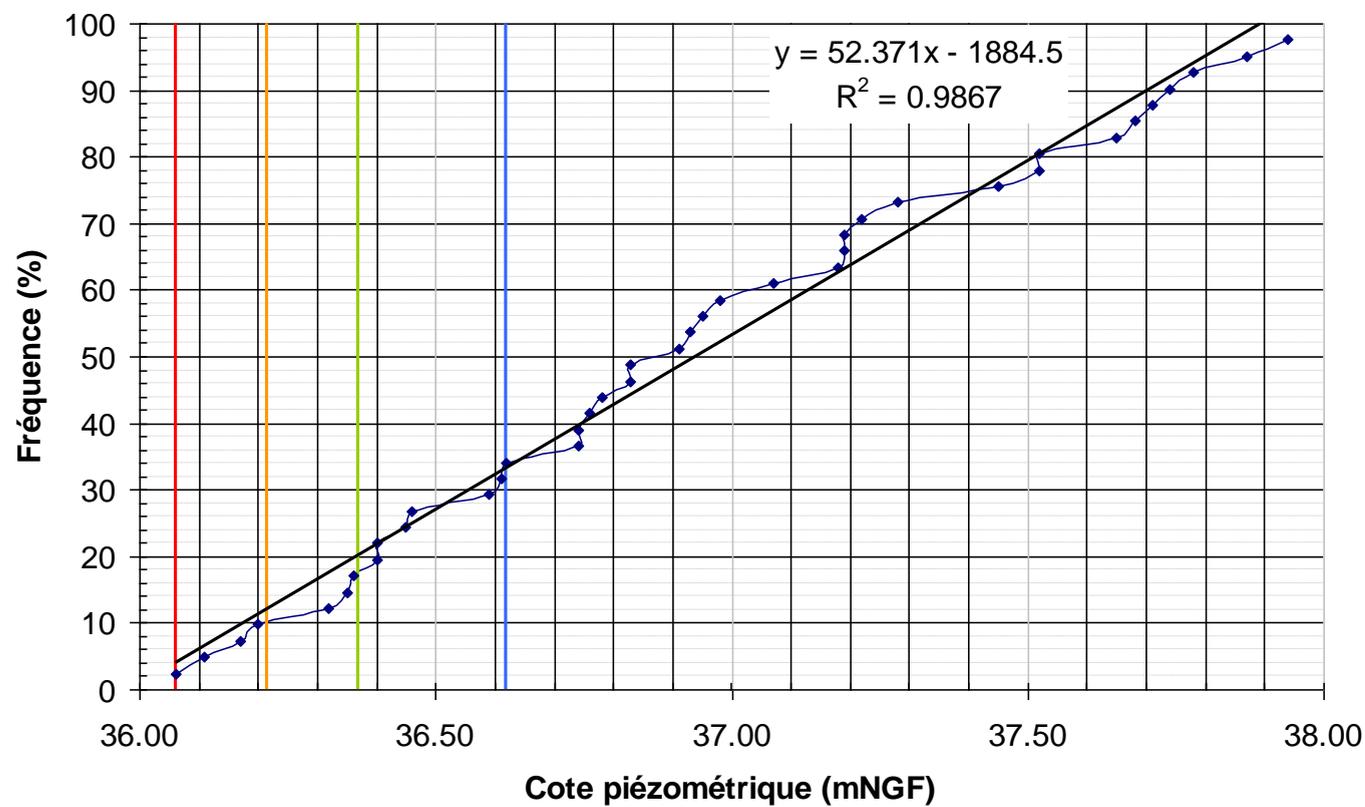
	Q mesuré (m ³ /s)	H mesurée (m)	K évalué	I évaluée sur carte IGN (m/m)	Vitesse Moyenne calculée (m/s)
Montmartin1	0.55	0.3	35	0.0009	0.362
Montmartin2	0.515	0.22	35	0.00196	0.46
Montmartin3	0.619	0.3	35	0.0018	0.504
Waquemoulin	0.092	0.1	35	0.006	0.42
Montiers	0.05	0.1	35	0.013	0.6
Moyenneville	0.219	0.15	35	0.005	0.54

Les tableaux ci-après donnent pour chaque section, les valeurs de Q et de V en fonction de la hauteur.

Montmartin1			Montmartin2			Montmartin3		
Q(m ³ /s)	h cm	v m/s	Q(m ³ /s)	h cm	v m/s	Q(m ³ /s)	h cm	v m/s
0.21	0.2	0.255	0.21	0.144	0.33	0.21	0.19	0.338
0.25	0.21	0.27	0.25	0.16	0.35	0.25	0.2	0.36
0.3	0.23	0.29	0.3	0.17	0.38	0.3	0.22	0.39
0.35	0.245	0.31	0.35	0.18	0.4	0.35	0.23	0.41
0.4	0.26	0.32	0.4	0.19	0.42	0.4	0.25	0.43
0.42	0.265	0.328	0.42	0.199	0.426	0.42	0.252	0.437
0.45	0.27	0.34	0.45	0.206	0.437	0.45	0.259	0.448
0.5	0.287	0.35	0.5	0.22	0.45	0.5	0.27	0.47
0.55	0.299	0.362	0.55	0.227	0.471	0.55	0.284	0.483
0.62	0.317	0.378	0.62	0.241	0.493	0.62	0.3	0.504

Annexe 2: Statistiques au piézomètre de Sacy

Fréquence cumulée des minimums annuels depuis 1970



Annexe 3: Scénarios de sollicitation de la nappe aux points de calage du modèle Oise Aronde

Résultats de la modélisation pour les points suivants :

Aronde à Clairoix

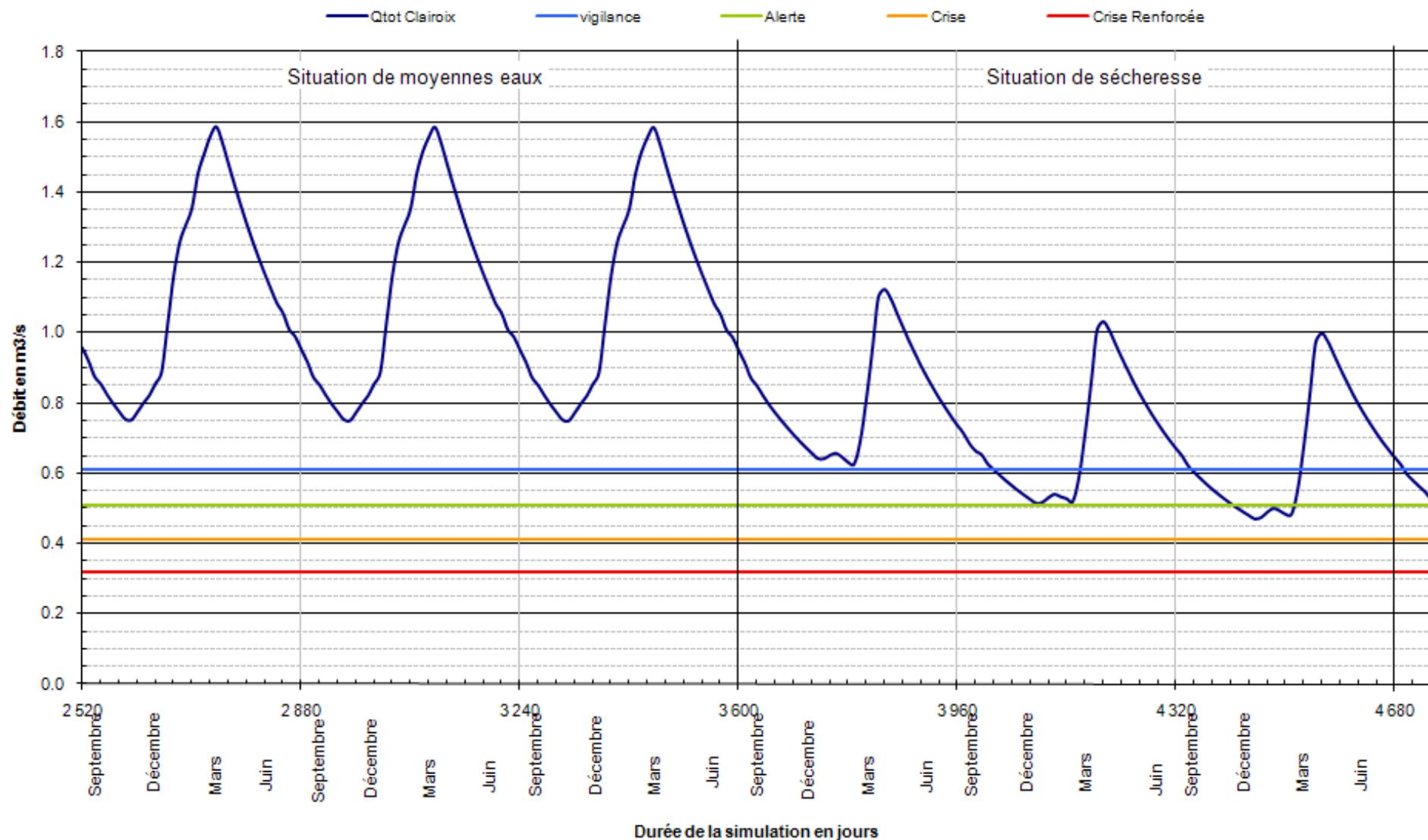
Scénarios	Volume de prélèvements simulé en m ³
Situation sans prélèvement	0
60% des prélèvements actuels	3 798 000
80% des prélèvements actuels	5 064 000
Situation de référence (100% des prélèvements)	6 330 000
120% des prélèvements actuels	7 595 000
Arrêt des prélèvements pour l'irrigation	4 800 000
Prélèvements pour l'irrigation divisés par 2 en période de sécheresse	5 560 000
Arrêt des prélèvements situés dans la vallée de l'Aronde	6 000 000
Arrêt des prélèvements sur Baugy	3 040 000

Marais de Sacy au piézomètre de Sacy-le-Grand.

Scénarios	Volume de prélèvements simulé en m ³
Situation sans prélèvement	0
60% des prélèvements actuels	936 000
80% des prélèvements actuels	1 248 000
Situation de référence (100% des prélèvements)	1 560 000
120% des prélèvements actuels	1 872 000
Arrêt des prélèvements AEP du Liancourtois	233 840

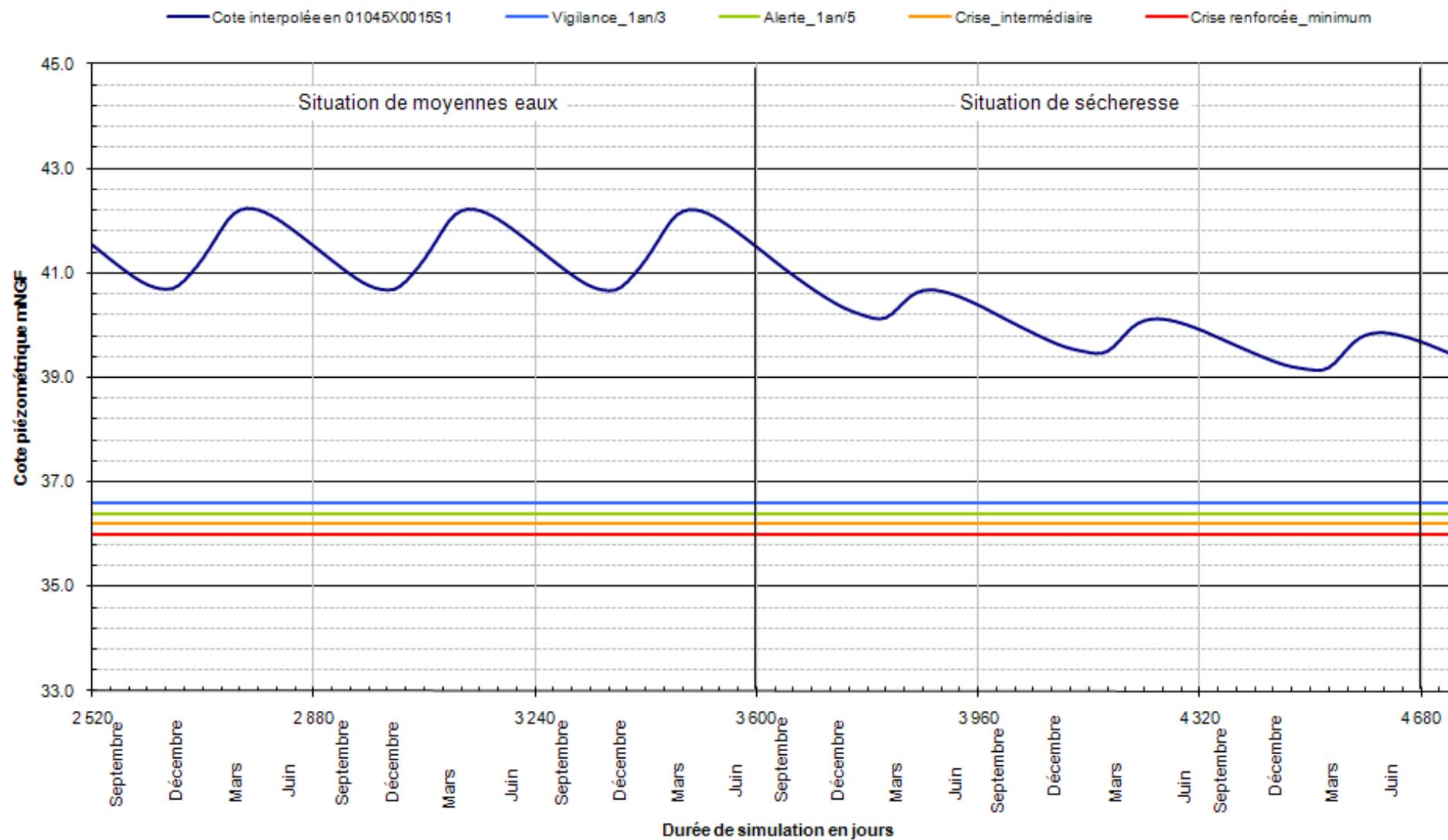
CLAIROIX

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus : situation sans prélèvement (0% de prélèvement)



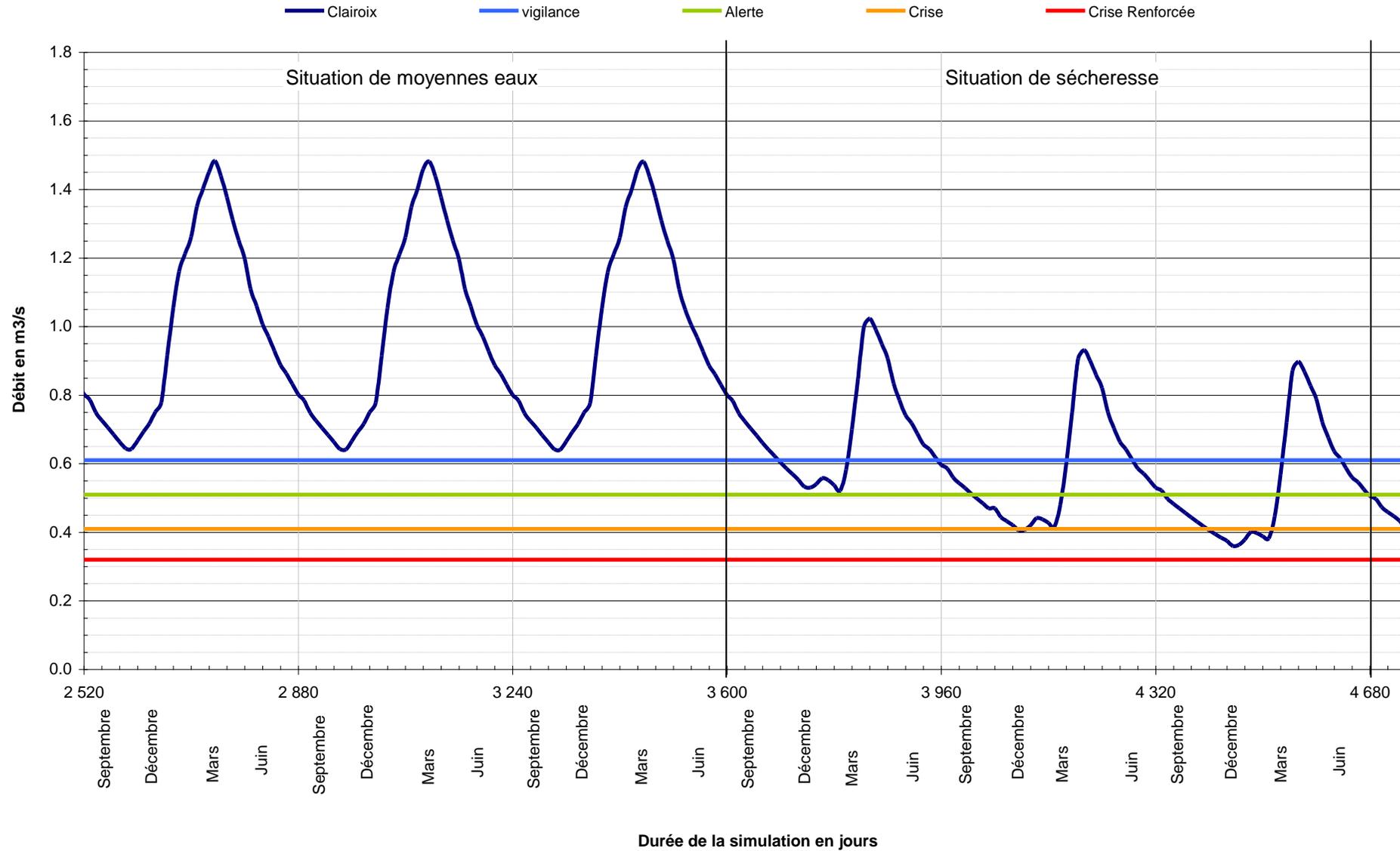
SACY

Comparaison des cotes calculées aux cotes seuils retenues : situation sans prélèvement (0% de prélèvements)



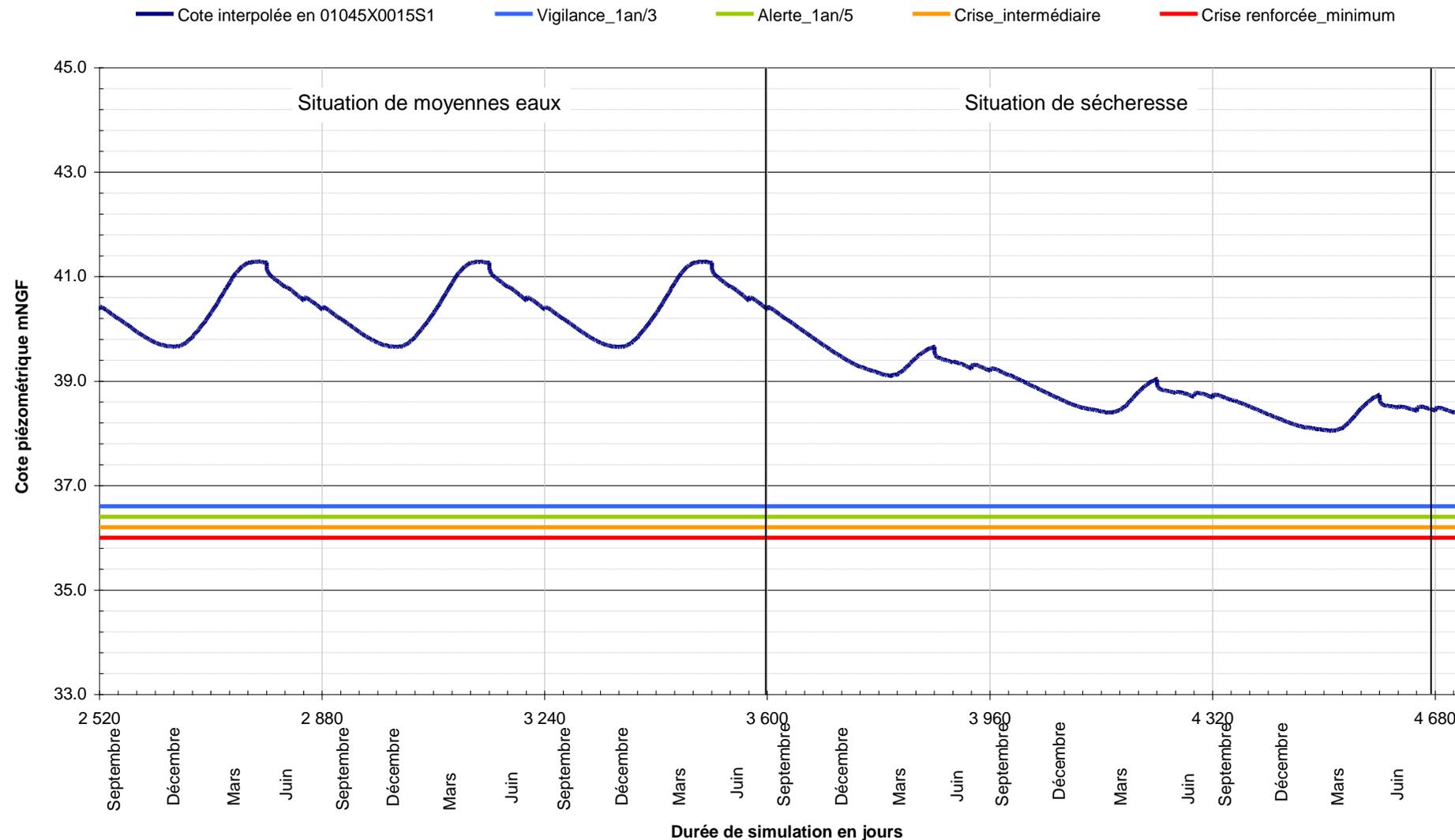
CLAIROIX

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus : 60% de prélèvements



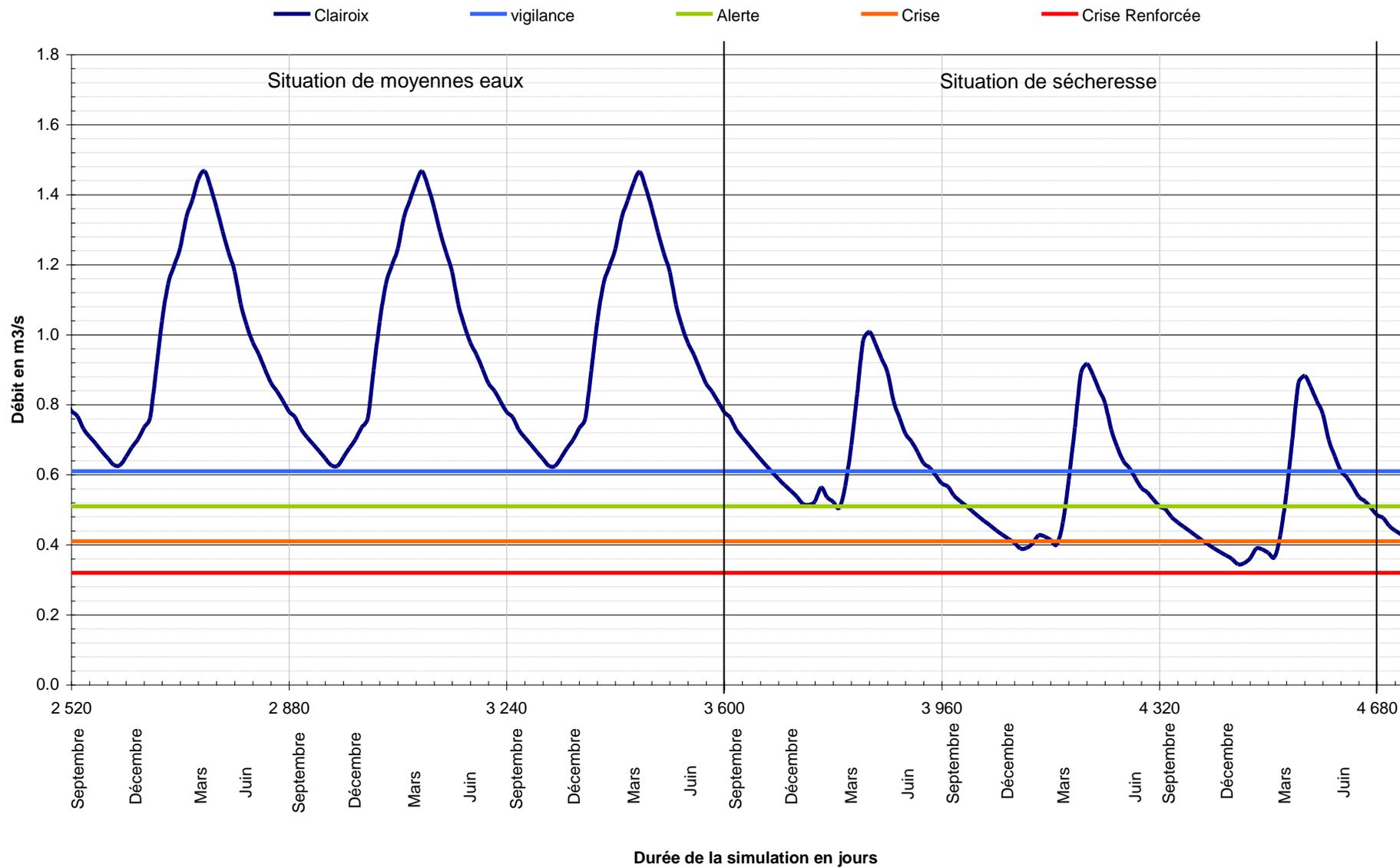
SACY

Comparaison des cotes calculées aux cotes seuils retenues : 60% de prélèvements



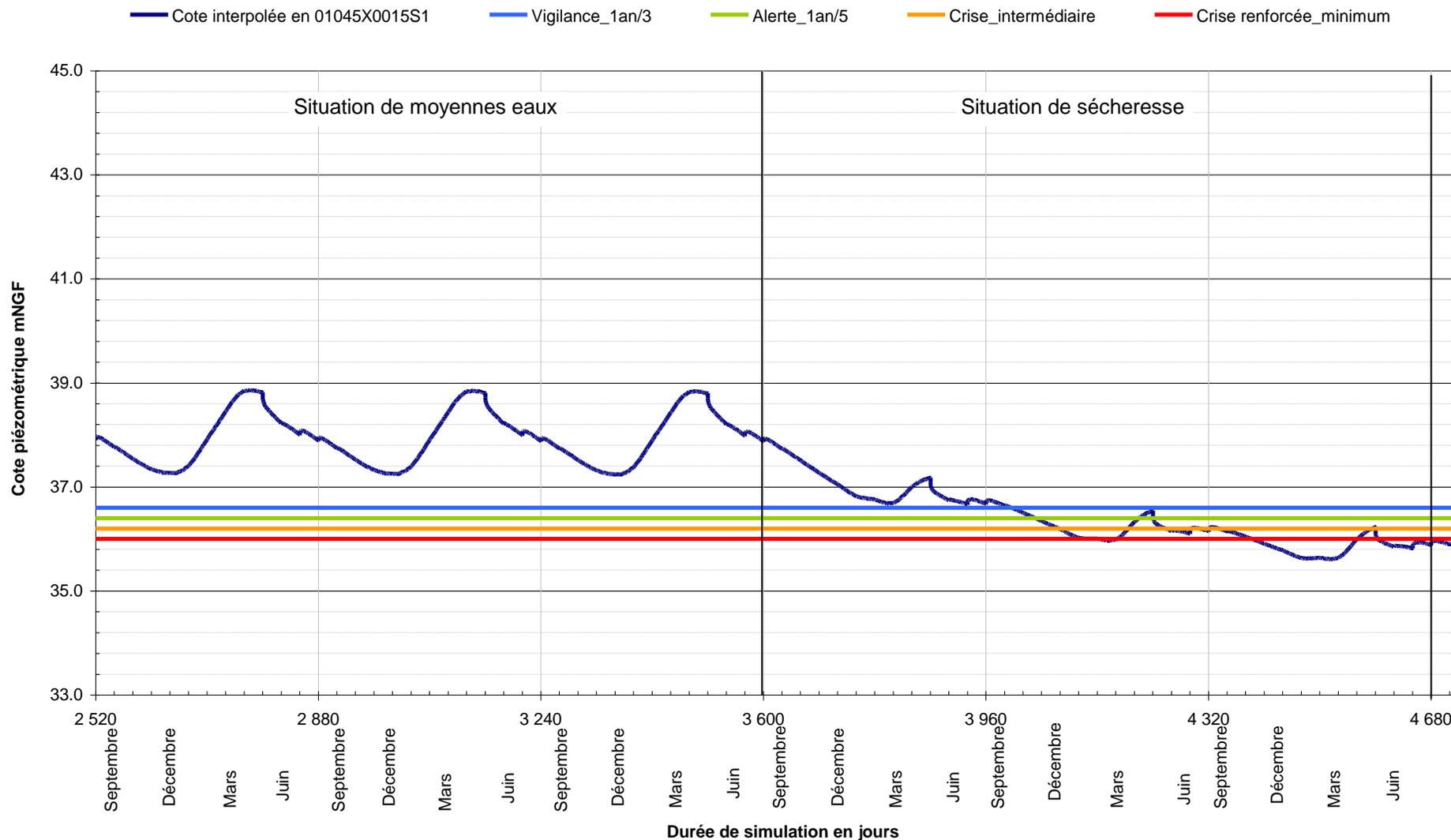
CLAIROIX

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus : 70% de prélèvements



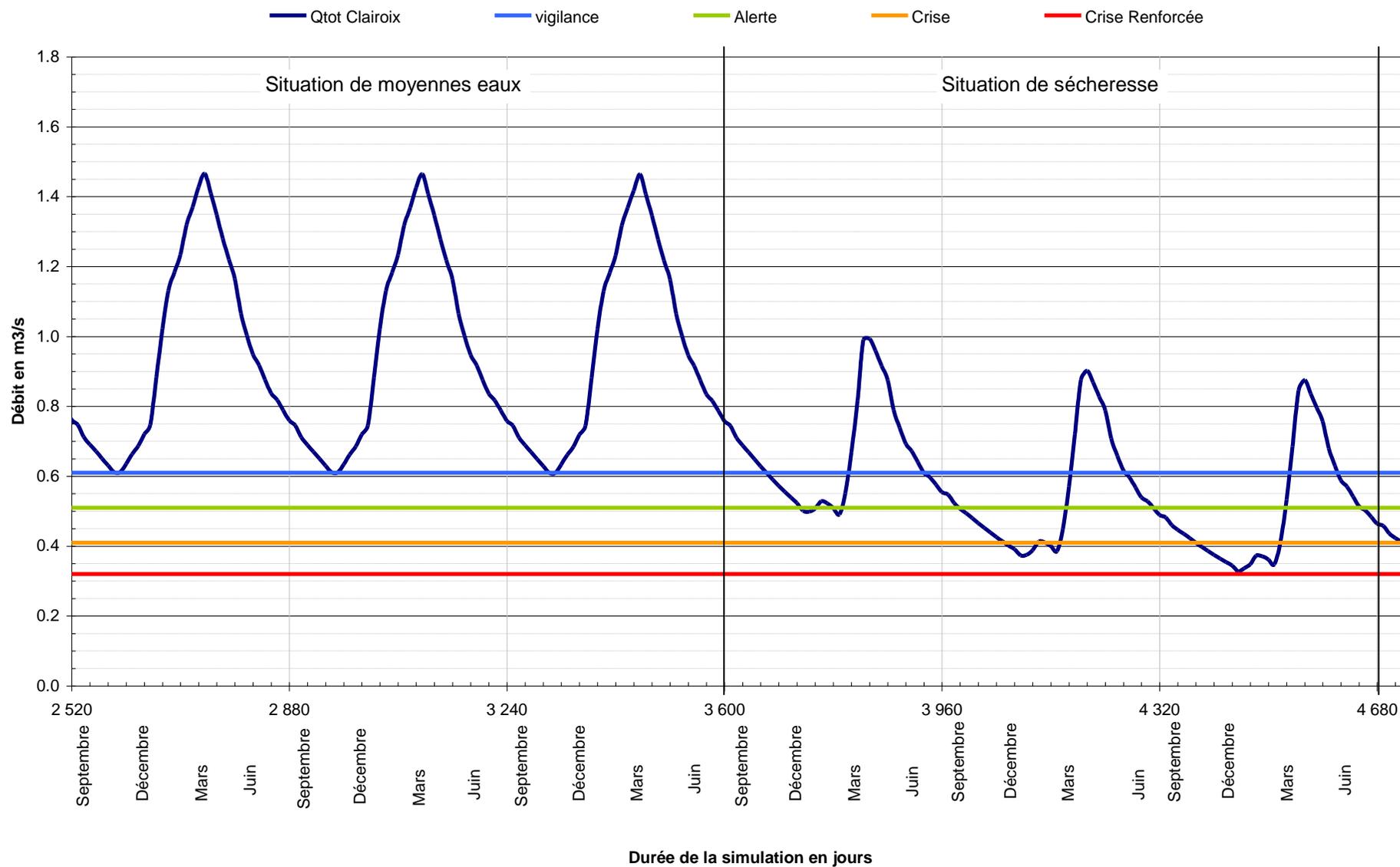
SACY

Comparaison des cotes calculées aux cotes seuils retenues : 70% de prélèvements



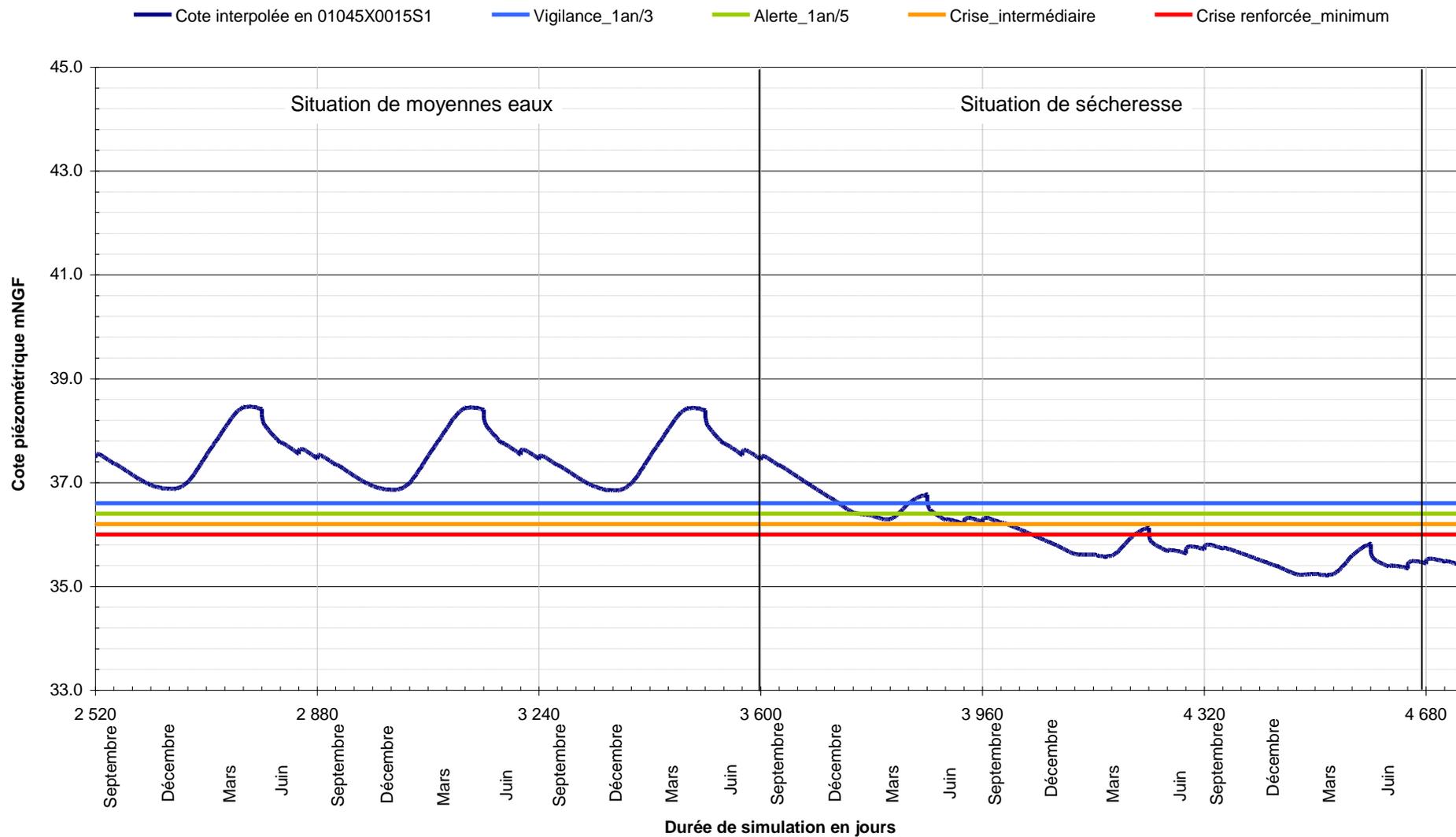
CLAIROIX

Comparaison des débits calculés aux débits seuils : 80% de prélèvements



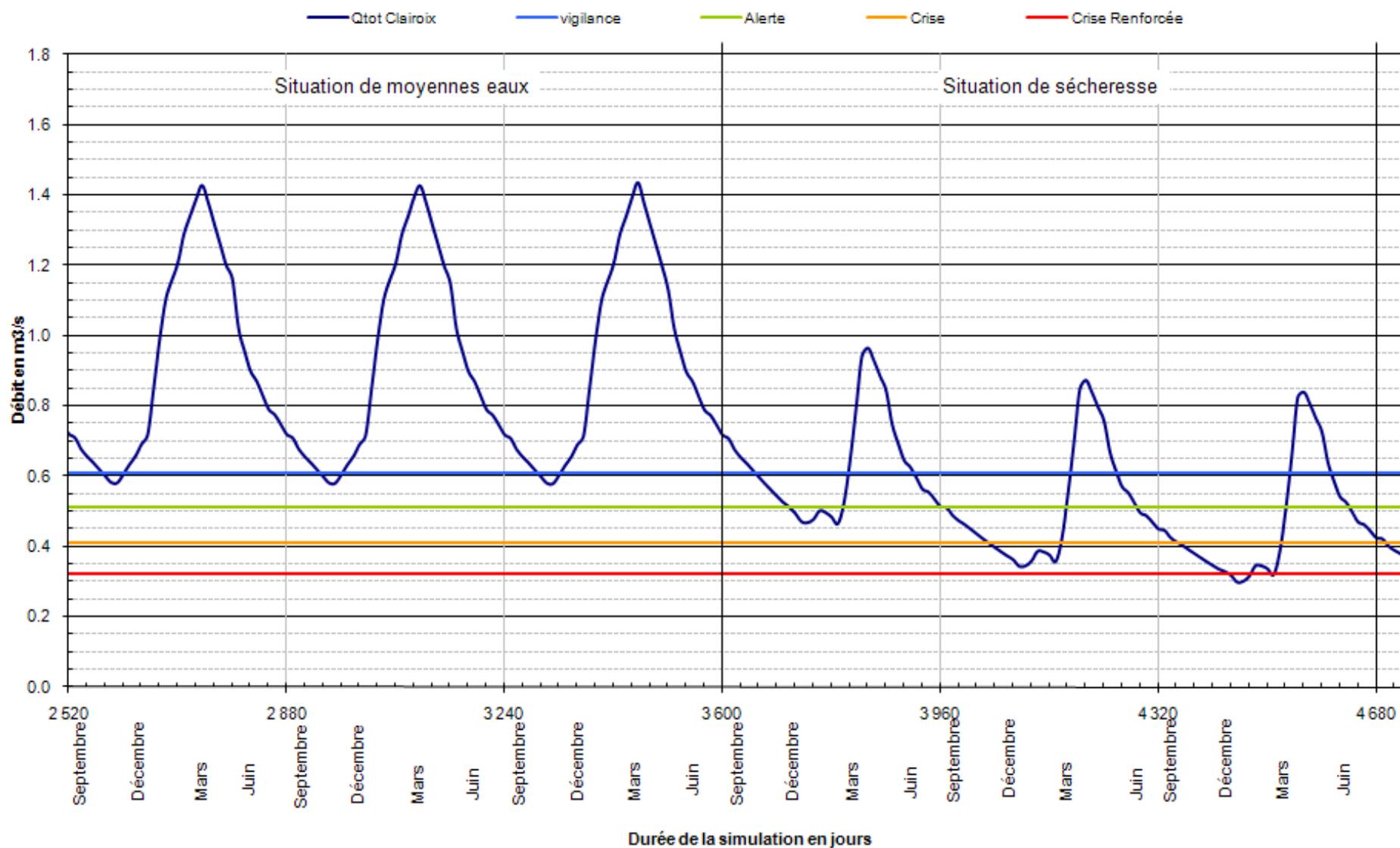
SACY

Comparaison des cotes calculées aux cotes seuils retenues : 80% de prélèvements



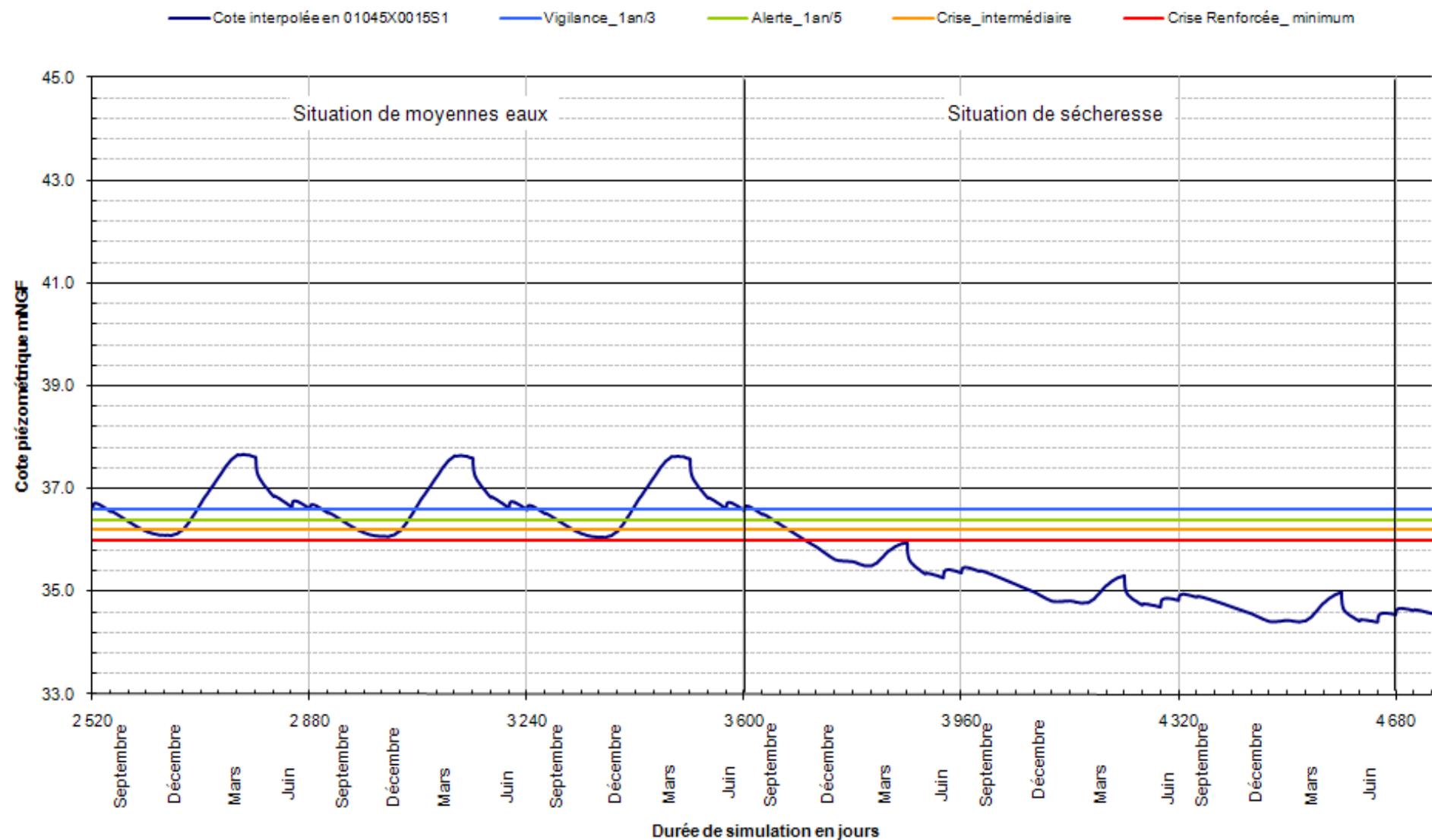
CLAIROIX

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus : **situation 100% de prélèvements** SITUATION DE REFERENCE



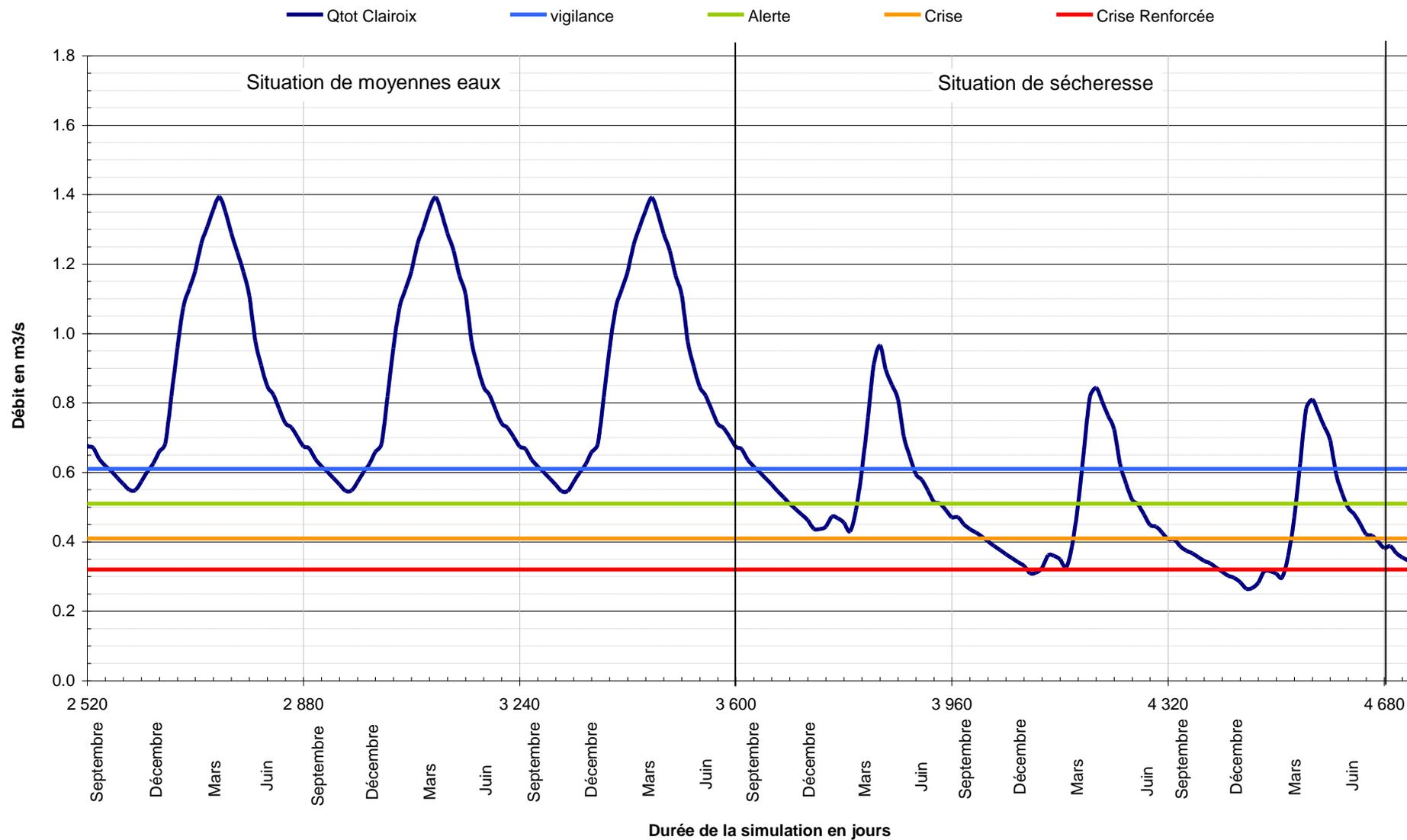
SACY

Comparaison des cotes calculées aux cotes seuils retenues : situation 100% de prélèvements SITUATION DE REFERENCE



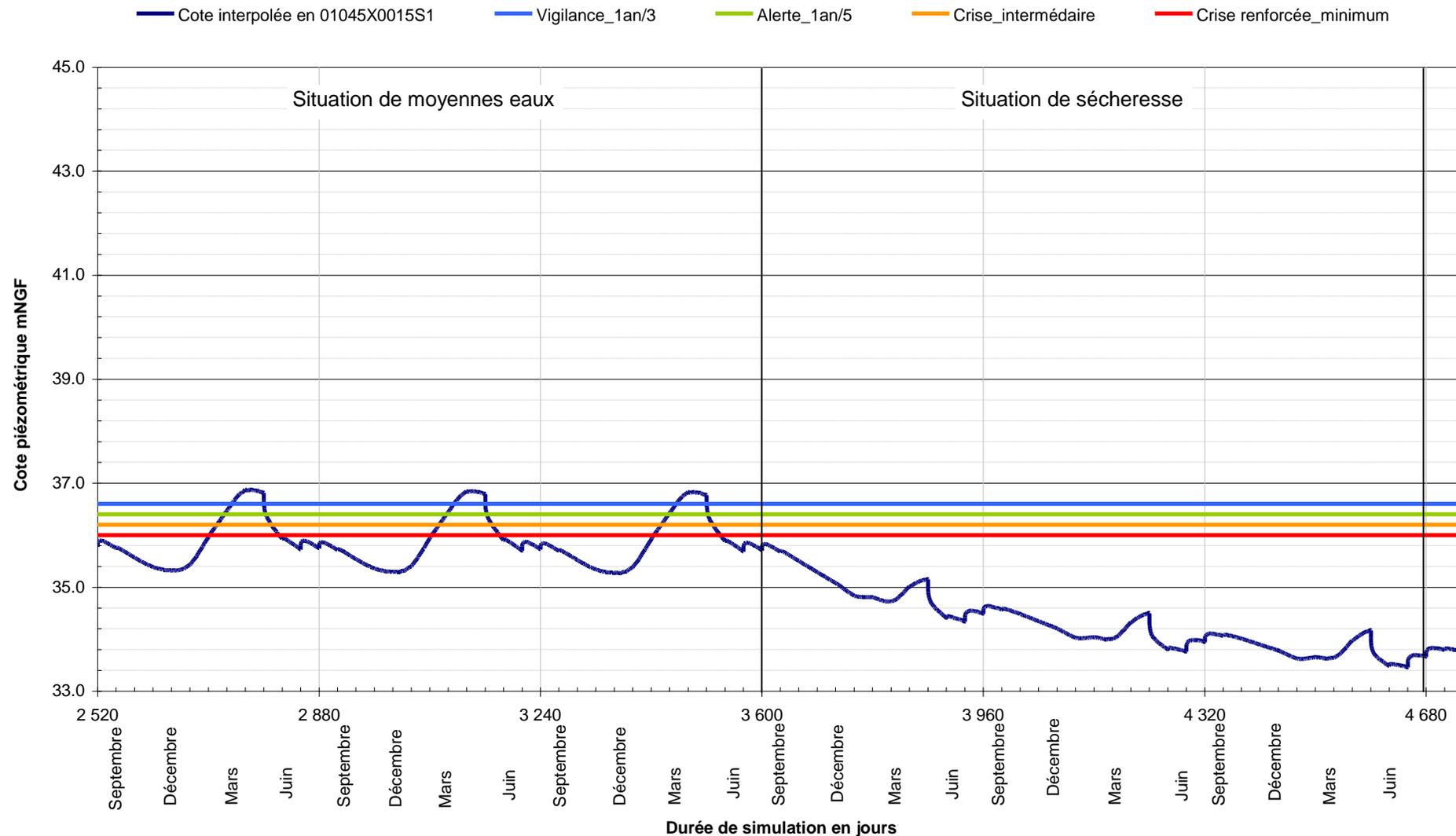
CLAIROIX

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus : **120% des prélèvements actuels:**



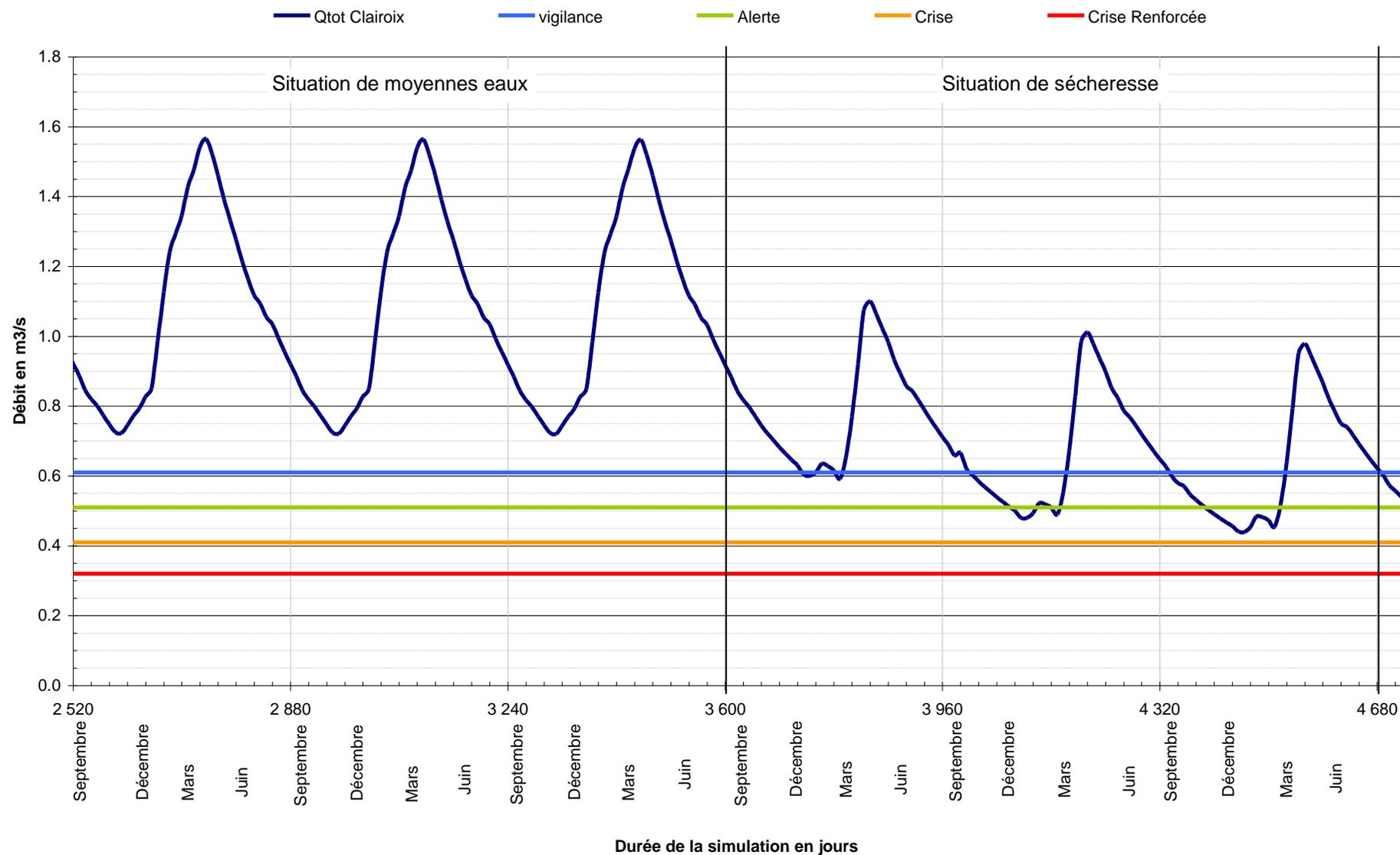
SACY

Comparaison des cotes calculées aux cotes seuils retenues : 120% de prélèvements



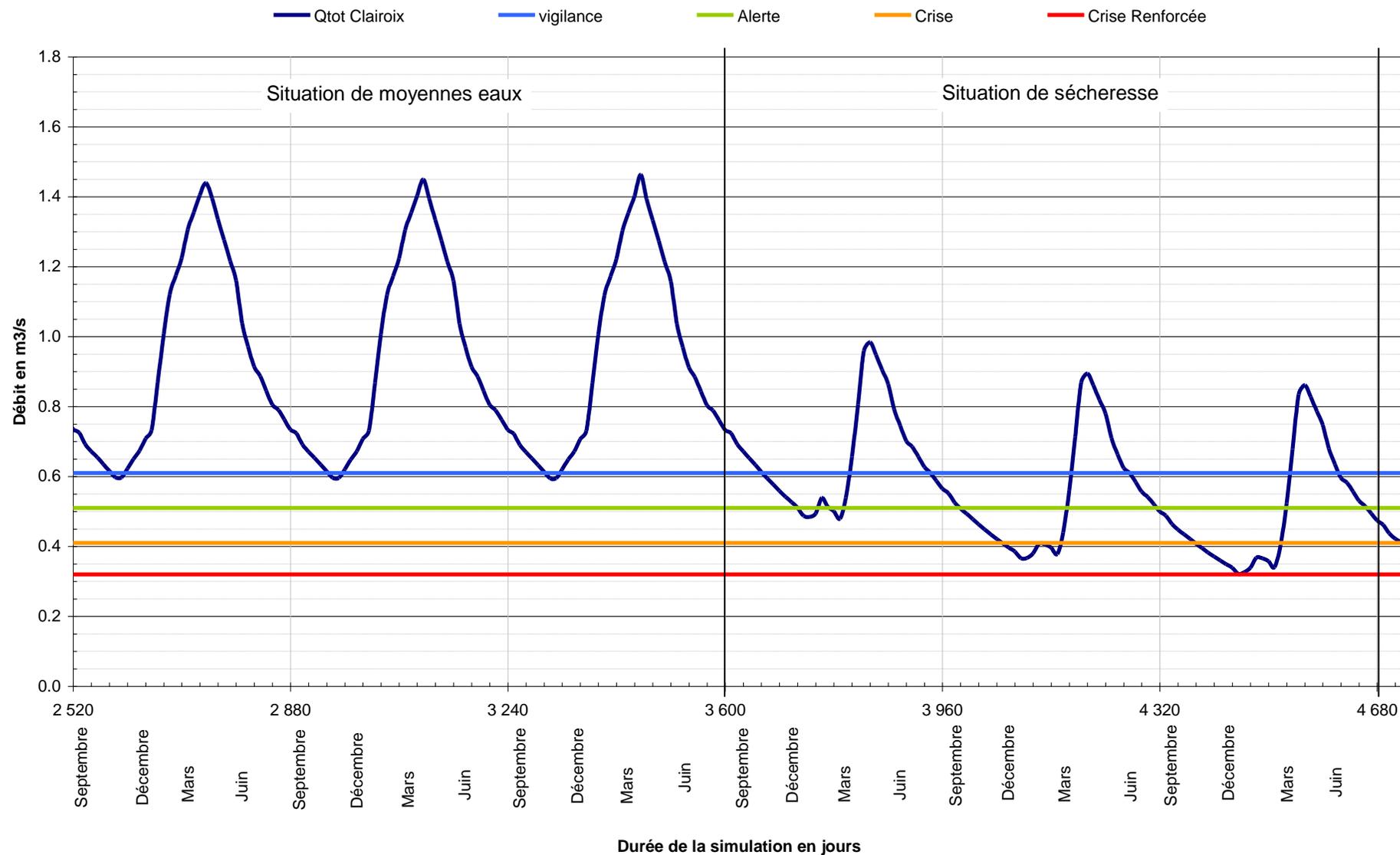
CLAIROIX

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus : arrêt des prélèvements pour l'irrigation



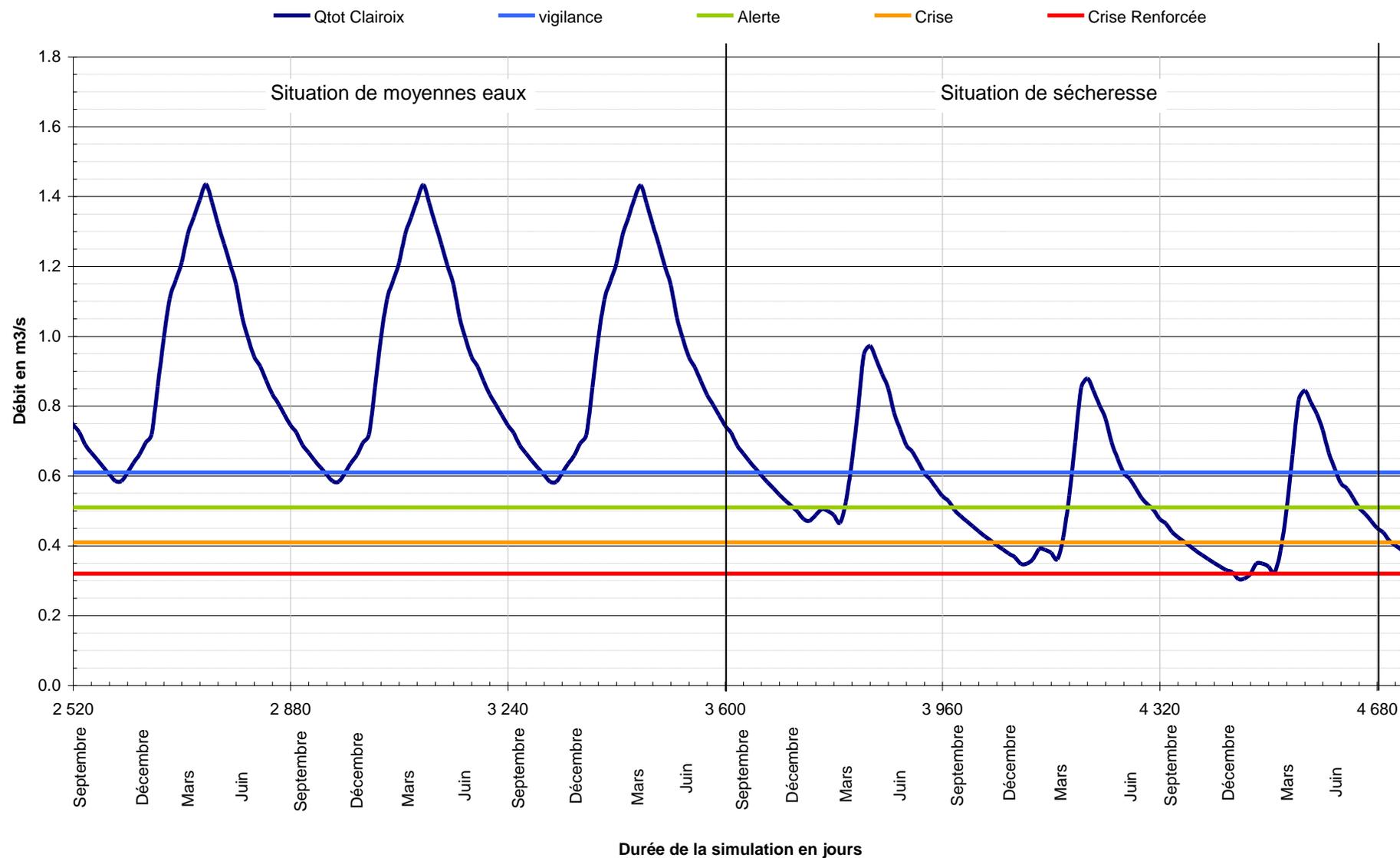
CLAIROIX

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus : **50% prélèvements pour l'irrigation en année sèche**



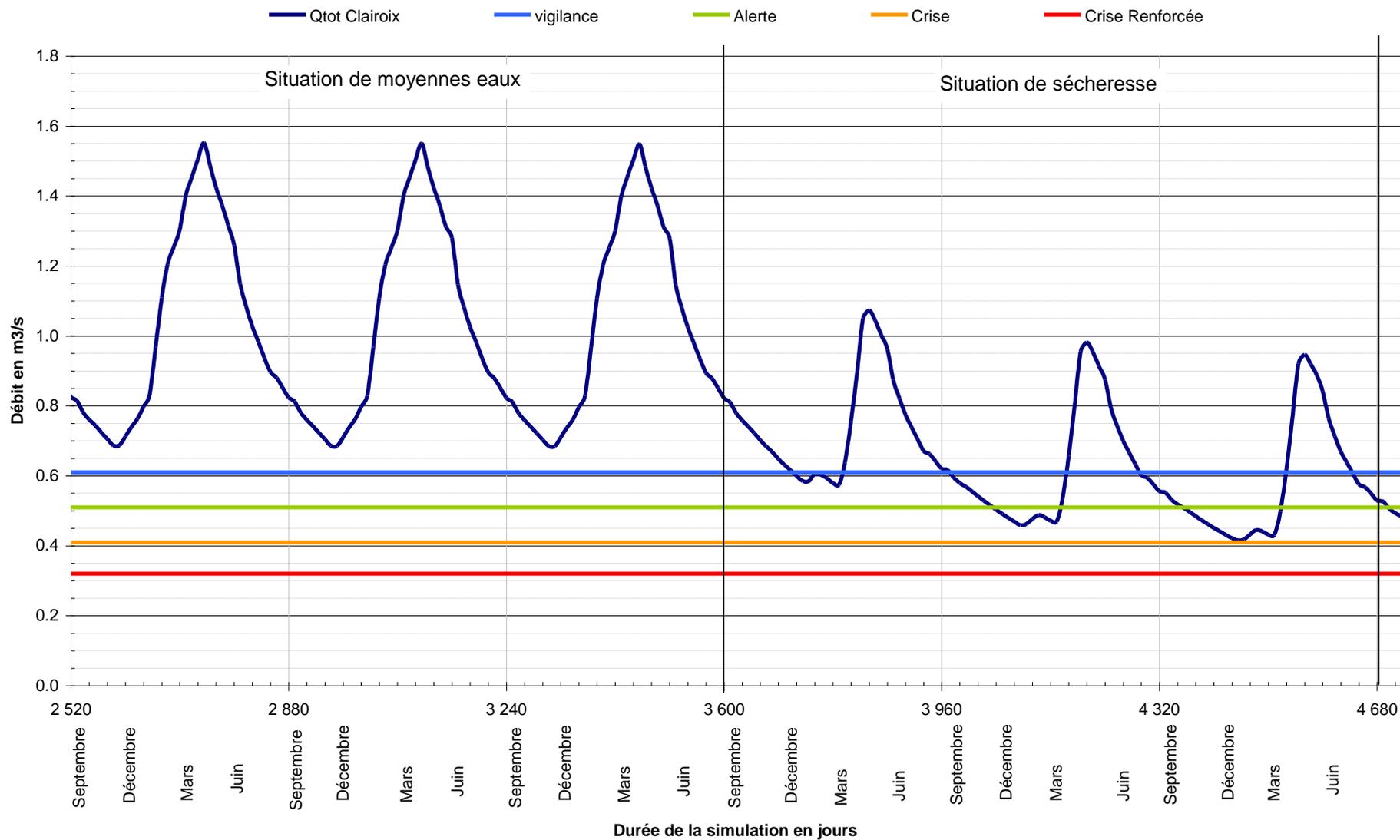
CLAIROIX

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus : **arrêt des prélèvements pour l'irrigation dans la vallée**



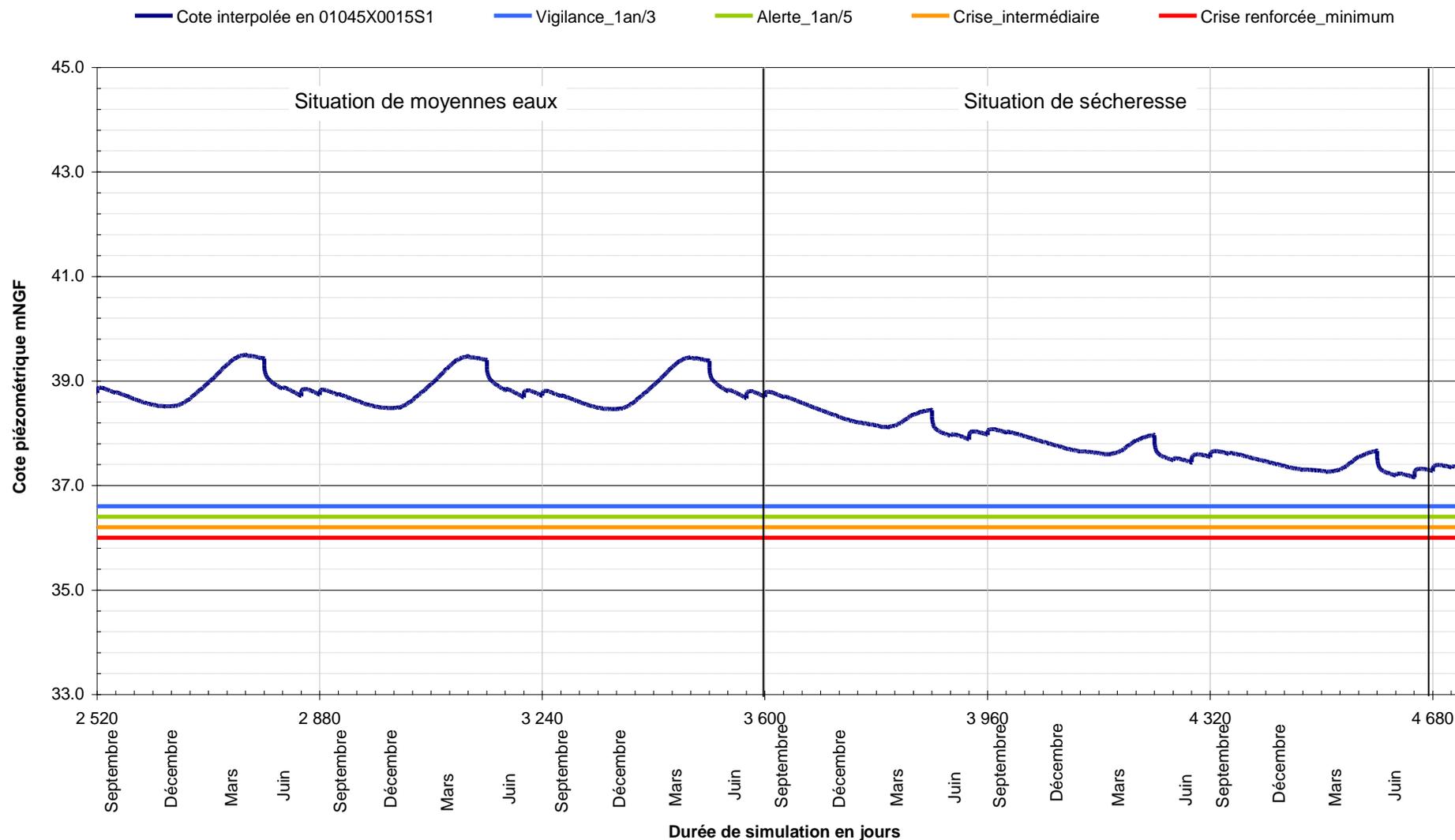
CLAIROIX

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus : **arrêt des prélèvements AEP à Baugy**



SACY

Comparaison des cotes calculées aux cotes seuils retenues : arrêt des prélèvements AEP sur le Liancourtois



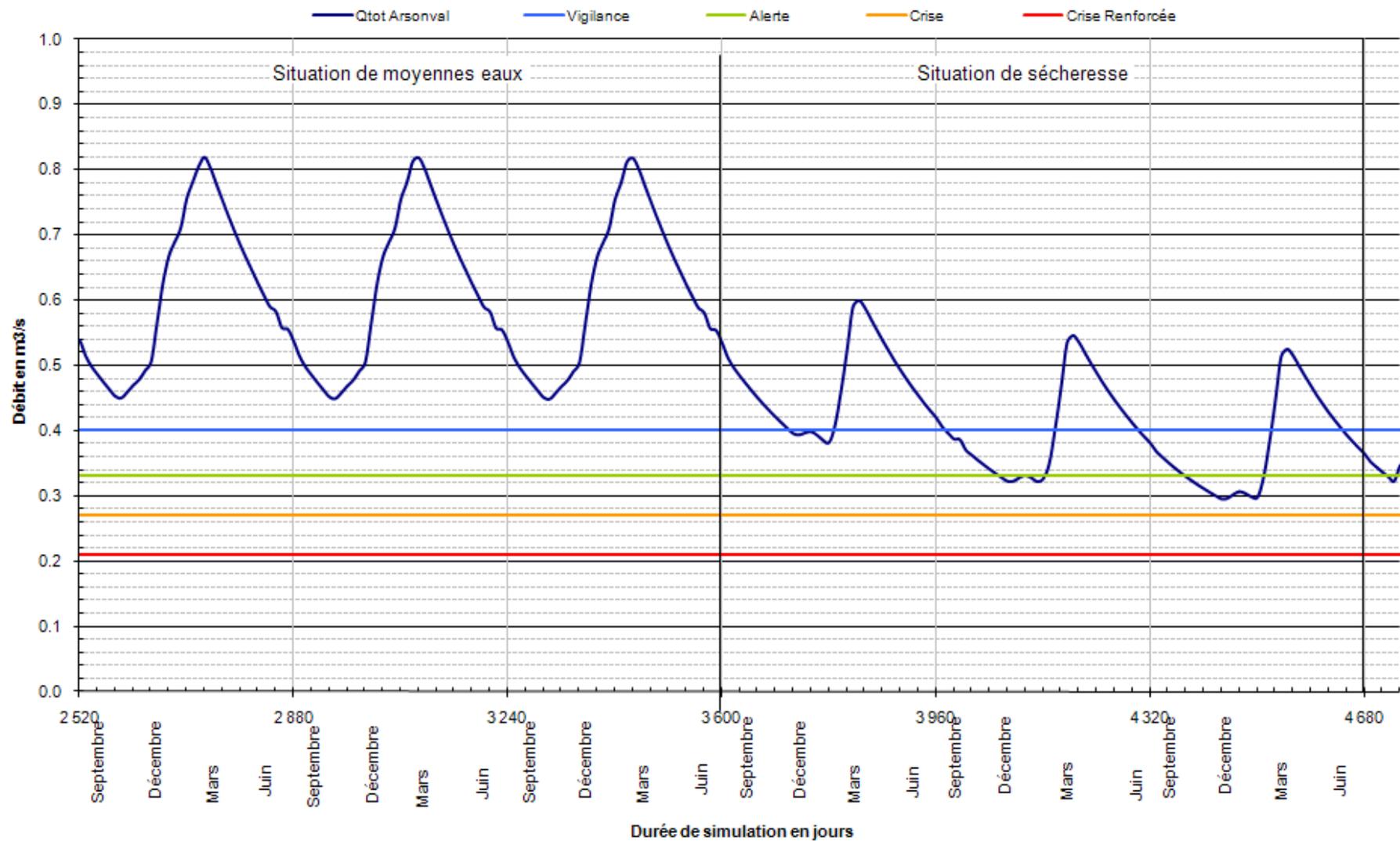
Annexe 4: Scénarios de sollicitation de la nappe à Arsonval

Sur ce secteur qui n'a pu bénéficier d'un calage en l'absence de chroniques suffisantes, les scénarios de sollicitation ont pour but de montrer le niveau de la perturbation, induite par différentes sollicitations.

Les seuils calés sur l'observation des milieux naturels et sur les statistiques à Clairoix sont tracés pour une meilleure compréhension de cette perturbation.

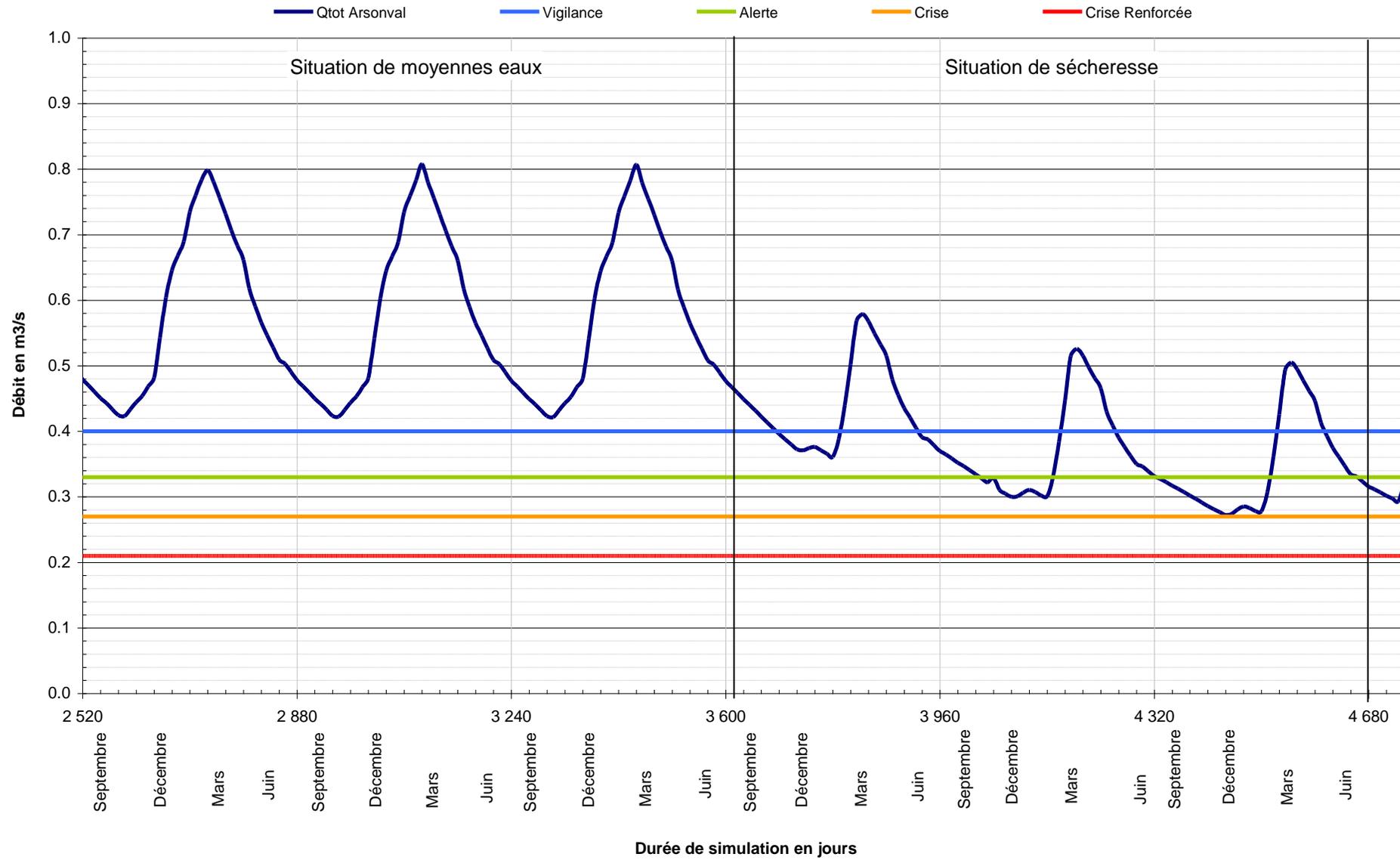
ARSONVAL

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus : **situation sans prélèvement (0% de prélèvement)**



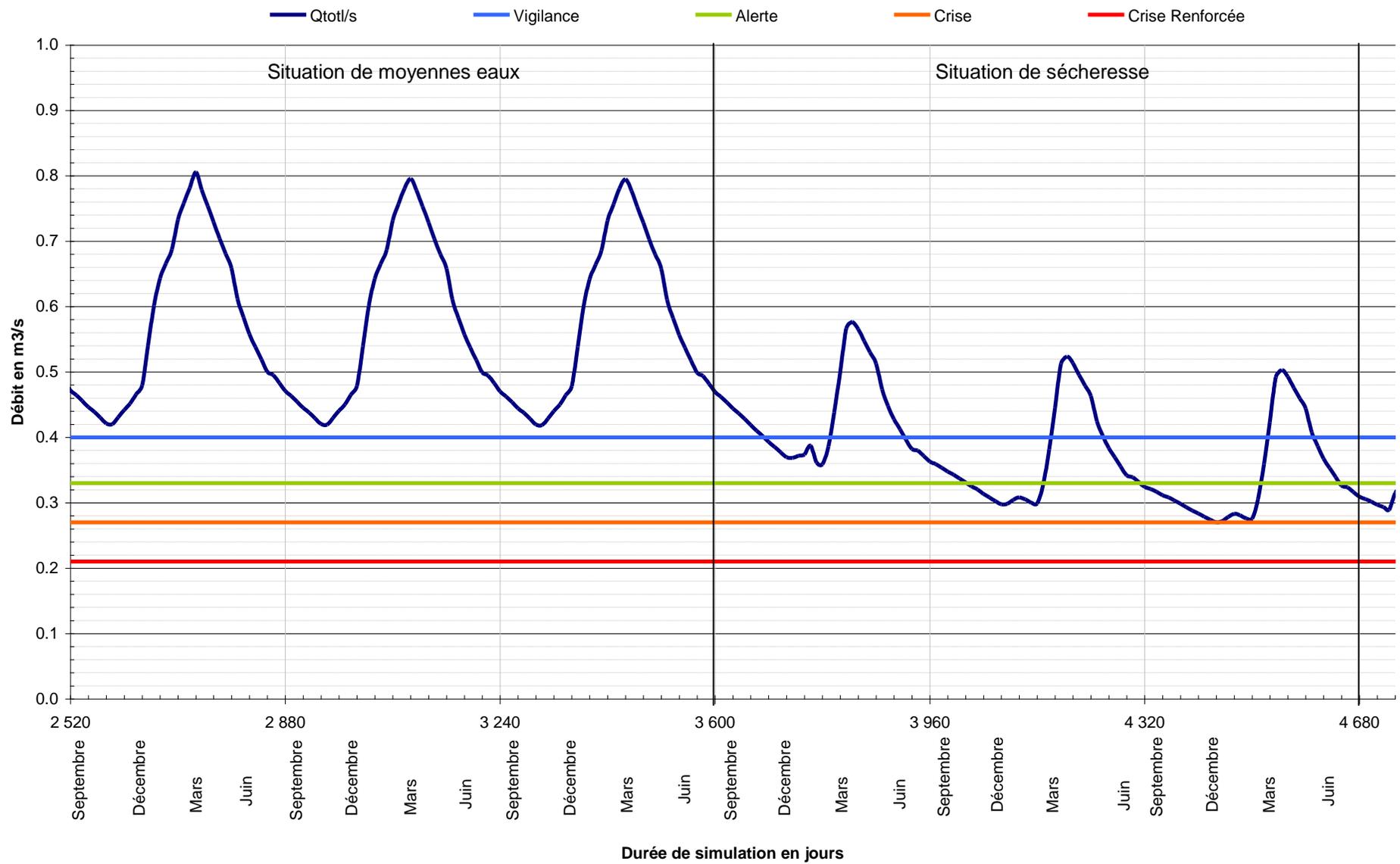
ARSONVAL

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus: 60% de prélèvements



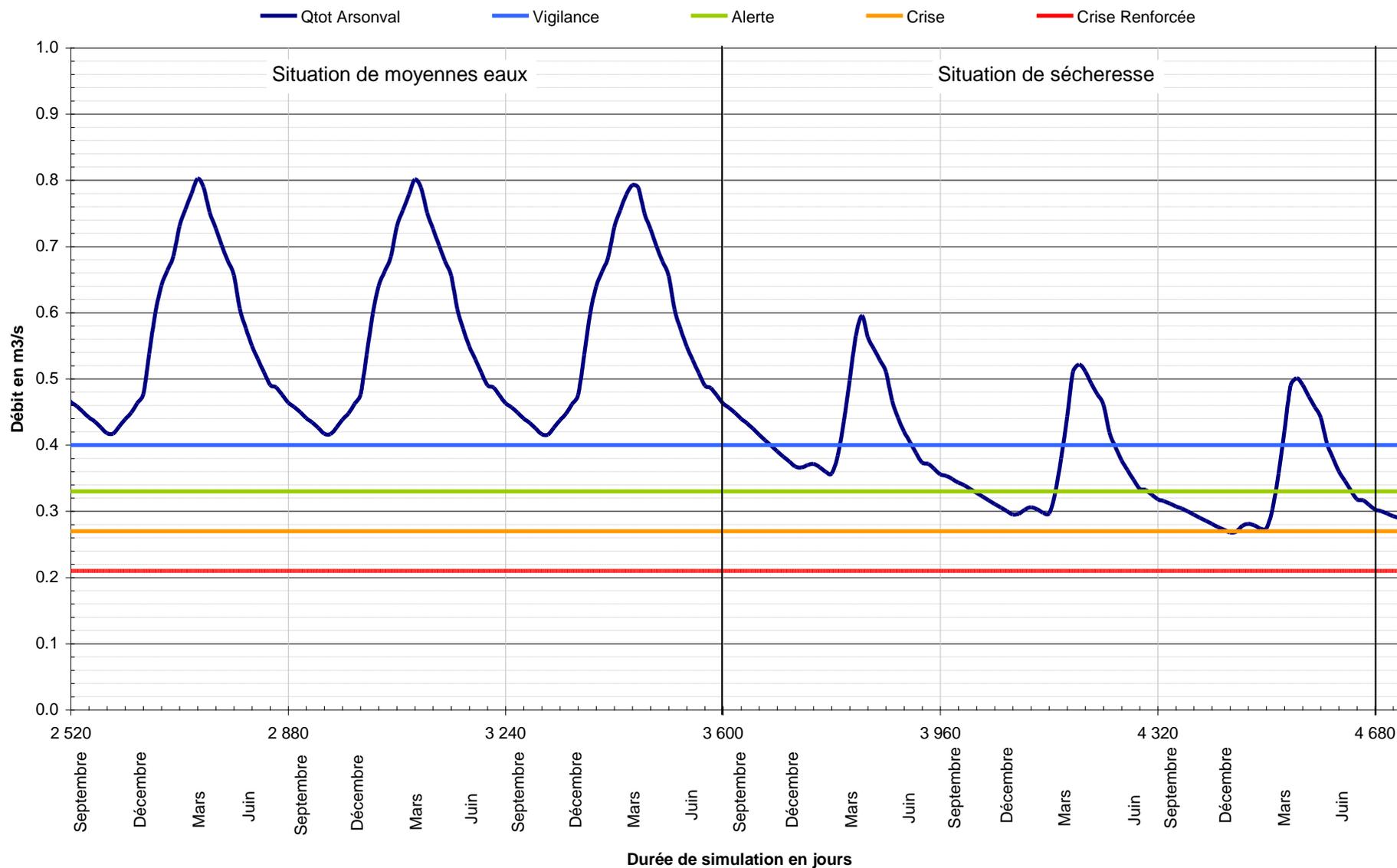
ARSONVAL

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus : 70% de prélèvements)



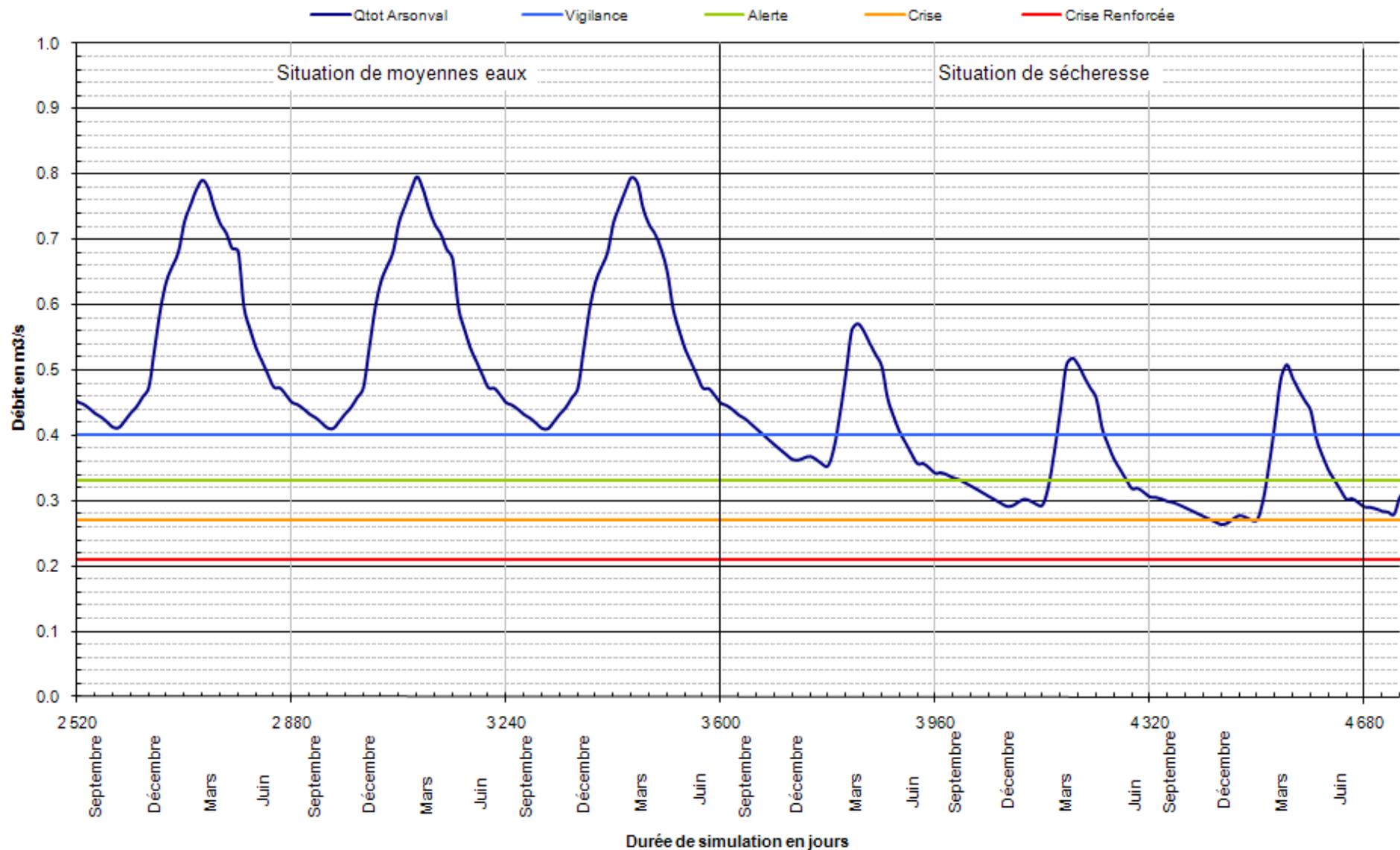
ARSONVAL

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus : 80% de prélèvements



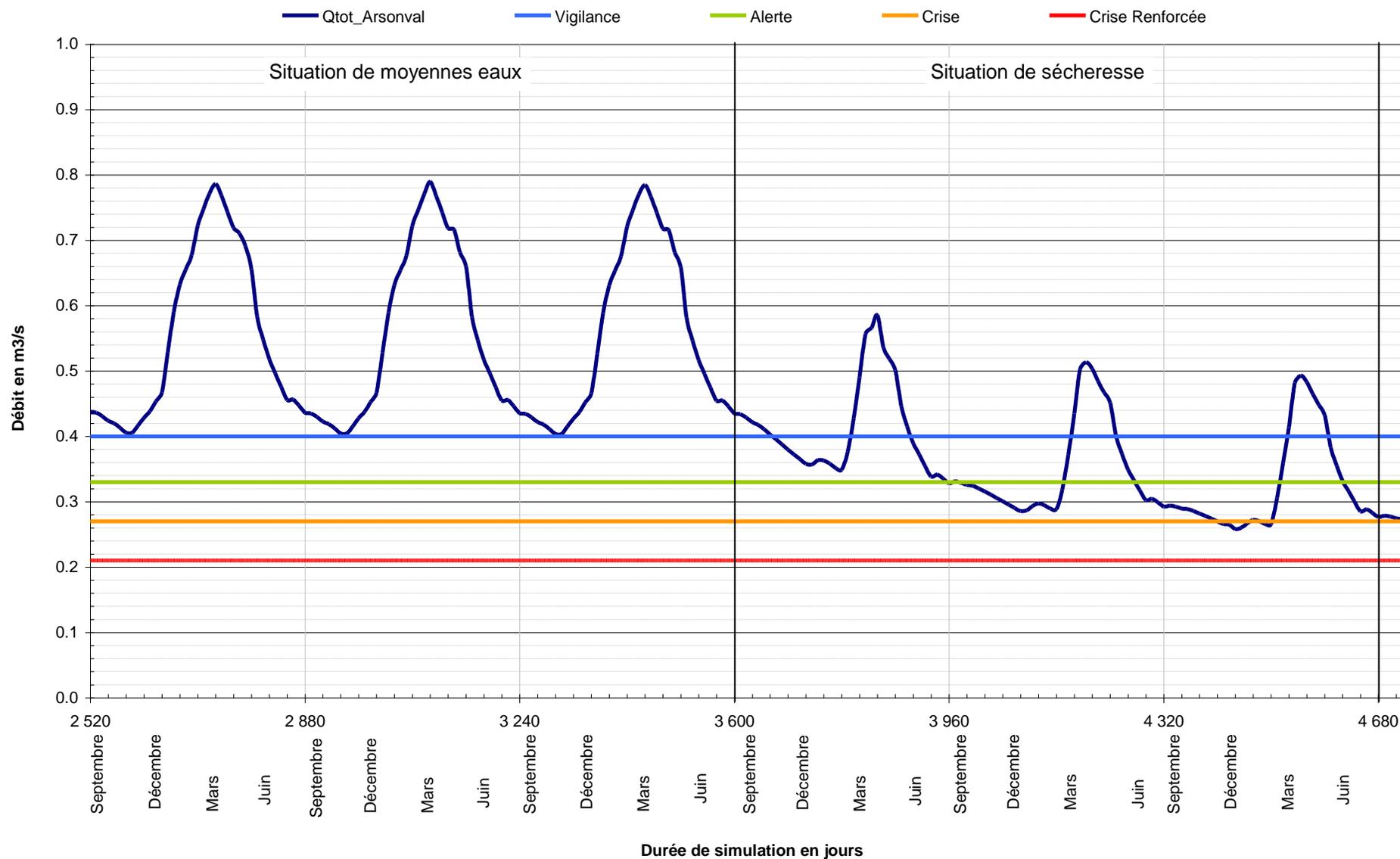
ARSONVAL

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus : situation 100% de prélèvements) SITUATION DE REFERENCE



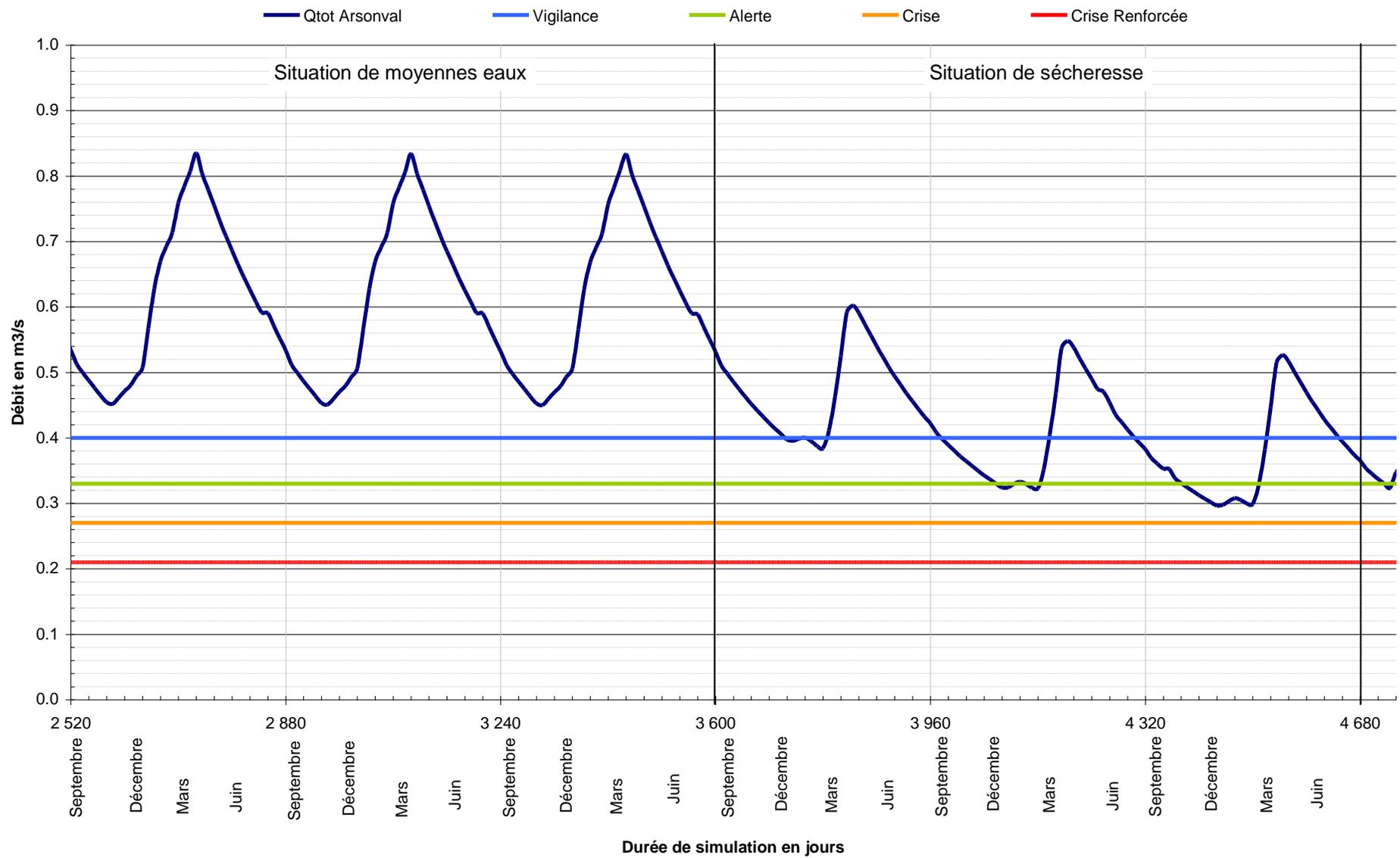
ARSONVAL

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus : **120% des prélèvements actuels**



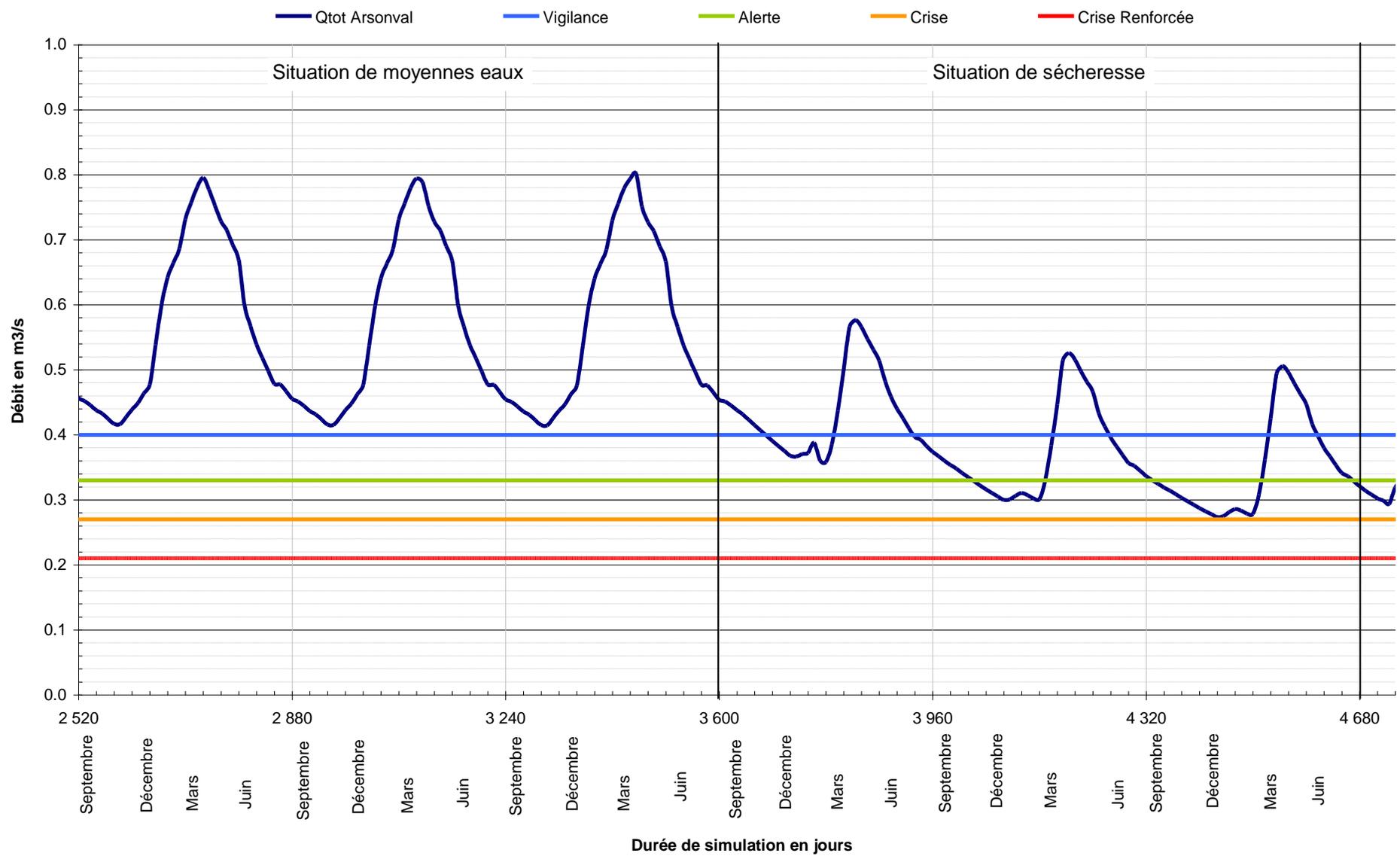
ARSONVAL

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus : **arrêt des prélèvements pour l'irrigation**



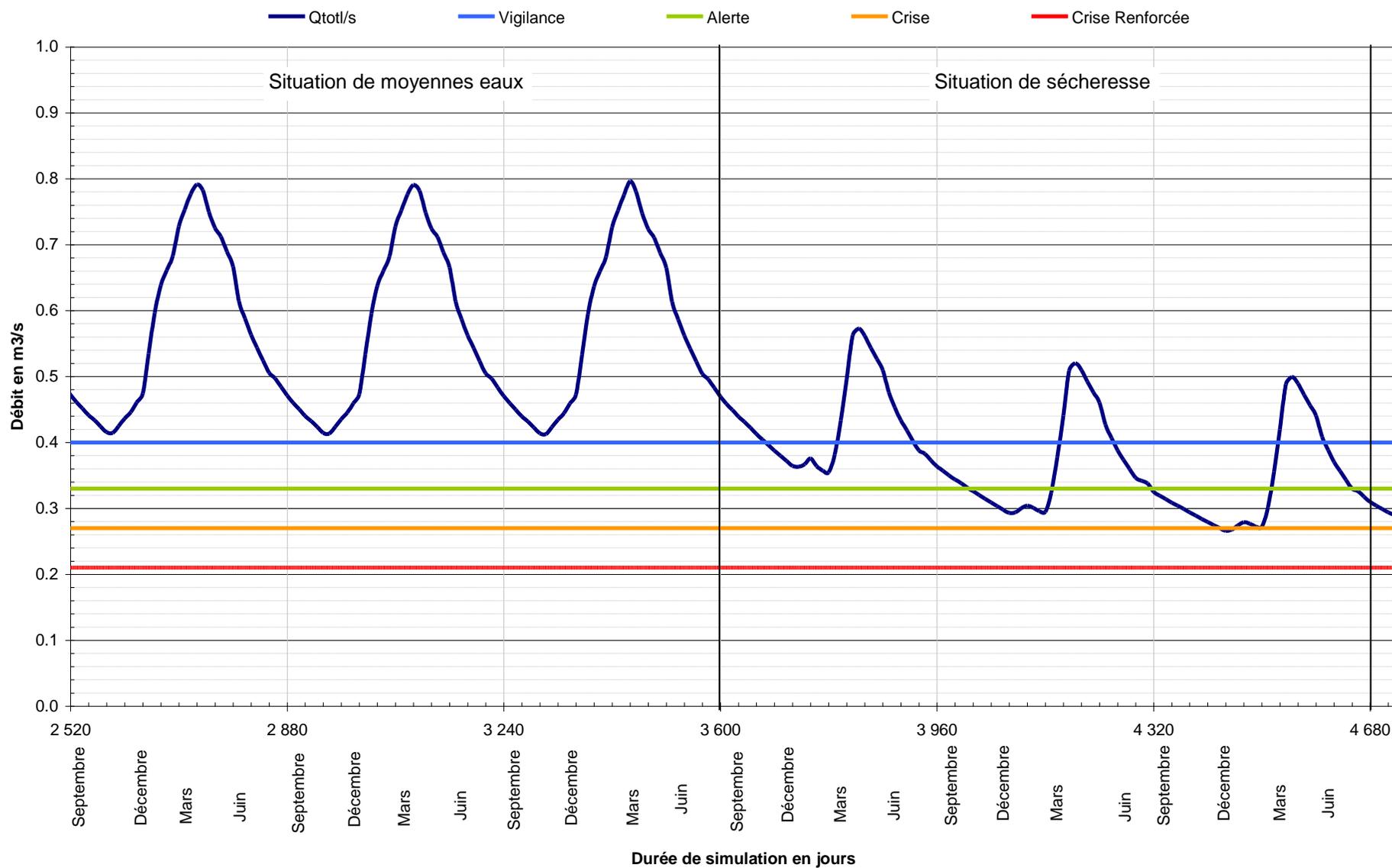
ARSONVAL

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus: **50% prélèvements pour l'irrigation en année sèche**



ARSONVAL

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus: arrêt des prélèvements pour l'irrigation dans la vallée



Annexe 5 : Simulations supplémentaires

Résultats de la modélisation pour les points suivants :

Aronde à Clairoix

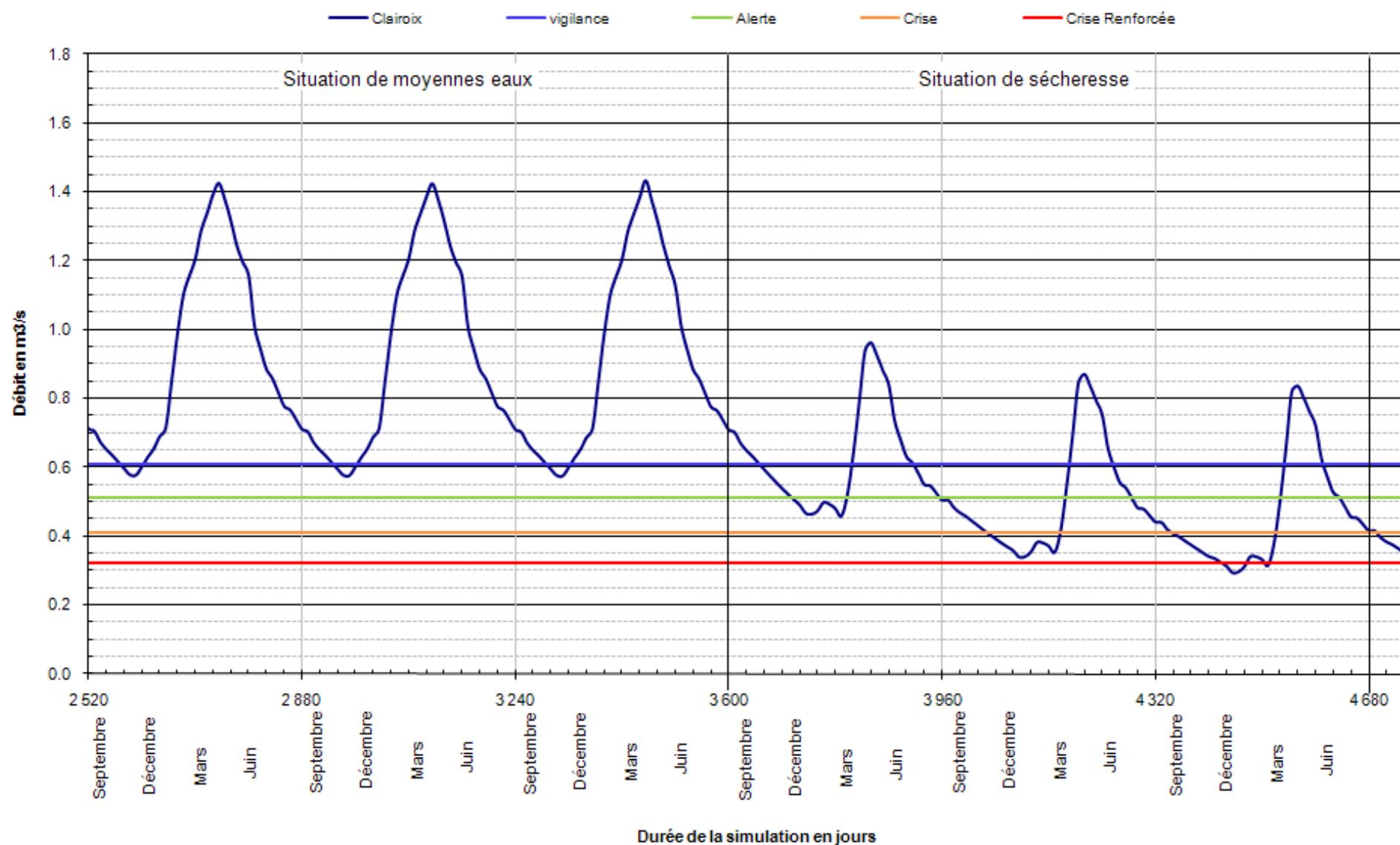
Scénarios	Volume de prélèvements simulé en m ³
Conversion d'une prise d'eau de surface en prélèvement souterrain	6 330 000
Eloignement des puits d'irrigation de la vallée	6 330 000
Retenue de substitution	6 330 000

Marais de Sacy au piézomètre de Sacy-le-Grand

Scénarios	Volume de prélèvements simulé en m ³
Colmatage des puits artésiens	1 680 000

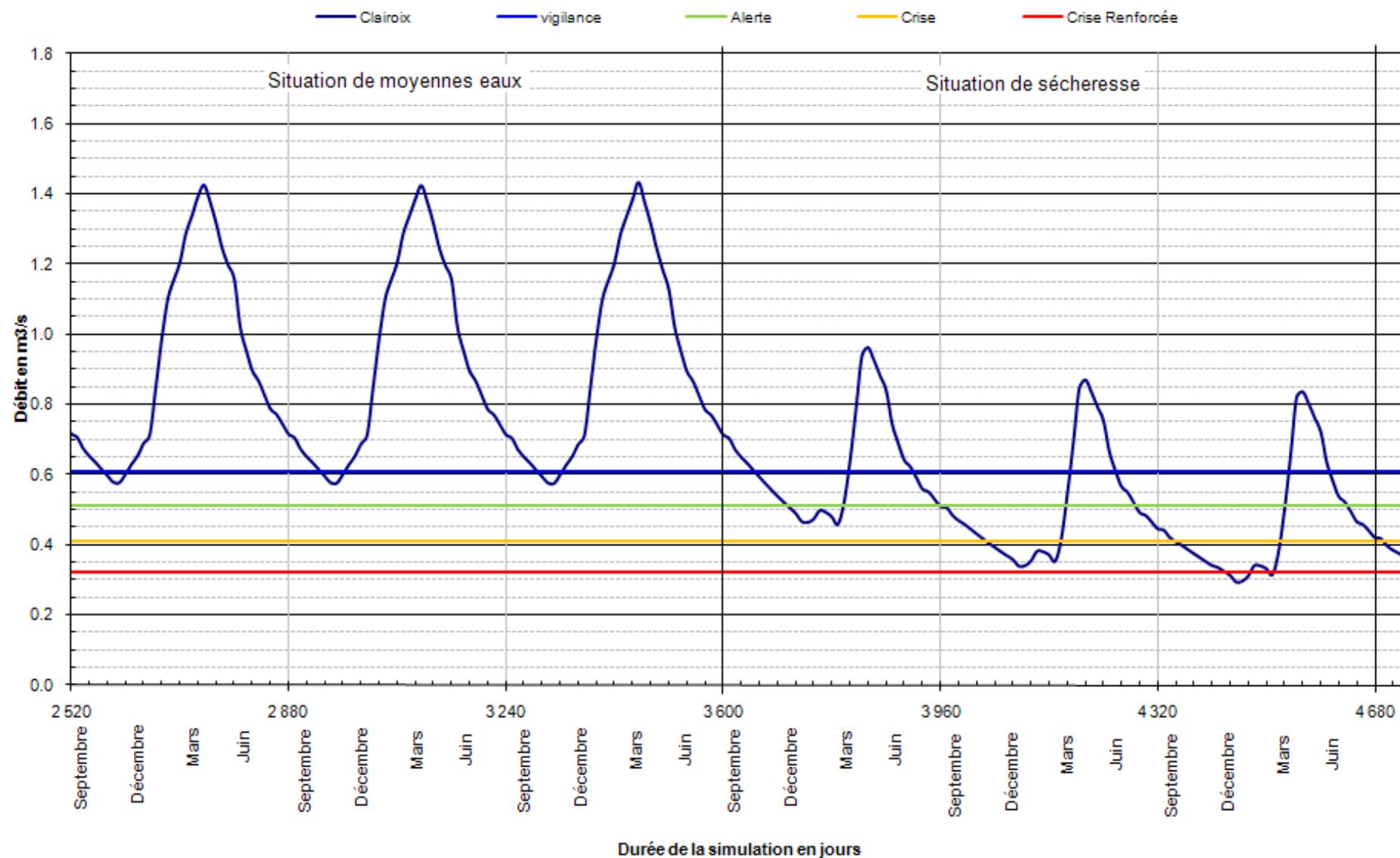
CLAIROIX

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus : **Conversion d'une prise d'eau de surface en prélèvement souterrain**



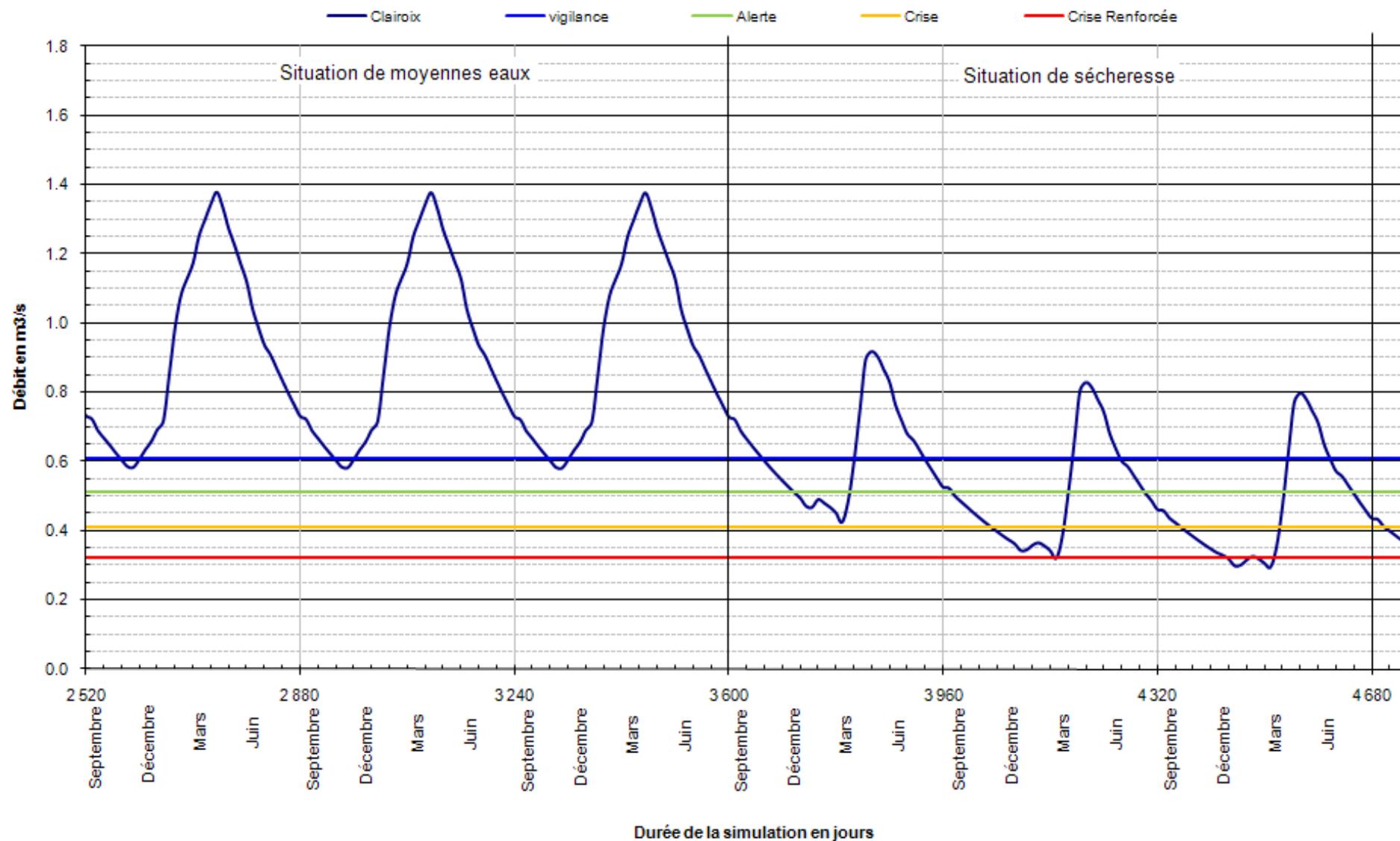
CLAIROIX

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus : éloignement des puits d'irrigation dans la vallée



CLAIROIX

Comparaison des débits calculés aux débits seuils retenus : Retenues de substitution



SACY

Comparaison des cotes calculées aux cotes seuils retenues : Colmatage des puits artésiens

