

Etude de la gestion volumique de la ressource en eau sur le bassin versant de la Retourne (Ardennes)

Rapport final – version 3

BRGM/RP-55594-FR
Octobre 2008

Octobre 2008

Etude de la gestion volumique de la ressource en eau sur le bassin versant de la Retourne (Ardennes)

Rapport final – version 3

BRGM/RP-55594-FR

Octobre 2008

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2006 EAU F21

M. Chabart, P. Pannet

En collaboration avec G. Gurliat (ANTEA) et J-P. Vançon (ANTEA)

Vérificateur :

Nom : GUTIERREZ Alexis

Date : 14/11/2008

Original signé par

Approbateur :

Nom : ZORNETTE Nicolas

Date : 19/11/2008

Original signé par

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.



Mots clés : Ardennes, Retourne, modèle, débit, piézométrie

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

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

Synthèse

Les problèmes de ressource en eau souterraine rencontrés ces dernières années à cause de la sécheresse et d'une consommation en hausse, rendent nécessaire une gestion de la ressource plus adaptée qui tiendrait compte à la fois des besoins et du stock disponible.

La chambre d'agriculture des Ardennes et la DDAF des Ardennes disposent depuis 1998 d'un logiciel d'aide à la décision développé sur le bassin versant de la Retourne par le bureau d'étude ANTEA¹. L'outil n'a jamais été actualisé depuis sa mise en œuvre, il manque de convivialité et les états sont difficiles à comprendre pour un utilisateur non averti.

La DDAF des Ardennes a demandé au BRGM de réaliser une étude permettant d'approfondir les connaissances du fonctionnement hydrodynamique du bassin versant de la Retourne (superficie 330 km²) afin d'estimer l'impact des prélèvements sur la rivière et d'élaborer des règles de gestion volumique de la ressource en eau adaptées au contexte local. Il a été proposé en première approche de mettre à jour le logiciel « Retourne » et d'acquérir de nouvelles données complémentaires sur le bassin versant.

La mise à jour de l'outil de gestion a été confiée par le BRGM en sous-traitance au bureau d'étude ANTEA (concepteur de l'outil).

Le BRGM a également assuré la coordination du projet et réalisé les tâches complémentaires suivantes :

- l'acquisition de données complémentaires et actualisées concernant la localisation et le volume des pompages sur les bassins versants (usages AEP, industriels et agricoles) en collaboration avec les services de l'état ;
- la réalisation d'une campagne de jaugeage et d'une campagne de piézométrie en période de basses eaux ;
- la rédaction du présent rapport de synthèse.

Les travaux complémentaires de modélisation et de campagne de mesures sur le terrain réalisés dans le cadre de cette étude du bassin versant de la Retourne ont permis de rendre compte d'une relative complexité du fonctionnement hydrodynamique du système. Le modèle « Retourne » mis à jour dans le cadre de l'étude reste à l'heure

¹ Partenaires et financeurs : SIVOM de Juniville, Syndicat de Dricourt, Syndicat de la Basse Retourne, Chambre d'Agriculture des Ardennes, Crédit Agricole, Sucrierie Bazancourt, Euroluz, Association des irrigants, Conseil Général des Ardennes et l'Agence de l'Eau Seine-Normandie.

actuelle l'outil le plus adéquat pour rendre compte de l'impact des prélèvements en période d'irrigation sur la nappe de la craie et la rivière.

L'outil a été amélioré notamment pour faciliter les mises à jours régulières (modifications annuelles des ouvrages prélevés et des volumes de prélèvements) et offrir la possibilité, le moment venu, d'intégrer un certain nombre de critères relatifs au suivi de nappe sur le bassin de la Retourne (piézomètre d'Alincourt en cours d'équipement pour la télétransmission ou Tagnon qui a fait l'objet d'une proposition de suivi dans le cadre de la présente étude).

Sommaire

1. Introduction	11
1.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE	11
1.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE, HYDROGEOLOGIQUE, CLIMATIQUE ET HYDROGRAPHIQUE	11
1.2.1. La craie	11
1.2.2. Les formations quaternaires	13
1.3. LE CLIMAT	14
1.4. LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE	15
1.4.1. Présentation	15
1.4.2. Caractéristiques	16
2. Présentation de l'outil « Retourne » avant modification (version 1.02 de juillet 1999)	17
2.1. PRESENTATION DU LOGICIEL	17
2.1.1. Echanges avec les cours d'eau	18
2.1.2. Données d'entrée du modèle	19
2.2. AMELIORATIONS SOUHAITEES PAR LES UTILISATEURS	19
2.2.1. Principaux critères de mise à jour du logiciel	19
2.2.2. Modification de la liste des forages de la situation de référence	20
2.2.3. Modification des valeurs de débits sur les forages agricoles	23
2.2.4. Calcul de l'impact	23
2.2.5. Edition des résultats	27
2.2.6. Optimisation	28
3. Présentation de l'outil « Retourne » après modification (version 2.30 de février 2008)	31
3.1. MENU PRINCIPAL	31
3.2. MENUS « DEROULEMENT »	33
3.3. CHOIX DES CONDITIONS DE LA SIMULATION ET LISTES DES FORAGES	34
3.4. LANCEMENT DU CALCUL D'IMPACT	36

3.5. ANALYSE DES RESULTATS GLOBAUX.....	37
3.6. EDITION DES RESULTATS	38
3.7. GRAPHIQUES COMPARATIFS (NOUVEAU)	42
3.8. CARTOGRAPHIE DE L'IMPACT SUR LES NIVEAUX PIEZOMETRIQUES (NOUVEAU)	44
3.9. OPTIMISATION.....	46
4. Impacts des prélèvements pour l'irrigation sur la nappe et la rivière Retourne	47
4.1. RAPPELS GENERAUX.....	47
4.2. EXPLOITATION DU MODELE.....	48
4.2.1. Impact piézométrique.....	49
4.2.2. Impact sur la Retourne.....	55
4.3. CONCLUSIONS	58
5. Etalonnage du modèle : Rappels et précisions.....	61
6. Acquisition de données complémentaires	69
6.1. INVENTAIRE DES POINTS DE PRELEVEMENTS.....	69
6.2. CAMPAGNE DE JAUGEAGE	71
6.2.1. Mise en œuvre de la campagne.....	71
6.2.2. Points de mesure	71
6.2.3. Jaugeages différentiels	73
6.2.4. Profils hydrologiques.....	73
6.2.5. Cartographie des rendements hydrologiques	74
6.3. CAMPAGNE DE PIEZOMETRIE	76
6.3.1. Mise en œuvre de la campagne.....	76
6.3.2. Résultats de la campagne piézométrique	79
6.4. PROPOSITION D'UN POINT DE SUIVI	82
6.5. CONCLUSIONS	83
7. Conclusions.....	87
8. Bibliographie	91

Liste des figures

Figure 1 : Pluviométrie à Juniville. 1991-2007 (source : Chambre d'agriculture des Ardennes).....	15
Figure 2 : Hiérarchisation des vallons dans le bassin versant de la Retourne	16
Figure 3 : Maillage du modèle « Retourne » d'après ANTEA, 1999.....	18
Figure 4 : Schéma de détermination des débits de la Retourne par le modèle « Retourne ». Extrait du rapport ANTEA (1999)	19
Figure 5 : Page d'accueil du modèle « Retourne » (version 1.02 de juillet 1999)	20
Figure 6 : Fenêtres de la tâche 1 sur le choix des conditions de la simulation (version 1.02 de juillet 1999).....	22
Figure 7 : Fenêtre de la tâche 2 sur les caractéristiques des forages à tester (version 1.02 de juillet 1999).....	23
Figure 8 : Fenêtre résultant de l'activation des tâches 3 et 4 (version 1.02 de juillet 1999)	24
Figure 9 : Contenu du fichier Retourne.ini (version 1.02 de juillet 1999).....	25
Figure 10 : Contenu du fichier Vacal6.ini (version 1.02 de juillet 1999)	26
Figure 11 : Fenêtre de la tâche 5 sur l'édition des résultats (version 1.02 de juillet 1999)	27
Figure 12 : Exemple de fichier présentant les résultats des simulations « Impact.pts » (version 1.02 de juillet 1999)	28
Figure 13 : Fenêtre de la tâche 6 sur l'optimisation (version 1.02 de juillet 1999)	29
Figure 14 : Menu principal (après modification – version 2.30 fev-2008).....	31
Figure 15 : Menu « Outils/Listes des forages » (après modification – version 2.30 fev-2008)	32
Figure 16 : Menu « Outils/Calculs des coordonnées » (après modification – version 2.30 fev-2008)	32
Figure 17 : Page d'accueil et fonction des différents boutons (après modification – version 2.30 fev-2008)	33
Figure 18 : Configurations des 3 possibilités d'exploitation offertes par le logiciel.....	35
Figure 19 : Exemple de fenêtre indiquant la progression des calculs (après modification – version 2.30 fev-2008)	36
Figure 20 : Histogramme de l'impact de l'exploitation (après modification – version 2.30 fev-2008)	37
Figure 21 : Fenêtre « Edition des états » (après modification – version 2.30 fev-2008)	38
Figure 22 : Exemple de fichier résultat « Impact.cal » (après modification – version 2.30 fev-2008)	39
Figure 23 : Exemple de fichier résultat « Impact.pts » (après modification – version 2.30 fev-2008)	39

Figure 24 : Exemple de fichier résultat « Evolution2.ref » (après modification – version 2.30 fev-2008).....	40
Figure 25 : Exemple de fichier résultat « Evolution2.txt » (après modification – version 2.30 fev-2008).....	40
Figure 26 : Exemple de fichier résultat « Flux2.txt » (après modification – version 2.30 fev-2008).....	41
Figure 27 : Exemple de fichier résultat « Impact.flu » (après modification – version 2.30 fev-2008).....	41
Figure 28 : Graphique d'évolution de la piézométrie sur un certain nombre de points de contrôle, (cf. fichier «Evolution2.txt ») (après modification – version 2.30 fev-2008).....	42
Figure 29 : Graphiques d'évolution des débits de la Retourne en aval du bassin versant (après modification – version 2.30 fev-2008)	43
Figure 30 : Cartographie des assecs pour la nouvelle version « Retourne 2007 » et légende (après modification – version 2.30 fev-2008)	45
Figure 31 : Exemple de cartographie des assecs ajoutée aux résultats de l'optimisation (après modification – version 2.30 fev-2008)	46
Figure 32 : Graphiques d'évolution des niveaux piézométriques simulés sans irrigation (réf) et avec irrigation en année moyenne (étiage moyen).....	50
Figure 33 : Graphiques d'évolution des niveaux piézométriques simulés sans irrigation (réf) et avec irrigation en année quinquennale sèche (étiage moyen)	52
Figure 34 : Graphiques d'évolution des niveaux piézométriques simulés sans irrigation (réf) et avec irrigation en année décennale sèche (étiage moyen)	54
Figure 35 : Graphiques d'évolution des débits de la Retourne en aval. Simulations sans irrigation (réf) et avec irrigation en année moyenne (étiage moyen).....	55
Figure 36 : Graphiques d'évolution des débits de la Retourne en aval. Simulations sans irrigation (réf) et avec irrigation en année quinquennale sèche (étiage moyen)	56
Figure 37 : Graphiques d'évolution des débits de la Retourne en aval. Simulations sans irrigation (réf) et avec irrigation en année décennale sèche (étiage moyen)	57
Figure 38 : Cartographie des points de suivis utilisés pour les simulations et comparaison des graphiques d'évolution de la piézométrie pour Tagnon et Juniville sur les trois années moyenne, quinquennale sèche et décennale sèche (étiage moyen).....	59
Figure 39 : Comparaison des évolutions calculées et mesurées de la piézométrie sur la période 1969-1981 (extrait du rapport ANTEA, 1999).....	61
Figure 40 : Comparaison des évolutions calculées et mesurées de la piézométrie sur la période 1969-1998 (extrait du rapport ANTEA, 1999).....	62
Figure 41 : Comparaison des débits calculés et mesurés sur la période 1969-1998 (extrait du rapport ANTEA, 1999)	62
Figure 42 : Débits moyens mensuels de la Retourne à Saint-Rémy-le-Petit en 2006 (D'après http://www.hydro.eaufrance.fr).....	64
Figure 43 : Débits moyens mensuels de la Retourne à Saint-Rémy-le-Petit en 2007 (D'après http://www.hydro.eaufrance.fr)	65
Figure 44 : Débits moyens mensuels calculées sur 30 ans de la Retourne à Houdilcourt (D'après http://www.hydro.eaufrance.fr)	65

Figure 45 : Comparaison sur la période hydrologique septembre 2006 à novembre 2007 entre les débits simulés en aval du bassin et les débits observés à Saint-Rémy-le-Petit pour un étiage moyen et selon 2 situations : années quinquennale sèche et décennale sèche.	66
Figure 46 : Comparaison sur la période hydrologique septembre 2006 à novembre 2007 entre les débits simulés en aval du bassin et les débits observés à Saint-Rémy-le-Petit pour un étiage quinquennal sec et selon 2 situations : années quinquennale sèche et décennale sèche.	66
Figure 47 : Comparaison sur la période hydrologique sept 2006 à novembre 2007 entre la piézométrie simulée (maille 51-93) et la piézométrie observées à Alincourt pour un étiage moyen et selon 2 situations : années quinquennale sèche et décennale sèche.	68
Figure 48 : Comparaison sur la période hydrologique septembre 2006 à novembre 2007 entre la piézométrie simulée (maille 51-93) et la piézométrie observées à Alincourt pour un étiage quinquennal sec et selon 2 situations : années quinquennale sèche et décennale sèche.	68
Figure 49 : Carte des points de prélèvement inventoriés (sources : AESN, DDAF 08 & DDASS 08).....	70
Figure 50 : Carte des points de mesure (campagne de jaugeage du 09/10/2007)	72
Figure 51 : Profils hydrologiques de la Retourne (Qb = débits bruts et Qs = débits spécifiques)	73
Figure 52 : Cartographie des rendements hydrologiques du bassin versant de la Retourne.....	75
Figure 53 : Evolution piézométrique pour l'ouvrage d'Alincourt.....	76
Figure 54 : Situation piézométrique de la craie au piézomètre de Fresne-les-Reims.....	77
Figure 55 : Cartographie des ouvrages inventoriés en BSS, des ouvrages d'irrigation et des ouvrages mesurés dans le cadre de l'étude sur la bassin versant de la Retourne	78
Figure 56 : Résultat de la campagne piézométrique de décembre 2007	81
Figure 57 : Localisation et photographie de l'ouvrage 01084X0004 à Tagnon	82
Figure 58 : Cartographie des rendements hydrologiques sur le bassin versant de la Retourne établie à partir de la campagne de terrain d'octobre 2007	84
Figure 59 : Cartographie des échanges nappe rivière (d'après ANTEA, 1999)	85

Liste des tableaux

Tableau 1 : Résultat de la simulation sans irrigation en année moyenne (étiage moyen)	49
Tableau 2 : Résultat de la simulation avec irrigation en année moyenne (étiage moyen)	49
Tableau 3 : Résultat de la simulation sans irrigation en année quinquennale sèche (étiage moyen)	51

Tableau 4 : Résultat de la simulation avec irrigation en année quinquennale sèche (étiage moyen).....	51
Tableau 5 : Résultat de la simulation sans irrigation en année décennale sèche (étiage moyen).....	53
Tableau 6 : Résultat de la simulation avec irrigation en année décennale sèche (étiage moyen).....	53
Tableau 7 : Résultats de la simulation en année moyenne (étiage moyen)	55
Tableau 8 : Résultats de la simulation en année quinquennale sèche (étiage moyen).....	56
Tableau 9 : Résultats de la simulation en année décennale sèche (étiage moyen).....	57

Liste des annexes

Annexe 1 Cartes piézométriques sur le secteur d'étude.....	93
Annexe 2 Inventaire des prélèvements agricoles sur le bassin versant de la Retourne (source : DDAF 08).....	99
Annexe 3 Inventaire des prélèvements pour l'alimentation en eau potable (AEP) et pour l'industrie sur le bassin versant de la Retourne (source : AESN).....	103
Annexe 4 Résultats de la campagne de jaugeage sur le bassin versant de la Retourne.....	107
Annexe 5 Tableau des résultats de la campagne piézométrique sur le bassin versant de la Retourne et photographies de quelques points.....	111

1. Introduction

1.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

Le Bassin versant de la Retourne se trouve au sud du département des Ardennes. Son extrémité ouest marque la limite avec le département de l'Aisne, tandis que le Sud-ouest du bassin versant marque la limite avec le département de la Marne.

Le bassin versant de la Retourne est traversé du nord au sud par les deux axes de communication majeurs : l'autoroute A34 et la voie ferrée Reims-Charleville-Mézières.

L'habitat est constitué de villages-rues disposés le long des cours d'eau, habitat typique des bassins versants de la craie Champenoise, avec une densité de population de 0,75 habitant/km².

L'occupation du sol sur le secteur d'étude est majoritairement agricole. Le paysage est typique d'openfield constitué de grandes parcelles de forme géométrique.

Les cultures dominantes sur ce bassin versant crayeux sont en général les céréales² (blé, orges), les betteraves, les cultures protéagineuses (pois, vesces), les cultures oléagineuses (colza, tournesol), les plantes fourragères (ray-grass, luzerne) et la culture de la pomme de terre. On trouve aussi dans ce bassin versant des cultures de légumes (oignons, carottes).

C'est principalement avec l'introduction de la culture de la pomme de terre, mais aussi de la culture de légumes que se sont développés les réseaux destinés à l'irrigation. Aussi, l'exploitation de la ressource en eau n'a cessé de se développer depuis le début des années 90.

1.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE, HYDROGEOLOGIQUE, CLIMATIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

1.2.1. La craie

Le bassin versant de la Retourne se situe à l'extrémité nord de l'auréole crayeuse. Il est délimité par une cuesta au bas de laquelle coule la vallée de l'Aisne. Aux limites nord et est du bassin versant, la craie est épaisse d'une vingtaine de mètres, alors qu'elle dépasse déjà la centaine de mètres d'épaisseur au sud du bassin versant.

² Un grand centre de stockage de céréales (25% de la production des Ardennes) se trouvant à Juniville (source : Chambre d'agriculture des Ardennes)

Cette craie sénonienne est divisée en trois biozones sur le terrain d'étude : le Coniacien à l'est, le Santonien au centre et le Campanien à l'ouest. La craie santonienne étant plus dure que les autres, elle crée une différence structurale se manifestant par un talus visible par exemple sur les pentes de Mesnil-Annelles ou bien encore Machaut. La percée cataclinale de ce talus par la Retourne entraîne un encaissement du cours d'eau plus profond que sur le reste du bassin versant (Bignicourt, Juniville).

La craie sénonienne est un calcaire très pur composé de près de 99% de carbonate de calcium. Les formations crayeuses sont inclinées sud / sud-ouest (en direction du centre du bassin parisien), selon un pendage moyen de l'ordre de 1% (légèrement supérieur aux autres BV de la craie. Ce pendage est plus important au nord du terrain d'étude). La géologie est uniforme, mais la craie possède de nombreuses caractéristiques qui conditionnent l'occupation du sol, ainsi que la dynamique hydrogéologique des bassins versants étudiés.

La craie contient une nappe libre majoritairement alimentée par les pluies efficaces et qui se vidange par le biais d'exutoires naturels que constituent les sources et les cours d'eau. La particularité de l'aquifère crayeux est le contraste important entre la **porosité totale**³, de l'ordre de 30 à 40 %, et la **porosité efficace**⁴, seulement de 1 à 5 %. L'ensemble de cette réserve n'est pas mobilisable de façon homogène car la craie est affectée par différents types de fissuration résultant soit d'efforts tectoniques soit de phénomènes géomorphologiques :

- **La tectonique** : Elle marque les réseaux de fracturation majeurs sur lesquels se calent théoriquement les cours d'eau et les vallons secs. Ainsi, la craie du bassin versant de la Retourne est marquée par des phénomènes tectoniques (fractures, synclinaux, anticlinaux) suivant une orientation NE – SW. Mais la situation du bassin versant à l'extrémité de l'auréole crayeuse fait que ces phénomènes sont influencés par des effets de décompression verticale issus de l'appel au vide créé par le talus de la Cuesta.
- **Les phénomènes géomorphologiques de type « décompression »** : La craie est une roche très érodable, et son épaisseur a probablement fortement diminué depuis plusieurs millions d'années entraînant un phénomène de décompression horizontale notamment dans les vallées à l'origine d'une fissuration.
- **Les phénomènes géomorphologiques de type « érosion »** : La craie est une roche gélive, et les nombreux cycles gel/dégel hivernaux accentuent la fissuration à l'approche de la surface.

Une fois ouvertes, les fissures ont pu s'agrandir et s'élargir sous l'action chimique (dissolution des carbonates) ou mécanique des eaux souterraines ; cette évolution

³ La porosité totale est la quantité d'eau contenue dans les pores de la roche.

⁴ La porosité efficace est la quantité d'eau mobile contenue dans la roche, c'est-à-dire celle qui peut être prélevée.

peut atteindre localement un stade ultime qui correspond au développement d'un réseau karstique.

On considère généralement que le **réservoir efficace** correspond à une épaisseur moyenne (sous le niveau du sol) de 30 mètres sous les plateaux et de 40 mètres sous les vallées à cours d'eau pérenne. Les écoulements souterrains se font préférentiellement au gré des réseaux de failles et de fissures qui affectent la matrice crayeuse, principalement dans celles qui ont pu être élargies par dissolution.

La surface piézométrique de la nappe de la craie suit le relief en l'amortissant. La nappe est drainée par les cours d'eau et les vallées sèches, qui coïncident le plus souvent avec une zone particulièrement fissurée favorisant les écoulements souterrains. Dans les vallées, les circulations préférentielles permettent des débits d'exploitation considérables, ce qui est loin d'être le cas sous les plateaux où la craie, restée compacte, ne fournit que des débits faibles (de l'ordre de 5 à 10 m³/h).

Les gradients hydrauliques varient notablement entre les vallées et les plateaux ainsi qu'à proximité du recouvrement tertiaire. Ils traduisent l'influence de la topographie et surtout des variations de transmissivité de la craie.

Le niveau piézométrique varie de façon saisonnière et interannuelle. Les amplitudes des variations piézométriques, dépendantes de la quantité des précipitations, sont également très variables géographiquement : de quelques mètres dans les vallées à cours d'eau pérenne, elles peuvent dépasser 20 m en crête piézométrique (ex. : Pauvres).

Deux cartes piézométriques sont disponibles sur le secteur : celle dressée par le BRGM en 1966 et celle établie par ANTEA en 1998 (Annexe 1).

1.2.2. Les formations quaternaires

Les principales formations superficielles déposées dans le bassin versant de la Retourne sont des « graveluches » (grèzes crayeuses). Elles sont situées préférentiellement sur les versants est et nord-est. Elles constituent parfois de puissants ennoyages dans les interfluves (Laurain et al., 1990). Ces épanchements épais de quelques décimètres à quelques mètres sont assez bien représentés dans le bassin versant de la Retourne. Constitués de granules crayeuses, et étant relativement perméables, ils ne changent pas fondamentalement le fonctionnement hydrodynamique global du bassin versant.

L'incision assez importante de la Retourne et de ses affluents est à l'origine d'un champ alluvial assez resserré, et donc d'un faible épanchement des formations alluviales. Les alluvions anciennes de la Retourne ne sont que très peu représentées. On trouve quelques nappes discontinues de granules de craie bien calibrées en rive gauche de la Retourne. L'expérience d'autres bassins versants crayeux montre que ce genre de nappe peut avoir une influence sur le fonctionnement hydrodynamique, car pouvant créer des nappes secondaires. Mais ces épanchements ont une extension tout de même assez limitée.

Les alluvions récentes de la Retourne, comme celles des petits rus affluents, sont de nature limono-calcaire, parfois très riches en granules de craie. Parfois, on trouve des précipitations de calcite formant des horizons reconsolidés peu ou pas perméables (tufs).

Le long de la Retourne, les processus d'hydromorphie peuvent être assez importants, et l'accumulation de matière organique se traduit localement par la présence de tourbes. On trouve donc de nombreux petits étangs tourbeux au bord de la Retourne (Juniville, Neufelize...).

Les vallons secs, eux, sont souvent tapissés de colluvions de fond de vallons bruns ou jaunâtres, mélangeant les granules de craie, la matière organique et les argiles de décalcification de la craie.

1.3. LE CLIMAT

Le secteur d'étude se caractérise par un climat semi-océanique à influence continentale. Les précipitations, 755 mm en moyenne par an à Juniville (*source : chambre d'agriculture des Ardennes*), sont régulières tout au long de l'année avec un minimum en février, et un maximum au mois de juin. L'été est assez sec, mais connaît tout de même des précipitations importantes dues souvent à quelques orages estivaux.

Le climat régit les dynamiques actuelles et aussi en partie, l'évolution du réseau hydrographique.

Ce caractère assez lisse du climat ne traduit pas les variabilités interannuelles assez importantes. Ainsi, au poste météorologique de l'INRA à Châlons-en-Champagne, on constate entre 1970 et 1997 une hauteur totale annuelle moyenne des précipitations de 615 mm, avec une valeur minimale de 429 mm en 1976, un premier quintile de 532 mm, une médiane de 622 mm, un quatrième quintile de 672 mm et une hauteur maximale de 798 mm en 1981 (Ballif, 1999). On constate également ce phénomène dans le bassin versant de la Retourne, sur les chroniques de Juniville s'étalant de 1991 à 2007 (Figure 1), avec une valeur minimale de 552 mm en 2004, et une valeur maximale de 970 mm en 2001.

On peut observer également des phénomènes ponctuels. En effet, ont été constatées durant les trente dernières années plusieurs tempêtes, de nombreuses précipitations de grêle, et surtout de nombreux orages violents, qui peuvent apporter des précipitations allant jusqu'à 100 mm en quelques heures.

Les températures sont typiques d'un climat tempéré à la fois sous influence continentale et océanique, avec une amplitude thermique assez élevée (15,6°), un hiver assez froid (pouvant amener plus de 100 jours de gel), et un été doux. Ces moyennes ne vont pas sans effacer quelques disparités, avec des minima de température ayant ponctuellement approché les -25°C (janvier 1985), et des maxima ayant ponctuellement approché les 40°C (juillet 2003) (*source : météo France*)

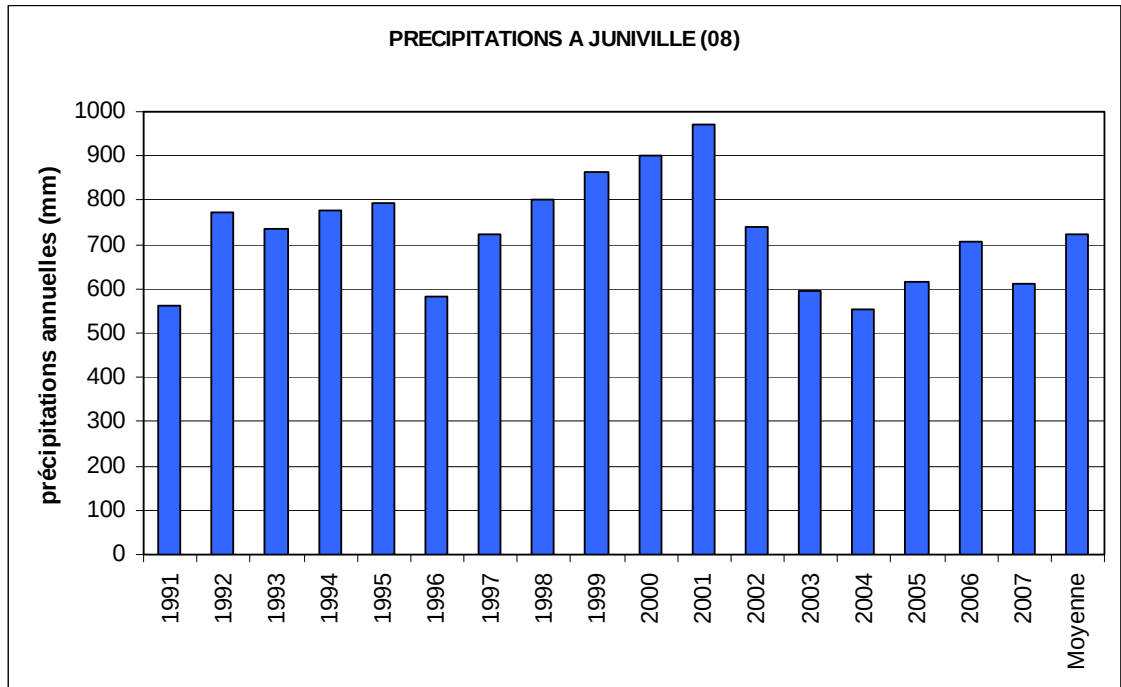


Figure 1 : Pluviométrie à Juniville. 1991-2007 (source : Chambre d'agriculture des Ardennes)

D'un point de vue général, le bassin versant de la Retourne est plus humide que les autres bassins versants de la Champagne crayeuse (100 à 150 mm de plus en moyenne par an que la Vesle, la Suippe ou la Somme-Soude par exemple) ce qui conduit à un bilan hydrique plutôt favorable, permettant de limiter les problèmes liés à la disponibilité de ressource en eau.

1.4. LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

1.4.1. Présentation

Le secteur d'étude ne compte qu'un drain important (la Retourne), alimenté par quatre rus, tous affluents de rive droite. Cela peut s'expliquer en partie par le sens d'écoulement de la nappe.

On observe de manière générale une dissymétrie des vallées principales. De nombreux vallons secs, souvent de taille kilométrique incisent la craie, pour la majeure partie en rive droite de la Retourne. La topographie au sud de la Retourne est assez plate et on trouve quelques dépôts alluviaux directement au sud du cours d'eau, alors qu'au nord, la topographie remonte assez rapidement vers des glacis qui rejoignent l'interfluve, confirmant une dissymétrie.

La disposition et l'organisation des cours d'eau et des vallons dépendent :

- Du niveau de base (l'Aisne), que la Retourne rejoint en aval de Brienne-sur-Aisne. La densité de drainage est d'ailleurs beaucoup moins importante à l'approche de la confluence, témoignant de probables transferts souterrains vers l'Aisne ;
- De la tectonique (facteur prédominant). De nombreux vallons sont calés sur les fractures et les synclinaux.

1.4.2. Caractéristiques

Afin de définir les caractéristiques du réseau hydrographique, il convient de calculer la densité de drainage et sa hiérarchisation (Figure 2).

Le secteur d'étude compte 77 talwegs (bonne densité de drainage) dont seulement 5 vallées drainantes, soit un ratio vallées drainantes / talwegs de 0,05, significatif d'une dynamique de drainage extrêmement faible. En d'autres termes, cela signifie aussi que la nappe et la végétation profitent pleinement des précipitations. De manière générale, l'écoulement superficiel dans les bassins versants crayeux ne représente que 20% du débit des cours d'eau.

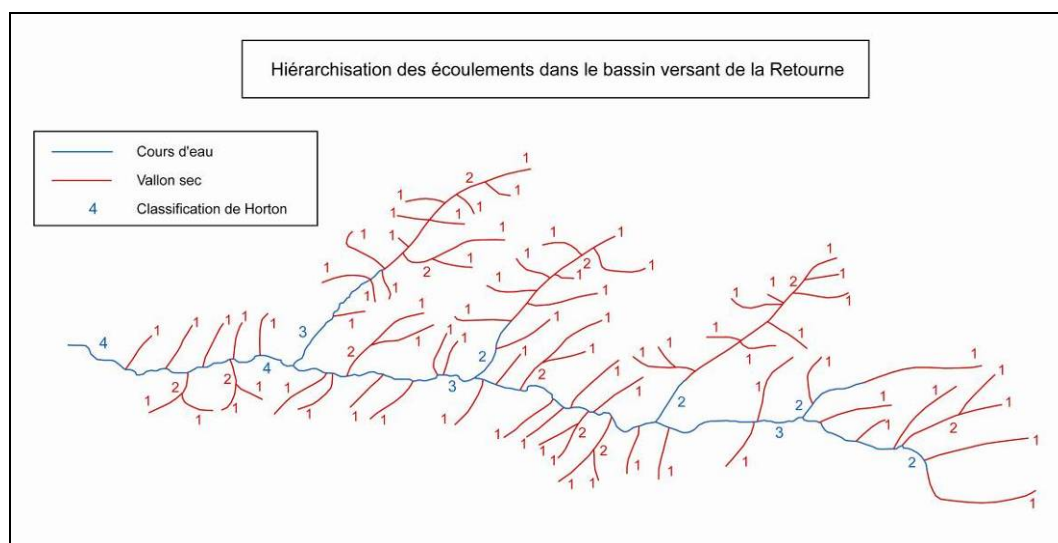


Figure 2 : Hiérarchisation des vallons dans le bassin versant de la Retourne

L'organisation du réseau hydrographique dite « en peigne » (Cosandey, 2002) témoigne d'une mauvaise hiérarchisation des talwegs certainement due à la faible pente de la Retourne et d'une dynamique des écoulements actuels limitée. L'origine est aussi à rechercher durant les périodes froides du Quaternaire où les cours d'eau à capacité de transport limitée déposaient certainement rapidement les alluvions (en témoignent les morceaux de terrasses alluviales présentes en rive gauche de la Retourne), limitant le développement des chenaux.

2. Présentation de l'outil « Retourne » avant modification (version 1.02 de juillet 1999)

Ce chapitre reprend en partie le contenu de deux notes rédigées par ANTEA en 1999 et diffusées avec le CD-ROM d'installation (fichiers [Retourne.doc](#) et [RetourneComplément.doc](#)) ainsi que les remarques faites par les partenaires lors des réunions préparatoires à la réalisation de l'étude.

2.1. PRESENTATION DU LOGICIEL

Le logiciel « Retourne » a été mis en place par le bureau d'étude ANTEA il y a 10 ans pour le compte du SIVOM de Juniville. Il s'agit d'une interface permettant de coupler un modèle hydrodynamique (en l'occurrence VAL développé par ANTEA) et un SIG à l'aide de macros écrites en MapBasic. Le logiciel est un outil d'aide à la décision qui a pour objectif d'assurer une gestion plus aisée des ressources en eau. Il permet :

- de calculer l'impact d'un projet d'irrigant sur le milieu notamment la rivière et les autres ouvrages à proximité ;
- de cartographier les zones les plus favorables à l'implantation de nouveaux ouvrages.

Le domaine pris en compte par le modèle recouvre l'ensemble du bassin versant de la Retourne et s'étend au nord jusqu'à l'Aisne et au sud jusqu'à la Suippe. Cette extension jusqu'aux rivières voisines situées de part et d'autre de la Retourne permet à la piézométrie de fluctuer librement sur les limites du bassin versant étudié. Le domaine modélisé (Figure 3) a été subdivisé en 12000 mailles aquifères de 250 m de côté (soit une superficie modélisée de 744 km²).

Une modélisation de cette zone a été réalisée et a permis d'affecter au centre de chaque maille les caractéristiques hydrodynamiques nécessaires pour reproduire la piézométrie observée (phase de calage du modèle - Annexe 1).

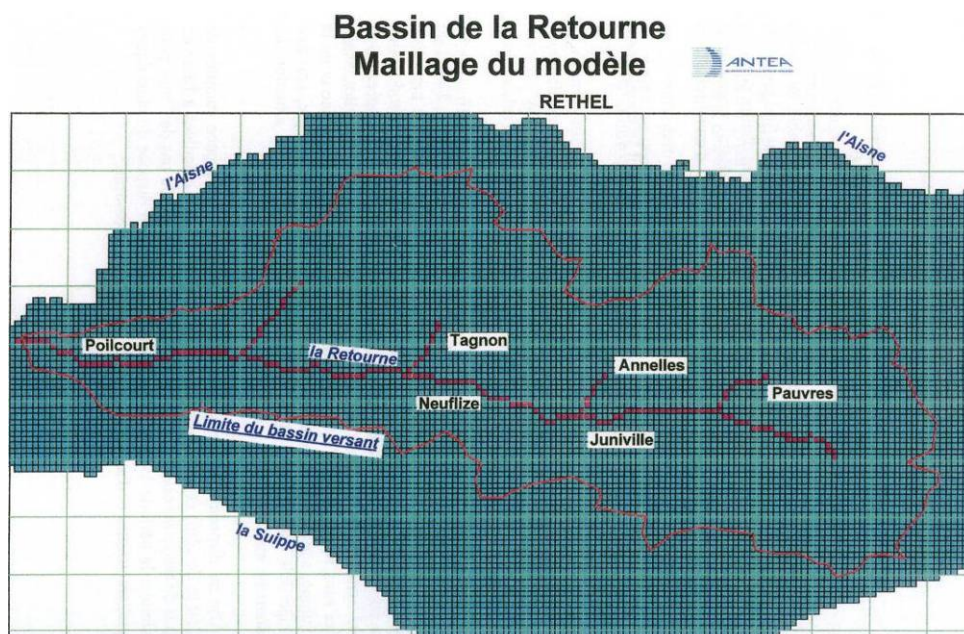


Figure 3 : Maillage du modèle « Retourne » d'après ANTEA, 1999

L'équation de calcul choisie est celle des nappes libres, qui met en jeu les **perméabilités** de l'aquifère, les **cotes du substratum** imperméable ou peu perméable, les débits d'entrée (**infiltration de la pluie**) et de sortie du domaine (**débits exploités**), ainsi que les **échanges avec les cours d'eau**.

Le logiciel « Retourne » correspond donc à l'exploitation du modèle calé sur la piézométrie réellement observée auquel on impose certaines conditions d'exploitation.

2.1.1. Echanges avec les cours d'eau

Les mailles figurant l'Aisne et la Suipe sont considérées comme des mailles à potentiel imposé. Les échanges avec la Retourne sont caractérisés par un coefficient de colmatage (plus faible à l'amont qu'en aval). Le phénomène d'assec est pris en compte au moyen d'une procédure particulière (Figure 4). Selon la position respective du niveau d'eau dans la Retourne et de la piézométrie au droit du cours d'eau, on assiste soit à un drainage de la nappe par le cours d'eau soit à une alimentation de la nappe par le cours d'eau.

Le modèle calcule en régime transitoire le débit disponible d'amont en aval dans chaque maille correspondant à la rivière et à ses affluents en fonction de ce principe. S'il y a drainage de la nappe, le débit du cours d'eau augmente d'autant. S'il y a alimentation de la nappe, le débit diminue en conséquence. Si la rivière alimente la nappe au point de perdre la totalité de son débit, on obtient un tronçon sans eau (assec). Les pompages dans la nappe provoquent un abaissement du niveau piézométrique et en conséquence favorisent les échanges nappe-rivière dans le sens d'une alimentation de la nappe, ce qui peut engendrer l'apparition d'assecs.

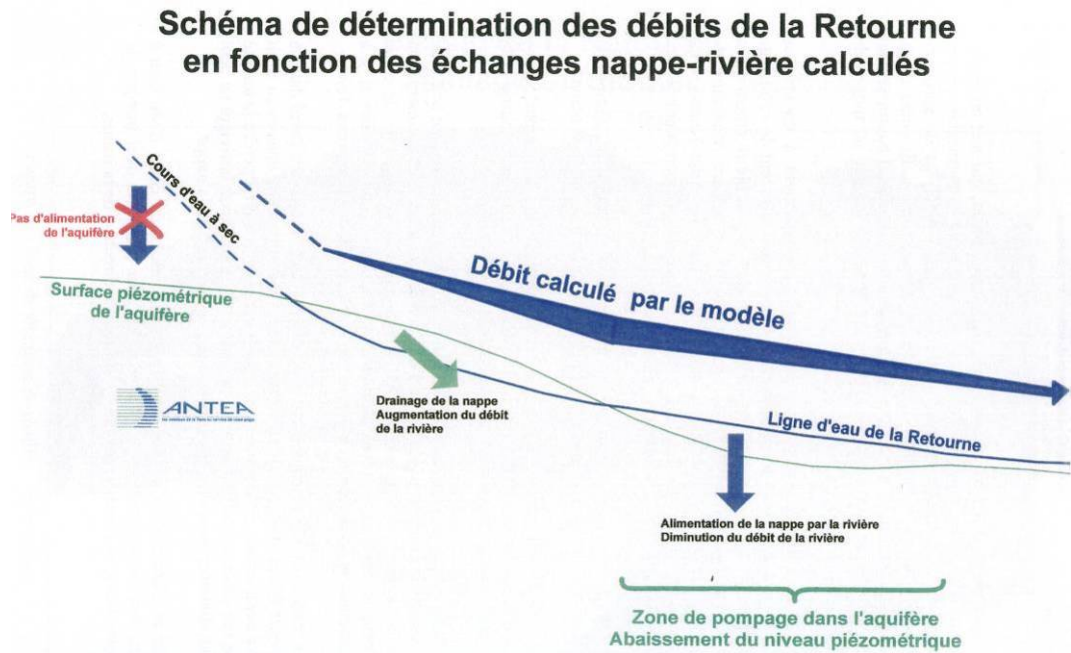


Figure 4 : Schéma de détermination des débits de la Retourne par le modèle « Retourne ». Extrait du rapport ANTEA (1999)

2.1.2. Données d'entrée du modèle

Les données d'entrée du modèle sont :

- Les données géographiques et topographiques ;
- Le nombre de forages d'irrigation sur le bassin versant ;
- Les volumes d'eau prélevés par chaque forage d'irrigation.

2.2. AMELIORATIONS SOUHAITEES PAR LES UTILISATEURS

2.2.1. Principaux critères de mise à jour du logiciel

Les utilisateurs du logiciel (notamment la chambre d'agriculture des Ardennes et la DDAF 08) ont exprimé le souhait de voir évoluer le logiciel (réunions de préparation et d'avancement des 06/02/2006, 26/01/2007 et 04/12/2007), vers un outil :

- Qui permet de démontrer l'impact d'un projet d'irrigant sur le milieu notamment sur les autres ouvrages à proximité (impacts cumulés) ;
- Plus convivial et plus ergonomique ;
- Qui prend en compte tous les puits du bassin versant qui fonctionnent par alternance d'une année sur l'autre en fonction de l'assolement ;

- Qui fournit des résultats exploitables facilement sur un SIG (interprétation cartographique sans référence à des « mailles » par exemple) ;
- Avec des données actualisées (inventaire des forages d'irrigation et la connaissance des débits prélevés).

La chambre d'agriculture des Ardennes a également souhaité connaître la précision du modèle (intervalle de confiance).

2.2.2. Modification de la liste des forages de la situation de référence

Les deux fichiers récapitulatifs des ouvrages existants sur le bassin versant de la Retourne et des ouvrages testés par l'outil « Retourne » sont modifiables facilement avec ACCESS :

- Fichier MS-Access **Existant.mdb** : les ouvrages existants en 1998, correspondant à l'inventaire des ouvrages effectué au cours de la première phase de l'étude réalisée par ANTEA ; c'est la « **situation de référence** ».
- Fichier MS-Access **Forages.mdb** : les ouvrages testés avec l'outil « Retourne » qui peuvent remplacer les points qui servent de référence.

Il existe deux possibilités pour tester un nouvel ouvrage (Figure 5) : le **déroulement automatique** ou le **déroulement manuel**, où l'utilisateur peut contrôler et valider les étapes de la procédure une à une.

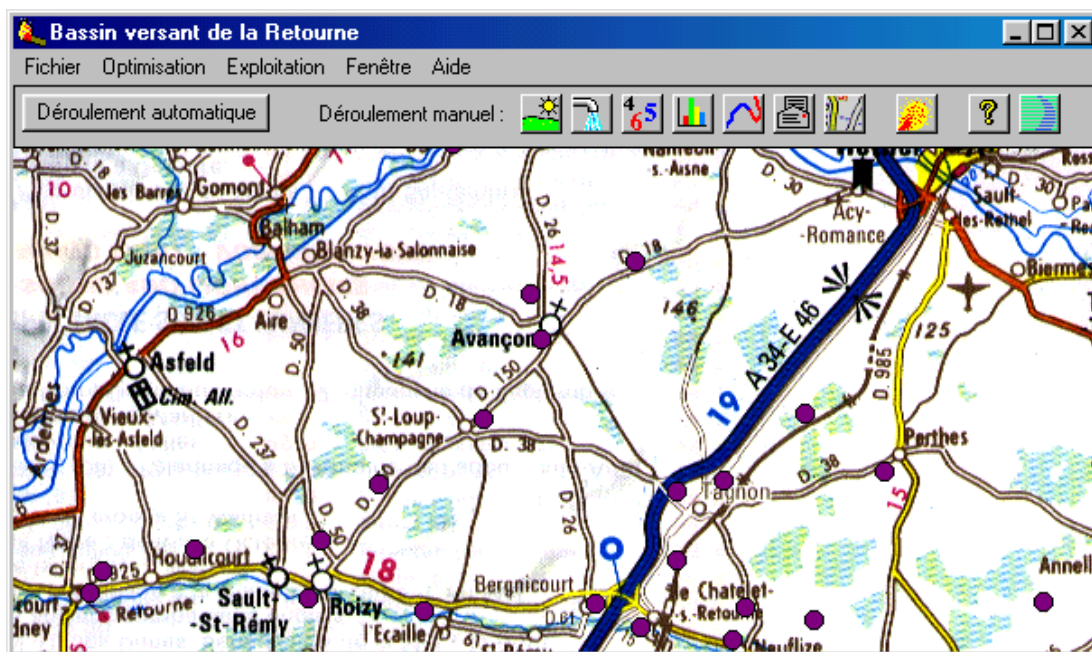


Figure 5 : Page d'accueil du modèle « Retourne » (version 1.02 de juillet 1999)

Les partenaires souhaitent disposer d'une liste actualisée des forages inventoriés 2007 et la mise à jour du fichier « Existant.mdb ». Ce fichier est consultable et modifiable. Ainsi les partenaires pourront ultérieurement faire des copies de fichiers, les renommer afin de définir plusieurs situations de référence en fonction des ouvrages en activité pour l'année considérée. Il est toujours possible de supprimer des lignes du fichier ACCESS correspondant aux ouvrages qui ne sont plus exploités ou rajouter de nouvelles lignes pour les nouveaux ouvrages.

Les partenaires ont souhaité pouvoir disposer d'un état imprimable de la situation de référence sans pour cela ouvrir le fichier ACCESS.

Tâche 1 : choix des conditions de la simulation

Bassin de la Retourne - Conditions du Scénario

Situation de départ de la simulation

☒ Etiage moyen

☐ Etiage quinquennal sec

Evolution annuelle de la simulation

☐ Année moyenne

☒ Année quinquennale sèche

☐ Année décennale sèche

(Simulation du 1er octobre au 30 novembre de l'année suivante)

Exploitation testée

☐ Un forage comparé à la situation de référence

☐ L'ensemble des forages testés récemment, comparé à la situation de référence

☒ Un forage comparé à une référence incluant les forages testés récemment

OK Annuler

Bassin de la Retourne - Exploitation testée

Il est possible d'effectuer 3 tests différents :

Choix 1 : calculer l'impact d'un forage par rapport à la situation de référence actuelle.

Choix 2 : calculer l'impact de l'ensemble des forages récemment testés par rapport à la situation de référence actuelle.

Choix 3 : calculer l'impact d'un forage par rapport à la situation de référence actuelle incluant les forages récemment testés.

Ces trois possibilités peuvent être schématisées de la façon suivante :

Situation de référence	Exploitation supplémentaire testée
Choix 1 : Exploitation actuelle	Un forage
Choix 2 : Exploitation actuelle	Forages récemment testés + Un forage
Choix 3 : Exploitation actuelle + Forages récemment testés	Un forage

La liste des forages récemment testés est contenue dans le fichier MS-Access "Forages.mdb".
Le dernier forage de cette liste peut être testé isolément.

Retour

Figure 6 : Fenêtres de la tâche 1 sur le choix des conditions de la simulation (version 1.02 de juillet 1999)

2.2.3. Modification des valeurs de débits sur les forages agricoles

Les valeurs de débits par ouvrage (Figure 6 et Figure 7) sont contenues dans le fichier « Existant.mdb » (ouvrages de référence) et dans le fichier « Forages.mdb » (ouvrages testés).

Les partenaires ont souhaité que les consommations pour les captages AEP et pour les ouvrages industriels (Euroluz) soient actualisées, à partir des données collectées auprès de la DDAF 08 et de l'AESN direction Vallées d'Oise.

Tâche 2 : Caractéristiques des forages à tester 

Nouveaux forages

Liste des forages testés récemment

Désignation :

AEP Juniville

Exploitant :

SIVOM Juniville

Commune :

Juniville

X Lambert 2 :

723452

exprimé en mètres (723000 < X < 765000)

Y Lambert 2 :

2493342

exprimé en mètres (2481000 < Y < 2504000)

Usage :

eau potable

AEP, AEI ou irrigation

Débit (m3/jour) :

2500

valeur moyenne exprimée en m3/jour

➡

Seul l'impact du dernier forage de la liste sera pris en compte.

(Fichier Forages.mdb au format MS-Access)

Ajouter

Eliminer

Actualiser

Fermer

⏮ ⏪

Enregistrement : 1

⏩ ⏭

Figure 7 : Fenêtre de la tâche 2 sur les caractéristiques des forages à tester (version 1.02 de juillet 1999)

2.2.4. Calcul de l'impact

Un histogramme (Figure 8) permet de récapituler l'impact du projet testé (en jaune) selon cinq critères. En rouge se trouvent les limites acceptables (ou impact de référence) fixées empiriquement en concertation avec le comité de pilotage en 1998. Les libellés ne sont pas clairs et devront être reformulés par ANTEA dans le cadre de cette étude.

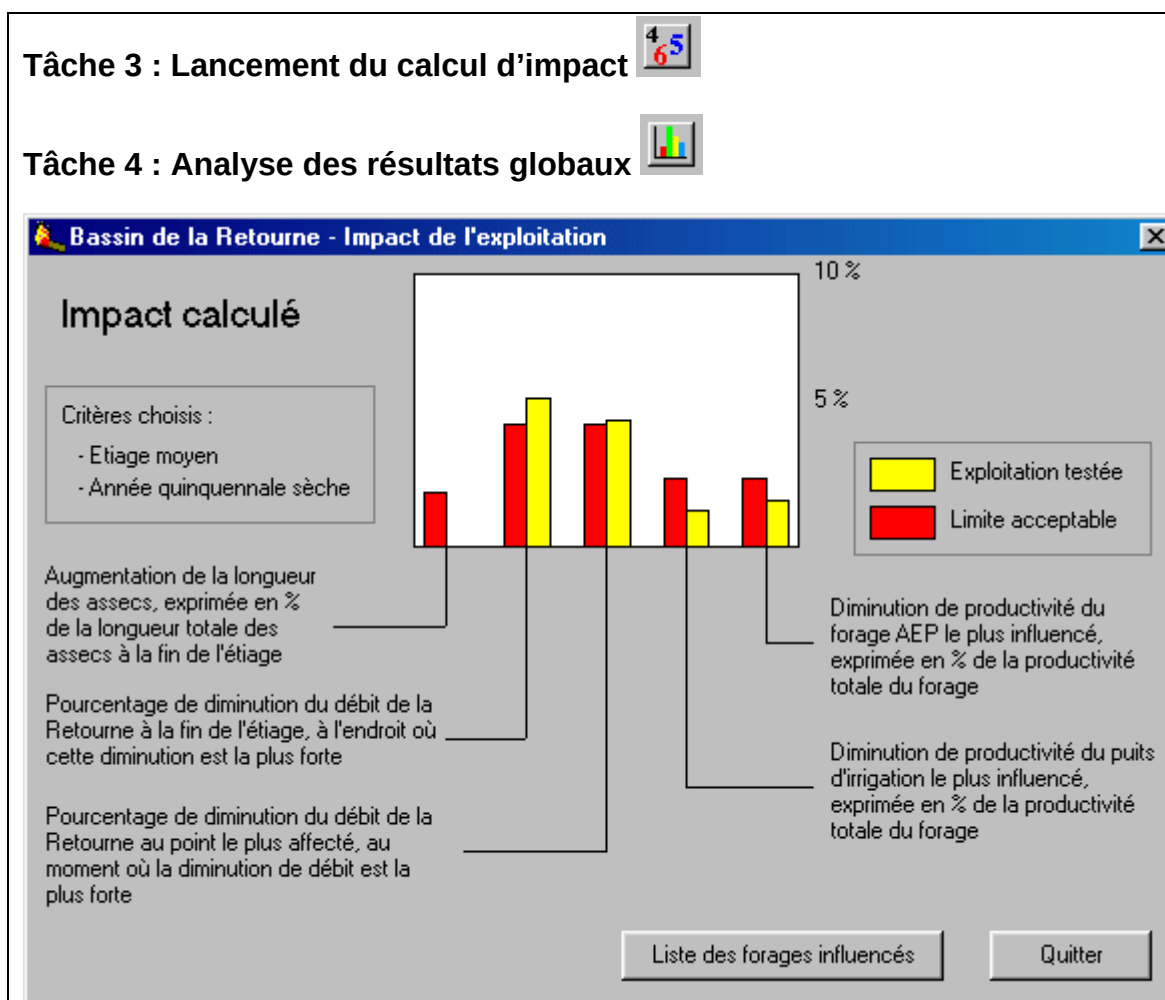


Figure 8 : Fenêtre résultant de l'activation des tâches 3 et 4 (version 1.02 de juillet 1999)

Les valeurs de référence (limite acceptable) peuvent être modifiées dans le fichier « Retourne.ini » paragraphe [référence] (Figure 9).

La particularité du modèle, c'est le calcul maille par maille du débit en fonction des apports de la nappe sur le linéaire du cours d'eau. Les calculs d'impact sont donc possibles en chaque point du cours d'eau. Les calculs sont effectués sur la base du champ de perméabilité. Les niveaux d'eau à chaque maille du cours d'eau ne sont pas accessibles à l'utilisateur.

```
[Vues]
Retour03.bmp
Pas de DXF
2.61818981170654      3.53134359844944E-02      726547.8125
5.42588960379362E-02  -2.639101308468          2504414
0.381837397813797     5.10931130495989E-03     -290218.9375
7.8504248522222E-03   -0.378811802482243       942997.875
2.61818981170654      3.53134359844944E-02      3547.79988606771
-5.42588960379362E-02  2.639101308468          -414.015838623047
0.381837397813797     -5.10931130495989E-03    -1356.79805501302
7.8504248522222E-03   0.378811802482243       128.982584635417
***** Fin de la lecture des coefficients *****

[Référence]
2.0 Impact sur les longueurs d'assecs
4.5 Impact sur le débit de la Retourne à la fin de l'étiage
4.5 Impact maximum sur le débit de la Retourne
1.0 Impact sur la Retourne à l'embouchure à la fin de l'étiage
1.0 Impact maxi sur la Retourne à l'embouchure
2.5 Impact sur le forage d'irrigation le plus influencé
2.5 Impact sur le forage AEP le plus influencé

[Coordonnées]
2 1 = puits implantés au centre des mailles du modèle / 2 = vraies coordonnées
```

Figure 9 : Contenu du fichier Retourne.ini (version 1.02 de juillet 1999)

Les partenaires ont souhaité avoir des indicateurs de type « piézomètre » qui permettent de prévoir des assecs du cours d'eau. Le nombre de piézomètres et leurs coordonnées (numéros de maille) peuvent être modifiés dans le fichier « Vacal6.ini » paragraphe [évolutions] (Figure 10).

Par ailleurs afin d'évaluer l'impact de l'irrigation telle qu'elle est pratiquée actuellement, il a été envisagé à demande des partenaires de simuler une situation sans irrigation. Il s'agissait d'avoir plus d'informations et de précisions sur les interactions entre les cours d'eau (Retourne et affluents) et la nappe ainsi que d'évaluer l'impact des prélèvements.

```

[Options]
Travail
1.5   Ro
100   Niter

[Rivières]
Retourne2.ini

[Transitoire]
-1    Messages d'erreur en cas de problèmes (normal 0 / quelques messages 1 / beaucoup 2)
1     Pas de temps de départ (normalement 1)
14    Nombre de pas de temps (= numéro du pas de temps final)
2592000 Durée des pas de temps (1 mois = 86400 x 30)
1     Les rivières à sec n'alimentent pas : 1 (Procédure "Retourne") / 0 : elles alimentent toujours
1     Mode d'entrée des données (1 = par coefficients/ 2 = un tableau des Q pour chaque pas de temps)
26    Tableau Q des débits du transitoire (les valeurs changent sans cesse)
42    Tableau H de la piézo du pas de temps zéro du transitoire (scénario)

[Evolutions]
7     Nombre de piézomètres (limité à 20)
35 77 Coordonnées du piézomètre TAGNON 0108-4X-0019
34 119 Coordonnées du piézomètre MENIL-ANNELLES 0109-2X-0004
43 24  Forage AEP Houdilcourt
34 77  Forage AEP Tagnon
44 79  Forage AEP Neufelize
51 101 Forage AEP Juniville
57 143 Forage AEP Leffincourt

[Variations de flux]
1     Nombre de codes scrutés (limité à 5)
3     Code scruté
74    Tableau des échanges nappe-rivière pour le pas de temps zéro (= 0 si on ne stocke pas les échanges)

[Contrôle]
56    Numéro du tableau de piézométrie à contrôler (étiage à la fin des 14 pas de temps)
58    Numéro du tableau qui reçoit les résultats du contrôle (valeurs 1, 2, 3...)

[Pas de temps]
1     Numéro du pas de temps (octobre année quinquennale)
Q *****Nom du tableau à traiter (tableau 26)
0     Zéro pour mise à zéro/ sinon 1
23    Numéro du tableau à traiter (pompages AEP)
x     Opération
1.049 Coefficient
Q *****Nom du tableau à traiter (tableau 26).....
    
```

Figure 10 : Contenu du fichier Vacal6.ini (version 1.02 de juillet 1999)

2.2.5. Edition des résultats

Les partenaires ont demandé à ce que les états imprimables (Figure 11) tels que le fichier « Impact.pts » (Figure 12) soient plus lisibles et exploitables cartographiquement avec un SIG, par exemple : changer les coordonnées des mailles, revoir la précision de l'impact, mettre les unités. La carte est exportable au format « BMP » à tous moment avec le bouton du menu. Il convenait également dans le cadre de cette étude d'améliorer la lisibilité des fichiers pour lesquels les mois sont donnés d'octobre à septembre avec les chiffres 1 à 12.

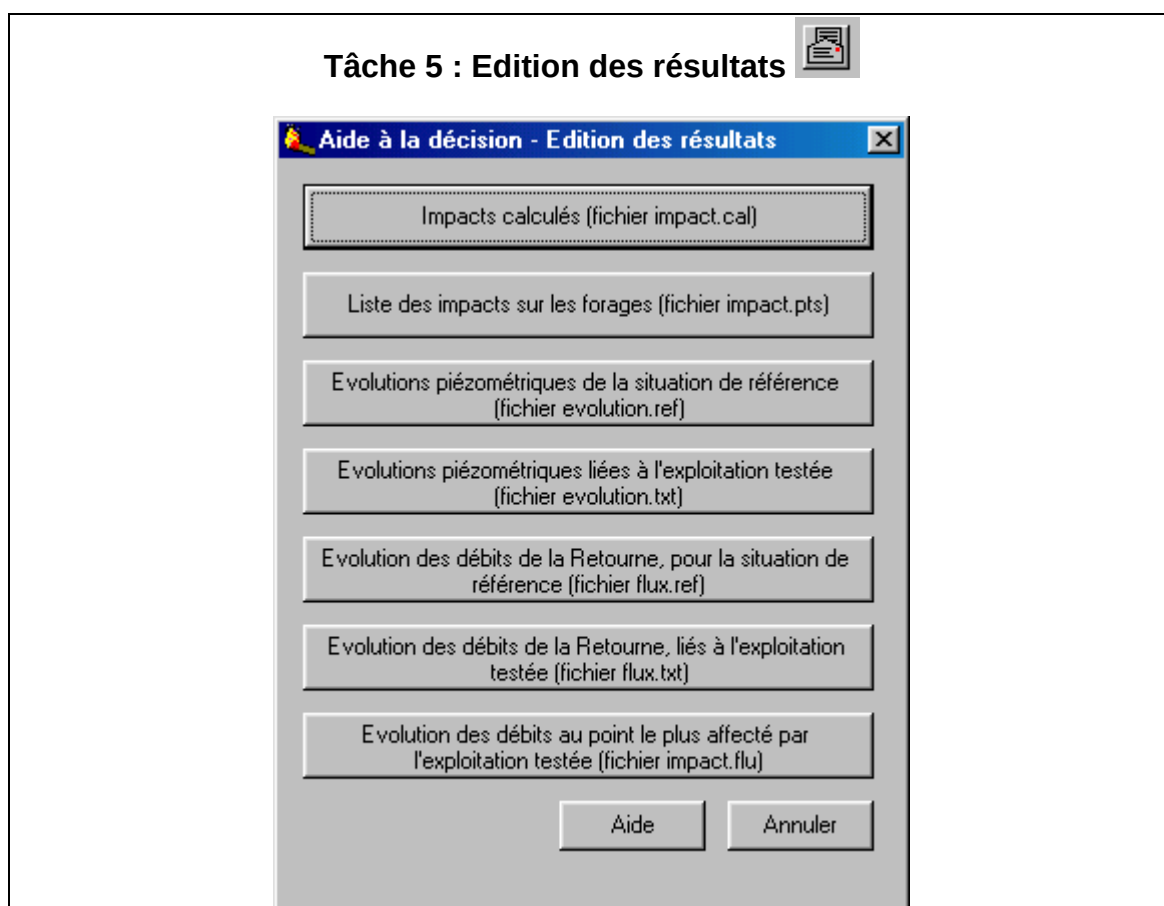


Figure 11 : Fenêtre de la tâche 5 sur l'édition des résultats (version 1.02 de juillet 1999)

14	70	2.336324	Irrigation
17	61	2.14798	Eau potable
21	62	1.348063	Irrigation
27	85	3.138224E-02	Irrigation
29	57	0.1516215	Eau potable
34	48	4.252116E-02	Irrigation
34	74	3.575643E-02	Irrigation
34	78	3.509521E-02	Eau potable
40	32	1.118978E-03	Irrigation
40	74	1.922607E-02	Irrigation
42	24	1.525879E-04	Eau potable
43	106	1.983643E-03	Irrigation
44	42	3.712972E-03	Irrigation
44	67	6.052653E-03	Irrigation
44	80	1.200358E-02	Eau potable

Figure 12 : Exemple de fichier présentant les résultats des simulations « Impact.pts » (version 1.02 de juillet 1999)

2.2.6. Optimisation

Cette option est assez peu utilisée par les utilisateurs réguliers : L'optimisation correspond à une gestion globale, non pas à la détermination d'un impact à partir d'un ouvrage précis (Figure 13).

Les partenaires ont souhaité savoir s'il existait des possibilités de créer des scénarios pour connaître les impacts sur la base d'un volume global de prélèvement qui serait choisi. Cette possibilité n'est pas envisageable dans la configuration actuelle du modèle ANTEA. Mais d'autres outils sont développés et disponibles auprès du BRGM afin de répondre à cette demande (Modèle TEMPO ; Pinault et al, 2006).

Tâche 6 : Optimisation 

Optimisation de l'exploitation 

Choix des critères :

	Poids (de 0 à 10)
Rechercher la productivité des forages :	0
Eviter les zones où la nappe est profonde :	5
Eviter les forts battements de la nappe :	0
Minimiser l'impact de l'ensemble des forages :	8
Minimiser l'impact des nouveaux forages :	0
Minimiser l'impact sur la Retourne :	0
Minimiser la distance par rapport à un besoin précis :	10

Coordonnée X Lambert 2 du site :

Coordonnée Y Lambert 2 du site :

Le fichier "Optimo.dat" permet de cartographier les plages de valeurs obtenues (format ASCII x, y, valeur).

Taille des cercles :

Figure 13 : Fenêtre de la tâche 6 sur l'optimisation (version 1.02 de juillet 1999)

3. Présentation de l'outil « Retourne » après modification (version 2.30 de février 2008)

Ce chapitre reprend en partie le contenu de deux notes rédigées par ANTEA (proposition technique paragraphe 2.1) sur le perfectionnement du logiciel et diffusées également avec le CD-ROM d'installation (fichiers [Retourne2007.doc](#) et [Retourne2007NoticeTechnique.doc](#)).

3.1. MENU PRINCIPAL

Le logiciel de gestion du bassin de la Retourne, réalisé par ANTEA (Outil Retourne version 1.02 de 1999), a été perfectionné à la demande des partenaires. Les améliorations ont essentiellement porté sur la lisibilité des résultats des calculs (Outil Retourne version 2.30 de février 2008).

La barre du menu principal comporte maintenant six rubriques contre cinq auparavant (Figure 14) :



Figure 14 : Menu principal (après modification – version 2.30 fev-2008)

La rubrique « **Fichier** » permet d'ouvrir le « fichier des ouvrages existants » et le « fichier des ouvrages à tester », de « prendre en compte les ouvrages existants », d'« enregistrer la carte qui s'affiche à l'écran », d'« éditer les résultats » (dans le cas où une simulation a été lancée) et de « quitter ».

Le BRGM a mis à jour le fichier Access **Existant.mdb** (ouvrages existants) à partir de l'inventaire des ouvrages communiqué par la DDAF des Ardennes (Annexe 2 et Annexe 3). Pour **actualiser la situation de référence**, il faut activer le menu « fichier/Prendre en compte les ouvrages existants » qui intègre le contenu du fichier dans la situation de référence. Les cartes qui s'affichent à l'activation du menu « fenêtre/Afficher les forages existants » et « fenêtre/Afficher les forages de référence » seront ainsi parfaitement à jour pour les ouvrages disposant d'un pompage non nul. Les ouvrages référencés dans le fichier Existant.mdb avec un débit égal à zéro n'apparaîtront pas à l'écran.

Les rubriques « **Optimisation** » et « **Exploitation** » notamment « choix des conditions hydrologiques » et « exploitation/définition de l'exploitation à tester » n'ont pas été modifiées dans la nouvelle version « Retourne 2007 ».

La nouvelle rubrique « **Outils / Listes des forages** » (Figure 15) permet de transférer le contenu des fichiers Access sous forme de fichiers texte (extension *txt*) que l'on peut traiter avec le Bloc-note, avec Wordpad ou intégrer dans Excel (un caractère étoile * sépare les différentes rubriques).



Figure 15 : Menu « Outils/Listes des forages » (après modification – version 2.30 fev-2008)

La nouvelle rubrique « **Outils / Calcul des coordonnées** » (Figure 16) permet de convertir des coordonnées X et Y en Lambert 2 Carto Etendu (exprimées en kilomètres) en coordonnées "modèle" (ligne i, colonne j) qui peuvent être introduites dans les fichiers de données pour désigner par exemple un nouveau piézomètre à contrôler. Si les coordonnées correspondent à un point hors du domaine simulé, un message d'avertissement apparaît. De même si une erreur d'unité (m au lieu de km) ou de séparateur de décimale est détectée (virgule au lieu de point). Le calcul des coordonnées est basé sur les éléments qui sont précisés dans le rapport d'étude de la Retourne A 17236 de juillet 1999 page 36.

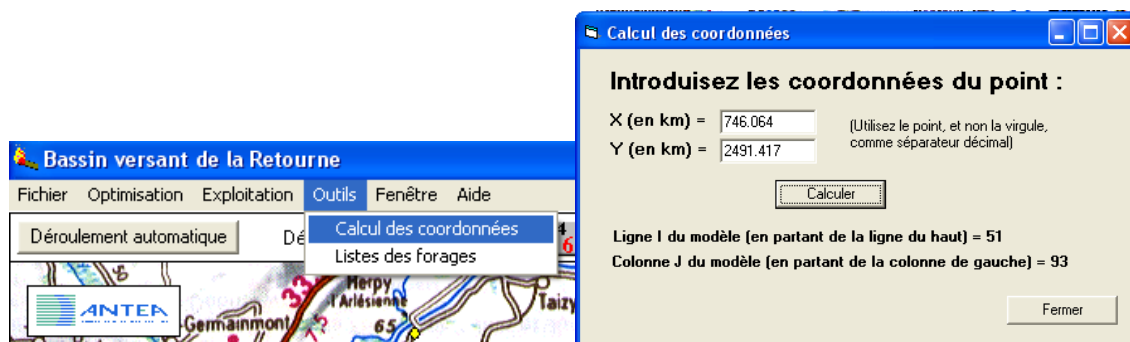


Figure 16 : Menu « Outils/Calculs des coordonnées » (après modification – version 2.30 fev-2008)

3.2. MENUS « DEROULEMENT »

Comme dans la précédente version, il existe deux possibilités pour tester un nouvel ouvrage : le **déroulement automatique** ou le **déroulement manuel**, où l'utilisateur peut contrôler et valider les étapes de la procédure une à une. Compte tenu des nouvelles possibilités du logiciel, deux nouveaux boutons ont été ajoutés à ceux existants (Figure 17).



Figure 17 : Page d'accueil et fonction des différents boutons (après modification – version 2.30 fev-2008)

3.3. CHOIX DES CONDITIONS DE LA SIMULATION ET LISTES DES FORAGES

Le choix des conditions de la simulation  s'effectue selon trois critères :

- **La situation hydrologique de départ de la simulation** : étiage moyen ou quinquennal sec. La DIREN Champagne-Ardenne gère une seule station de mesure sur le bassin versant de la Retourne ; il s'agit de Saint Rémy le petit (H6303840) qui remplace depuis 2004 la station d'Houldicourt (H6303820). Les données sont accessibles sur le site internet de la Banque Hydro (<http://www.hydro.eaufrance.fr>) ou auprès de la DIREN Champagne-Ardenne (<http://www.champagne-ardenne.environnement.gouv.fr>).
- **L'évolution annuelle de la simulation** : année moyenne, année quinquennale sèche et année décennale sèche. Il s'agit de connaître l'état de la nappe de la craie de l'année en cours. Pour se faire le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable et le BRGM mettent à disposition l'évolution des mesures piézométriques sur plusieurs ouvrages représentatifs du contexte hydrogéologique. Pour le bassin versant de la Retourne on dispose du piézomètre d'Alincourt mais la chronique est encore trop courte (première mesure le 27/09/2005) pour établir des statistiques. A défaut, le piézomètre de Fresnes-les-Reims peut être considéré comme représentatif de la situation sur la Retourne. Chaque mois il est donc possible de visualiser la situation de la nappe de la craie par rapport à une année de référence moyenne, une durée de retour de 10 ou 5 ans secs sur le site <http://seine-normandie.brgm.fr>.
- **L'exploitation testée** : Trois choix d'exploitation sont proposés (Figure 18) : un forage comparé à la situation de référence, l'ensemble des forages testés récemment comparé à la situation de référence ou un forage comparé à une situation de référence incluant les forages testés récemment. Les informations telles que la liste des ouvrages de référence, les ouvrages testés, leurs localisations, les débits d'exploitation sont accessibles et modifiables avec l'application Access (fichiers Existant.mdb et Forages.mdb). L'actualisation de la liste des forages à tester peut également être réalisée à partir du menu principal en activant le bouton .

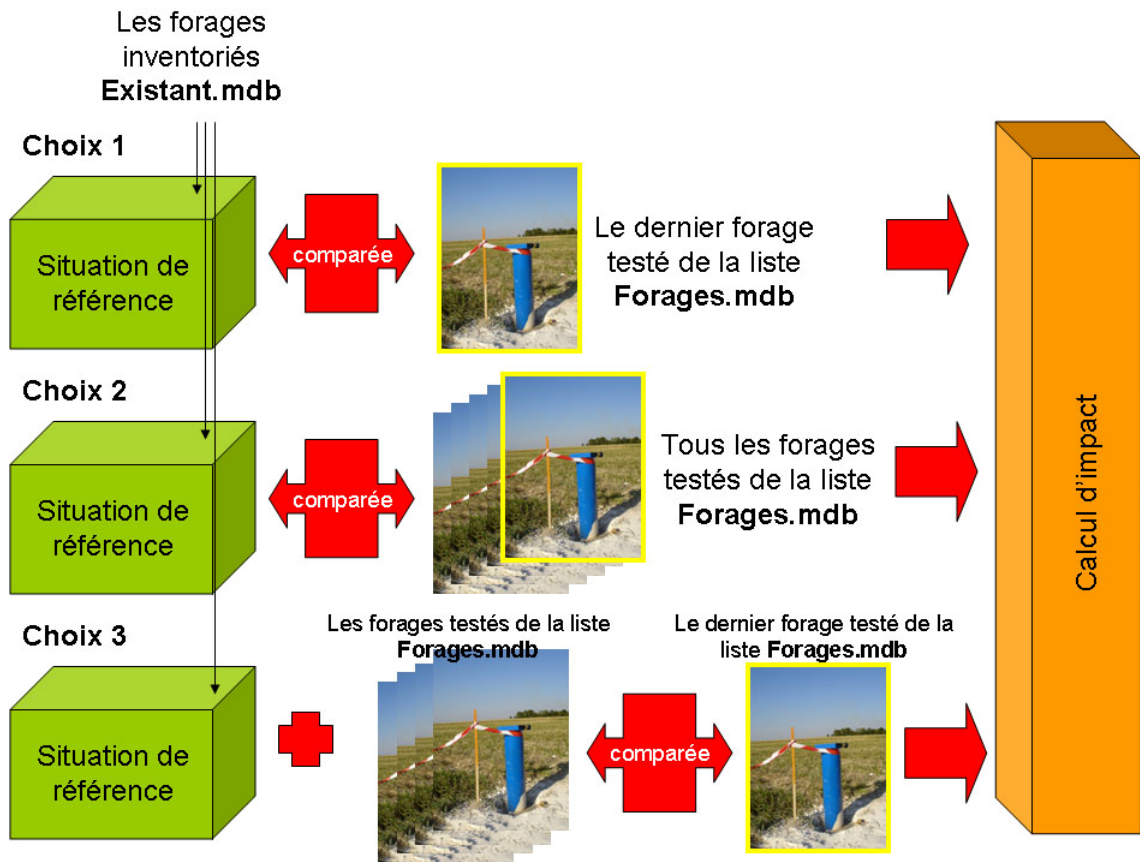


Figure 18 : Configurations des 3 possibilités d'exploitation offertes par le logiciel

3.4. LANCEMENT DU CALCUL D'IMPACT

Une des principales nouveautés par rapport à la version antérieure est, qu'à l'activation du bouton , la progression des calculs peut être suivie à partir des deux fenêtres suivantes qui s'affichent successivement :

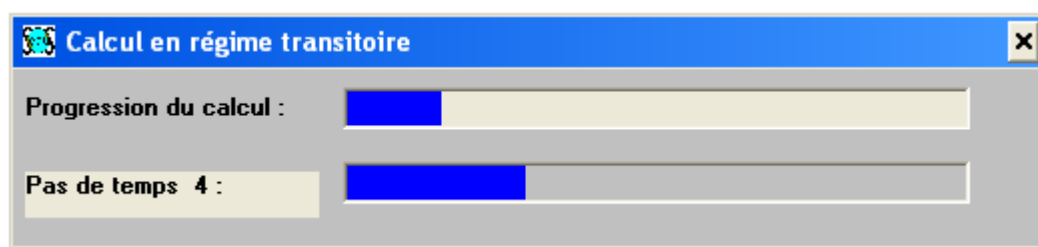
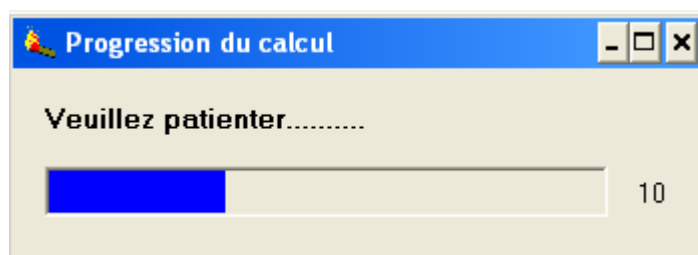
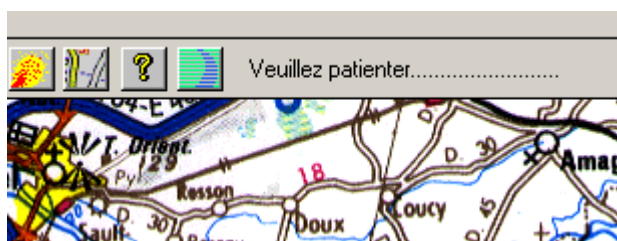


Figure 19 : Exemple de fenêtre indiquant la progression des calculs (après modification – version 2.30 fev-2008)

La **barre d'avancement de la tâche** s'affiche pour les phases du travail 1 à 32. Le calcul de la référence en régime transitoire (14 pas de temps, soit 14 mois) se déroule au cours de la phase 7. La phase 10 est consacrée à la mémorisation des évolutions calculées. La phase 16 est consacrée au calcul prenant en compte les nouveaux forages. La phase 19 est consacrée à la mémorisation des évolutions.

Un rappel s'affiche également en haut de l'écran :



Remarque importante : Il convient de vérifier avant le lancement des calculs que le séparateur décimal défini dans les options régionales de l'ordinateur correspond bien à un point et non pas une virgule. Dans le cas contraire un message d'erreur apparaît avec interruption du processus de calcul.

3.5. ANALYSE DES RESULTATS GLOBAUX

L'histogramme de présentation des impacts  a été modifié de façon à être **plus facilement compréhensible**, en regroupant les rubriques (Figure 20). Il permet de récapituler l'impact du projet testé (en jaune) **selon 7 critères** contre 5 critères auparavant. Les deux critères ajoutés correspondent au **pourcentage de diminution du débit de la Retourne en aval du bassin versant** à la fin de l'étiage et au moment où la diminution est la plus forte.

En rouge se trouvent les limites acceptables (ou impact de référence) fixées empiriquement en concertation avec le comité de pilotage en 1998⁵ ; elles n'ont pas été modifiées. Les libellés ont été réécrits pour les rendre plus explicites.

On remarquera que chaque pourcentage est exprimé **par rapport au débit du moment indiqué et de l'endroit indiqué**. Ainsi par exemple, le pourcentage de diminution à la fin de l'étiage peut être plus fort que le pourcentage au moment où la variation de débit est la plus forte (ce qui peut paraître paradoxal à première vue).

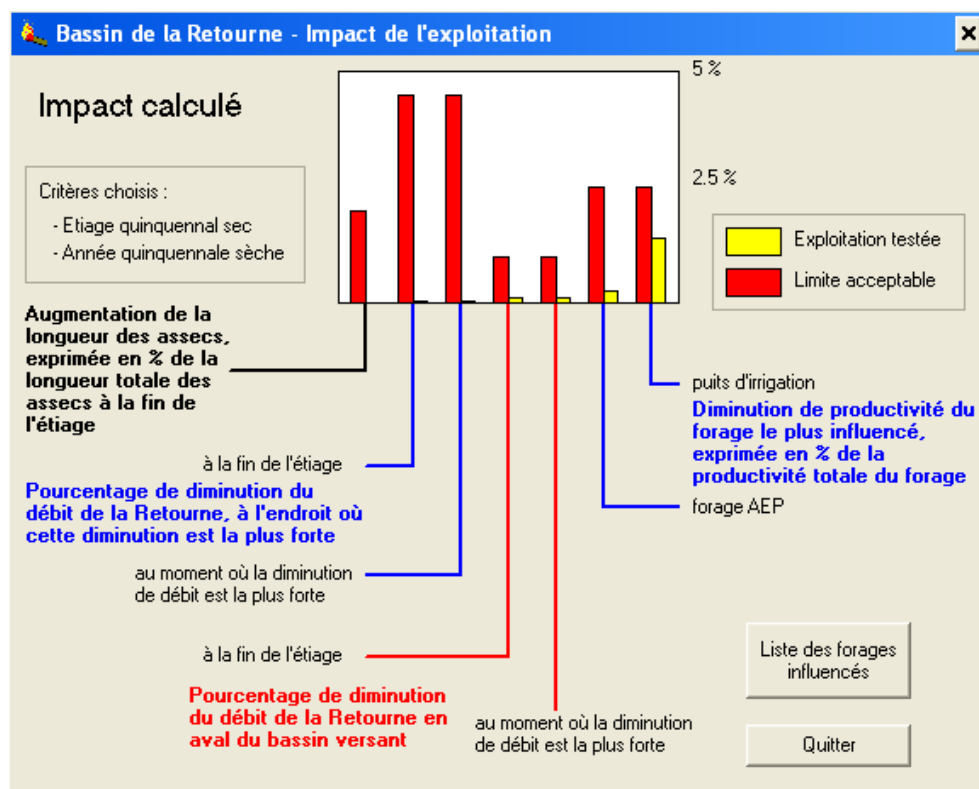


Figure 20 : Histogramme de l'impact de l'exploitation (après modification – version 2.30 fev-2008)

⁵ Les valeurs de référence (limite acceptable) peuvent être modifiées dans le fichier « Retourne.ini » paragraphe [référence].

3.6. EDITION DES RESULTATS

Le bouton  permet d'accéder aux différents fichiers de résultats. Dans la nouvelle version du logiciel, on compte 6 états au lieu de 7 (Figure 21) : l'évolution des débits de la Retourne n'est désormais calculé que pour l'exploitation testée et non plus pour la situation de référence.

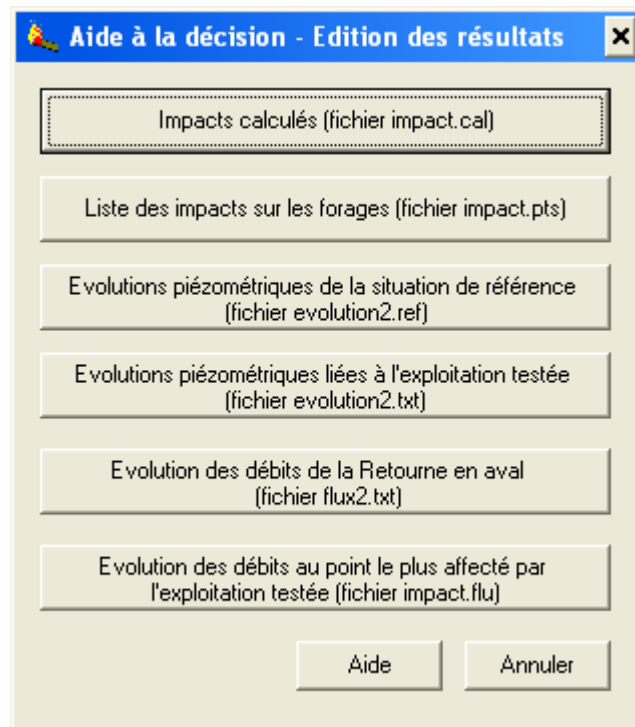


Figure 21 : Fenêtre « Edition des états » (après modification – version 2.30 fev-2008)

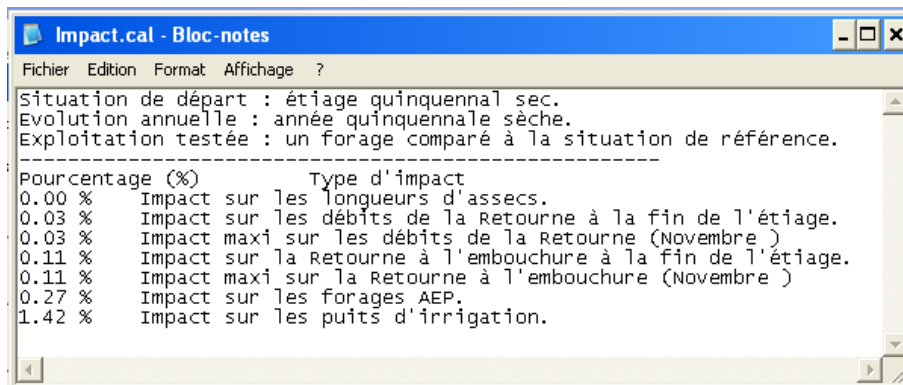
La lisibilité des fichiers de résultat a été améliorée :

- Tous ces fichiers comportent en en-tête le rappel des conditions de la simulation (situation de départ, évolution annuelle, exploitation testée) ;
- La nature des données et l'unité sont clairement indiquées et la précision ne s'affiche plus que sur deux chiffres après la virgule ;
- L'indexation par numéro de colonne et de ligne a été conservée mais les fichiers apportent les indications nécessaires à l'identification des points de contrôle (indice BSS, commune, usage AEP ou agricole) ;
- Les noms de mois figurent maintenant en toutes lettres non plus sous forme de chiffres de 1 à 12.

Les figures suivantes montrent quelques exemples : le fichier « **Impact.cal** » qui présente les résultats chiffrés de l'histogramme (Figure 22), le fichier « **Impact.pts** » (Figure 23), les fichiers « **Evolution2.ref** » (Figure 24) et « **Evolution2.txt** » (Figure 25), le fichier « **Flux2.txt** » (Figure 26), qui présente les débits de la Retourne et le

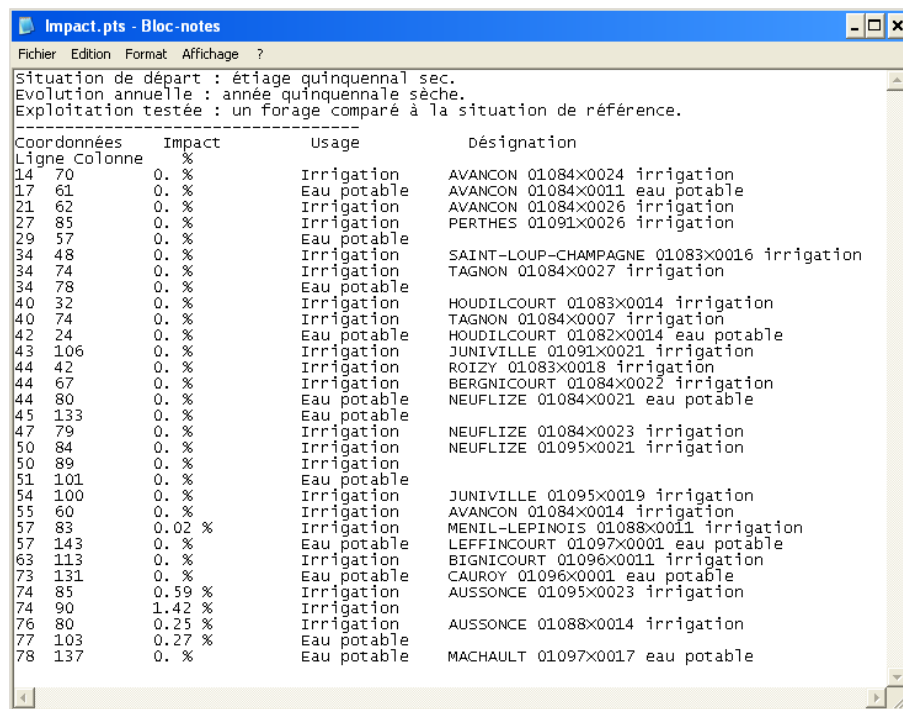
fichier « **Impact.flu** » (Figure 27) qui présente les débits de la Retourne au point le plus affecté par l'exploitation testée ainsi qu'en aval du bassin versant.

Les valeurs contenues dans les fichiers « Evolution2.ref », « Evolution2.txt » et « Flux2.txt » peuvent être visualisées directement à l'aide du bouton . Les chiffres du fichier « Impact.cal » correspondent à l'histogramme tracé à l'aide du bouton .



Pourcentage (%)	Type d'impact
0.00 %	Impact sur les longueurs d'assecs.
0.03 %	Impact sur les débits de la Retourne à la fin de l'été.
0.03 %	Impact maxi sur les débits de la Retourne (Novembre)
0.11 %	Impact sur la Retourne à l'embouchure à la fin de l'été.
0.11 %	Impact maxi sur la Retourne à l'embouchure (Novembre)
0.27 %	Impact sur les forages AEP.
1.42 %	Impact sur les puits d'irrigation.

Figure 22 : Exemple de fichier résultat « Impact.cal » (après modification – version 2.30 fev-2008)



Coordonnées	Impact	Usage	Désignation
Ligne Colonne	%		
14 70	0. %	Irrigation	AVANCON 01084X0024 irrigation
17 61	0. %	Eau potable	AVANCON 01084X0011 eau potable
21 62	0. %	Irrigation	AVANCON 01084X0026 irrigation
27 85	0. %	Irrigation	PERTHES 01091X0026 irrigation
29 57	0. %	Eau potable	
34 48	0. %	Irrigation	SAINT-LOUP-CHAMPAGNE 01083X0016 irrigation
34 74	0. %	Irrigation	TAGNON 01084X0027 irrigation
34 78	0. %	Eau potable	
40 32	0. %	Irrigation	HOUDILCOURT 01083X0014 irrigation
40 74	0. %	Irrigation	TAGNON 01084X0007 irrigation
42 24	0. %	Eau potable	HOUDILCOURT 01082X0014 eau potable
43 106	0. %	Irrigation	JUNIVILLE 01091X0021 irrigation
44 42	0. %	Irrigation	ROIZY 01083X0018 irrigation
44 67	0. %	Irrigation	BERGNICOURT 01084X0022 irrigation
44 80	0. %	Eau potable	NEUFLIZE 01084X0021 eau potable
45 133	0. %	Eau potable	
47 79	0. %	Irrigation	NEUFLIZE 01084X0023 irrigation
50 84	0. %	Irrigation	NEUFLIZE 01095X0021 irrigation
50 89	0. %	Irrigation	
51 101	0. %	Eau potable	
54 100	0. %	Irrigation	JUNIVILLE 01095X0019 irrigation
55 60	0. %	Irrigation	AVANCON 01084X0014 irrigation
57 83	0.02 %	Irrigation	MENIL-LEPINOIS 01088X0011 irrigation
57 143	0. %	Eau potable	LEFFINCOURT 01097X0001 eau potable
63 113	0. %	Irrigation	BIGNICOURT 01096X0011 irrigation
73 131	0. %	Eau potable	CAUROY 01096X0001 eau potable
74 85	0.59 %	Irrigation	AUSSONCE 01095X0023 irrigation
74 90	1.42 %	Irrigation	
76 80	0.25 %	Irrigation	AUSSONCE 01088X0014 irrigation
77 103	0.27 %	Eau potable	
78 137	0. %	Eau potable	MACHAULT 01097X0017 eau potable

Figure 23 : Exemple de fichier résultat « Impact.pts » (après modification – version 2.30 fev-2008)

evolution2.ref - Bloc-notes

Fichier Edition Format Affichage ?

Situation de départ : étiage quinquennal sec.
Evolution annuelle : année quinquennale sèche.
Exploitation testée : un forage comparé à la situation de référence.

	35-77	34-119	43-24	34-77	44-79	51-101	57-143	36-88	16-66	73-89
Septembre	79.6322	95.1023	61.5803	79.7410	79.8395	88.9446	102.9848	81.7779	74.3357	90.8685
Octobre	79.4229	94.8465	61.3757	79.5364	79.4785	88.6868	102.5556	81.5526	74.0955	90.7814
Novembre	79.3074	94.7230	61.3596	79.4225	79.3934	88.6371	102.3844	81.4401	73.9816	90.8010
Décembre	79.7153	95.2685	61.5165	79.8427	79.6086	88.7742	102.7610	81.9334	74.4650	91.3760
Janvier	80.1428	95.9113	61.6148	80.2900	79.7764	88.8715	103.1311	82.4952	75.0416	91.9669
Février	80.4175	96.4021	61.6345	80.5837	79.8442	88.8926	103.3399	82.9021	75.4968	92.3630
Mars	80.5477	96.7033	61.6121	80.7281	79.8481	88.8883	103.4129	83.1331	75.8004	92.5620
Avril	80.2731	96.4517	61.4774	80.4532	79.6650	88.7929	103.1066	82.8651	75.6237	92.2803
Mai	79.9878	96.1078	61.3982	80.1595	79.5359	88.7159	102.8332	82.5332	75.3644	91.9193
Juin	79.5745	95.6143	61.3163	79.7335	79.3615	88.6255	102.5075	82.0750	74.9323	91.5271
Juillet	79.1990	95.1479	61.2764	79.3439	79.2337	88.5657	102.2562	81.6476	74.4698	91.0267
Août	78.8834	94.7176	61.2544	79.0123	79.1400	88.5248	102.0529	81.2562	73.9990	89.2586
Septembre	78.7437	94.3285	61.2450	78.8494	79.1267	88.5156	101.8833	80.9187	73.6066	89.8060
Octobre	78.5890	93.9816	61.2395	78.6778	79.0988	88.4981	101.7392	80.6256	73.2727	90.0062
Novembre	78.4398	93.6761	61.2389	78.5154	79.0731	88.4753	101.6181	80.3677	72.9719	90.0197

Liste des points de contrôle :

35	77	Coordonnées du piézomètre TAGNON 0108-4X-0019
34	119	Coordonnées du piézomètre MENIL-ANNELLES 0109-2X-0004
43	24	Forage AEP Houdilcourt
34	77	Forage AEP Tagnon
44	79	Forage AEP Neufville
51	101	Forage AEP Juniville
57	143	Forage AEP Leffincourt
36	88	Variation maxima
16	66	Deuxième variation
73	89	Troisième variation

Figure 24 : Exemple de fichier résultat « Evolution2.ref » (après modification – version 2.30 fev-2008)

evolution2.txt - Bloc-notes

Fichier Edition Format Affichage ?

Situation de départ : étiage quinquennal sec.
Evolution annuelle : année quinquennale sèche.
Exploitation testée : un forage comparé à la situation de référence.

	35-77	34-119	43-24	34-77	44-79	51-101	57-143	36-88	16-66	73-89
Septembre	79.6322	95.1023	61.5803	79.7410	79.8395	88.9446	102.9848	81.7779	74.3357	90.8685
Octobre	79.4229	94.8465	61.3757	79.5364	79.4785	88.6868	102.5556	81.5526	74.0955	90.7814
Novembre	79.3074	94.7230	61.3596	79.4225	79.3934	88.6371	102.3844	81.4401	73.9816	90.8010
Décembre	79.7153	95.2685	61.5165	79.8427	79.6086	88.7742	102.7610	81.9334	74.4650	91.3760
Janvier	80.1428	95.9113	61.6148	80.2900	79.7764	88.8715	103.1311	82.4952	75.0416	91.9669
Février	80.4175	96.4021	61.6345	80.5837	79.8442	88.8926	103.3399	82.9021	75.4968	92.3630
Mars	80.5477	96.7033	61.6121	80.7281	79.8481	88.8883	103.4129	83.1331	75.8004	92.5620
Avril	80.2731	96.4517	61.4774	80.4532	79.6650	88.7929	103.1066	82.8651	75.6237	92.2803
Mai	79.9878	96.1078	61.3982	80.1595	79.5359	88.7159	102.8332	82.5332	75.3644	91.9193
Juin	79.5745	95.6143	61.3163	79.7335	79.3615	88.6255	102.5075	82.0750	74.9323	91.5271
Juillet	79.1990	95.1479	61.2764	79.3439	79.2337	88.5657	102.2562	81.6476	74.4698	91.0267
Août	78.8834	94.7176	61.2544	79.0123	79.1399	88.5248	102.0529	81.2562	73.9990	89.2586
Septembre	78.7437	94.3285	61.2450	78.8494	79.1267	88.5156	101.8833	80.9187	73.6066	89.8060
Octobre	78.5890	93.9816	61.2395	78.6778	79.0988	88.4981	101.7392	80.6256	73.2727	90.0062
Novembre	78.4397	93.6761	61.2389	78.5153	79.0731	88.4753	101.6181	80.3677	72.9719	90.0197

Liste des points de contrôle :

35	77	Coordonnées du piézomètre TAGNON 0108-4X-0019
34	119	Coordonnées du piézomètre MENIL-ANNELLES 0109-2X-0004
43	24	Forage AEP Houdilcourt
34	77	Forage AEP Tagnon
44	79	Forage AEP Neufville
51	101	Forage AEP Juniville
57	143	Forage AEP Leffincourt
36	88	Variation maxima
16	66	Deuxième variation
73	89	Troisième variation

Figure 25 : Exemple de fichier résultat « Evolution2.txt » (après modification – version 2.30 fev-2008)

flux2.txt - Bloc-notes

Fichier Edition Format Affichage ?

Situation de départ : étiage quinquennal sec.
Evolution annuelle : année quinquennale sèche.
Exploitation testée : un forage comparé à la situation de référence.

Mois	Débit de la référence (m3/s)	débit lié à l'exploitation (m3/s)
Septembre	2.094852	2.094852
Octobre	0.8964465	0.8964465
Novembre	0.7755001	0.7755001
Décembre	1.167038	1.167038
Janvier	1.437116	1.437116
Février	1.519018	1.519018
Mars	1.495513	1.495513
Avril	1.161208	1.161208
Mai	0.9523268	0.9523285
Juin	0.7011389	0.7011341
Juillet	0.5408402	0.5408053
Août	0.4341967	0.4341035
Septembre	0.413995	0.4138075
Octobre	0.3736542	0.3733665
Novembre	0.339231	0.338851

Figure 26 : Exemple de fichier résultat « Flux2.txt » (après modification – version 2.30 fev-2008)

Impact.flu - Bloc-notes

Fichier Edition Format Affichage ?

Situation de départ : étiage quinquennal sec.
Evolution annuelle : année quinquennale sèche.
Exploitation testée : un forage comparé à la situation de référence.

Pas de temps (mois)	Ligne	col.	Diminution de débit (liée aux forages testés) en m3/s	Débit de la Retourne correspondant à cet endroit (situation de référence) en m3/s	Diminution de débit à l'embouchure (liée aux forages testés) en m3/s	Débit de la Retourne à l'embouchure (situation de référence) en m3/s
Septembre						2.094853
Octobre	01	01	0.000000	0.896447	0.000000	0.896447
Novembre	01	01	0.000000	0.775500	0.000000	0.775500
Décembre	01	01	0.000000	1.167039	0.000000	1.167039
Janvier	01	01	0.000000	1.437116	0.000000	1.437116
Février	01	01	0.000000	1.519018	0.000000	1.519018
Mars	01	01	0.000000	1.495513	0.000000	1.495513
Avril	01	01	0.000000	1.161208	0.000000	1.161208
Mai	52	121	0.000000	0.195473	0.000002	0.952327
Juin	54	94	0.000001	0.245863	0.000005	0.701139
Juillet	54	94	0.000003	0.181546	0.000035	0.540840
Août	54	94	0.000007	0.136599	0.000093	0.434197
Septembre	54	94	0.000013	0.114323	0.000188	0.413995
Octobre	54	94	0.000019	0.091025	0.000288	0.373654
Novembre	54	94	0.000024	0.072852	0.000380	0.339231

Figure 27 : Exemple de fichier résultat « Impact.flu » (après modification – version 2.30 fev-2008)

3.7. GRAPHIQUES COMPARATIFS (**NOUVEAU**)

Le bouton  permet de tracer les **graphiques d'évolution de la piézométrie** (Figure 28) sur un certain nombre de points de contrôle, dont la liste est définie dans le fichier « Evolution2.txt ». Les conditions de la simulation ainsi que la désignation du point de contrôle sont indiquées en en-tête de la fenêtre. La mise à jour du nombre des points de contrôle et de la liste des mailles à suivre se fait à partir des fichiers « Vacalx.ini ». On utilisera à cet effet l'option « outils/Calculs des coordonnées » pour la conversion des coordonnées en Lambert 2 Carto Etendu en coordonnées « modèle » (ligne i et colonne j).

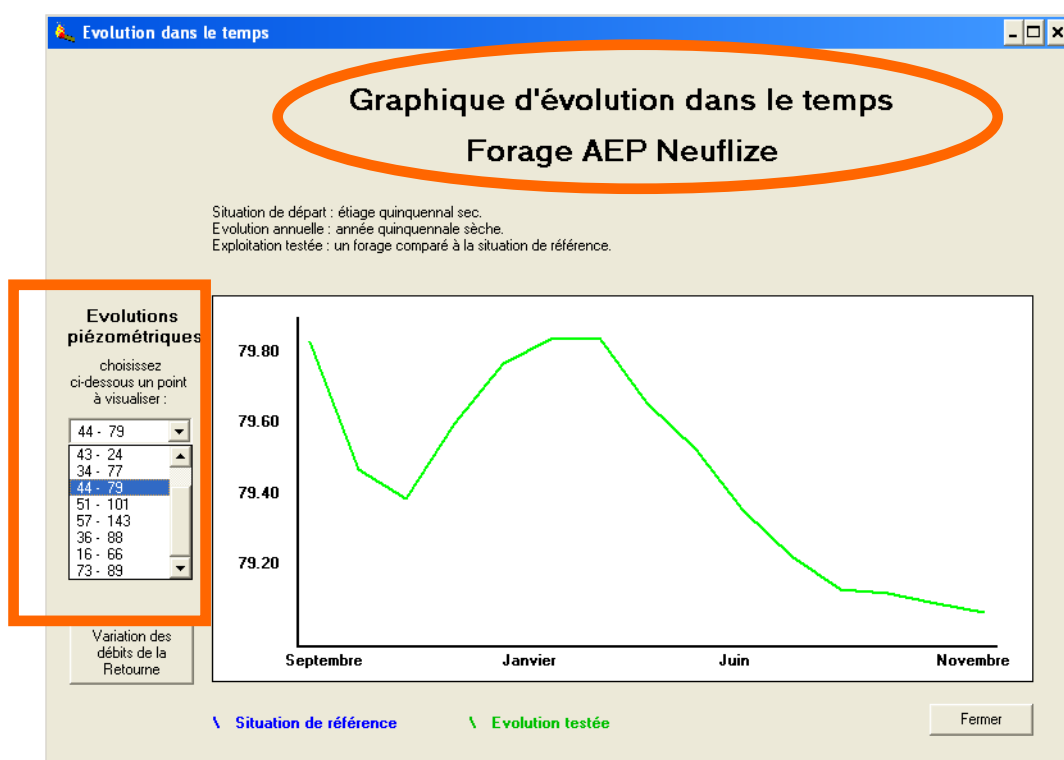


Figure 28 : Graphique d'évolution de la piézométrie sur un certain nombre de points de contrôle, (cf. fichier «Evolution2.txt ») (après modification – version 2.30 fev-2008)

De la même façon que l'on peut visualiser les variations du niveau piézométrique, il est possible de tracer le **graphique d'évolution des débits de la Retourne en aval du bassin versant** en cliquant sur le bouton en bas à gauche de la fenêtre (Figure 29). Il est également possible de revenir aux évolutions piézométriques en sélectionnant à nouveau les coordonnées de la maille souhaitée.



Figure 29 : Graphiques d'évolution des débits de la Retourne en aval du bassin versant (après modification – version 2.30 fev-2008)

3.8. CARTOGRAPHIE DE L'IMPACT SUR LES NIVEAUX PIEZOMETRIQUES (NOUVEAU)

Le bouton  permet de tracer la cartographie de l'impact sur les niveaux piézométriques. La carte est réalisée à l'aide de cercles dont la grosseur et la couleur varient. Ainsi, les impacts les plus forts sont matérialisés par des cercles de grande taille de couleur rouge et les impacts les plus faibles par des petits points de couleur bleue (Figure 30).

Cette variation de couleur et de taille permet de bien visualiser les zones où l'impact est le plus fort (dans la version de 1999, pour la cartographie utilisée lors de l'optimisation, seule la taille des cercles variait).

Une fenêtre d'information rappelle que l'utilisateur peut soit sauvegarder l'image affichée à l'écran, soit tracer la carte à l'aide d'un logiciel de cartographie en utilisant le fichier de valeurs « Optimo.dat ».

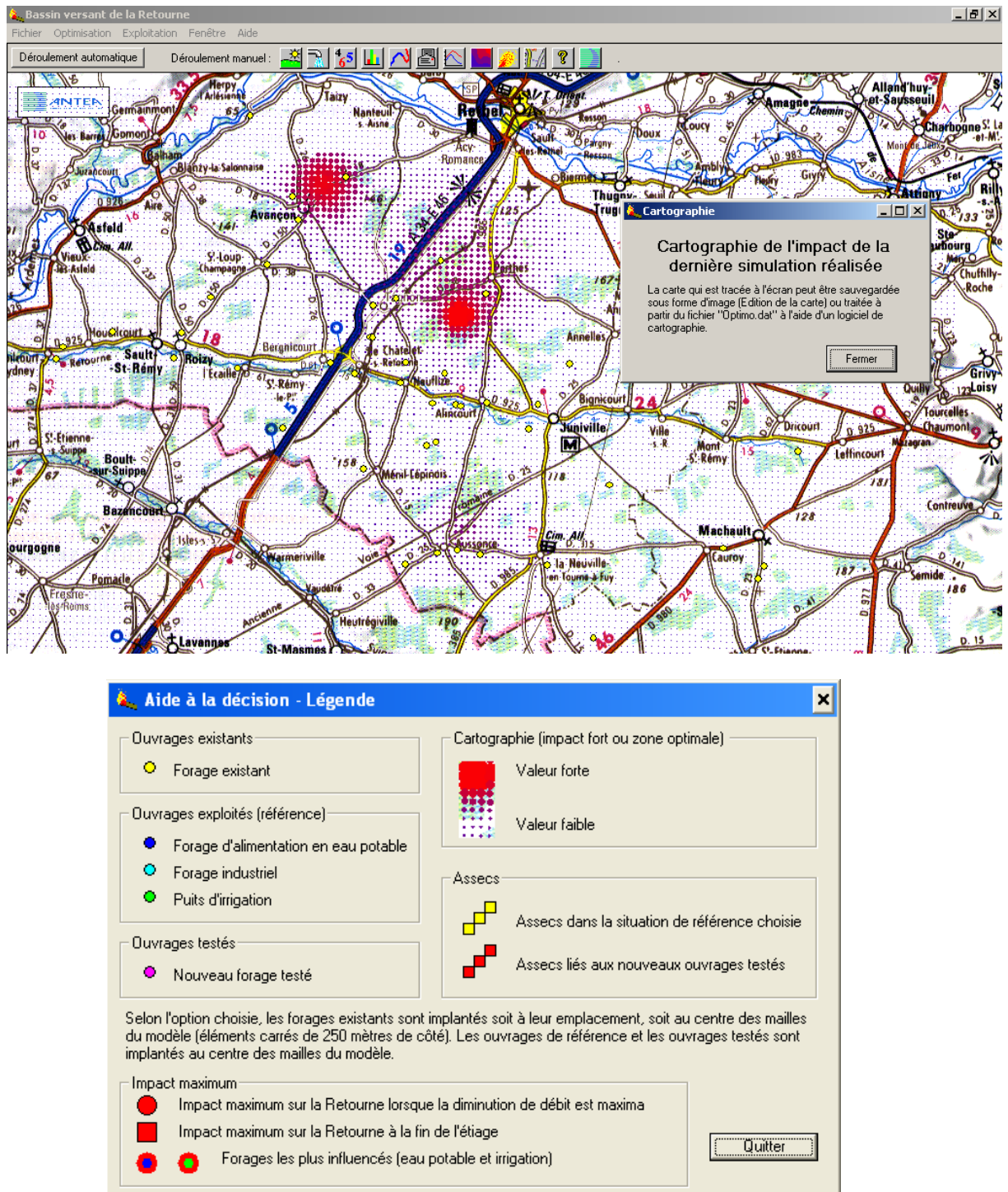


Figure 30 : Cartographie des assecs pour la nouvelle version « Retourne 2007 » et légende (après modification – version 2.30 fev-2008)

3.9. OPTIMISATION

Le bouton  permet de rechercher les emplacements les plus favorables à de nouveaux ouvrages en fonction d'un certain nombre de critères que l'utilisateur définit pour chaque carte (optimisation). Le poids des différents critères choisis est rappelé en haut à droite de l'écran. Par rapport à la version de 1999, la variation de couleur du rouge (zones les plus favorables) au bleu (zones les plus défavorables) a été rajoutée, comme pour la cartographie de l'impact sur la piézométrie.

Sur l'exemple suivant (Figure 31), la cartographie des assecs a été ajoutée au résultat de l'optimisation. Les carrés jaunes correspondent aux assecs de la situation de référence, les carrés rouges correspondent aux assecs liés aux nouveaux pompages simulés. Les ronds jaunes représentent les forages existants, les ronds roses les forages futurs testés.

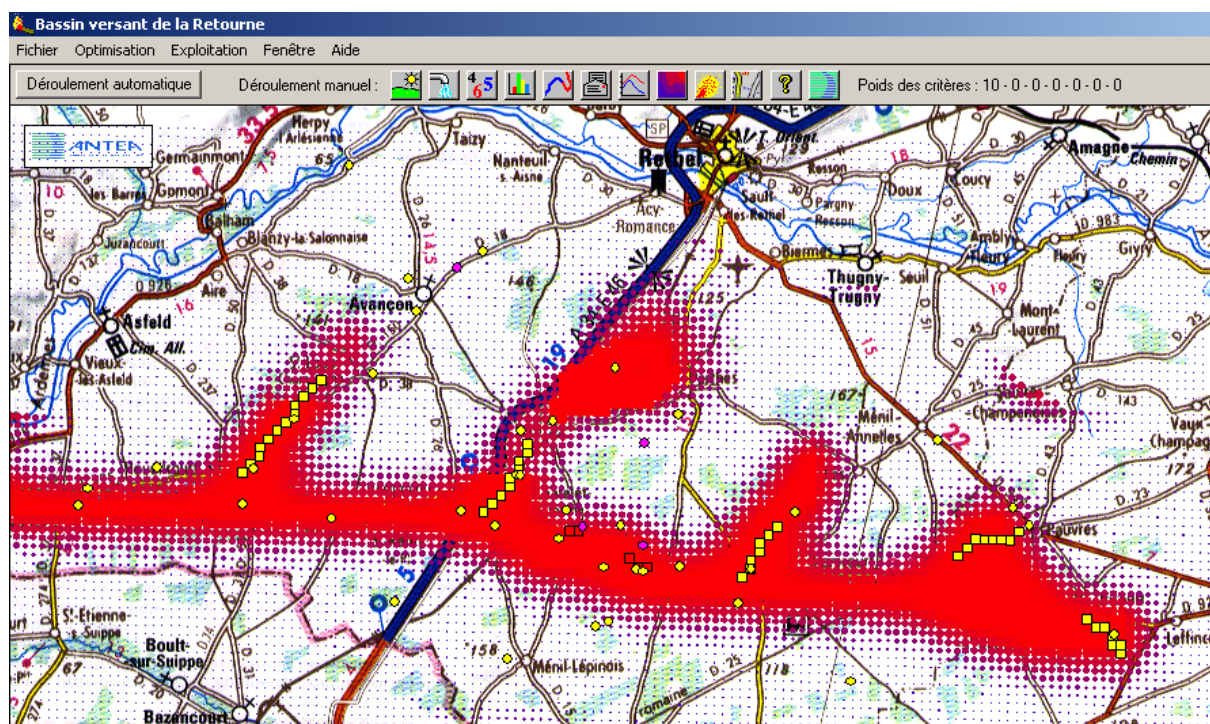


Figure 31 : Exemple de cartographie des assecs ajoutée aux résultats de l'optimisation (après modification – version 2.30 fev-2008)

4. Impacts des prélèvements pour l'irrigation sur la nappe et la rivière Retourne

Ce chapitre rend compte de la note rédigée par ANTEA (proposition technique paragraphe 2.2) argumentée de plusieurs simulations visant à appréhender de manière objective la pression des prélèvements pour l'irrigation.

4.1. RAPPELS GENERAUX

La modélisation réalisée dans le cadre de l'étude du bassin de la Retourne intéresse toute la partie de la rivière comprise entre sa source et les communes d'Houdilcourt et Poilcourt-Sydney. Les débits du cours d'eau de la Retourne⁶ ont été surveillés de 1969 à 1989 par une première station à Poilcourt-Sydney (superficie du bassin versant, puis à Houldicourt de 1991 à 1999 ($S_{BV}=322 \text{ km}^2$). Entre 1999 et 2004 aucune donnée n'est disponible (station hors d'usage à cause de la tempête). Les débits de la rivière sont actuellement mesurés à la station de Saint-Rémy-le-Petit (période de mesure 2004-2007 et $S_{BV}=237 \text{ km}^2$).

La Retourne draine la nappe de la craie sur la totalité de son bassin versant. La rivière est donc l'exutoire de la nappe.

Le calcul suivant établit le bilan hydraulique du bassin à partir d'approximations ; il aura néanmoins l'intérêt de fixer des ordres de grandeur.

Pour une superficie bassin versant de 322 km^2 et une pluie efficace comprise entre 150 et 200 mm en Champagne-Ardenne, la recharge moyenne annuelle est comprise entre 48 303 000 et 64 404 000 m^3 .

Le débit moyen annuel de la Retourne à Houldicourt est de $1,53 \text{ m}^3/\text{s}$ soit 50 142 240 m^3 .

Si l'on raisonne en terme de moyenne pour la pluviométrie et la recharge, si l'on considère que la totalité de l'eau infiltrée parvient à la nappe (faible ruissellement) puis à la rivière, il peut être constaté que l'ordre de grandeur est respecté (avec les conditions qui viennent d'être évoquées, la recharge serait légèrement inférieure à 160 mm).

Selon les données 2005-2007 qui nous ont été communiquées par la DDAF 08 et l'AESN (Annexe 2 et Annexe 3), les prélèvements totaux s'élèvent à 1 900 000 m^3 dont à peu près 60% pour l'irrigation (soit environ 3 à 5% du volume de la recharge annuelle). La pression liée aux captages AEP représente 40% des volumes annuels et reste faible par rapport à l'irrigation.

⁶ <http://www.hydro.eaufrance.fr/>

Néanmoins, ce calcul n'est pas suffisant pour apprécier la pression exercée par l'irrigation dans la mesure où les prélèvements ne sont pas répartis également sur toute la période de l'année. Ils interviennent même à une période où les débits de la Retourne sont parmi les plus faibles. Le modèle a donc été utilisé pour mieux apprécier les impacts pendant la période d'exploitation.

4.2. EXPLOITATION DU MODELE

Le modèle a été exploité dans le cas d'un étiage moyen et pour les trois situations climatiques de référence :

- o **Année moyenne,**
- o **Année quinquennale sèche,**
- o **Année décennale sèche.**

L'impact sur la nappe d'eau souterraine et sur la Retourne est apprécié en comparant les deux situations obtenues : « **sans irrigation** » et « **avec irrigation** ». Ainsi deux phases de calcul ont été développées :

- Dans un premier temps, il a été considéré une situation où les captages AEP et les forages industriels fonctionnaient mais aucune exploitation de la nappe n'était réalisée à des fins d'irrigation. Un bilan a donc été obtenu pour des prélèvements liés aux seuls captages AEP et industriels.
- Dans un deuxième temps, un calcul identique a été réitéré en introduisant les prélèvements dus à l'irrigation.

Les simulations sont faites sur une période de 15 mois : de septembre année 1 à novembre année 2. Les deux premiers mois septembre et octobre de l'année 1 ne sont pas retenus dans les tableaux présentant les résultats des calculs car les données utilisées pour ces deux mois servent à « lancer » le modèle (phase de calage qui induit une certaine incertitude des calculs).

4.2.1. Impact piézométrique

Pour l'impact piézométrique, le constat est effectué sur des ouvrages de référence situés dans le bassin versant de la Retourne (cf. carte de localisation - Figure 38).

- Année moyenne**

Pour une année moyenne, il apparaît que les impacts sont limités et ne dépassent pas vingt centimètres (Tableau 1, Tableau 2, Figure 32). Les écarts les plus « importants » sont observés à Tagnon (19 cm).

	Tagnon	Ménil-Annelles	Houdilcourt	Tagnon	Neuflize	Juniville	Leffincourt
Maille	35-77	34-119	43-24	34-77	44-79	51-101	57-143
Indice BSS	01084X0019	01092X0004	01082X0014	01084X0018	01084X0021	01095X0011	01097X0001
Novembre	80.93	96.84	61.47	81.15	79.88	88.85	103.56
Décembre	81.84	98.07	61.81	82.09	80.35	89.10	104.41
Janvier	82.78	99.47	62.01	83.07	80.71	89.27	105.16
Février	83.39	100.52	62.05	83.72	80.87	89.31	105.58
Mars	83.70	101.16	62.01	84.06	80.89	89.30	105.73
Avril	83.20	100.67	61.74	83.56	80.54	89.12	105.18
Mai	82.67	100.00	61.57	83.02	80.28	89.01	104.69
Juin	81.99	99.04	61.42	82.31	79.99	88.87	104.11
Juillet	81.42	98.15	61.34	81.70	79.80	88.79	103.62
Août	80.93	97.34	61.30	81.19	79.66	88.72	103.23
Septembre	80.50	96.62	61.28	80.73	79.55	88.67	102.91
Octobre	80.13	95.98	61.26	80.33	79.46	88.63	102.63
Novembre	79.81	95.42	61.26	79.99	79.38	88.59	102.40

Tableau 1 : Résultat de la simulation sans irrigation en année moyenne (étiage moyen)

	Tagnon	Ménil-Annelles	Houdilcourt	Tagnon	Neuflize	Juniville	Leffincourt
Maille	35-77	34-119	43-24	34-77	44-79	51-101	57-143
Indice BSS	01084X0019	01092X0004	01082X0014	01084X0018	01084X0021	01095X0011	01097X0001
Novembre	80.93	96.84	61.47	81.15	79.88	88.85	103.56
Décembre	81.84	98.07	61.81	82.09	80.35	89.10	104.41
Janvier	82.78	99.47	62.01	83.07	80.71	89.27	105.16
Février	83.39	100.52	62.05	83.72	80.87	89.31	105.58
Mars	83.70	101.16	62.01	84.06	80.89	89.30	105.73
Avril	83.20	100.67	61.74	83.56	80.54	89.12	105.18
Mai	82.67	100.00	61.57	83.01	80.28	89.01	104.69
Juin	81.93	99.04	61.41	82.25	79.96	88.86	104.11
Juillet	81.28	98.14	61.34	81.58	79.74	88.77	103.62
Août	80.74	97.33	61.29	81.00	79.58	88.69	103.23
Septembre	80.39	96.61	61.27	80.62	79.51	88.66	102.91
Octobre	80.06	95.97	61.26	80.26	79.43	88.62	102.63
Novembre	79.75	95.42	61.26	79.93	79.37	88.59	102.40

Tableau 2 : Résultat de la simulation avec irrigation en année moyenne (étiage moyen)

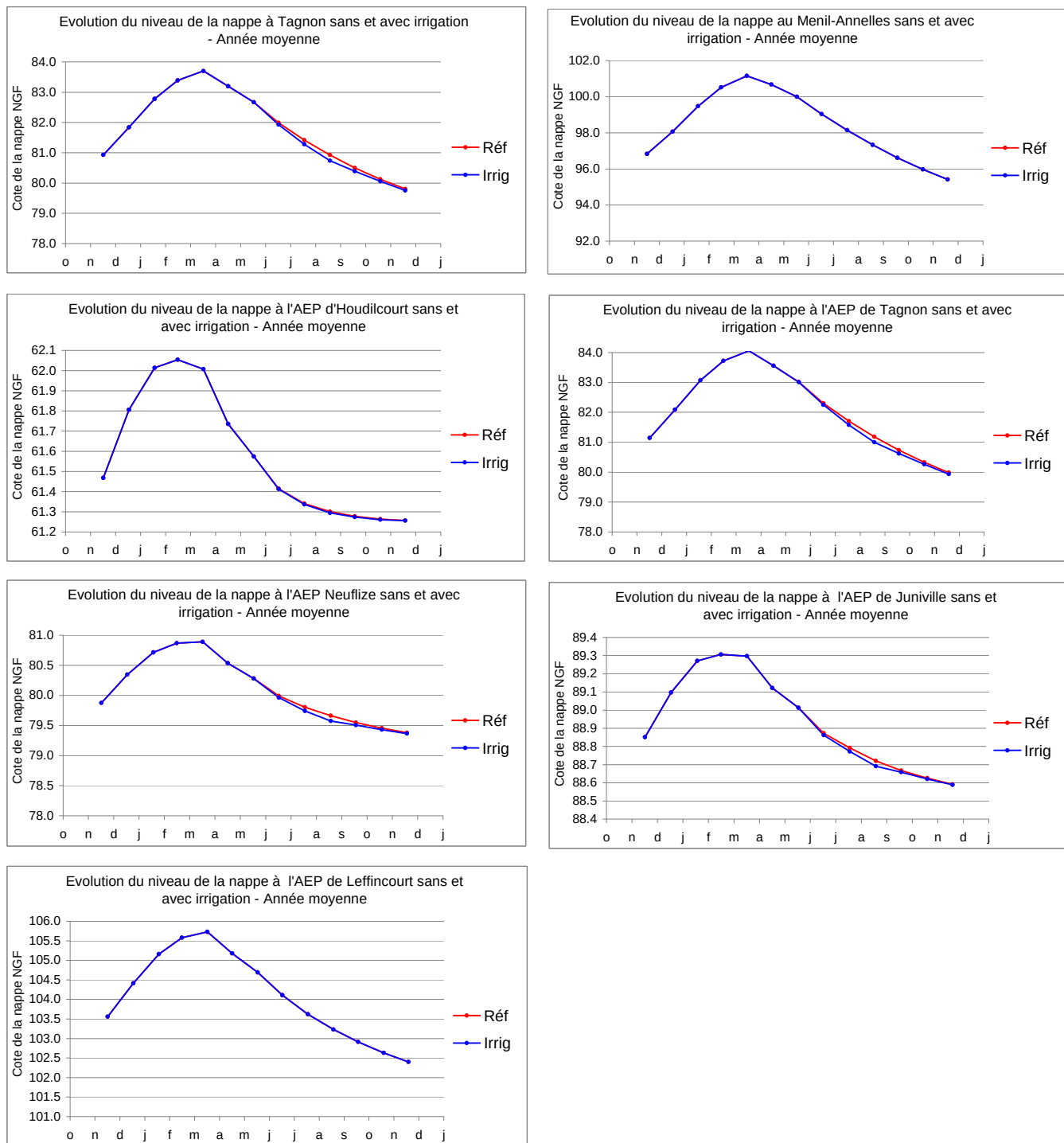


Figure 32 : Graphiques d'évolution des niveaux piézométriques simulés sans irrigation (réf) et avec irrigation en année moyenne (étiage moyen)

- Année quinquennale sèche**

Pour une année quinquennale sèche, Tagnon est le point le plus affecté, l'impact étant légèrement supérieur à celui observé en année moyenne, c'est-à-dire 20 cm (Tableau 3, Tableau 4, Figure 33).

	Tagnon	Ménil-Annelles	Houdilcourt	Tagnon	Neuflize	Juniville	Leffincourt
Maille	35-77	34-119	43-24	34-77	44-79	51-101	57-143
Indice BSS	01084X0019	01092X0004	01082X0014	01084X0018	01084X0021	01095X0011	01097X0001
Novembre	80.63	96.43	61.39	80.84	79.74	88.78	103.28
Décembre	80.87	96.76	61.53	81.08	79.89	88.88	103.50
Janvier	81.17	97.21	61.63	81.39	80.02	88.94	103.76
Février	81.33	97.52	61.64	81.56	80.06	88.95	103.88
Mars	81.36	97.67	61.62	81.60	80.04	88.94	103.87
Avril	81.00	97.28	61.48	81.23	79.83	88.84	103.51
Mai	80.64	96.82	61.40	80.86	79.68	88.77	103.18
Juin	80.22	96.23	61.32	80.42	79.52	88.68	102.81
Juillet	79.86	95.69	61.28	80.04	79.41	88.62	102.52
Août	79.55	95.19	61.26	79.71	79.33	88.58	102.28
Septembre	79.28	94.74	61.25	79.42	79.26	88.55	102.09
Octobre	79.04	94.35	61.24	79.16	79.20	88.53	101.92
Novembre	78.83	94.00	61.24	78.94	79.16	88.51	101.78

Tableau 3 : Résultat de la simulation sans irrigation en année quinquennale sèche (étiage moyen)

	Tagnon	Ménil-Annelles	Houdilcourt	Tagnon	Neuflize	Juniville	Leffincourt
Maille	35-77	34-119	43-24	34-77	44-79	51-101	57-143
Indice BSS	01084X0019	01092X0004	01082X0014	01084X0018	01084X0021	01095X0011	01097X0001
Novembre	80.63	96.43	61.39	80.84	79.74	88.78	103.28
Décembre	80.87	96.76	61.53	81.08	79.89	88.88	103.50
Janvier	81.17	97.21	61.63	81.39	80.02	88.94	103.76
Février	81.33	97.52	61.64	81.56	80.06	88.95	103.88
Mars	81.36	97.67	61.62	81.60	80.04	88.94	103.87
Avril	81.00	97.28	61.48	81.23	79.83	88.84	103.51
Mai	80.64	96.82	61.40	80.86	79.68	88.77	103.18
Juin	80.16	96.23	61.32	80.36	79.49	88.67	102.81
Juillet	79.72	95.69	61.28	79.91	79.35	88.60	102.52
Août	79.35	95.19	61.26	79.52	79.24	88.56	102.28
Septembre	79.16	94.74	61.25	79.30	79.22	88.54	102.09
Octobre	78.97	94.34	61.24	79.09	79.18	88.52	101.92
Novembre	78.78	93.99	61.24	78.88	79.14	88.51	101.78

Tableau 4 : Résultat de la simulation avec irrigation en année quinquennale sèche (étiage moyen)

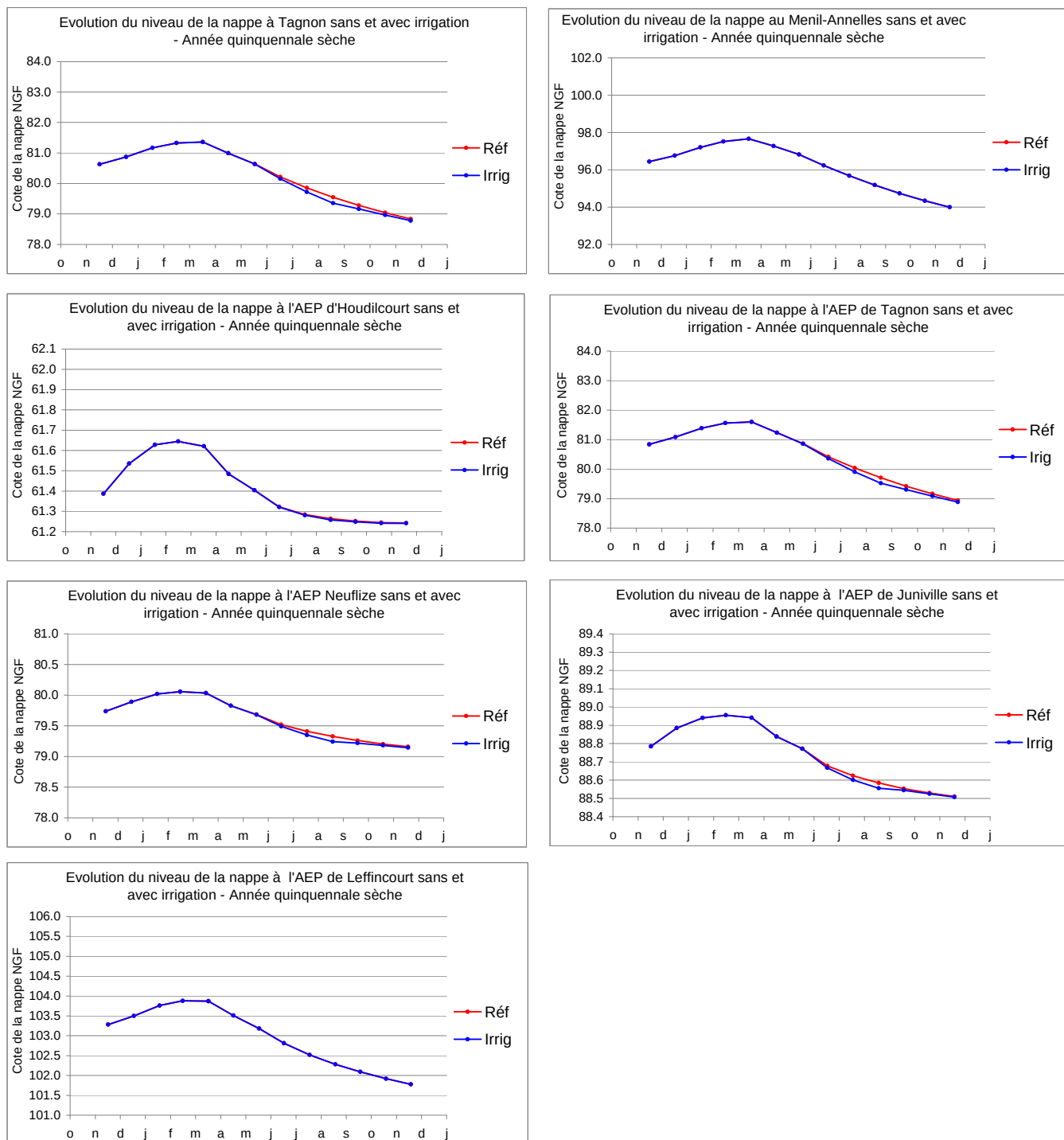


Figure 33 : Graphiques d'évolution des niveaux piézométriques simulés sans irrigation (réf) et avec irrigation en année quinquennale sèche (étiage moyen)

- **Année décennale sèche**

En année décennale sèche, cas le plus défavorable, Tagnon reste le point le plus affecté (Tableau 5, Tableau 6, Figure 34), l'impact étant sensiblement identique à celui obtenu pour une année quinquennale sèche (20 cm).

	Tagnon	Ménil-Annelles	Houdilcourt	Tagnon	Neuflize	Juniville	Leffincourt
Maille	35-77	34-119	43-24	34-77	44-79	51-101	57-143
Indice BSS	01084X0019	01092X0004	01082X0014	01084X0018	01084X0021	01095X0011	01097X0001
Novembre	80.47	96.22	61.34	80.67	79.66	88.75	103.14
Décembre	80.36	96.07	61.39	80.55	79.65	88.75	103.02
Janvier	80.30	96.00	61.42	80.49	79.65	88.76	102.98
Février	80.22	95.91	61.43	80.40	79.62	88.75	102.90
Mars	80.09	95.78	61.41	80.27	79.58	88.72	102.80
Avril	79.82	95.43	61.35	79.98	79.46	88.66	102.55
Mai	79.55	95.07	61.31	79.70	79.37	88.61	102.33
Juin	79.26	94.67	61.27	79.39	79.27	88.57	102.10
Juillet	79.01	94.30	61.25	79.13	79.20	88.54	101.92
Août	78.80	93.97	61.24	78.90	79.15	88.51	101.76
Septembre	78.61	93.67	61.24	78.70	79.11	88.49	101.63
Octobre	78.44	93.41	61.23	78.52	79.07	88.46	101.52
Novembre	78.30	93.18	61.23	78.36	79.04	88.44	101.43

Tableau 5 : Résultat de la simulation sans irrigation en année décennale sèche (étiage moyen)

	Tagnon	Ménil-Annelles	Houdilcourt	Tagnon	Neuflize	Juniville	Leffincourt
Maille	35-77	34-119	43-24	34-77	44-79	51-101	57-143
Indice BSS	01084X0019	01092X0004	01082X0014	01084X0018	01084X0021	01095X0011	01097X0001
Novembre	80.47	96.22	61.34	80.67	79.66	88.75	103.14
Décembre	80.36	96.07	61.39	80.55	79.65	88.75	103.02
Janvier	80.30	96.00	61.42	80.49	79.65	88.76	102.98
Février	80.22	95.91	61.43	80.40	79.62	88.75	102.90
Mars	80.09	95.78	61.41	80.27	79.58	88.72	102.80
Avril	79.82	95.43	61.35	79.98	79.46	88.66	102.55
Mai	79.54	95.07	61.31	79.69	79.37	88.61	102.33
Juin	79.20	94.67	61.27	79.34	79.24	88.56	102.10
Juillet	78.87	94.30	61.25	79.00	79.14	88.51	101.92
Août	78.60	93.96	61.24	78.71	79.06	88.48	101.76
Septembre	78.49	93.67	61.23	78.58	79.06	88.47	101.63
Octobre	78.37	93.40	61.23	78.44	79.04	88.45	101.52
Novembre	78.24	93.17	61.23	78.30	79.03	88.44	101.43

Tableau 6 : Résultat de la simulation avec irrigation en année décennale sèche (étiage moyen)

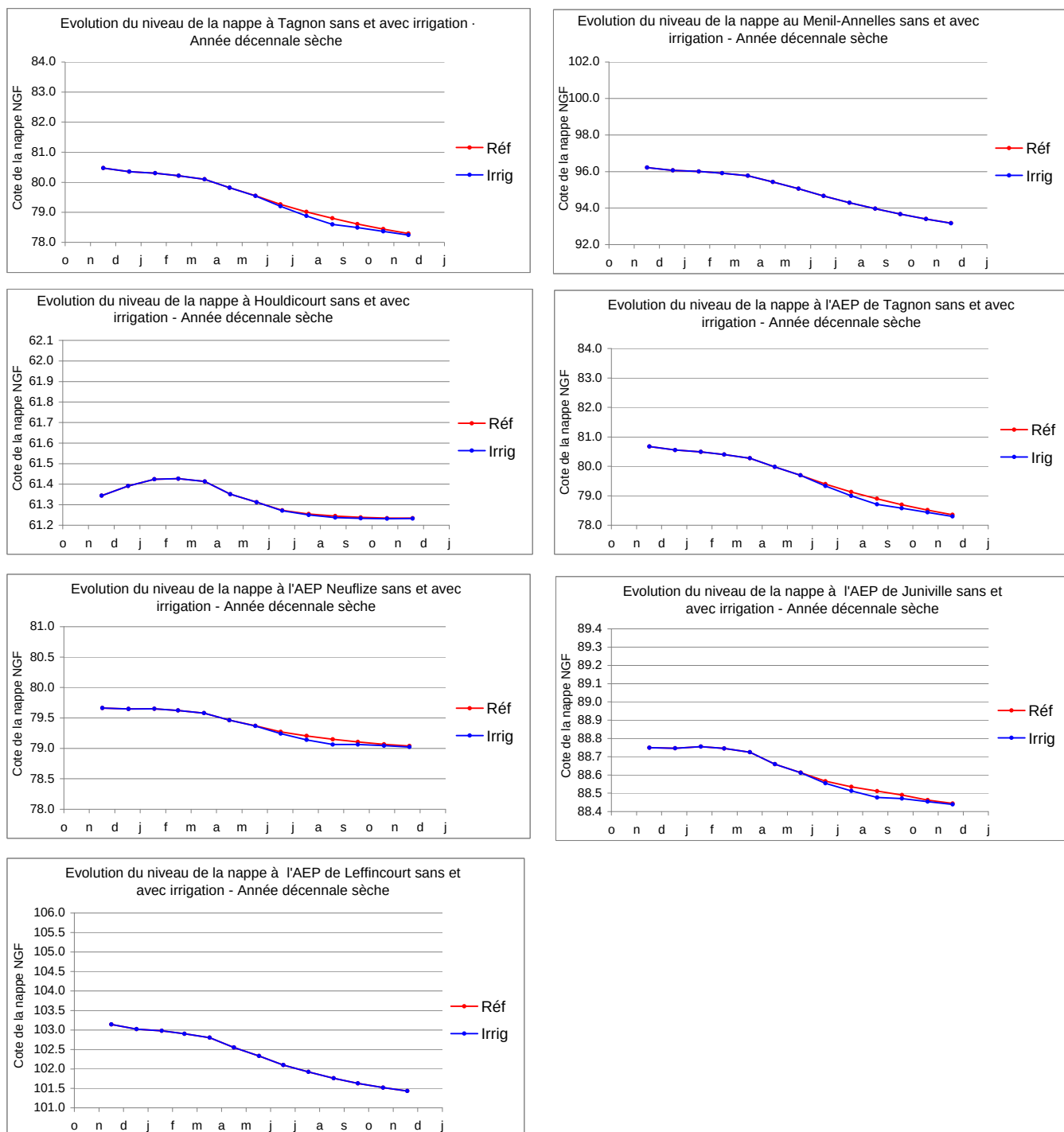


Figure 34 : Graphiques d'évolution des niveaux piézométriques simulés sans irrigation (réf) et avec irrigation en année décennale sèche (étiage moyen)

4.2.2. Impact sur la Retourne

L'impact sur les débits souterrains qui alimentent la Retourne est calculé par le modèle à l'exutoire du bassin (point le plus en aval).

- **Année moyenne**

En année moyenne, l'impact est maximal au mois d'août avec une diminution de 8.3% du débit moyen de la Retourne.

	Débit sans irrigation (m3/s)	Débit avec irrigation (m3/s)	Impact de l'irrigation en %
Novembre	1.354	1.354	0.0
Décembre	2.241	2.241	0.0
Janvier	2.852	2.852	0.0
Février	3.034	3.034	0.0
Mars	2.989	2.989	0.0
Avril	2.267	2.267	0.0
Mai	1.826	1.824	0.1
Juin	1.379	1.351	2.0
Juillet	1.112	1.054	5.2
Août	0.930	0.853	8.3
Septembre	0.796	0.767	3.6
Octobre	0.690	0.674	2.3
Novembre	0.608	0.597	1.7

Tableau 7 : Résultats de la simulation en année moyenne (étiage moyen)

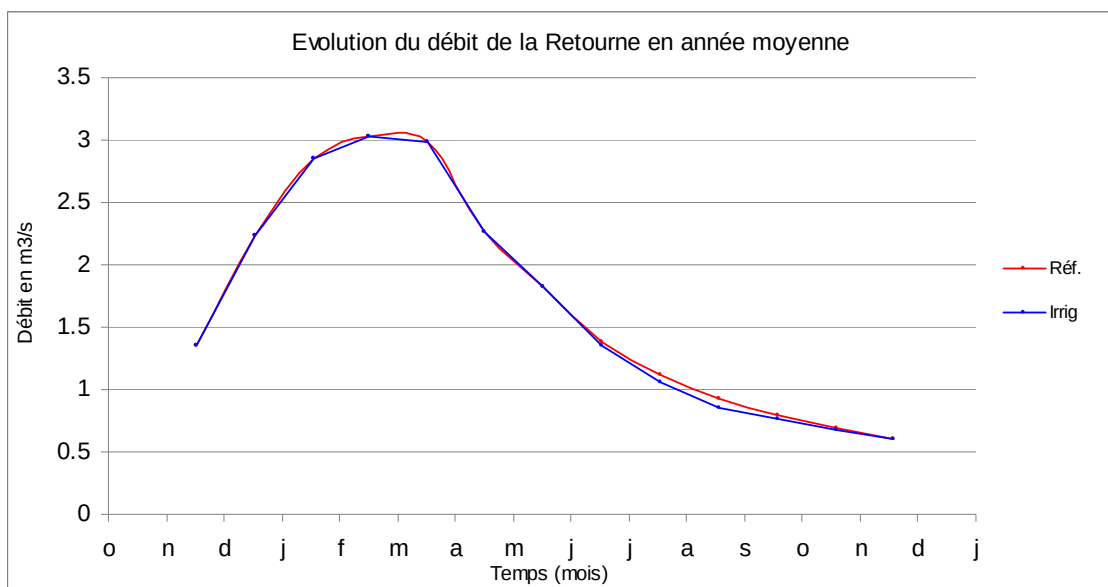


Figure 35 : Graphiques d'évolution des débits de la Retourne en aval. Simulations sans irrigation (réf) et avec irrigation en année moyenne (étiage moyen)

- **Année quinquennale sèche**

En année quinquennale sèche, l'impact est maximal au mois d'août et particulièrement sensible car il dépasse les 10%.

	Débit sans irrigation (m3/s)	Débit avec irrigation (m3/s)	Impact de l'irrigation en %
Novembre	1.127	1.127	0.0
Décembre	1.441	1.441	0.0
Janvier	1.661	1.661	0.0
Février	1.710	1.710	0.0
Mars	1.659	1.659	0.0
Avril	1.299	1.299	0.0
Mai	1.075	1.072	0.2
Juin	0.833	0.804	3.4
Juillet	0.689	0.630	8.5
Août	0.588	0.511	13.0
Septembre	0.511	0.482	5.6
Octobre	0.449	0.433	3.6
Novembre	0.402	0.392	2.5

Tableau 8 : Résultats de la simulation en année quinquennale sèche (étiage moyen)

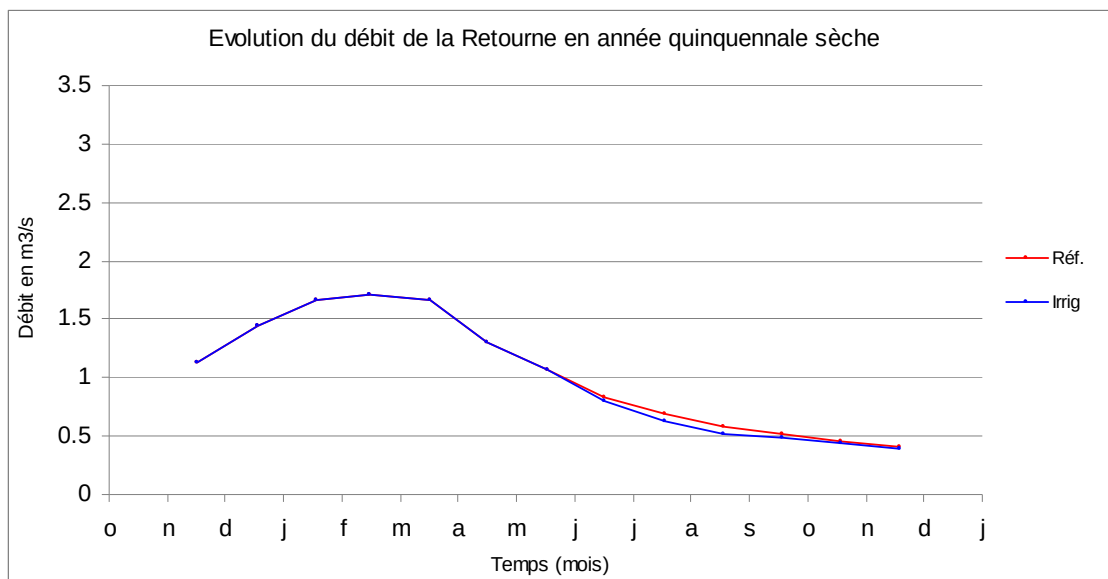


Figure 36 : Graphiques d'évolution des débits de la Retourne en aval. Simulations sans irrigation (réf) et avec irrigation en année quinquennale sèche (étiage moyen)

- **Année décennale sèche**

En année décennale sèche, l'impact est maximal et particulièrement sensible en juillet et en août avec des valeurs nettement supérieures à 10% (respectivement 12.3% et 18.7%).

	Débit sans irrigation	Débit avec irrigation	Impact de l'irrigation
	(m3/s)	(m3/s)	en %
Novembre	1.009	1.009	0.0
Décembre	1.039	1.039	0.0
Janvier	1.072	1.072	0.0
Février	1.045	1.045	0.0
Mars	0.988	0.988	0.0
Avril	0.804	0.804	0.0
Mai	0.676	0.674	0.3
Juin	0.547	0.519	5.2
Juillet	0.465	0.408	12.3
Août	0.405	0.329	18.7
Septembre	0.358	0.329	8.1
Octobre	0.319	0.303	5.0
Novembre	0.290	0.279	3.6

Tableau 9 : Résultats de la simulation en année décennale sèche (étiage moyen)

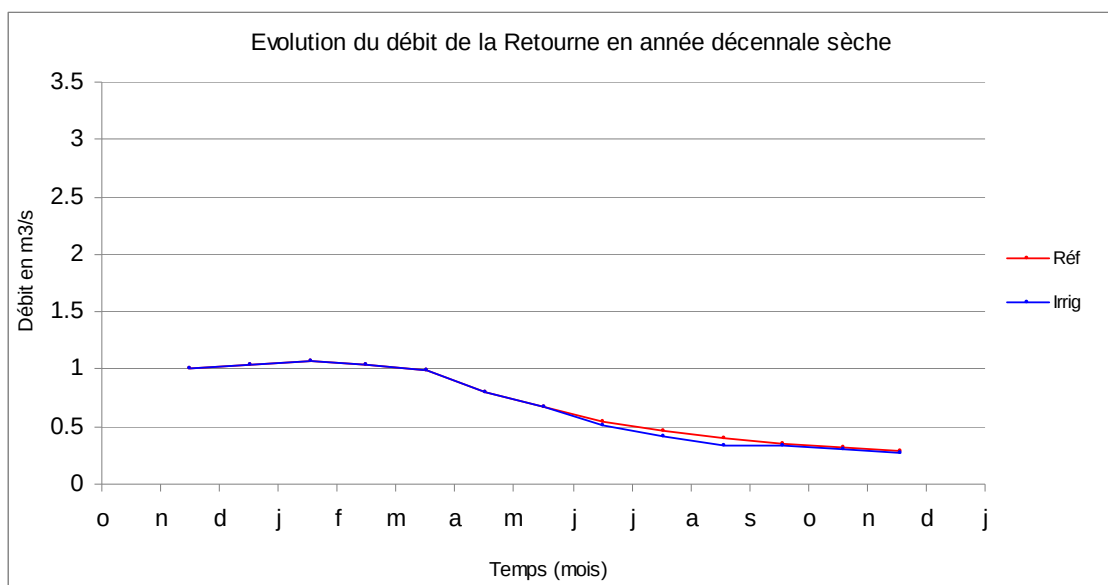


Figure 37 : Graphiques d'évolution des débits de la Retourne en aval. Simulations sans irrigation (réf) et avec irrigation en année décennale sèche (étiage moyen)

4.3. CONCLUSIONS

Il ressort des tests de modélisation effectués par ANTEA à partir du modèle « Retourne » que l'impact actuel de la pression de l'irrigation sur le bassin de la Retourne est faible vis à vis de la ressource en eaux souterraines.

Si l'on considère l'impact maximal sur le niveau de la nappe de la Craie (étiage moyen et année décennale sèche), il est légèrement supérieur à vingt centimètres dans le secteur de Tagnon (Figure 38), ce qui paraît acceptable pour ce type d'aquifère et dans ce contexte topographique.

En effet les variations interannuelles (différence entre les niveaux de plus hautes eaux et de plus basses eaux) dans un contexte de plateau crayeux sont de l'ordre de 5 m (piézomètre de Tagnon sur la période 1972 à 1981) et dans un contexte de vallée de l'ordre de 3 m (piézomètre d'Alincourt sur la période 2005-2008). Les variations annuelles (différence entre les niveaux de hautes eaux et de basses eaux) sont de l'ordre de 2.5 à 3 m en zone de plateau (Tagnon) et de 1 m en vallée (Alincourt).

Mais, l'impact des prélèvements en nappe a également pour effet de diminuer la participation de la nappe à l'alimentation de la rivière. En période d'étiage, le débit de la rivière est fourni en totalité par la nappe.

Le modèle permet de calculer qu'actuellement, l'impact des prélèvements sur la nappe est modéré en année moyenne puisque la diminution du débit de la rivière à l'exutoire du bassin versant reste inférieure à 10 %.

L'impact est plus conséquent pour les périodes sèches puisque si la diminution dépasse 10 % en année quinquennale sèche, elle approche 20 % en année décennale sèche, ce qui constitue une perte significative.

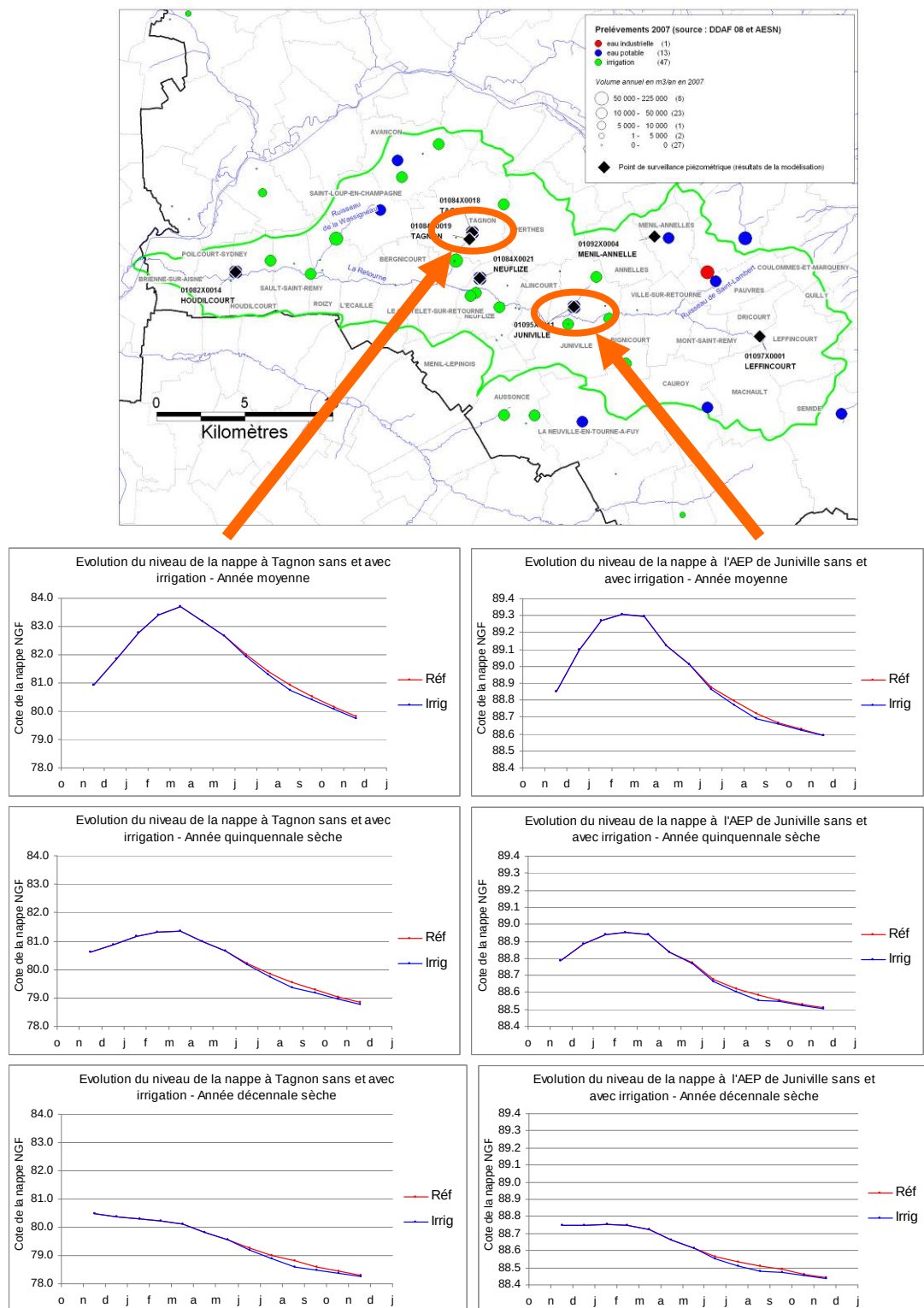


Figure 38 : Cartographie des points de suivis utilisés pour les simulations et comparaison des graphiques d'évolution de la piézométrie pour Tagnon et Juniville sur les trois années moyenne, quinquennale sèche et décennale sèche (étiage moyen)

5. Etalonnage du modèle : Rappels et précisions

L'étalonnage du modèle « Retourne » a été réalisé en 1999 sur la base des chroniques de piézométrie disponibles à l'époque : piézomètres de Ménil-Annelles (période 1969-1975 – indice 01092X0004) et Tagnon (période 1969-1981 – indice 01084X0019). La **restitution des niveaux piézométriques** par le modèle aux mailles considérées (34-119 pour Ménil-Annelle et 35-77 pour Tagnon) est cohérente avec la réalité (Figure 39 et Figure 40).

On notera qu'il s'agit de deux piézomètres situés sur les versants ou le plateau. Il n'y a pas de piézomètre de référence en vallée.

Les simulations réalisées à l'époque ont également confirmé le calage du modèle par la **restitution des débits en aval du bassin versant** (Figure 41). Les chroniques de débits aux stations de Poilcourt-Sydney et Houldicourt (période 1969-1998 soit 19 années) sont comparables aux débits d'échange calculés par le modèle sur la période correspondante (assez bonne restitution).

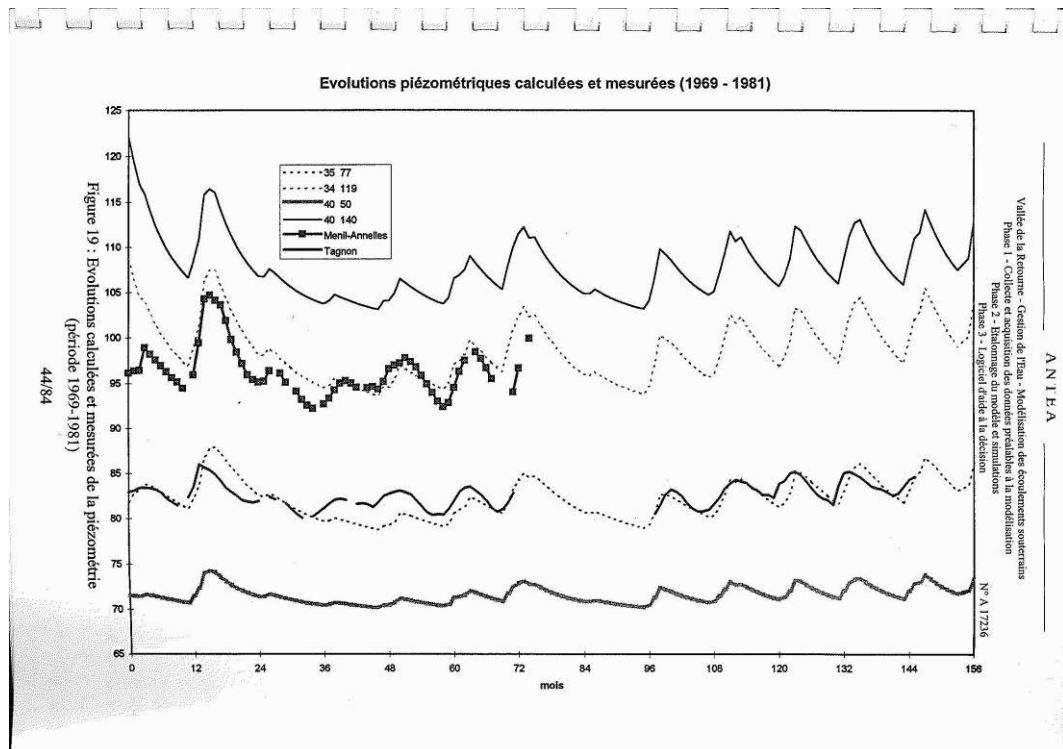


Figure 39 : Comparaison des évolutions calculées et mesurées de la piézométrie sur la période 1969-1981 (extrait du rapport ANTEA, 1999)

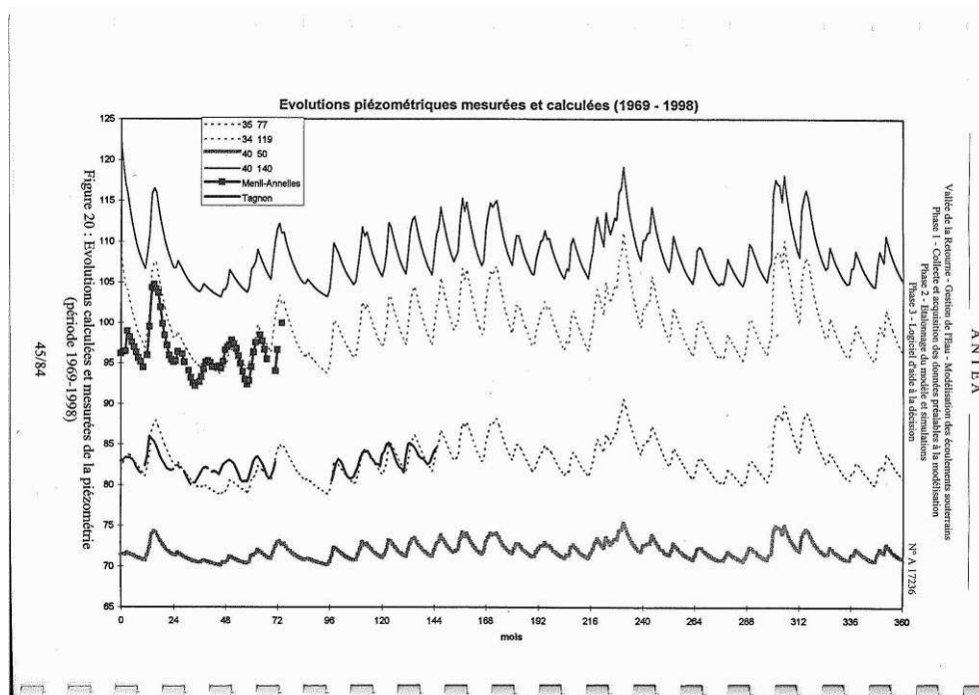


Figure 40 : Comparaison des évolutions calculées et mesurées de la piézométrie sur la période 1969-1998 (extrait du rapport ANTEA, 1999)

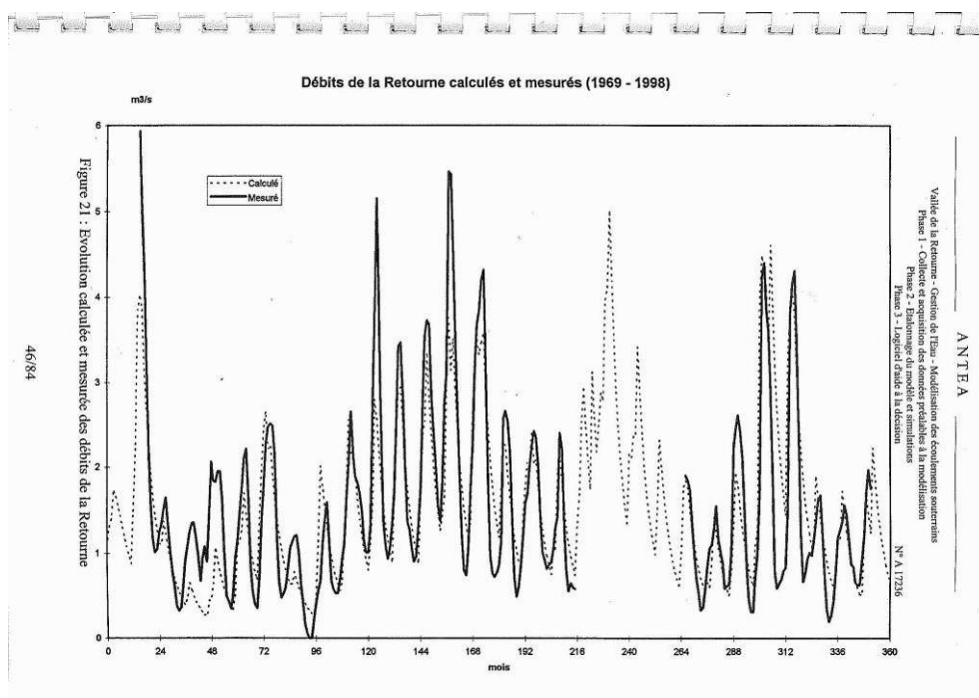


Figure 41 : Comparaison des débits calculés et mesurés sur la période 1969-1998 (extrait du rapport ANTEA, 1999)

Lors d'une réunion du comité de pilotage de l'étude, les partenaires avaient souhaité pouvoir comparer les chroniques piézométriques obtenues sur le bassin et les débits de la Retourne issus des modélisations avec ceux réellement mesurés (station de Saint-Rémy-le-Petit et piézomètre d'Alincourt par exemple).

En réponse à cette demande, ANTEA précise que :

- o **pour la piézométrie**, il est possible d'ajouter des points de contrôle à la liste déjà existante (fichiers « Evolution2.txt » et « Vacalx.ini »). ANTEA a même développé une nouvelle option permettant l'affichage de graphiques d'évolution de la piézométrie simulée sur les points de contrôle. Les résultats chiffrés sont disponibles dans le fichier « Evolution2.txt ».
- o **pour les débits**, la particularité du modèle réside dans le calcul maille par maille du débit en fonction des apports de la nappe sur le linéaire du cours d'eau. Les calculs d'impact sont donc possibles en chaque point du cours d'eau. Les calculs sont effectués sur la base du champ de perméabilité. Mais les niveaux d'eau à chaque maille du cours d'eau ne sont pas accessibles à l'utilisateur. La nouvelle option d'affichage des graphiques permet de visualiser le débit simulé en aval du bassin. Les résultats chiffrés sont disponibles dans les fichiers « Flux2.txt » et « Impact.flu ».

Remarque importante :

Il faut bien concevoir que le modèle n'invente pas de données mais se cale, au travers des lois de l'hydraulique souterraine, sur des chroniques connues. Le calage correspond à la recherche des paramètres qui permettent de reproduire les valeurs observées. Le calage du modèle a déjà été effectué dans le cadre de l'étude de 1999 (ANTEA rapport A17236 de juillet 1999 – page 43).

Les comparaisons que l'on pourra faire sur la période de simulation entre d'une part la piézométrie simulée (maille 51-93 de 250 m de côté) et la piézométrie observées à Alincourt et d'autre part les débits simulés en aval du bassin et les débits observés à Saint-Rémy-le-Petit (qui n'est pas située en aval du bassin) ne pourront être qu'indicatives.

Le modèle S-Eau-S de la Retourne ne permet d'obtenir la valeur du débit qu'à l'exutoire du BV. De plus, les débits calculés par le modèle S-Eau-S de la Retourne sont des moyennes mensuelles correspondant à des situations spécifiques (année moyenne, année quinquennale sèche et année décennale sèche). Il est peu probable que si on considère une situation n, elle corresponde à une de ces années particulières. Comme pour les débits, la comparaison entre les niveaux de nappe simulés dans la maille 51-93 et les niveaux observés sur le piézomètre d'Alincourt doivent donc être interprétés plutôt en termes de tendance et d'ordre de grandeur.

Nous avons néanmoins procédé à **titre indicatif** à quelques simulations complémentaires sur la période hydrologique 2006-2007. Il n'a pas été tenu compte dans les résultats des simulations des deux premiers mois septembre et octobre 2006 qui servent à « lancer » le modèle (phase de calage qui induit une certaine incertitude des calculs).

Du point de vue climatique, l'année hydrologique 2006-2007 (cf. bulletins hydrologiques du bassin Seine-Normandie <http://seine-normandie.brgm.fr/> et Bulletins hydrologique de la région Champagne-Ardenne <http://www.champagne-ardenne.ecologie.gouv.fr/>) est inférieure à la normale. On choisira donc de préférence une **année quinquennale sèche**.

Du point de vue de l'hydraulique des cours d'eau, l'année hydrologique 2006-2007 est sur le bassin Seine-Normandie généralement inférieure à la normale. Les chroniques de débits obtenues sur la station de Saint-Rémy-le-Petit ne permettent pas de dresser des statistiques satisfaisantes pour situer 2006 et 2007 (Figure 42 et Figure 43).

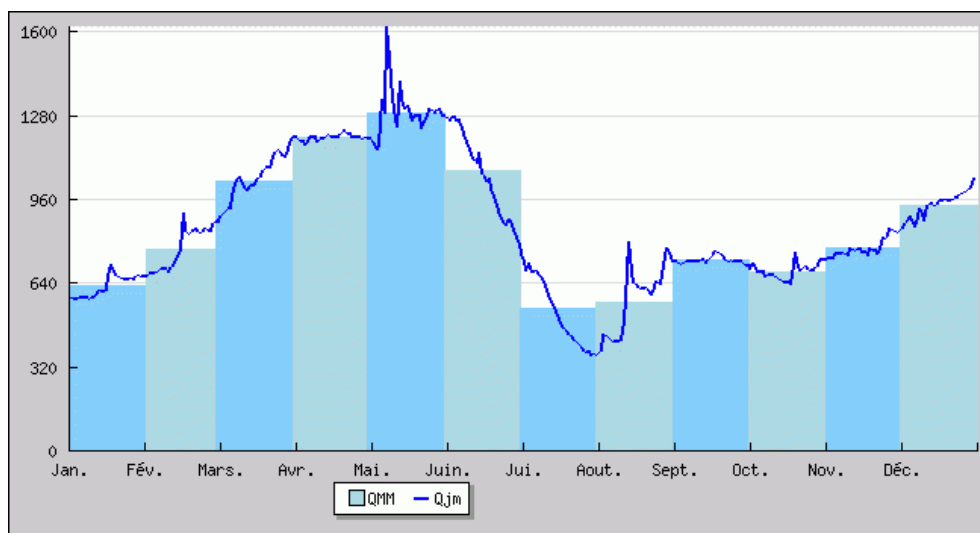


Figure 42 : Débits moyens mensuels de la Retourne à Saint-Rémy-le-Petit en 2006 (D'après <http://www.hydro.eaufrance.fr>)

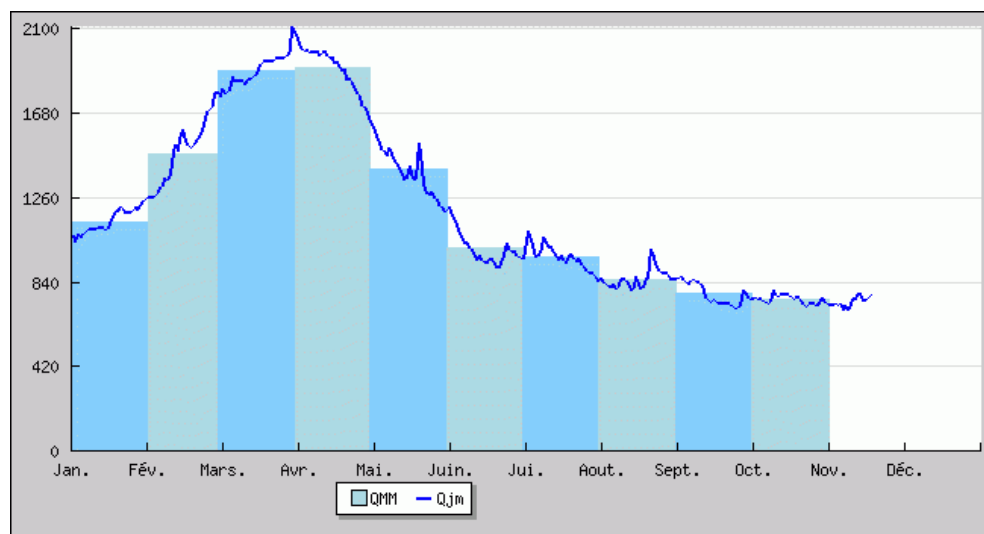


Figure 43 : Débits moyens mensuels de la Retourne à Saint-Rémy-le-Petit en 2007 (D'après <http://www.hydro.eaufrance.fr>)

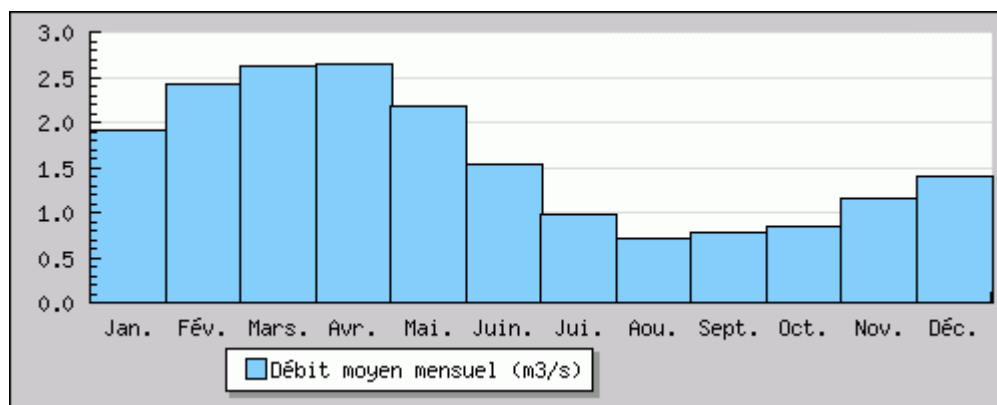


Figure 44 : Débits moyens mensuels calculés sur 30 ans de la Retourne à Houdilcourt (D'après <http://www.hydro.eaufrance.fr>)

Code station : H6303820

Producteur : DIREN Champagne-Ardenne

Bassin versant : 322 km²

Les figures suivantes (Figure 45 et Figure 46) présentent une comparaison des débits réellement observés à la station de Saint-Rémy-le-Petit et les débits simulés à partir de l'outil de gestion pour les années **quinquennale sèche et décennale sèche**. En comparant les résultats des simulations avec les données statistiques sur la station d'Houdilcourt (Figure 44), on s'approche plutôt d'un **étiage moyen**.

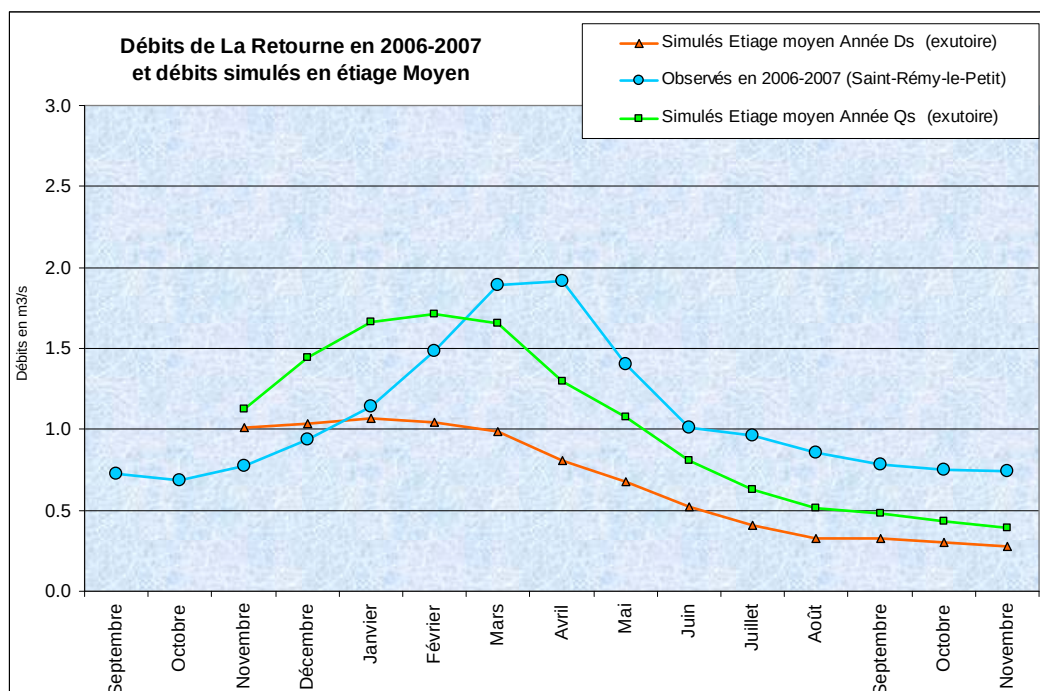


Figure 45 : Comparaison sur la période hydrologique septembre 2006 à novembre 2007 entre les débits simulés en aval du bassin et les débits observés à Saint-Rémy-le-Petit pour un étiage moyen et selon 2 situations : années quinquennale sèche et décennale sèche.

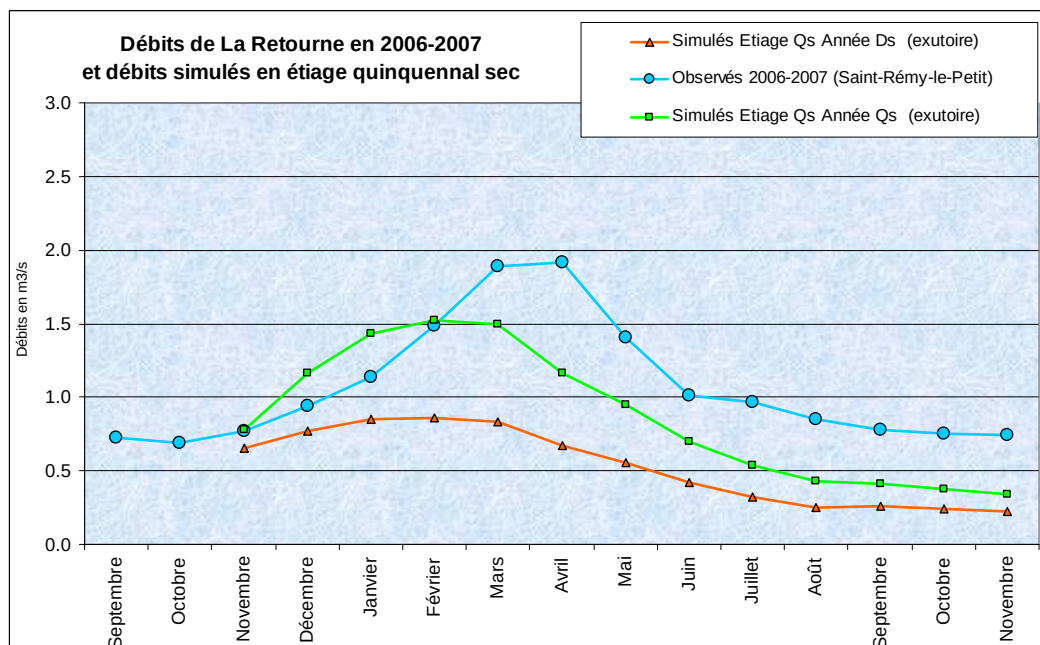


Figure 46 : Comparaison sur la période hydrologique septembre 2006 à novembre 2007 entre les débits simulés en aval du bassin et les débits observés à Saint-Rémy-le-Petit pour un étiage quinquennal sec et selon 2 situations : années quinquennale sèche et décennale sèche.

En ce qui concerne les nappes d'eau souterraines, les simulations confirment assez bien cette situation : **année quinquennale sèche et étiage moyen** (Figure 47 et Figure 48). On s'aperçoit que le modèle rend bien compte sur la maille considérée des mesures en hautes eaux (cf. mesure de mars 2007 sur Alincourt) et moins bien des mesures en basses eaux (cf. mesure de septembre 2007 sur Alincourt).

L'écart constaté entre la piézométrie réellement mesurée à Alincourt et la piézométrie simulée sur la maille 51-93 reste faible (de l'ordre de 20 cm maximum). Il peut s'expliquer :

- Soit par le fait que piézomètre d'Alincourt est localement influencé sur la période de mai à octobre par un pompage non déclaré ;
- Soit par un défaut de calage en période de basses eaux.

En effet à l'époque du calage (1998-1999), ANTEA ne disposait pas de chroniques piézométriques suffisamment fines (pas de temps journalier) notamment en vallée. On peut observer que les valeurs piézométriques simulées semblent tendre vers une limite asymptotique autour de 85.6 m NGF que les niveaux observés ne suivent pas.

S'il s'agit d'un problème de calage, il ne pourra pas être résolu en l'état actuel des connaissances. Un historique de mesures piézométriques à pas de temps régulier et fin (journalier) suffisamment conséquent sera nécessaire (5 ans minimum) pour reprendre le calage du modèle et améliorer les performances du modèle. Compter au minimum 2 piézomètres de suivis en configuration de vallée (Alincourt) et de plateau (Tagnon).

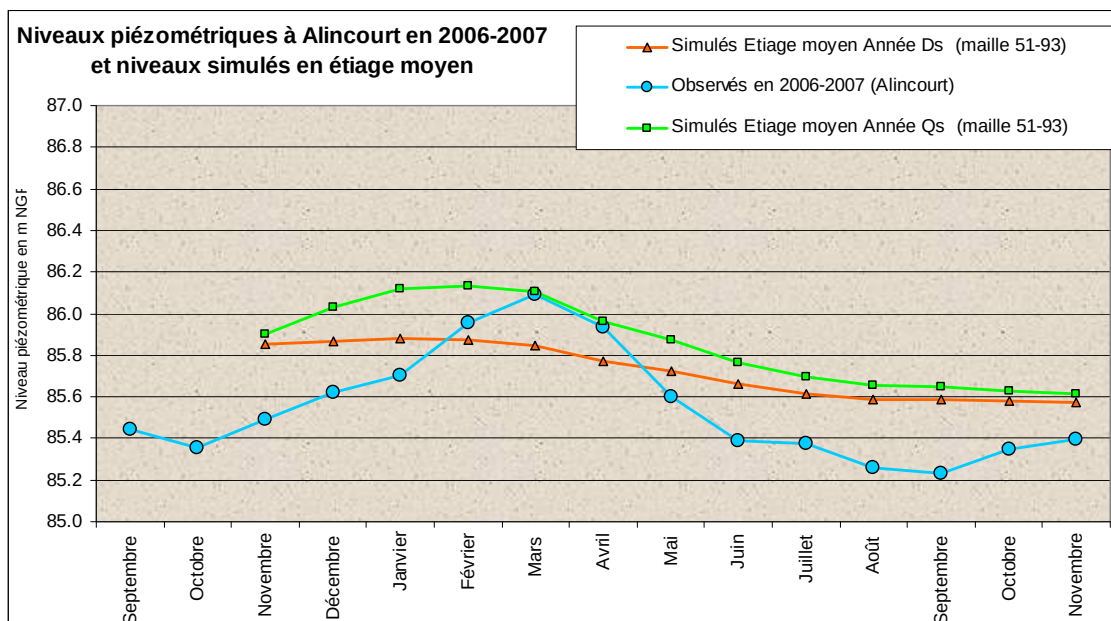


Figure 47 : Comparaison sur la période hydrologique sept 2006 à novembre 2007 entre la piézométrie simulée (maille 51-93) et la piézométrie observées à Alincourt pour un étiage moyen et selon 2 situations : années quinquennale sèche et décennale sèche.

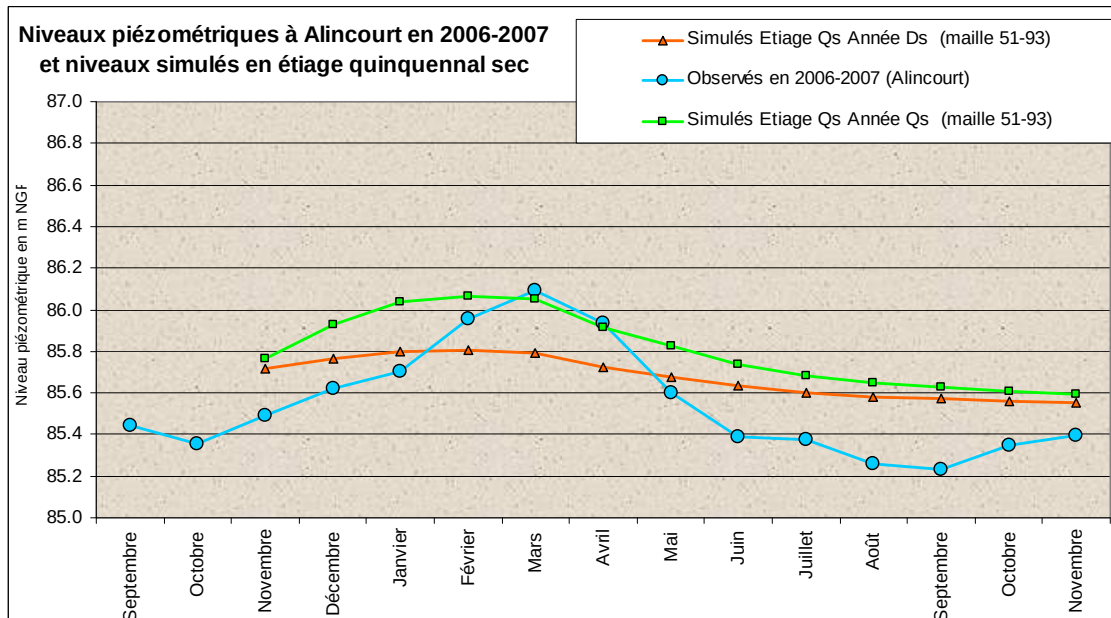


Figure 48 : Comparaison sur la période hydrologique septembre 2006 à novembre 2007 entre la piézométrie simulée (maille 51-93) et la piézométrie observées à Alincourt pour un étiage quinquennal sec et selon 2 situations : années quinquennale sèche et décennale sèche.

6. Acquisition de données complémentaires

6.1. INVENTAIRE DES POINTS DE PRELEVEMENTS

Le fichier des **ouvrages d'irrigation** sur le secteur de la Retourne communiqué par la DDAF des Ardennes a été validé par recoupement avec les informations disponibles en BSS et les visites de terrain. Les indices et les localisations ont notamment été mis à jour (Annexe 2).

- 46 ouvrages ont été inventoriés dont 43 situés dans le périmètre du modèle. Certains de ces ouvrages (26) ne sont prélevés que certaines années par roulement ; ils figurent sur la carte sous forme de points caractérisés par un débit nul (Figure 49).
- Parmi ces ouvrages d'irrigation, le BRGM a attribué 6 nouveaux indices nationaux à partir des informations communiquées par la DDAF 08 (plans de localisation, coupes géologiques et techniques, étude d'impact, rapport hydrogéologique...). Il s'agit de deux ouvrages à Chatelet-sur-Retourne, 1 à Tagnon, 1 à Alincourt, 1 à Aussonce et 1 à St Pierre-à-Arnes.

La liste des **captages pour l'alimentation en eau potable** et les débits annuels prélevés ont été communiqués par la DDAF des Ardennes et l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (Direction vallée d'Oise) pour les années 2005 et 2006 (Annexe 3). On compte 13 prélèvements au total sur des ouvrages en services.

On compte un seul **prélèvement industriel** ; il s'agit de l'usine EUROLUZ-CASDAR à Pauvres. Les données actualisées de prélèvements ont également été communiquées par l'Agence de l'eau et la DDAF 08 pour 2005 et 2006.

Le bassin versant de la Retourne compte au total 60 points de prélèvement (46 pour l'irrigation, 13 pour l'AEP et 1 pour les besoins industriels), répartis principalement le long des cours d'eau (Figure 49) et pris en compte dans le fichier de référence « Existant.mdb » qui a été mis à jour. Certains de ces ouvrages n'ont pas été prélevés en 2007 mais sont susceptibles de l'être les années suivantes par roulement (26 ouvrages avec volume égal à zéro m³/an).

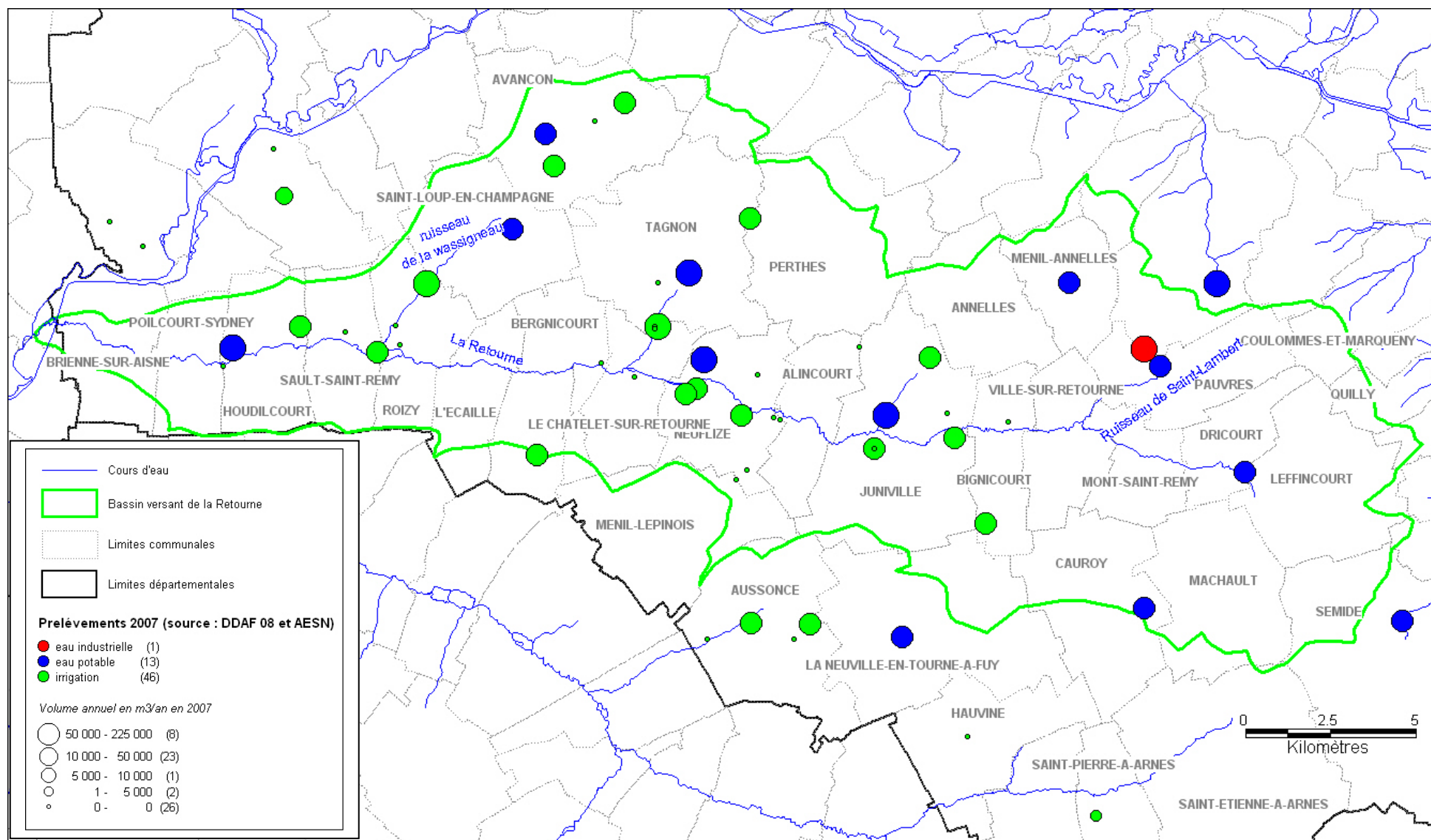


Figure 49 : Carte des points de prélèvement inventoriés (sources : AESN, DDAF 08 & DDASS 08)

6.2. CAMPAGNE DE JAUGEAGE

6.2.1. Mise en œuvre de la campagne

Le BRGM a réalisé les 9 et 10 octobre 2007 une campagne de jaugeage différentiel sur la Retourne et ses principaux affluents.

Le faible réseau de mesure en place sur la Retourne (une station hydrométrique en activité) entraîne un lissage total du comportement hydrodynamique du bassin versant lorsqu'on l'étudie. Cette faiblesse du réseau de mesure est la même dans la plupart des bassins versants des bas plateaux calcaires.

L'Agence de l'eau Rhin-Meuse (AERM) (Esteves, 1989 ; François et al., 1994) a donc développé une méthode qui impose des campagnes de mesures de débits (en période d'étiage ou au moins de débits stabilisées) des eaux de surface permettant une étude détaillée du comportement hydrodynamique des bassins versants.

Cette méthode s'organise de la façon suivante :

- Découpage d'un **réseau de mesure** à partir d'une étude préliminaire de terrain ;
- Mise en œuvre des **jaugeages différentiels** sur les cours d'eau aux points prédéfinis ;
- Construction et lissage des **profils hydrologiques** ;
- Cartographie des **rendements hydrologiques**.

6.2.2. Points de mesure

Afin de mieux comprendre dans le détail la construction des débits du cours d'eau et de faire apparaître d'éventuelles hétérogénéités dans les transferts d'eau, les bassins versants ont été découpés en bassins élémentaires (superficie comprise entre 5 et 25 km²). Le maillage permettant une spatialisation des débits est constitué d'environ un point de mesure pour 5 km de cours d'eau.

Les 14 points de jaugeage (Figure 50 et Annexe 4) ont été choisis préalablement à partir de cartes et de visites de terrain. Leur choix répond à la méthodologie développée par l'AERM et aux observations de terrain faites sur l'accessibilité et les facteurs pouvant expliquer les éventuelles hétérogénéités de débit (topographie, géométrie du champ alluvial, géologie des formations superficielles, repérage des sources et des confluences, zones de pertes ou de gains visibles dans le cours d'eau). Chaque point de jaugeage a été répertorié et géoréférencé, dans l'éventualité où d'autres campagnes de jaugeage seraient organisées à l'avenir.

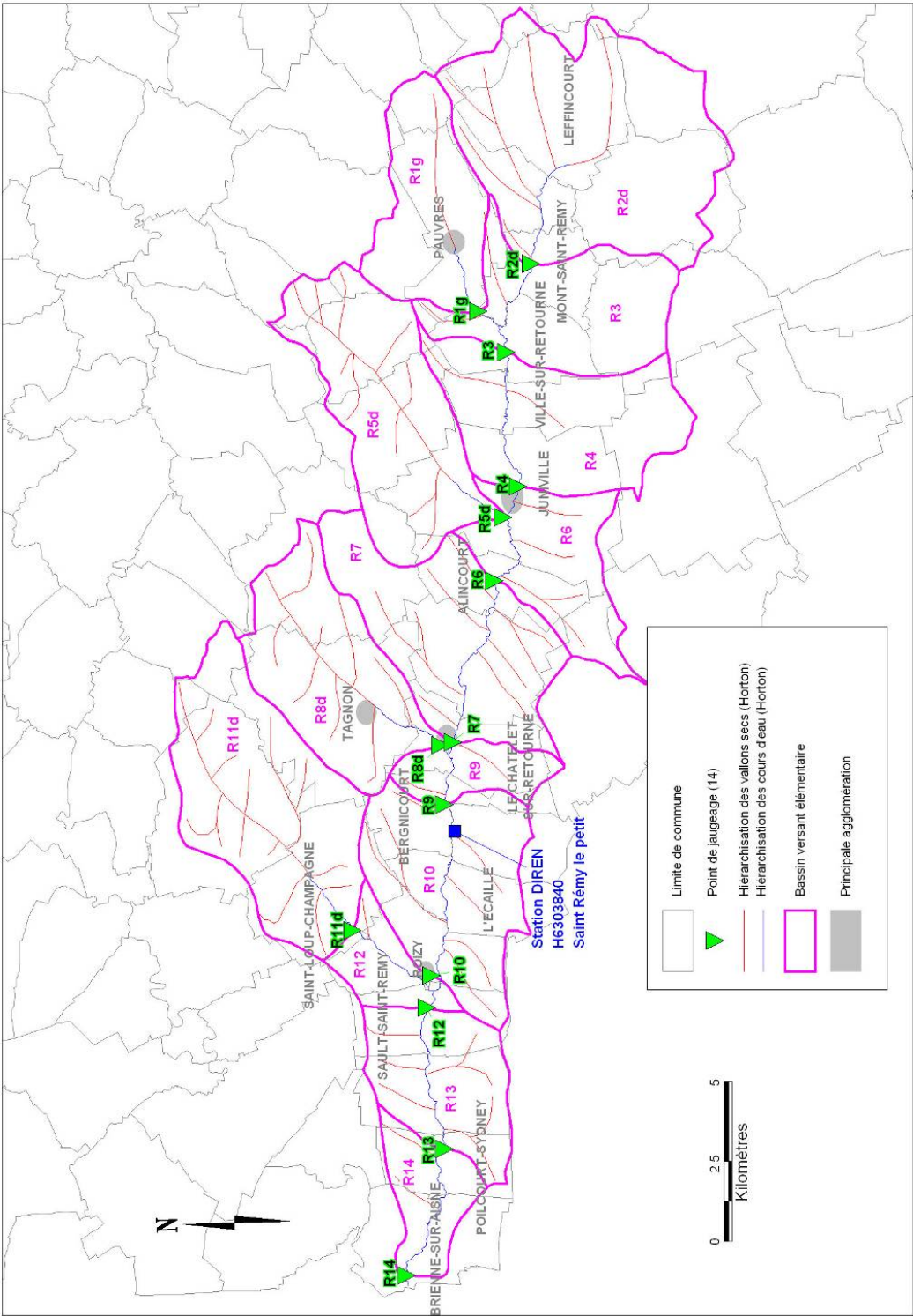


Figure 50 : Carte des points de mesure (campagne de jaugeage du 09/10/2007)

6.2.3. Jaugeages différentiels

Une fois le choix des points arrêté, les mesures de débits ont été effectuées grâce à une perche de jaugeage (point par point) sur laquelle se trouvent un micro-moulinet et une hélice de taille variable en fonction du débit. Il est tout de même préférable pour la représentativité de garder le même moulinet et la même hélice tout au long des mesures.

Le choix de jauger en période d'étiage (basses eaux) et en période stabilisée (lorsque le débit du cours d'eau n'est plus affecté directement par la pluviométrie) permet d'éviter les situations transitoires consécutives aux événements pluviométriques et le mélange d'eau de ruissellement à celle issue de la vidange de l'aquifère. C'est la garantie d'une bonne représentativité des mesures de débits. Les jaugeages doivent se dérouler sur une période la plus courte possible afin d'éviter les effets anthropiques tels que les pompages ou les lâchers d'eau, qui pourraient influencer les débits.

6.2.4. Profils hydrologiques

Les données acquises lors des jaugeages différentiels ont été analysées par un logiciel spécialisé (DEPJAU ©) puis valorisées par la création de profils hydrologiques (Figure 51).

Les profils hydrologiques permettent de visualiser l'évolution des débits bruts (Q_b) et des débits spécifiques (Q_s)⁷ du cours d'eau de l'amont vers l'aval selon la surface cumulée du bassin ou le « point kilométrique hydrologique » (PKH).

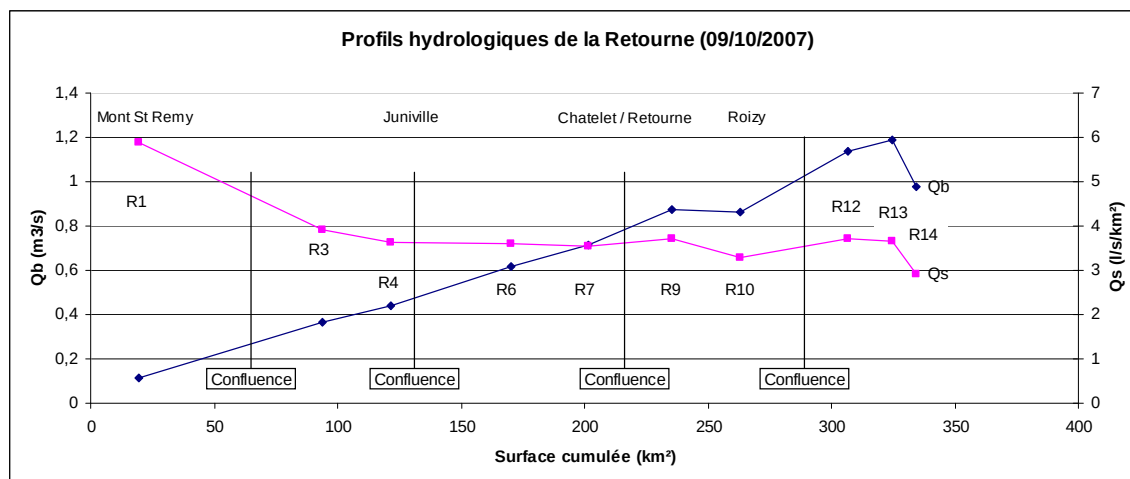


Figure 51 : Profils hydrologiques de la Retourne (Q_b = débits bruts et Q_s = débits spécifiques)

⁷ Q_s : Débit brut / surface cumulée.

Ces profils reflètent le comportement du bassin versant, puisque les augmentations du débit brut sont confirmées ou pondérées grâce à la courbe du débit spécifique. On peut donc apprécier l'importance des affluents, des sources, mais aussi la part de drainage de la nappe par le cours d'eau.

On observe ici une augmentation linéaire du débit brut de la source au point R13, à partir duquel la Retourne connaît des pertes importantes.

Les fortes baisses des débits bruts et spécifiques constatées au point R14 correspondent à l'approche du champ alluvial étendu de l'Aisne. Ces baisses sont fréquentes aux abords de cours d'eau importants et correspondent soit à des pertes dues au rabattement provoqué par l'Aisne rendant la Retourne perchée par rapport à sa nappe, soit à des pertes diffuses dans les alluvions de l'Aisne (porosité très importante).

Les plus forts gains ramenés au km^2 se trouvent en tête de bassin (6l/s/km^2 environ au point R1), assurant une augmentation rapide de débit. Sur tout le reste du bassin versant, mis à part l'approche de la confluence avec l'Aisne, les débits spécifiques sont remarquablement stables ($>3,5\text{l/s/km}^2$), témoignant d'une vidange constante et homogène de la nappe par le cours d'eau.

On observe au point R10 une baisse conjointe des débits bruts et spécifiques témoignant d'une légère perte. Ceci est directement suivi par une augmentation sensible des débits bruts et spécifiques. Ces différences rapprochées laissent à penser soit à une perte localisée peu probable, soit à une anomalie survenue lors de la mesure (effet de vannage, blocage d'hélice, déviation d'une partie du cours d'eau non prise en compte, prise d'eau...)

6.2.5. Cartographie des rendements hydrologiques

La cartographie des rendements hydrologiques consiste à représenter pour chaque sous-bassin versant élémentaire les apports ou les pertes en eau en soustrayant les volumes d'eau entrants aux volumes d'eau sortants, ainsi qu'en faisant abstraction du poids des apports latéraux.

Cette cartographie est intéressante car l'interprétation des profils cache en partie le rôle des affluents dans la construction des écoulements. C'est pourquoi, une cartographie des rendements hydrologiques par sous bassin versant élémentaire est nécessaire, même si dans le cas de la Retourne les apports latéraux sont assez limités.

Sur la cartographie des rendements hydrologiques du bassin versant de la Retourne (Figure 52), on peut constater la forte augmentation de débit en amont du bassin versant, assurant assez rapidement un débit soutenu au cours d'eau. On remarque, tout comme sur les profils, une anomalie au niveau de Roizy, avec une chute puis une explosion des rendements sur une surface restreinte, ainsi que la perte à l'approche de la confluence avec l'Aisne.

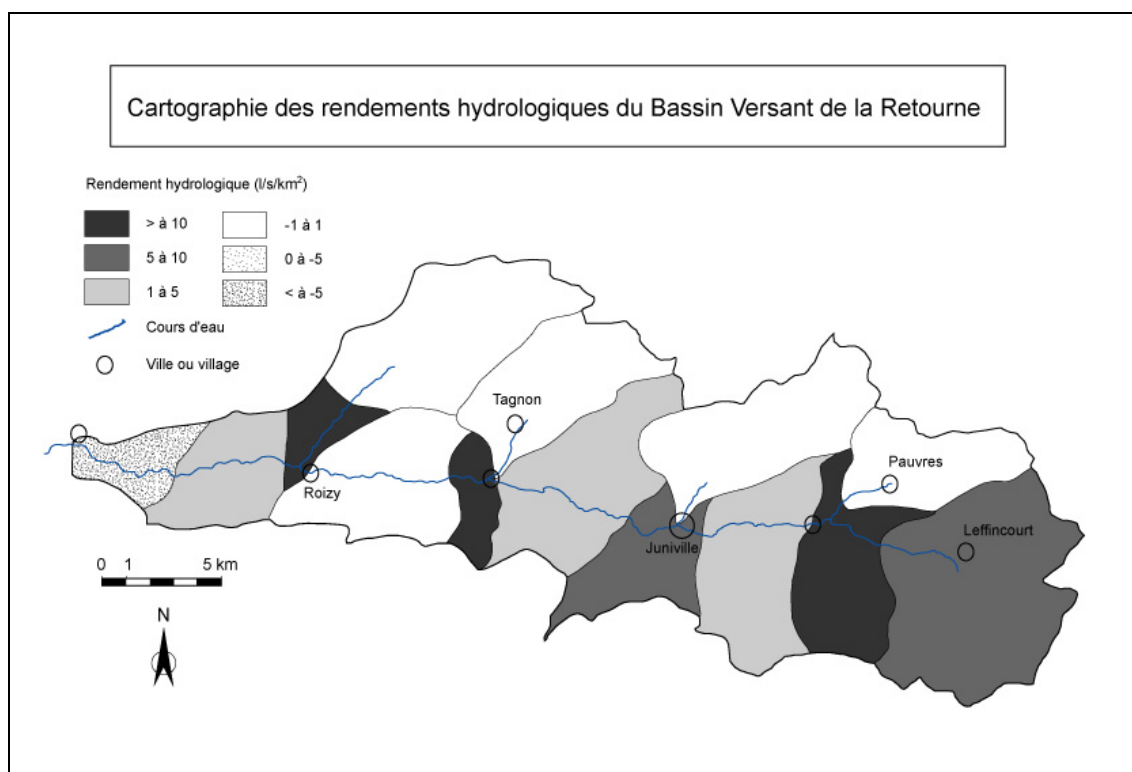


Figure 52 : Cartographie des rendements hydrologiques du bassin versant de la Retourne

Cette carte permet de voir d'une part que les bassins versants des affluents latéraux sont quasi improductifs au moment des mesures (période de basses eaux), et d'autre part que les quatre affluents (tous de rive droite) prennent leur source relativement proche du drain principal. Cela s'explique par le fait que le niveau de base (l'Aisne) longe le bassin versant de la Retourne en arc de cercle de l'est vers l'ouest. Il est donc probable que des transferts souterrains aient lieu en tête de bassin vers le niveau de base, bien que l'écoulement de la nappe de la craie se fasse vers le sud / sud-ouest.

On constate tout de même des rendements assez forts tout au long du drain principal, ainsi qu'une relative homogénéité sur l'ensemble du bassin versant (débits soutenus autour du drain ; têtes de bassins annexes relativement sèches).

6.3. CAMPAGNE DE PIEZOMETRIE

6.3.1. Mise en œuvre de la campagne

La piézométrie de la nappe de la craie, connaît des variations annuelles (ou saisonnières) et interannuelles. D'une année à l'autre, c'est la quantité annuelle des précipitations qui détermine la recharge de la nappe. L'amplitude des variations annuelles du niveau piézométrique varie selon le degré d'altération de la craie, l'épaisseur de la zone non saturée et la proximité des exutoires. De l'ordre du mètre et très irrégulières au niveau des vallées, les amplitudes de variations saisonnières dépassent souvent la dizaine de mètres et sont plus uniformes au droit des plateaux crayeux.

Le seul forage avec suivi régulier de la piézométrie du bassin versant de la Retourne fait partie du réseau de suivi du bassin Seine-Normandie ; il s'agit du piézomètre d'Alincourt (Figure 53). Ce forage est représentatif du comportement de la nappe à proximité du cours d'eau de la Retourne, mais ne peut évidemment pas traduire d'éventuelles disparités géographiques.

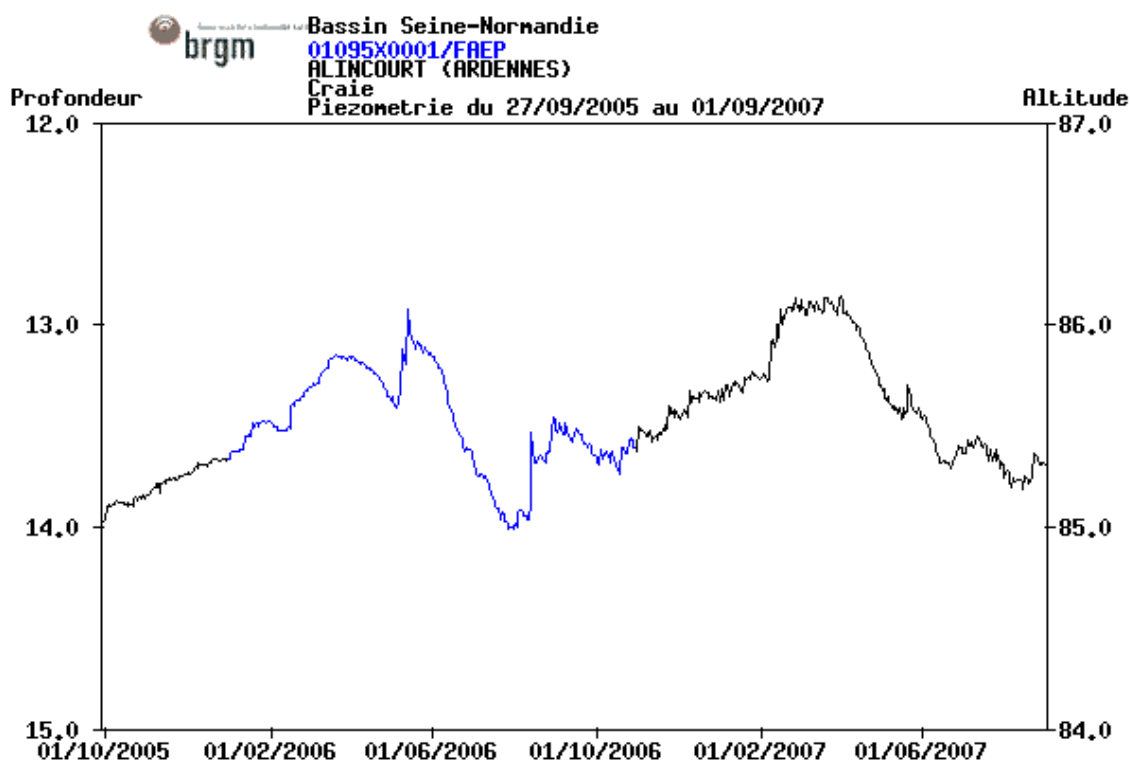


Figure 53 : Evolution piézométrique pour l'ouvrage d'Alincourt

Afin de caractériser les éventuelles hétérogénéités de la nappe de la craie à l'état naturel et d'établir des corrélations avec les niveaux des cours d'eau, une campagne de mesure piézométrique a été réalisée entre les 9 et 15 décembre 2007 en dehors des périodes d'irrigation.

La situation hydrologique, pendant laquelle s'est déroulée la campagne de mesure, est caractéristique d'une période de basses eaux, qui se classe dans la moyenne statistique calculée sur la période 1969-2007. En l'absence de données statistiques sur le bassin versant de la Retourne, on fera référence au piézomètre de Fresnes-les-Reims, ouvrage de référence de la nappe de la craie en situation de plateau au plus proche du bassin versant de la Retourne (Figure 54).

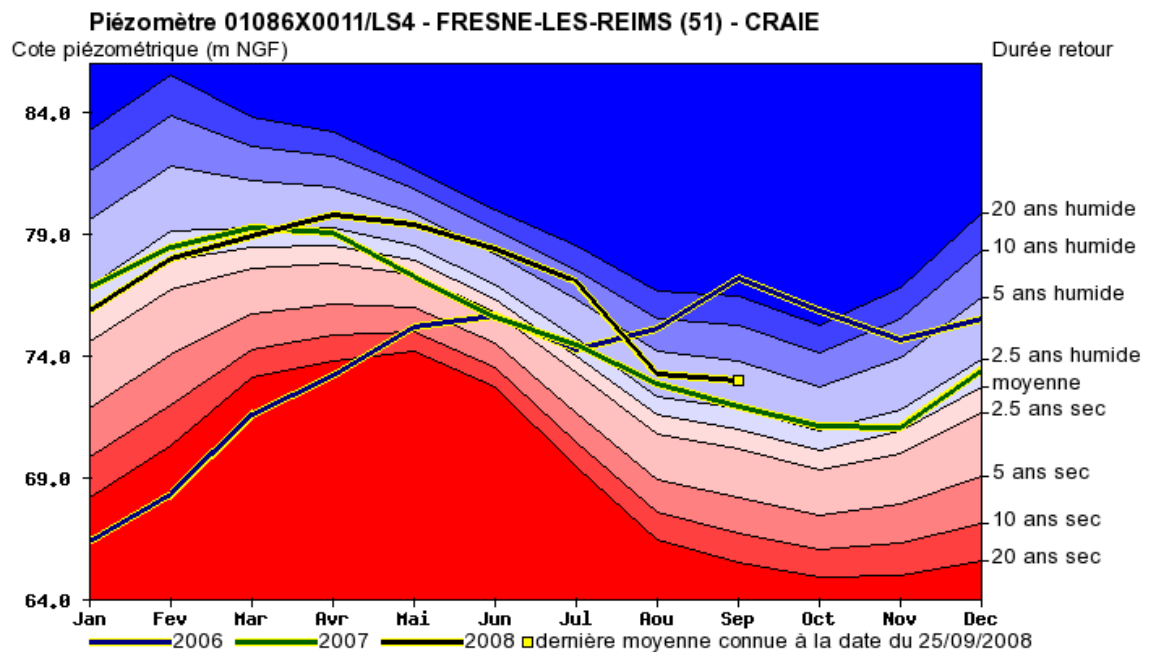


Figure 54 : Situation piézométrique de la craie au piézomètre de Fresne-les-Reims

Une présélection des points de mesure a été réalisée sur la base de l'inventaire des ouvrages d'irrigation par la DDAF 08 (27 ouvrages présélectionnés sur les 46 points au total - Annexe 2) et sur la base de l'inventaire des forages déclarés en BSS (Banque de données du Sous-Sol (6 ouvrages), soit 33 ouvrages au total situés dans l'axe des cours d'eau principaux ou en interfluve (Figure 55 et Annexe 5).

Les 27 ouvrages d'irrigation présélectionnés ont fait l'objet d'une première demande d'autorisation au syndicat des irrigants, puis d'une seconde demande par fax à chaque irrigant dans les jours précédents la campagne et enfin d'une troisième demande par téléphone, la veille ou le jour même de la campagne.

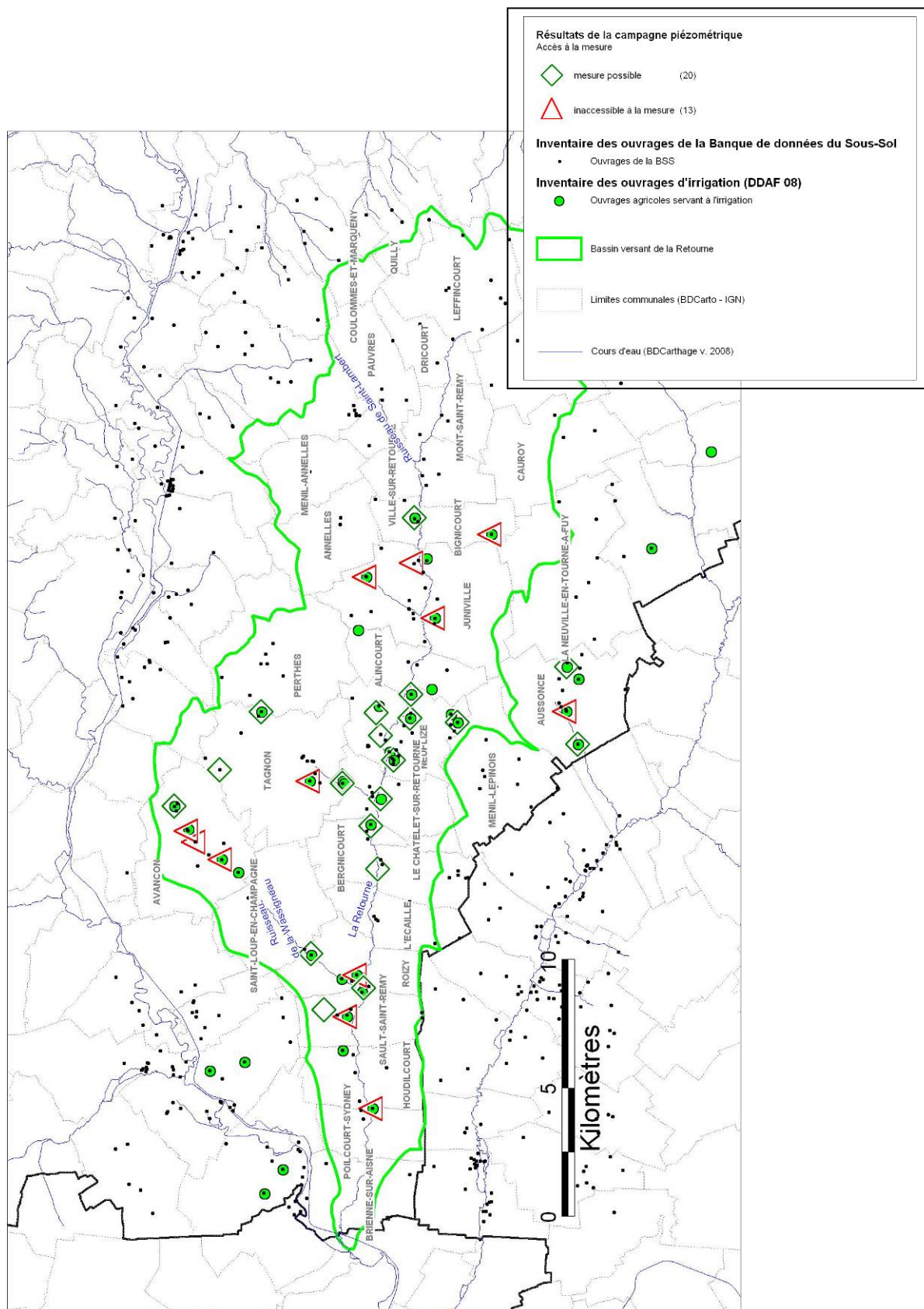


Figure 55 : Cartographie des ouvrages inventoriés en BSS, des ouvrages d'irrigation et des ouvrages mesurés dans le cadre de l'étude sur la bassin versant de la Retourne

6.3.2. Résultats de la campagne piézométrique

Lors de la campagne piézométrique, qui s'est déroulée du 9 au 15 décembre 2007, les niveaux d'eau ont pu être mesurés sur 20 des ouvrages présélectionnés (dont 16 ouvrages d'irrigation). 13 ouvrages sur les 33 présélectionnés se sont avérés inaccessibles à la mesure (cadenassés, pompe bouchant totalement l'ouverture du puits ou sonde restant bloquée sur la crépine - annexe 4). Ainsi on a pu constater lors de la campagne de terrain que :

- o L'accès à certains puits était resté cadencé, malgré les demandes d'autorisation faites précédemment auprès du syndicat des irrigants et des irrigants eux-mêmes ;
- o Techniquement la mesure s'est avérée impossible sur certains ouvrages car la pompe obstruait la totalité de l'ouvrage et il n'y avait pas un espace suffisant entre la pompe et le tubage pour pouvoir y introduire la sonde piézométrique. Il était dans ce cas tout à fait impossible d'avoir accès à la mesure sans que l'exploitant n'effectue des travaux lourds de démontage.

Même si la densité de forages est relativement faible, le maillage a permis de dresser une cartographie relative de l'altitude de la nappe par rapport à la cote du cours d'eau (Figure 56) :

- En amont du cours d'eau (environ jusqu'au Châtelet sur Retourne), on trouve quelques puits en rive droite dont le niveau est inférieur à la cote du cours d'eau (Pertes, Neuflize, Bignicourt). Les apports sont donc assez limités en rive droite en amont, ce qui tend à confirmer le faible impact des affluents de rive droite qu'avait laissé entrevoir la campagne de jaugeage.
- Toujours en amont, les mesures effectuées en rive gauche ainsi que dans le bassin versant de la Suippe montrent une réserve assez importante. Il semblerait donc que la construction des débits de la Retourne se fasse principalement en amont par des apports de rive gauche. Cette configuration risque de poser problème dans le bassin versant de la Retourne en cas de surexploitation en rive droite de la Suippe (impact possible sur la disponibilité des ressources en eau).
- Sur l'ensemble des forages mesurés dans le champ alluvial du cours d'eau, on ne constate pas de pertes, ce qui confirme les résultats de la campagne de jaugeage.
- En aval, il semblerait que l'on ait une réserve plus importante en rive droite, notamment à l'Ouest de Tagnon et au niveau d'Avançon, les pertes vers la vallée de l'Aisne semblant assez limitées. Il semblerait donc que les apports souterrains de rive droite et par le Rû de Wassigneau soient plus conséquents que ce que l'on peut constater en amont.

- Enfin, on constate quelques hétérogénéités de la nappe. La première est localisée au niveau du Châtelet sur Retourne en bordure de voie ferrée où le niveau d'eau de part et d'autre de la voie ferrée varie de 5 mètres environ. Cela peut s'expliquer par le tassement engendré par le talus de la voie ferrée. L'autre disparité constatée se trouve à Neuflize où la cote absolue de la nappe varie de 8 mètres entre deux points très proches. Il semblerait donc que des effets géologiques ou de fractures engendrent par endroit une certaine hétérogénéité de la nappe de la craie dans le bassin versant.

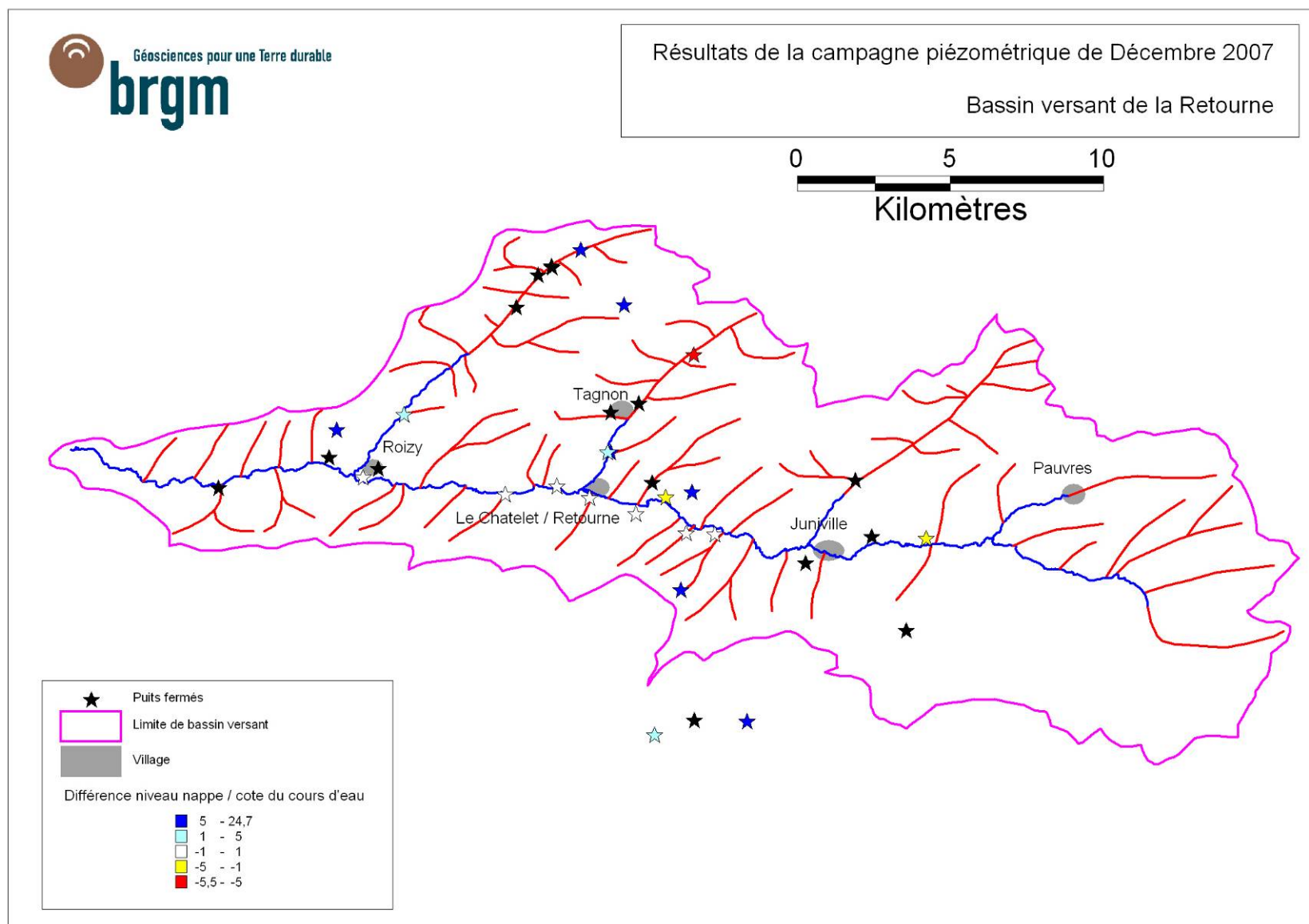


Figure 56 : Résultat de la campagne piézométrique de décembre 2007

6.4. PROPOSITION D'UN POINT DE SUIVI

La campagne de mesure piézométrique a permis d'identifier un ouvrage situé au nord de Tagnon d'indice national 01084X0004/PU au lieu-dit Ferme de la Faisanderie (Figure 57) et qui semble inutilisé. Situé en zone de plateau crayeux, en dehors des zones de prélèvement, il conviendrait pour un suivi régulier des hauteurs de niveau de nappe. Le 10 décembre 2007, la profondeur était de 50,3 m (en période de basses eaux) pour une profondeur totale de 51,33 m.

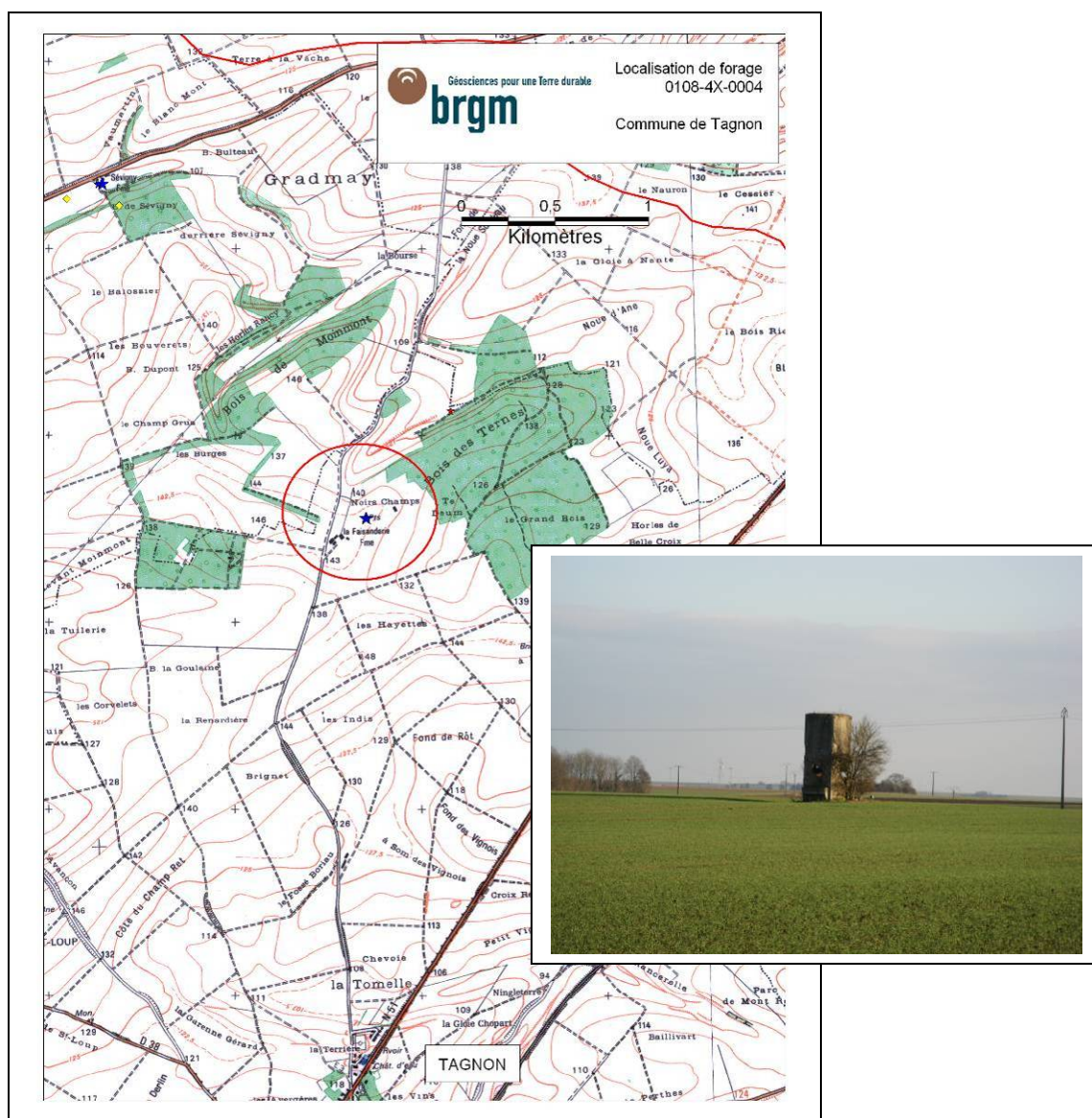


Figure 57 : Localisation et photographie de l'ouvrage 01084X0004 à Tagnon

6.5. CONCLUSIONS

En comparant les résultats des campagnes de mesures sur le terrain effectuées en 2007 et les résultats des simulations effectuées en 1999 pour le calage du modèle « Retourne » par ANTEA, on constate que :

- o Les affluents de rive droite n'ont quasi pas d'impact sur l'alimentation de la nappe ; les simulations confirment systématiquement les assecs répétés de ces cours d'eau.
- o La construction des écoulements se fait principalement en amont du bassin par les apports en eau souterraines de rive gauche, c'est-à-dire le bassin versant de la Suippe. Cette configuration (déjà mise en évidence sur la carte piézométrique dressée par ANTEA en 1998 - Annexe 1) risque de poser problème dans le bassin versant de la Retourne en cas de surexploitation en rive droite de la Suippe (impact possible sur la disponibilité des ressources en eau).
- o La comparaison de la cartographie des rendements hydrologiques du bassin versant de la Retourne (Figure 58) avec la cartographie des échanges entre la Retourne et la nappe établie en 1999 par ANTEA (Figure 59) confirme la plupart des zones de gains et de pertes sur le bassin versant de la Retourne, sauf pour le tronçon intermédiaire entre Juniville et Tagnon. Nous ne sommes pas en mesure d'expliquer ce point particulier au regard des données actuellement disponibles.

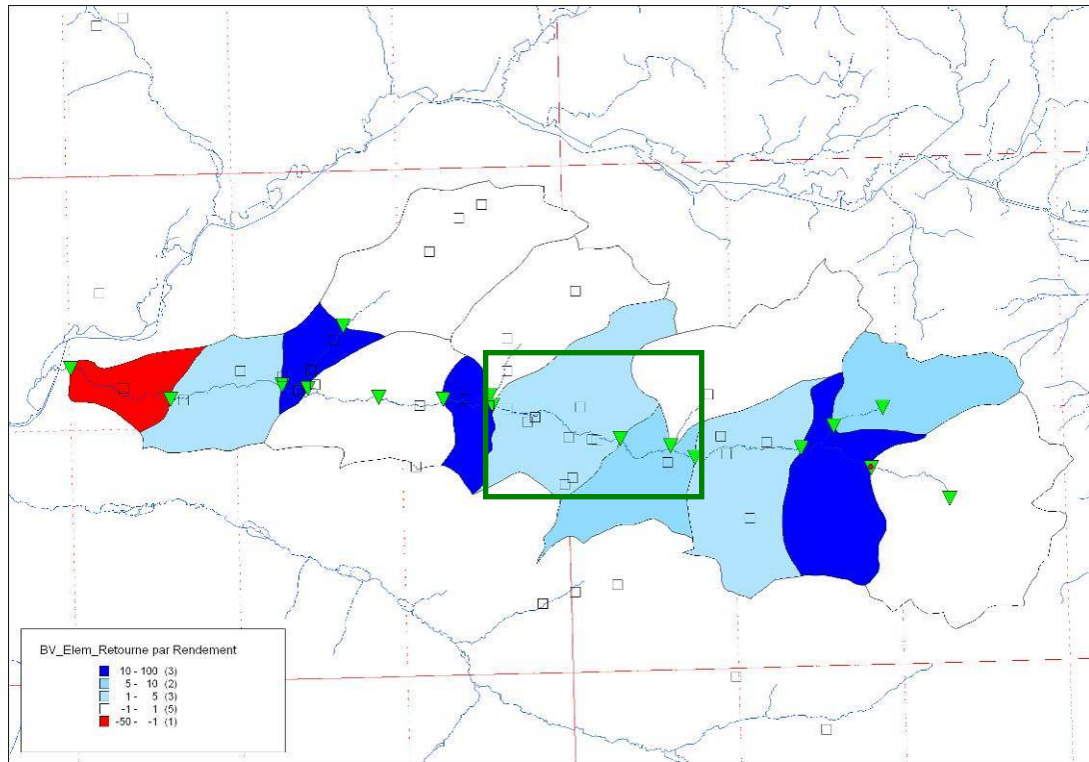


Figure 58 : Cartographie des rendements hydrologiques sur le bassin versant de la Retourne établie à partir de la campagne de terrain d'octobre 2007

En bleu les zones de gains (la nappe alimente la rivière)

En blanc et rouge les zones de pertes (la rivière alimente la nappe)

En vert secteur de pertes pour le modèle ANTEA non confirmé par les mesures de terrain

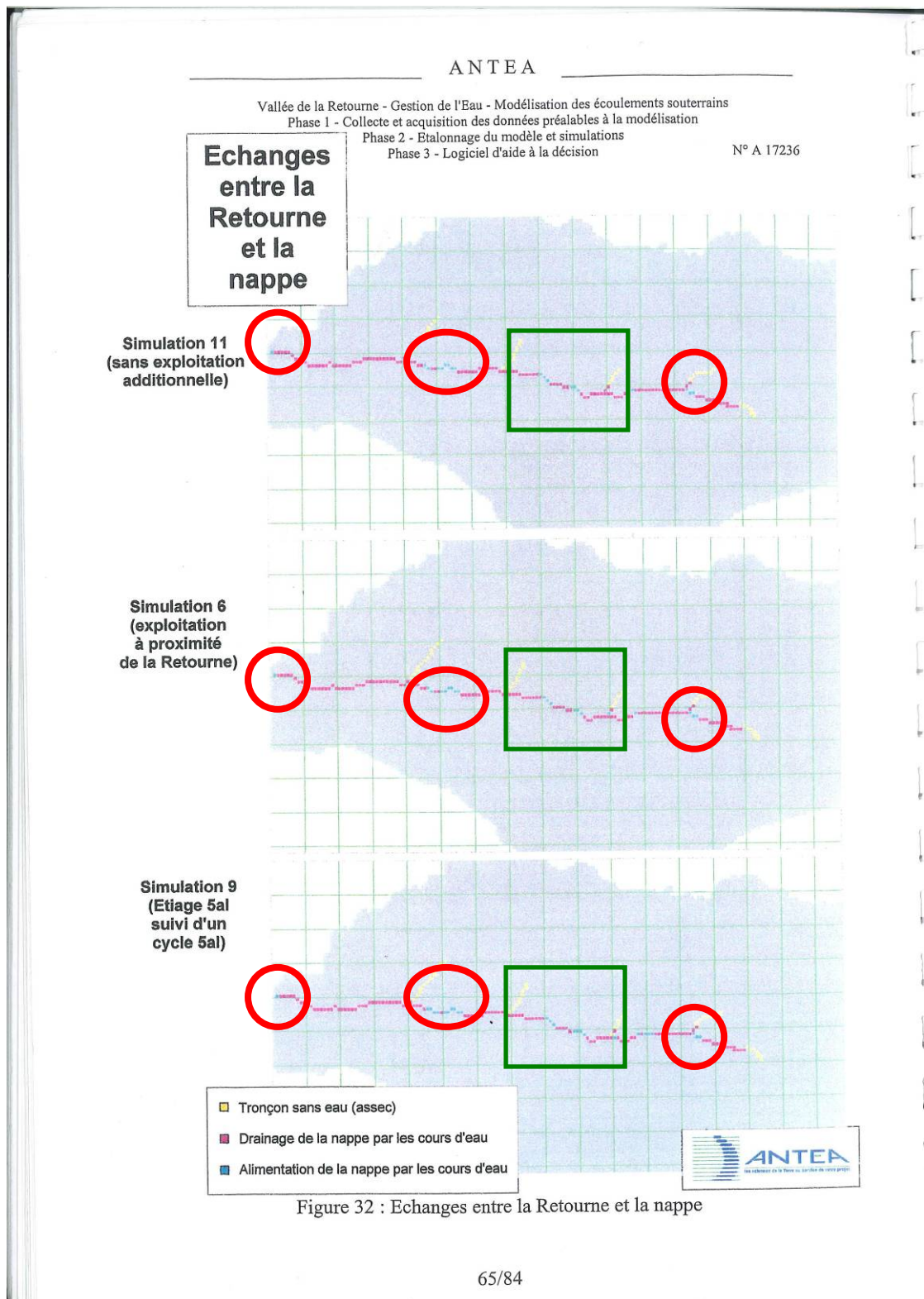


Figure 59 : Cartographie des échanges nappe rivière (d'après ANTEA, 1999)
En vert secteur de pertes pour le modèle ANTEA non confirmé par les mesures de terrain

7. Conclusions

La chambre d'agriculture des Ardennes, la DDAF des Ardennes ainsi que les partenaires associés au comité de pilotage (la DIREN et le syndicat des irrigants), disposent au terme de la présente étude d'un logiciel d'aide à la décision actualisé sur le bassin versant de la Retourne.

La mise à jour du logiciel « Retourne » a été confiée par le BRGM en sous-traitance au bureau d'étude ANTEA (concepteur de l'outil en 1998-1999). Les améliorations ont porté notamment sur l'actualisation des « forages de référence », les débits prélevés annuellement, la lisibilité des états (édition des résultats) et la création de nouvelles fonctions facilitant l'usage de l'outil par les utilisateurs habituels (Chambre de l'Agriculture et DDAF des Ardennes).

Le rapport rend compte des besoins spécifiques exprimés par le comité de pilotage (chapitre 2) et des améliorations apportées à l'outil « Retourne » dans le cadre de la présente étude (chapitre 3). Quatre notes spécifiques rédigées par ANTEA sont disponibles sur le CD-ROM d'installation de l'outil nouvelle version (version 2.30 de février 2008).

Des simulations complémentaires ont été réalisées par ANTEA (chapitre 4), à la demande du comité de pilotage, afin d'appréhender de manière objective la pression agricole sur la ressource en eau (superficielle et souterraine). Les résultats sont les suivants :

- o La collecte des données actualisées a conduit à réévaluer les prélèvements annuels sur la période 2005-2007. L'irrigation représente environ 60% du total. Le volume total des prélèvements représente entre 3 et 5% de la recharge annuelle estimée sur le bassin. La pression sur la ressource liée aux ouvrages d'irrigation et aux ouvrages AEP semble donc en première approche assez faible. Néanmoins, ce calcul n'est pas suffisant pour apprécier l'impact réel des prélèvements agricoles sur la nappe et la rivière dans la mesure où les prélèvements ne sont pas répartis également sur toute la période de l'année. Ils interviennent même à une période où les débits de la Retourne sont parmi les plus faibles.
- o Le modèle « Retourne » a donc été utilisé pour mieux apprécier les impacts pendant la période d'exploitation. Il ressort des tests de modélisation que l'impact actuel de la pression de l'irrigation sur le bassin de la Retourne est faible vis à vis de la ressource en eaux souterraines. Si l'on considère l'impact maximal sur le niveau de la nappe de la Craie (étiage moyen et année décennale sèche), il est légèrement supérieur à vingt centimètres dans le secteur de Tagnon, ce qui paraît acceptable pour ce type d'aquifère et dans ce contexte topographique.

- o Le modèle permet de calculer qu'actuellement, l'impact des prélèvements sur la nappe est modéré en année moyenne puisque la diminution du débit de la rivière reste inférieure à 10 %.
- o L'impact est plus conséquent pour les périodes sèches puisque si la diminution dépasse 10 % en année quinquennale sèche, elle approche 20 % en année décennale sèche, ce qui constitue une perte significative.

Pour répondre au comité de pilotage qui souhaitait disposer de données complémentaires et actualisées sur le bassin versant de la Retourne et connaître la précision du modèle, le BRGM a :

- o Procédé à des comparaisons sur la période 2006-2007 entre les évolutions calculées et mesurées de la piézométrie dans une maille précise du modèle et des débits à l'exutoire du bassin (chapitre 5) ;
- o Mené une campagne de terrain pour l'acquisition de données complémentaires qui pourraient être utilisées pour discuter les résultats du modèle : inventaire des points de prélèvement, réalisation de jaugeages différentiels et mesure du niveau d'eau des ouvrages sélectionnés parmi les forages d'irrigation et les points inventoriés en BSS (chapitre 6).

Les résultats des comparaisons montrent, sans pouvoir en aucune façon de substituer à la phase de calage du modèle déjà effectué par ANTEA en 1998-1999, une assez bonne restitution par le modèle des valeurs observées. Le modèle conduit à considérer l'année hydrologique 2006-2007 comme une année quinquennale sèche en étiage moyen.

En ce qui concerne les nappes d'eau souterraines, le modèle rend bien compte sur la maille considérée des mesures en hautes eaux et moins bien des mesures en basses eaux. L'écart constaté peut s'expliquer soit par le fait que piézomètre d'Alincourt est localement influencé sur la période de mai à octobre par un pompage non déclaré, soit par un défaut de calage en période de basses eaux.

En effet à l'époque du calage (1998-1999), ANTEA ne disposait pas de chroniques piézométriques suffisamment fines notamment en vallée. S'il s'agit d'un problème de calage, il ne pourra pas être résolu en l'état actuel des connaissances. Un historique de mesures piézométriques à pas de temps régulier et fin (journalier) suffisamment conséquent sera nécessaire (5 ans minimum) pour reprendre le calage du modèle et améliorer les performances du modèle. Compter au minimum 2 piézomètres de suivis en configuration de vallée (Alincourt) et de plateau (Tagnon).

Les résultats de la campagne de terrain montrent une construction des débits homogènes et rapides, qui semble indiquer que le cours d'eau est assez épargné par les problèmes de manque d'eau. Néanmoins, selon l'endroit du bassin versant où l'on se situe, les comportements divergent.

- En aval du bassin versant de la Retourne, aussi bien en rive droite qu'en rive gauche, le débit est soutenu.

- En amont du bassin versant de la Retourne, il semblerait que l'on trouve en rive gauche du cours d'eau une réserve assez importante alors que la rive droite semble connaître un déficit (pertes possibles vers la vallée de l'Aisne).

En comparant les résultats des campagnes de mesures sur le terrain effectuées en 2007 et les résultats des simulations effectuées en 1999 pour le calage du modèle « Retourne » par ANTEA, on constate que :

- o Les affluents de rive droite n'ont quasi pas d'impact sur l'alimentation de la nappe ; les simulations confirment systématiquement les assecs répétés de ces cours d'eau ;
- o La construction des écoulements se fait principalement en amont du bassin par les apports en eau souterraines de rive gauche, c'est-à-dire le bassin versant de la Suippe ;
- o La comparaison de la cartographie des rendements hydrologiques du bassin versant de la Retourne avec la cartographie des échanges entre la Retourne et la nappe établie en 1999 par ANTEA confirme la plupart des zones de gains et de pertes sur le bassins versant de la Retourne, sauf pour le tronçon intermédiaire entre Juniville et Tagnon.

Au terme de l'étude il a été proposé l'implantation d'un nouvel ouvrage de référence pour le suivi des niveaux de la nappe. Il s'agit d'un forage situé en interfluve et en rive droite de la Retourne à l'ouest de Tagnon à la ferme de la Faisandrie.

8. Bibliographie

ANTEA (1999) – SIVOM DE JUNIVILLE. Vallée de la Retourne. Gestion de l'Eau. Modélisation des écoulements souterrains. Phase 1 : collecte et acquisition des données préalables à la modélisation. Phase 2 : Etalonnage du modèle et simulations. Phase 3 : Logiciel d'aide à la décision. Rapport A17236 de juillet 1999.

COSANDEY C., (2002) - Les eaux courantes. Ed. Armand Colin, PARIS, 250 p.

DUERMAEL.G., MEGNIEN.C., MORFAUX.P., PICOT.G., RAMPON.G. (1967) – Etat de la documentation sur les ouvrages souterrains implantés sur les feuilles topographiques Château-Porcien, Rethel, Asfeld et Attigny (Ardennes) et description hydrogéologique provisoire. Rapport BRGM/RR-24255-FR (67, SGN, 167, CHA) 42 p., 1 carte.

ESTEVE M., (1989) - Mesure des débits par intégration des cours d'eau normalisation des méthodes de traitement des données, Agence de l'Eau Rhin-Meuse, Mission déléguée de bassin Rhin-Meuse, 15p.

FRANCOIS D., SARY M., AUER J-C., ZUMSTEIN J-F., (1994) - Etude méthodologique des débits d'étiage, rapport AERM/CEGUM.

LAURAIN M., ALLOUC J., LE ROUX J. (1990) – Carte géologique au 1/50 000 Attigny n° 109 Ed BRGM.

PINAULT.J.L., ALLIER.D., CHABART.M., PANNET.P., PERCEVAL.W. (2006) - Prévision des volumes d'eau exploitables de 10 bassins versants en Champagne crayeuse. Rapport final. BRGM/RP-55087-FR, 110 p., 55 fig., 4 tab., 4 ann.

Annexe 1

Cartes piézométriques sur le secteur d'étude

Extrait de la carte piézométrique dressée par le BRGM en 1966 (DUERMAEL et al., 1967)

LEGENDE

Légende des terrains traversés.

	Argile		Calcaire gréseux
	Marne		Calcaire marneux
	Gaize		Calcaire lumachellique
	Sable		Craie
	Calcaire		Calcaire graveleux
	Calcaire oolithique		Schiste bitumineux

POINTS D'EAU

	Source
	Puits ou forage (eau libre)
	Puits ou forage (eau captive)
	Débits spécifiques en m ³ /h/m
	Cote absolue du niveau statique
	Niveau d'eau des terrains crétacés
	Niveau d'eau des terrains jurassiques

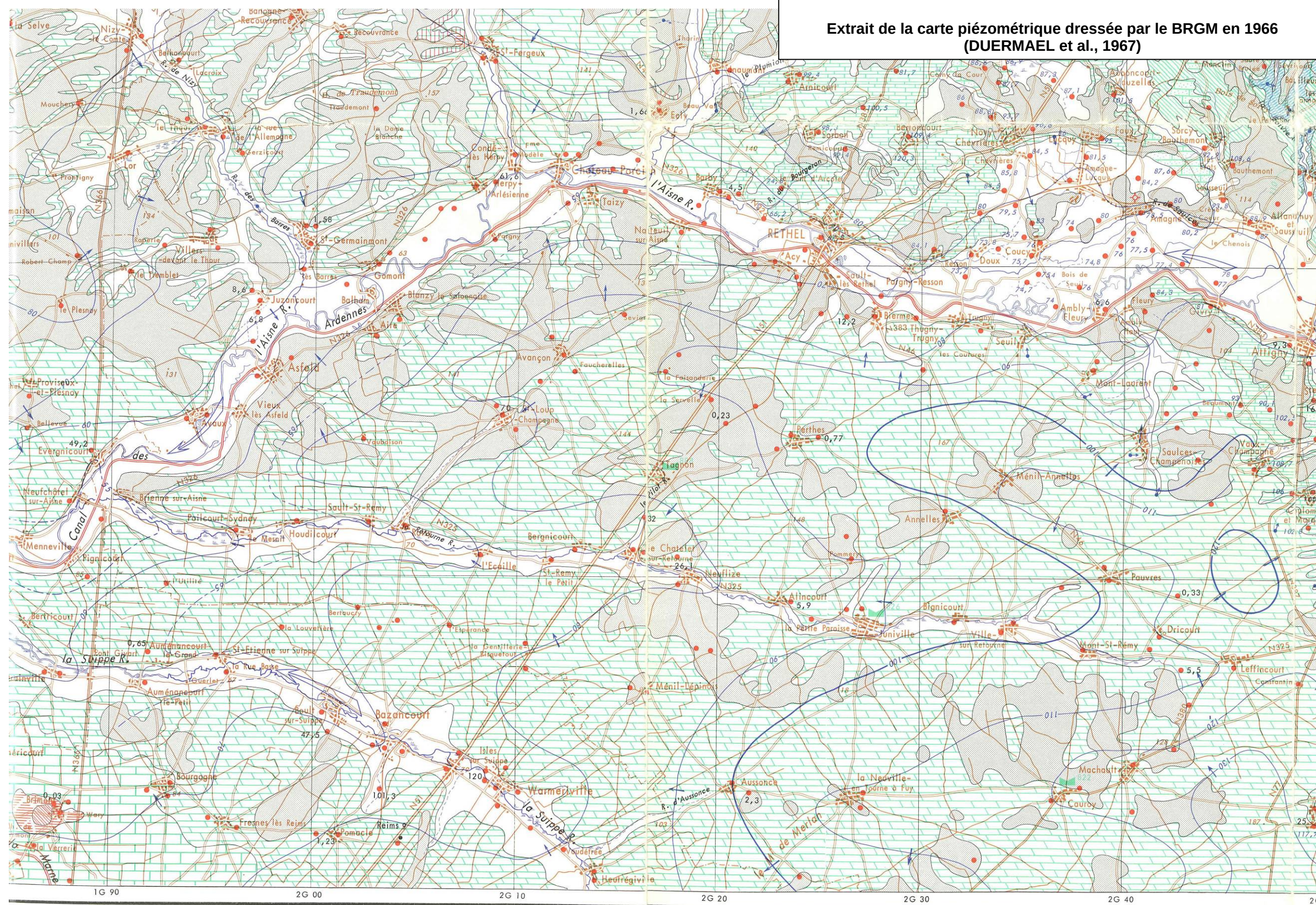
HYDROGRAPHIE

	Cours d'eau pérenne		Canal de navigation
	Cours d'eau saisonnier		Pluviomètre (Epoque 1961 à 1965)
	Etang permanent		Gouffre naturel
	Marécages		Résurgence de rivière souterraine
	Ligne de partage des eaux superficielles		Sondage pétrolier et désignation

EAUX SOUTERRAINES

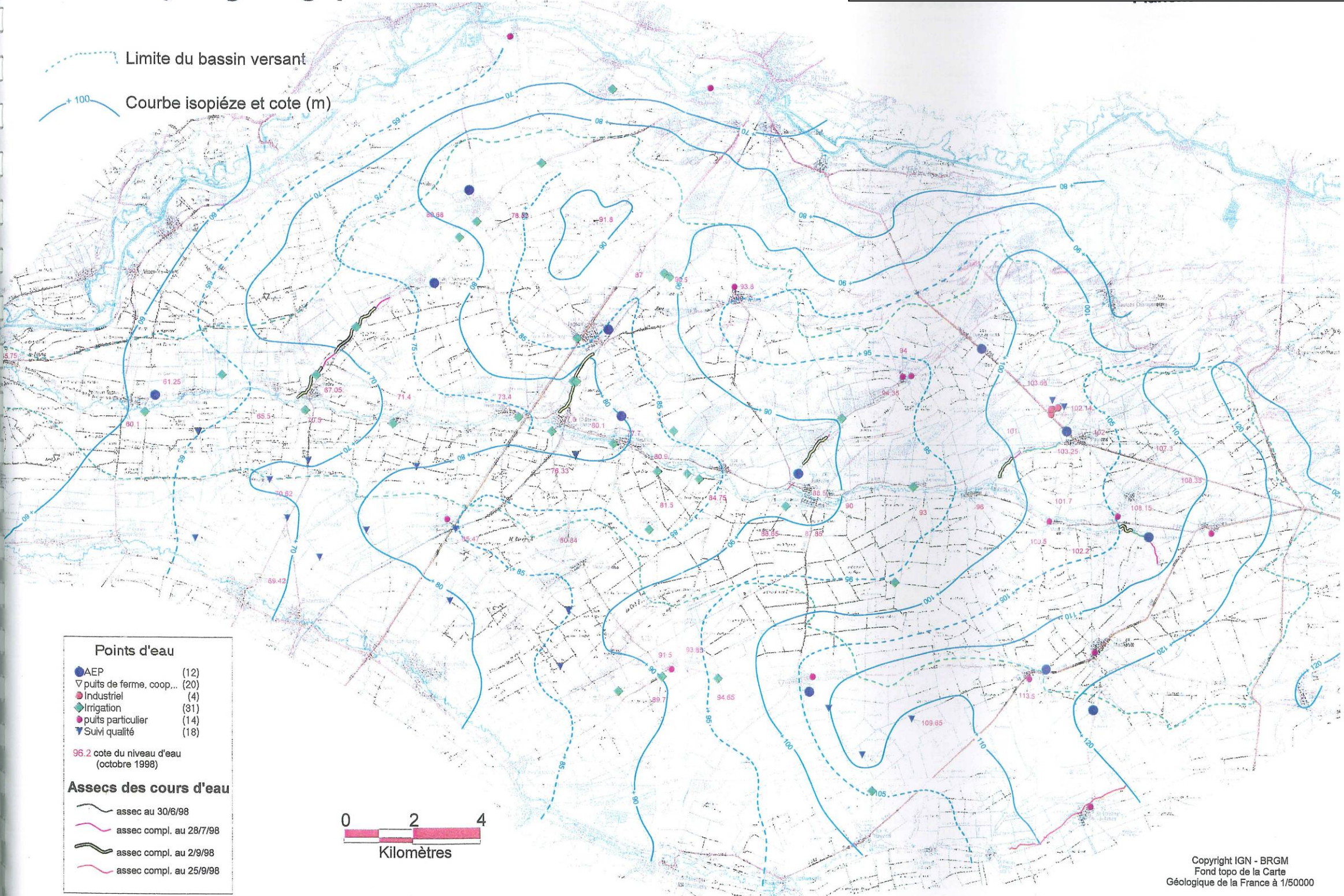
Surface piézométrique en Août-Septembre 1966

	Courbe hydroisohypse de la surface de la nappe de la craie (équidistance 10 m)		Courbe hydroisohypse maîtresse
	Courbe hydroisohypse de la surface de la nappe des Sables verts-Argovien (équidistance 20 m)		Courbe hydroisohypse supposée
	Courbe hydroisohypse intercalaire		Sens d'écoulement de la nappe
			Axe de drainage



Carte piézométrique dressée par ANTEA en 1998 (ANTEA, 1999)

Carte hydrogéologique du bassin de la Retourne



Annexe 2

Inventaire des prélèvements agricoles sur le bassin versant de la Retourne (source : DDAF 08)

lieu-dit_COMMUNE	Lieu dit_PARCELLE	NOM IRRIGUANT	ADRESSE IRRIGANT	INDICE_NATIONAL	COORD_L2E_X	COORD_L2E_Y	Prof. du prelev. (m)	cultures	Surface irriguée (Ha)	vol.(m3) outil retourne v1	vol. (m3) 2005	vol. (m3) 2006	vol. (m3) 2007	Récépissé_num	Récépissé_date
LE THOUR	La Fontenette ZW 6	BOUCHER J. Jacques	08190 IE THOUR	00866X0017	726 229	2 507 945	15	cultures légumes	80		2000	4000	4 274	2004-19	20/09/04
LE THOUR	Chemin de Mouchery ZP 44	LOBJOIS Michel	5 rue principale Bethancourt 08190 LE	00866X0019	725 197	2 507 632					900	1110	0	2001-04	22/06/01
ASFELD	le Parzy ZR n°2	G.A.E.C. de la Garenne M. YVERNEAU Philippe	18 rue J. Prévert 08190 ASFELD	01082X0018	730 444	2 497 830	25	cult. légum.	42		17132	16035	8 842	98-21	26/11/98
ASFELD	Le Champ de la Caille SH n° 70	M. BRIOIS J.M.	1 rue du 5ème R.I. 08190 ASFELD	01082X0031	730 115	2 499 187	60	cultures et élevage			0	0	0		18/06/96
HOUDILCOURT	AB 151 m.	M. PREVOTEAU J. Marie	2 rue Noël 51110 BOURGOGNE	01082X0032	728 637	2 492 826	35	p d terre	28	0	0	0	0	97-1	
AVAUX	la Sablonnière ZK 21	RENAULT Franck E.A.R.L. RENAULT	40 rue d'Ecry 08190 AVAUX	01082X0033	726 268	2 496 332	14	tabac brun	1		975	0	0	98-24	08/12/98
AVAUX	Les Croyes ZL 88	E.A.R.L. BEGUIN DELVAUX	51 rue d'Ecry 08190 AVAUX	01082X0035	725 316	2 497 054	14	tabac-bet. Luz. Orge	6		5276	3282	0	2000-17	03/08/00
HOUDILCOURT	La Voyette ZC n° 17	RIVENET Hubert. E.A.R.L. DES FONTENIS	08310 SAULT SAINT REMY	01083X0014	730 901	2 493 985	15	p. de terre pois	60	21360	20590	0	12 990	98-13	03/09/98
ROIZY	Chèvre Voie - ZB 26	SCEA TELLIER RENAUDIN	08190 - ROIZY	01083X0017	733 704	2 494 022	11	cult. légum	10	0	0	0	0	2000-11	
ROIZY	Fonds de l'Etang - ZC 121	SCEA TELLIER RENAUDIN	08190 - ROIZY	01083X0025	734 620	2 495 222	11	cult. légum	45	60000	95388	134 891	89 881	2000-10	
ROIZY	Les Gloriettes - ZE - 61	SCEA TELLIER RENAUDIN	08190 - ROIZY	01083X0026	733 843	2 493 446	11	cult. légum	7.53		0	0	0	2000-12	
SAULT-SAINT-REMY	Les Hamelles - AH 343	SCEA TELLIER RENAUDIN	08190 - ROIZY	01083X0027	733 167	2 493 237	11	cult. légum	154	130000	68960	48263	33 624	2000-13	18/05/00
SAULT SAINT REMY	La Vigne ZC n° 36	M. RIVENET Hubert E.A.R.L. DES FONTENIS	1 rue Pautrop 08190 SAULT SAINT	01083X0035	732 233	2 493 817	45	pommes de terre	15		0	23520	0	2005-12	29/04/05
TAGNON	Matagot B 201 n°1	Association BOUCHER-MACHEREZ	08300 TAGNON	01084X0007	741 322	2 493 984	18	p. de terre oignons	425	0	44060	47490	0	99-11	30/08/99
AVANCON	Longivas ZI	Sté Civile FERTE B. et J.	08300 - AVANCON	01084X0010	740 440	2 500 588	27	cult. légum.	50	56700	86700	59750	30 390	98-23	08/12/98
AVANCON	ZS 3	Sté Civile FERTE B. et J.	route de St Loup 08300 AVANCON	01084X0014	737 850	2 498 074	26	cult légum.	170	47200	46320	88030	35 340	98-22	08/12/98
BERGNICOURT	Le village ZB 19	E.A.R.L. BROSSSE	08300 - BERGNICOURT	01084X0022	739 729	2 492 895	30	p. de terre betteraves	52	14850	38875	48659	0	96-5	07/06/96
NEUFLIZE	puits 2 - Le Village - ZH n° 11	M. DEVULDER Jean-Pol SOCAVAR	08390 NEUFLIZE	01084X0023	742 551	2 492 156	20		25	19250	32920	54790	32 150	96-9	19/06/96
AVANCON	Ferme des Faucherelles ZR 09	E.A.R.L. HOURLIER	08300 AVANCON	01084X0026	738 354	2 498 703	38	p. de terre oignons	25	33600	45387	44785	11 841	99-10	22/09/99
TAGNON	ZR 60	MICHEL Pierre GAEC des AVERGERES	55, av. de la 2ème D.I. 08300 TAGNON	01084X0027	741 423	2 495 276	40	cult. lég.	120	48850	49569	59590	0	98-19	
AVANCON	Longival ZL 15	M. MICHELET Claude	28 rue Levallois 08300 AVANCON	01084X0029	739 539	2 500 020	50	oignons	6	127750	0	0	0	99-12	03/12/99
CHATELET-SUR-RETOURNE	Les Prés ZP 32 n°3	Association BOUCHER-MACHEREZ	08300 TAGNON	01084X0041	741 422	2 493 984	20	cult. légum.	425	101900	80970	105380	96 914	99-10	
TAGNON	Les Prés ZP 32 n°2	Association BOUCHER-MACHEREZ	08300 TAGNON	01084X0043	741 321	2 493 929	20	cult. légum.						99-09	
AUSSONCE	Les Arbres Madoux ZA 26	M. BOUCHEZ J. Louis E.A.R.L. BOUCHEZ	17 Rue de Chemy 08310 AUSSONCE	01088X0014	742 858	2 484 788	32	Cult. légum.	8	38400	0	0	0	98-10	02/09/98
MENIL LEPINOIS	Les Puisards ZI 25	MM. GALLAND C. et B. G.A.E.C. GALLAND	08310 MENIL LEPINOIS	01088X0015	743 709	2 489 492	50	carottes	11	7600	2078	21952	0		
NEUFLIZE	ZI 122 La Folie Lognart	M. DEWULDER J.P. SARL Lescieux Cie Sodivar	08300 NEUFLIZE	01088X0023	742 240	2 491 986					42110	29790	10 240	2002-03	29/05/02
CHATELET-SUR-RETOURNE	Les Fossés ZO 37	MACHEREZ Jérôme	08300 TAGNON	01088X0042	740 725	2 492 489	14	cult. légum. Betterave	35	30000	36873	36789	0	99-12	30/08/99
JUNIVILLE	Les Luquiaux ZX 14	MALTERRE Vincent GAEC MALTERRE	2bis rue Pont Paquis 08310 JUNIVILLE	01091X0021	749 389	2 493 065	16	p. de terre	20	31000	27956	35395	12 836	99-9	01/09/99
PERTHES	La Rancerelle ZV 6	E.A.R.L. LOGEART		01091X0026	744 128	2 497 160	40	cult. légum.	22	12490	22866	33465	10 828	96-4	
NEUFLIZE	puits 1- La Perrière - ZB 4 et 5	M. DENIMAL Daniel	44 rue des Lavandières 08300 NEUFLIZE	01091X0027	744 343	2 492 570	50	tabac	5	0	4780	0	0	97-8	
ALINCOURT	Fond de Vissenoy - YD n°14	SCEA ARIANE	9 rue du Pont Paquis 08310 Juniville	01091X0035	747 320	2 493 390	59	cultures légumes	15		0	0	0	2001-07	30/08/01
AUSSONCE	Côte des Bois ZH N° 41	M. BOUCHEZ J. Louis E.A.R.L. BOUCHEZ	17 rue de Chemy 08310 AUSSONCE	01095X0017	745 872	2 485 226	50	cultures	7.6		19273	41000	14 695	98-11	
JUNIVILLE	(ancien puits pas modifié) ZO - 25	M. HENRAT pour le G.A.E.C. DE CAZES (M. GUILLET Gilles)	21 rue Chichene 08310 JUNIVILLE	01095X0019	747 553	2 490 395	15	p. de terre	10		0	0	0	96-7	13/06/96
JUNIVILLE	puits existant creusé ZO - 27	M. HENRAT pour GAEC Des CAZES (M. GUILLET Gilles)	21 rue Chichene 08310 JUNIVILLE	01095X0020	747 775	2 490 384	30	p. de terre	40	87710	97901	124050	37 950	96-6	13/06/96
NEUFLIZE	puits 1 -La Coulise - ZP n° 22	M. DEVULDER Jean-Pol SOCAVAR	08390 NEUFLIZE	01095X0021	743 877	2 491 354	30	p. de terre	25	59500	58900	117280	24 360		
NEUFLIZE	puits 2- Les Mazures - ZP 17	M. BEAUDOIN Patrick	NEUFLIZE	01095X0022	744 808	2 491 303	12			0	0	0	0	97-9	
AUSSONCE	Le Village F n° 170	M. BOUCHEZ J. Louis E.A.R.L. BOUCHEZ	17 rue de Chemy 08310 AUSSONCE	01095X0023	744 145	2 485 252	45	cultures légumes	6	38400	0	0	24 960	99-1	08/02/99
NEUFLIZE	Le Calvaire ZD 8	M. BEAUDOIN Patrick	08300 NEUFLIZE	01095X0024	744 025	2 489 767	50	cultures légumes	20	65000	75381	68581	0	99-11	03/12/99
NEUFLIZE	Le Gros Terme ZP n° 57	M. BOUCHEZ J.L.		01095X0025	745 017	2 490 518	30	p. de terre	30	52700	70455	74000	0	97-10	13/03/97
JUNIVILLE	Le Plateau YD 13 à 17	M. HENRAT Pascal E.A.R.L. HENRAT	4 rue Chanteraine 08310 JUNIVILLE	01095X0030	750 112	2 490 712	30	cult. Légumes	15		0	32490	27 200	2000-9	
JUNIVILLE	Les Luquiaux ZX 14	MALTERRE Vincent GAEC MALTERRE	2bis rue Pont Paquis 08310 JUNIVILLE	01095X0031	749 906	2 491 203	16	p. de terre	20		0	0	0	2001-06	23/07/01
AUSSONCE	La Tête des Veaux ZH n° 11	E.A.R.L. ALSONTAINE Mme GUILLET F.	9 rue du Pont Paquis 08310 JUNIVILLE	01095X0037	745 396	2 484 776	60	cult. Légumières	20		0	0	0	2001-08	21/07/01
BIGNICOURT	ZL 003 - Les Bouilleux	G.A.E.C. LEGROS	08310 BIGNICOURT	01096X0011	751 051	2 488 173	42	p. de terre betteraves	30	45000	33413	36313	17 957	97-2	29/01/97
BIGNICOURT	ZC 89 - Les maillets	G.A.E.C. LEGROS	08310 BIGNICOURT	01096X0024	751 698	2 491 180	42	p. de terre oignons	7		19405	39457	0	2000-2	19/01/00
HAUVINE	La Perche ZK n°s 3,4,5,6,7	M. SIMONNET Bernard G.A.E.C. de Saint-Rémy	2 rue de la Neuville 08310 HAUVINE	01331X1004	750 498	2 481 922	45	endives	5	3000	0	0	0	98-15	03/09/98
SAINT PIERRE A ARNES	Le Mont de Sommepey ZM n° 72	M. MAILLART Jean-Paul E.A.R.L. du MONT NOTRE	3 rue de la Vallée 08310 SAINT PIERRE	01332X1032	754 275	2 479 600		TABAC	4		1845	3570	2010	2005-01	20/01/05
TOTAL	46 ouvrages dont seulement 43 situés dans le périmètre du modèle et pris en compte (il ne sera pas tenu compte des forages sur les communes de Le Thour et de Saint-Pierre-A-Arnes								2 102	1 132 260	1 149 258	1 433 707	539 282		

Annexe 3

Inventaire des prélèvements pour l'alimentation en eau potable (AEP) et pour l'industrie sur le bassin versant de la Retourne (source : AESN)

COMMUNE	INDICE	UTILISATION	XL2 (m)	YL2 (m)	Volume annuel (m3/an) 2005	Volume annuel (m3/an) 2006	Volume annuel (m3/an) 2007
AVANCON	01084X0011	eau potable	738104	2499654	21589	20764	Pas disponibles
CAUROY	01096X0001	eau potable	755687	2485690	12557	12557	
HOUDILCOURT	01082X0014	eau potable	728928	2493336	92056	108530	
JUNIVILLE	01095X0011	eau potable	748126	2491374	72357	86166	
LEFFINCOURT	01097X0001	eau potable	758665	2489690	33905	31103	
MENIL-ANNELLES	01092X0003	eau potable	753486	2495262	13972	15013	
NEUFLIZE	01084X0021	eau potable	742772	2492992	224527	224061	
PAUVRES	01092X0001	eau potable	756166	2492822	23783	23848	
PAUVRES (CADSAR)	01092X0020	eau industrielle	755686	2493318	101378	119112	
SAINT-LOUP-CHAMPAGNE	01083X0006	eau potable	737120	2496842	19428	20558	
TAGNON	01084X0018	eau potable	742335	2495565	101473	129642	
SAULCES-CHAMPENOISES	01093X0017	eau potable	757841	2495237	53303	59184	
MACHAULT	01097X0017	eau potable	763290	2485330	39489	38346	
LA NEUVILLE EN T.A.F.	01095X0005	eau potable	748589	2484867	34732	35027	

Annexe 4

Résultats de la campagne de jaugeage sur le bassin versant de la Retourne

Résultats de la campagne de jaugeage sur le bassin versant de la Retourne : 9 et 10 octobre 2007										
N° Point	Commune	COORD. X L2E	COORD. Y L2E	Surf BV elem	Surf cumulée	Q brut (m³/s)	Q elem (m³/s)	Qs (l/s/km²)	Rendements (l/s/km²)	
R1g	Pauvres	754365.55	2491821.2	19.68	19.68	0.12	0.12	5.89	5.89	5.89
R2d	Mont Saint Remy	755841.18	2490167.76	50.86	50.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
R3	Ville sur Retourne	753082.97	2490948.08	23.06	93.6	0.37	0.25	3.92	10.88	10.88
R4	Juniville	748872.39	2490577.22	27.96	121.56	0.44	0.07	3.62	2.61	2.61
R5d	Juniville	747914.38	2491033.09	31.56	31.56	0.00	0.00	0.13	0.13	0.13
R6	Alincourt	745913.34	2491326.61	17.38	170.5	0.62	0.17	3.61	3.61	3.61
R7	Le Chatelet sur Retourne	740868.36	2492620.99	31.12	201.62	0.72	0.10	3.55	3.18	3.18
R8d	Le Chatelet sur Retourne	740767.89	2493010.98	26.25	26.25	0.01	0.01	0.54	0.54	0.54
R9	Bergnicourt	738915.45	2492873.61	7.53	235.4	0.87	0.14	3.71	19.10	19.10
R10	Roizy	733561.71	2493294.65	27.44	262.84	0.86	-0.01	3.28	-0.40	-0.40
R11d	Saint-Loup-Champagne	734973.64	2495761.06	36.6	36.6	0.01	0.01	0.19	0.19	0.19
R12	Sault Saint Remy	732547.44	2493435.8	7.33	306.77	1.14	0.27	3.72	36.97	36.97
R13	Poilcourt-Sidney	728124.34	2492875.9	18.1	324.87	1.19	0.05	3.66	2.76	2.76
R14	Brienne sur Aisne	724176.46	2494077.03	9.6	334.47	0.98	-0.21	2.92	-22.29	-22.29

Annexe 5

Tableau des résultats de la campagne piézométrique sur le bassin versant de la Retourne et photographies de quelques points

Résultats de la campagne de piézométrie sur le bassin versant de la Retourne (9 et 15 décembre 2007)													
Index BSS	Identifiant	Commune	COORD X LZE	COORD Y LZE	Utilisation	Commentaire	Niveau d'eau/sol (m)	Nature du repère	Hauteur repère (m) sol	Cote estimée forage (m NGF)	Cote estimée de la nappe (m)	Cote estimée de la rivière (m)	Différence Nappe- rivière (m)
01082X0032	Po1	POILCOURT-SYDNEY	728637	2492826	Irrigation	Inaccessible à la mesure	0	0	0	0	0	0	0
01093X0019 2	Sr1	SAINT REMY LE PETIT	737975	2492614	Irrigation		1.3	Sommet tubage	0	74.5	73.2	73	0.2
01083X0025	Ro1	ROIZY	734671	2495210	Irrigation		1.1	Sommet margelle	0.4	74	72.9	68	4.9
01083X0026	Ro2	ROIZY	733843	2493446	Irrigation	Inaccessible à la mesure	0	0	0	0	0	0	0
01083X0027 ou 18 7	Ro3	ROIZY	733339	2493154	Irrigation		1.2	Dalle	0	70	68.8	68	0.8
01083X0037 ou 18 9	Sr2	SAULT-SAINT-REMY	732488	2494706	Domestique		3.3	Sommet margelle	0.3	93	89.7	67	22.7
01083X0035	Sr1	SAULT-SAINT-REMY	732233	2493817	Irrigation	Inaccessible à la mesure	0	0	0	0	0	0	0
01084X0004	Ta1	TAGNON	741854	2498777	Inutilisé	Sous un ancien réservoir en ruines	50.3	Sommet margelle	0	143	92.7	68	24.7
01084X0007	Ta3	TAGNON	741322	2493984	Irrigation		2.65	Sommet margelle	0.65	84	81.35	77	4.35
01084X0010	Av5	AVANCON	740440	2500568	Irrigation	Derrière la maison au bord du chemin	15.3	Dalle	0	99	83.7	68	15.7
01084X0022	Ber1	BERGNI-COURT	739660	2492881	Irrigation		1.7	Sommet margelle	0.3	80	78.3	78	0.3
01084X0026	Av1	AVANCON	738354	2495703	Irrigation	Inaccessible à la mesure	0	0	0	0	0	0	0
01084X0027	Ta2	TAGNON	741423	2495276	Irrigation	Inaccessible à la mesure	0	0	0	0	0	0	0
01084X0028	N2	NEUF-LIZE	743204	2492507	Irrigation		10.4	Sommet tubage	0	90	79.6	82	-2.4
01084X0029	Av3	AVANCON	739510	2500000	Irrigation	Inaccessible à la mesure	0	0	0	0	0	0	0
01084X0034	Av4	AVANCON	739485	2500027	Inutilisé	Inaccessible à la mesure	0	0	0	0	0	0	0
01084X0037	Av2	AVANCON	739042	2499743	Irrigation	Inaccessible à la mesure	0	0	0	0	0	0	0
01084X0041	Cha2	LE CHATELET SUR RETOURNE	741422	2493984	Irrigation		1.35	Dalle	0	98	86.65	77	9.35
01088X0014	Aus2	AUSSONCE	742858	2484788	Irrigation		7.15	Dalle	0	97	89.85	86	3.85
01088X0015	N8	NEUF-LIZE	743709	2489492	Irrigation	A côté d'un bassin de rétention	14.98	Dalle	0	105	90	85	5
01088X0023	N3	NEUF-LIZE	742240	2491986	Irrigation	Derrière le hangar	6	Sommet margelle	0.6	84	78	78	0
01088X0042	Cha1	LE CHATELET SUR RETOURNE	740725	2492489	Irrigation		2.15	Sommet margelle	0.2	79.5	77.35	77	0.35
01091X0021	J2	JUNVILLE	749388	2493065	Irrigation	Inaccessible à la mesure	0	0	0	0	0	0	0
01091X0026	Pe1	PERTHES	744128	2497160	Irrigation	Bloqué sur la crépine à 33.5m, toujours à sec	33.5	Sommet margelle	0.4	105	71.5	77	-33.5
01091X0027	N5	NEUF-LIZE	744077	2492676	Irrigation		23.3	Sommet tubage	0.2	112	88.7	83	5.7
01095X0017	Aus1	AUSSONCE	745872	2485226	Irrigation		13.95	Dalle	0	114	100.05	86	14.05
01095X0019	J1	JUNVILLE	747775	2490384	Irrigation	Inaccessible à la mesure	0	0	0	0	0	0	0
01095X0021	N4	NEUF-LIZE	743877	2491354	Irrigation		5.95	Sommet tubage	0.35	88	82.05	83	-0.95
01095X0022	N7	NEUF-LIZE	744808	2491303	Irrigation		2.65	Dalle	0	87	84.35	85	-0.65
01095X0023	Aus3	AUSSONCE	744145	2485252	Irrigation	Inaccessible à la mesure	0	0	0	103	0	0	0
01095X0031	J3	JUNVILLE	749829	2491241	Irrigation	Inaccessible à la mesure	0	0	0	0	0	0	0
01096X0011	B12	BIGNICOURT	751051	2488173	Irrigation	Inaccessible à la mesure	0	0	0	0	0	0	0
01096X0024	B11	BIGNICOURT	751698	2491180	Irrigation	Derrière le hangar	9.45	Dalle	0	101	91.55	94	-2.45
total de 33 ouvrages													
13	Inaccessibles à la mesure (cadencés / pompe bouchant totalement l'ouverture du puits / sonde restant bloquée sur la crépine)												
20	ouvrages dont la mesure piézométrique est techniquement réalisable												
2	ouvrages qui semblent servir à l'irrigation et qui ne sont pas dans la liste DDAF08												
3	ouvrages pour lesquels on a un doute sur l'indice BSS												

	
AUSSONCE (Aus1)	AUSSONCE (Aus2)
	
AVANCON (Av1) Inaccessible à la mesure	AVANCON (Av2) Inaccessible à la mesure
	
AVANCON (Av3) Inaccessible à la mesure	AVANCON (Av4) Inaccessible à la mesure

	
AVANCON (Av5)	BERGNICOURT (Ber1)
	
BIGNICOURT (Bi1)	CHATELET-SUR-RETOURNE (Cha2)
	
NEUFLIZE (N3)	NEUFLIZE (N5)

	
NEUFLIZE (N7)	NEUFLIZE (N8)
	
PERTHES (Pe01)	POILCOURT-SYDNEY (Po01) Inaccessible à la mesure
	
ROISY (Ro01)	ROISY (Ro02) Inaccessible à la mesure

	
SAULT-SAINT-REMY (Sar01)	SAULT-SAINT-REMY (Sar01)
	
TAGNON (Ta01)	TAGNON (Ta03)



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 6009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional Champagne-Ardenne
12, rue Clément Ader
BP137
51685 – Reims Cedex 2 - France
Tél. : 03 26 84 47 70