



BURGEAP

EAU - SOL - ENVIRONNEMENT

Région Centre Est - Agence de STRASBOURG

17 rue du Parc - OBERHAUSBERGEN

67088 STRASBOURG CEDEX 2 - FRANCE

Tél : 03.88.56.85.30 - Fax : 03.88.56.85.31

E-mail : bgpest@media-net.fr



Agence de l'eau
Rhin-Meuse

n° 23213

AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE

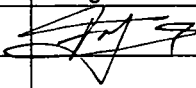
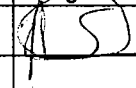
**ÉTUDE DE L'INCIDENCE DU CHÔMAGE DE LA MEUSE SUR L'ALIMENTATION
EN EAU POTABLE DES COLLECTIVITÉS ENTRE JOIGNY/MEUSE ET GIVET (08)**

Rapport final

AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE

**Étude de l'incidence du chômage de la Meuse sur l'AEP
des collectivités entre Joigny/Meuse et Givet (08)**

Rapport final

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature
Rapport final	10/11/98		F. Merheb		A. Durbec	
		a				
		b				
		c				
		d				

Numéro de rapport :	RST183
Numéro d'affaire :	A.4357
N° de contrat :	C.898231
Domaine technique :	T42

BURGÉAP

17, rue du Parc

Oberhausbergen

67088 STRASBOURG CEDEX 02

Téléphone : 03.88.56.85.30

Télécopie : 03.88.56.85.31

e-mail : bgpest@média-net.fr

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
I. PRÉSENTATION GÉNÉRALE	5
1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE	5
2. RAPPEL DESCRIPTIF DE L'OPÉRATION DE CHÔMAGE	7
II. RÉALISATION DES ESSAIS	9
3. LES CAPTAGES CONCERNÉS PAR L'ÉTUDE	10
3.1 Commune de Joigny/Meuse	10
3.2 Commune de Bogny/Meuse	16
3.3 Commune de Laifour	22
3.4 Commune de Revin	26
3.5 Commune de Fumay	36
3.6 Commune de Chooz	43
3.7 Commune de Givet	45
3.8 Moyens de suivi des niveaux de la Meuse	56
4. CONCLUSIONS GÉNÉRALES	57
4.1 Site de Joigny/Meuse	57
4.2 Site de Bogny/Meuse	57
4.3 Site de Laifour	57
4.4 Site de Revin	58
4.5 Site de Fumay	58
4.6 Site de Chooz/Givet	59

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Données générales (pluie, analyses d'eau)*
Annexe 2 : Figures et résultats de mesures sur le site de Joigny/Meuse
Annexe 3 : Figures et résultats de mesures sur le site de Bogny/Meuse
Annexe 4 : Figures et résultats de mesures sur le site de Laifour
Annexe 5 : Figures et résultats de mesures sur le site de Revin
Annexe 6 : Figures et résultats de mesures sur le site de Fumay
Annexe 7 : Figures et résultats de mesures sur le site de Chooz
Annexe 8 : Figures et résultats de mesures sur le site de Givet

AVANT-PROPOS

Régulièrement (au moins tous les cinq ans), la Meuse fait l'objet d'un chômage qui coïncide avec des vidanges plus ou moins importantes de certains biefs.

La période de chômage hydraulique prévue entre le 27 septembre et le 18 octobre 1998 a été utilisée pour vérifier de façon empirique et en grandeur nature les capacités de la nappe alluviale d'accompagnement en tant que ressource en eau disponible pour l'alimentation en eau potable des collectivités.

L'Agence de l'Eau Rhin-Meuse a confié au BURGEAP une étude de définition d'un programme de tests à mettre en oeuvre sur les captages AEP de cinq secteurs sensibles, et d'en suivre l'exécution. L'étude a pu préciser l'impact de l'abaissement des niveaux d'eau sur la nappe alluviale, et proposer des mesures palliatives aux ruptures éventuelles d'approvisionnement.

L'ensemble des investigations sur le terrain n'a pu se dérouler dans des conditions correctes sans la collaboration efficace de VNF, du Service de la Navigation (subdivision de Givet), des services techniques des communes concernées, de la Compagnie Générale des Eaux, de la Préfecture, de l'EDF (usine St Nicolas), de SEAA, de la DDAF et de la DDASS des Ardennes, que nous tenons à remercier.

I. PRÉSENTATION GÉNÉRALE

1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE

L'opération de chômage de la Meuse a été préparée par le Service de la Navigation. Elle a concerné 11 biefs entre Pont-à-Bar et la frontière Franco-Belge. Elle s'est déroulée entre le 27 septembre et le 18 octobre 1998.

Une première étude intitulée « Notice d'incidence du chômage de la Meuse » a été réalisée par le Service de la Navigation du nord-est (rapport ANTEA, août 98 A13847/A). Parmi les objectifs de cette étude, il était prévu d'identifier les captages utilisés pour l'alimentation en eau potable des collectivités dont l'exploitation serait gravement affectée par une baisse du niveau de la Meuse.

La finalité de l'opération, initialement prévue par le Service de la Navigation pour la réalisation de travaux sur les ouvrages hydrauliques, a été doublée de l'intérêt de tester le potentiel des captages recensés comme sensibles. L'Agence de l'Eau Rhin-Meuse a confié au BURGEAP une étude de l'incidence du chômage sur les captages se trouvant dans les 5 secteurs géographiques suivants :

Bief	Communes concernées	Captages concernés	Débit (m ³ /h)	Baisse de niveau prévue (m)	Organisme exploitant les captages
45	Joigny/Meuse	0069-2X-0007	80	0,7	Commune
	Bogny/Meuse	0069-2X-0073			CEO
		0069-2X-0074			
48	Laifour	0053-5X-0003	70	0,4	Commune
50	Revin	0052-8X-0036	175	1,5 à 2	CEO
53	Fumay	0053-1X-25 0053-1X-27 0053-1X-30	110	1	CEO
58	Chooz	0040-6X-0003 0040-6X-0031 0040-6X-0032		1,5 à 2	CEO
	Givet				CEO

Tableau 1 : Biefs et captages concernés par la baisse du niveau de la Meuse.

Il est à noter que les deux biefs n°45 et 48 ne font pas l'objet de travaux, leur baisse est envisagée par l'Agence de l'Eau pour l'étude spécifique de l'incidence du

chômage sur les captages AEP afin d'établir un programme de prévention des ruptures d'alimentation en eau en fonction des niveaux de la Meuse, et de prévoir la mise en place de solutions alternatives durant les périodes d'étiages prononcées ou de chômage.

Par ailleurs, rappelons que sur certains biefs (notamment celui de Revin n°50), la gestion habituelle des niveaux de la Meuse passe par des obligations de 'mise à blanc' pendant les situations de gel hivernal. Cette opération est rendue nécessaire pour éviter la formation de glaces en amont des barrages. Ces situations artificielles sont assimilées à des étiages sévères obligés dont le déclenchement et la durée sont fonction des conditions météorologiques.

L'étude est décomposée en quatre phases :

- ①- **Bibliographie et recueil documentaire** : Il s'agit de disposer de l'ensemble des données descriptives des captages AEP situés sur les cinq secteurs de l'étude. Par ailleurs, les moyens de mesures des niveaux de la Meuse seront recensés auprès de VNF. Les piézomètres pouvant servir pour le suivi du niveau de la nappe seront recherchés et testés avant leur intégration dans le dispositif de suivi.

Les données techniques sur les modalités d'exploitation et de stockage des captages seront également identifiées.

- ②- **Élaboration de la méthodologie des tests** : sur la base du programme défini par VNF, un programme de tests de la potentialité des captages a été défini sur chacune des communes concernées. L'amplitude et la durée de la baisse du niveau de la Meuse ont été définies en concertation avec VNF, les gestionnaires des captages, les Services publics et l'Agence de l'Eau.

Les modalités et les moyens de suivi des tests ont été définis par le BURGEAP.

Les gestionnaires de captages ont été sollicités en vue de mettre à disposition leur matériel disponible et leur personnel afin d'assurer le suivi sur le terrain.

- ③- **Suivi des tests** : Cette phase a été réalisée en coordination entre VNF, qui gère la vidange des biefs, et les gestionnaires des captages qui ont été chargés de mettre en oeuvre les tests.

- ④- **Synthèse de l'opération** : Les résultats des tests devront permettre de déterminer l'impact des fluctuations des niveaux d'eau de la Meuse sur les potentialités des captages étudiés. Des recommandations seront formulées pour définir les mesures à prendre afin d'assurer la continuité de

l'approvisionnement en eau des populations en fonction des niveaux de la Meuse.

L'objectif de l'interprétation des essais est d'analyser d'une manière empirique, l'influence de la baisse du niveau de la Meuse sur la productivité des captages concernés.

Pour le cas spécifique des communes de Chooz et Givet, il s'agit d'estimer, dans un régime proche du niveau d'étiage de la Meuse, l'interférence, sur les captages actuels de Chooz, de la mise en pompage d'un futur champ captant de Givet.

2. RAPPEL DESCRIPTIF DE L'OPÉRATION DE CHÔMAGE

Les 5 biefs concernés par le chômage ont été soumis à des contraintes différentes d'intervention de baisse de niveau. Nous pouvons ainsi les regrouper en trois catégories :

Motivation	Catégorie	N° de biefs	Demandeur du chômage	Captages concernés
Réfection souterrain de Ham/Meuse	1	58	Navigation Nord Est	aucun
Étude du potentiel de la ressource pour l'AEP	2	45 48	Agence de l'Eau	Joigny/Meuse Bogny/Meuse Laifour
Réfection souterrain de Revin Réfection écluse de V. Alcorps	3	50	Navigation Nord Est	Revin
Étude du potentiel de la ressource pour l'AEP		53	et Agence de l'Eau	Fumay

Tableau 2 : Contraintes affectant la baisse du niveau de la Meuse.

La Catégorie 1 regroupe les Biefs uniquement concernés par des travaux sur les ouvrages hydrauliques. Le demandeur du chômage est le Service de la Navigation du Nord Est. Les contraintes de la baisse du niveau de la Meuse et de la durée du chômage sont uniquement liées au type et aux conditions d'avancement des travaux par les entreprises. La durée prévisible de la baisse des niveaux a été de plusieurs semaines. Contrairement à ce qui a été mentionné dans le rapport d'étude d'impact de VNF, les

travaux sur ce bief ne devraient pas interférer directement sur les captages de Chooz et de Givet. En effet, le bief du cours naturel de la Meuse, qui passe à proximité des captages et de la centrale EDF est conditionné par un seuil fixe au droit du site EDF. Malgré l'arrêt du fonctionnement de la centrale pendant la période prévue pour les essais, les discussions entamées avec VNF ont permis de conclure à une impossibilité technique d'intervention manuelle sur le niveau de la Meuse dans ce bief. Les essais ont été donc réalisés en fonction du niveau 'naturel' du cours d'eau qui a été néanmoins affecté indirectement par le mode de gestion du vidange et du remplissage des biefs concernés par le chômage.

La Catégorie 2 regroupe les biefs concernés uniquement par l'opération de tests du potentiel de la ressource en eau. Le demandeur du chômage est l'Agence de l'Eau. Les contraintes de la baisse du niveau de la Meuse et de sa durée sont liées aux caractéristiques hydrogéologiques de la nappe et de l'équipement techniques des captages et surtout aux conditions d'approvisionnement en eau de la population. La durée et la date de la baisse de niveau ont été arrêtées en concertation entre les collectivités, le Service de la Navigation, l'Agence de l'Eau et le BURGEAP.

La Catégorie 3 regroupe les biefs concernés par une double motivation à la demande de la Navigation et de l'Agence de l'Eau. Sur ces biefs, les données les plus contraignantes ont été envisagées. Le programme de tests a tenu compte des besoins de l'alimentation en eau potable des collectivités et a intégré un volet d'étude permettant de mettre en oeuvre des moyens spécifiques pour l'alimentation en eau potable.

D'une manière générale, et dans une optique de simplification des opérations de baisse et de remontée des niveaux de la Meuse, il a été procédé aux tests sur les biefs de la catégorie 2 en début du chômage sur une durée représentative mais la plus courte possible, afin de libérer les contraintes sur ces biefs et de concentrer l'attention et les moyens sur les biefs les plus contraignants.

II. RÉALISATION DES ESSAIS

3. LES CAPTAGES CONCERNÉS PAR L'ÉTUDE

3.1 COMMUNE DE JOIGNY/MEUSE

3.1.1 Caractéristiques du site : La commune de Joigny/Meuse est située à 9 km au Nord-Est de Charleville. Son alimentation en eau potable est assurée :

- en 1927 par le captage d'une source qui a un débit très fluctuant en fonction des précipitations. Elle est actuellement abandonnée et le branchement sur le réseau existant est jugé vétuste ; la mise en conformité de la connexion a été envisagée en 97 avec la DDASS puis jugée financièrement déraisonnable ;
- à partir de 1962 - 65, par un forage équipé dans les alluvions, en rive droite de la Meuse, pour la fourniture de 30 m³/h pour un temps de fonctionnement de 3 heures.

A la demande du BURGEAP la commune a réalisé, le 10 septembre 98, un essai de pompage simplifié avec un débit de 30 m³/h pendant une durée de 3 heures. Le niveau statique de la nappe mesuré à la profondeur de 3,80 m, par rapport au repère zéro du forage, s'est rabattu de 0,41 m à la fin de la période de pompage, ce qui donne un débit spécifique de l'ordre de 73 m³/h/m de rabattement. L'échelle du niveau de la Meuse à Levrezy était à 2,40 m, et 2,50 à Joigny. Avant le démarrage du pompage, l'épaisseur de la nappe a été mesurée à 1,86 m.

En général, le niveau de la nappe est situé en limite du toit des alluvions ; en dehors des heures de pompage, le comportement de la nappe oscille, en fonction des saisons, entre nappe libre et captive.

Captage de Joigny/Meuse	
	Description des caractéristiques
Nombre de captage opérationnel	1
nombre de pompes	2
débits (nominal, moyen) (m ³ /h)	60 , 30
Épaisseur moyenne de la nappe (m)	2
Profondeur (m)	6,6 / TN
Perméabilité des alluvions (m/s)	?
Débit spécifique (m ³ /h/m)	60 à 73
Niveau statique / Niveau de la Meuse	-6,05 par rapport au repère (142,13 NGF) / échelle 2,40 à Levrezy et 2,50 à Joigny
Qualité de l'eau	problème bactériologique ;forage vulnérable
Protection contre les inondations	Oui
Traitement de l'eau	Adoucisseur à Neutralite, désinfection par chloration
DUP	1967 - 1980
Distance par rapport à la Meuse (m)	environ 50

Tableau récapitulatif des caractéristiques du captage de la commune de Joigny/Meuse.

3.1.2 Besoins en eau et capacité d'autonomie de la collectivité

La commune comptabilise 670 habitants (recensement 1990). La consommation moyenne actuelle est de $100 \text{ m}^3/\text{j}$.

La collectivité dispose d'un réservoir d'une capacité de 200 m^3 divisé en deux compartiments de 100 m^3 .

3.1.3 Contraintes d'exploitation

Le forage est équipé de deux groupes élévatoires centrifuges à axe vertical d'un débit unitaire de 25 à $30 \text{ m}^3/\text{h}$. L'exploitation est prévue avec une seule pompe en heures creuses sur une durée moyenne de 3 heures pour le remplissage du réservoir d'un équivalent du besoin quotidien d'environ 100 m^3 . Les deux pompes fonctionnent en alternance un jour sur deux.

Actuellement les crépines des pompes sont placées dans le surcreusement du puits, dans les schistes, pratiquement au niveau de la base des alluvions aquifères.

La mise en route du pompage est déclenchée par un automatisme relié au niveau-bas du réservoir. Son arrêt est piloté soit par un contacteur niveau-bas dans le forage, soit par un contacteur niveau-haut dans le réservoir.

3.1.4 Dispositif de suivi existant

Il n'existe pas de piézomètre au voisinage du forage d'exploitation. Les mesures ont été réalisées sur la Meuse au niveau du pont ainsi que sur le forage d'exploitation (points nivelés par l'étude).

3.1.5 Remarques particulières

Lors du chômage de 1992, la baisse du niveau de la Meuse à Levrezy et à Joigny d'environ $0,75 \text{ m}$ (mesure communiquée par l'éclusier à la commune), une arrivée importante de bulles d'air s'est fait ressentir sur le pompage.

En janvier 1997, lors de la baisse de la Meuse, de l'ordre de $1,75 \text{ m}$ à Levrezy, provoquée à cause du gel, le pompage s'est arrêté par assèchement de la colonne d'eau dans le forage.

3.1.6 Méthodologie de l'essai

La baisse prévue de $0,70 \text{ m}$ est du même ordre que celle qui a été produite en 1992. Il est probable, si tous les paramètres du forage sont restés inchangés, d'atteindre les limites des possibilités de pompage sur l'ouvrage existant.

L'objectif est donc de pratiquer une baisse du niveau de la Meuse, en deux paliers de 50 cm et de 1,00 m. Dans un premier temps, de suivre l'évolution des niveaux d'eau dans le forage, sans aucun pompage, et dans un deuxième temps, mettre la pompe en fonctionnement et de suivre l'évolution du niveau dynamique et du débit de la pompe.

Le réservoir a été rempli pour constituer un stock maximal avant le démarrage du chômage.

Les relevés manuels concerneront des mesures de niveaux statique (en l'absence de pompage) et dynamique (pendant le pompage) dans le puits, avant et pendant l'opération du chômage. L'enregistrement horaire des volumes pompés et des périodes de pompage a permis d'en déduire les débits d'exploitation.

Par ailleurs, le niveau d'eau de la Meuse a été relevé en parallèle par la commune à la hauteur du pont le plus proche et par la Navigation à Levrezy.

Sur le plan de la qualité de l'eau, en complément au suivi normal, il a été demandé à la commune d'effectuer un prélèvement d'eau brute de pompage avec analyses réglementaires lors du dernier jour de pompage en période de chômage.

3.1.7 Réalisation de l'essai

Le niveau de référence à Levrezy était de 2,40 m. La baisse du niveau de la Meuse a démarré à la fin de la journée du 27 septembre. Un premier palier, jusqu'à 8 heures du 29 septembre, d'environ 60 cm a été relativement bien maintenu au droit du barrage de Levrezy. En fin de journée, un lacher d'eau à Charleville a perturbé l'essai avec une oscillation de l'ordre de 20 cm (niveau le plus bas à 1,77 m).

Un deuxième palier d'environ 35 cm a été provoqué à partir de 8 heures du 29 septembre (niveau le plus bas à 1,45 m, soit une baisse globale de 0,95 m).

Un troisième palier de 25 cm a été provoqué à partir de 8 heures du 30 septembre (niveau le plus bas à 1,20 m, soit une baisse globale de 1,20 m).

La remontée a été déclenchée à partir du soir du 30 septembre à 19 heures.

Les besoins de la commune étant assurés, les essais se sont déroulés d'abord avec la pompe de 30 m³/h, puis avec une deuxième pompe rapportée avec un débit de 12 m³/h.

Compte tenu de la baisse réelle du niveau de la nappe, des essais de courtes durées ont été réalisés afin de tester la variation du potentiel de l'aquifère, d'abord pour un pompage de 30 m³/h puis de 12 m³/h.

3.1.8 Interprétation et recommandations

Dans les conditions de l'essai, le prolongement de la durée du chômage au delà d'une période d'une semaine entraînera inévitablement l'épuisement totale de la ressource en eau disponible au droit du puits actuel de la commune.

La vitesse de la baisse du niveau absolu de la nappe est plus faible que celle du niveau de la Meuse à Levrezy (en moyenne : 20 cm/j pour la nappe, contre 40 cm pour la Meuse), cf. figure reportée en annexe 2.

La sollicitation de l'aquifère par le puits AEP est illustrée dans le tableau suivant qui présente l'évolution dans le temps du rabattement dans l'ouvrage pour les débits de pompage de 12 et 30 m³/h :

	12 m ³ /h		30 m ³ /h
			14 h
10/9/98 avant le début du chômage			0,2 (10 ') 0,24 (30 ') 0,30 (60 ') 0,41 (180 ')
			14 h
28/9/98 (baisse de 0,6 m)			0,20 (10 ')
	11 h	17 h	16 h
29/9/98 (baisse de 0,95 m)	0,11 (30 ')	0,09 (30 ')	0,20 (10 ') 0,25 (30 ')
		16 h	15 h
30/9/98 (baisse de 1,2 m)		0,08 (30 ')	0,21 (10 ') 0,30 (30 ') 0,39 (60 ')

Tableau des rabattements de la nappe (m) en fonction du temps de pompage.

Les courbes de rabattement n'étant pas stabilisées, nous ne pouvons pas en déduire s'il y a eu une dégradation ou non du débit spécifique de l'ouvrage. Le rabattement pour le débit de 12 m³/h ne semble pas varier entre le 29 et le 30, celui du 30 m³/h se dégrade légèrement avec la diminution de l'épaisseur mouillée.

La variation de l'épaisseur mouillée de l'aquifère est illustrée dans le tableau suivant :

Date	Hauteur d'eau résiduelle par rapport au contacteur bas de la pompe	pour un pompage de 30 ' Epaisseur max / épaisseur min (% exploité)
10/9/98	0,94 m	1,86 m / 1,62 m (13 %)
28/9/98	?	1,73 m / ? m (?)
29/9/98	0,44 m	1,37 m / 1,12 m (18 %)
30/9/98	0,10 m	1,08 m / 0,78 m (28 %)

Tableau de la variation des hauteurs d'eau dans le puits (débit de 30 m³/h).

Pour les deux débits appliqués, les valeurs présentées dans le tableau qui précède ne montre pas qu'il y a une surexploitation du puits ; en effet, le pourcentage de l'épaisseur exploitée de la nappe ne dépasse pas 33 % généralement admis comme seuil de tolérance pour une bonne sauvegarde de l'état du captage.

Toutefois, il est clair que la majeure partie de la crépine du puits est dénoyée devenant ainsi le siège d'une oxygénation des fentes crépinées et du massif filtrant. Cette oxygénation entraînera une prolifération bactérienne qui colmatra progressivement le massif filtrant et les alluvions qui l'entourent. Par ailleurs, la nappe à l'équilibre, et plus spécialement hors étiage, est en régime captif (milieu réducteur), le dénoyage fréquent des alluvions, même en dehors de périodes de chômage, transforme la nappe en milieu oxydant. Ce changement devrait en principe entraîner une variation de la qualité physico-chimique des eaux pompées, qu'il s'agit de surveiller (Fer, manganèse, nitrates, oxygène dissous,...).

D'une manière générale, dans le cas **d'un étiage modéré et prolongé**, une diminution du débit d'exploitation ne pourra que préserver plus raisonnablement l'alimentation en eau de la collectivité. En effet, l'exploitation à 30 m³/h entraîne un rabattement dans le forage de l'ordre de 2,8 fois plus élevé qu'un débit de 12 m³/h.

L'illustration pratique de cette recommandation a été mesurée lors de la journée du 30 octobre :

- le pompage de 30 m³/h a frolé la cote de désamorçage de la pompe dans le puits (rabattement à la cote 134,81 NGF, le contacteur niveau bas du puits est à la cote 134,80 NGF), d'où un arrêt forcé du pompage ;
- la diminution du débit à 12 m³/h a permis de prolonger le pompage en gardant une épaisseur mouillée de l'ordre de 20 cm au-dessus des crépines de la pompe.

Dans ces conditions, les besoins de la commune seront servis par une durée de pompage de 8 heures au lieu de 3 heures actuellement (les heures creuses étant de 22 h à 8 h). Le second avantage global de cette recommandation est de limiter le dénoyage des crépines de l'ouvrage préservant la qualité du massif filtrant, prolongeant ainsi sa durée de vie.

Au delà d'une limitation du débit de pompage, il est fortement recommandé à la commune de renforcer son alimentation ¹ en eau pour répondre, à la fois à une nécessité de sécurisation de son captage vis-à-vis d'une pollution de la Meuse et au maintien d'une ressource de qualité en cas de chômage de la Meuse ou d'étiage sévère durables.

Dans le cas contraire, l'appel à un approvisionnement mobile (camions citernes, station de traitement des eaux de surface,...) devra se systématiser dans les cas d'étiages sévères prolongés.

Qualité de l'eau : l'analyse effectuée le 25/9/98, pendant le chômage de la Meuse, a montré une présence de 2 coliformes totaux par 100 ml dans les eaux du captage.

¹ *en envisageant, par exemple, les possibilités d'interconnexions avec d'autres communes voisines.*

3.2 COMMUNE DE BOGNY/MEUSE

3.2.1 Caractéristiques du site

La commune est alimentée par :

- deux forages qui sont situés en rive gauche de la Meuse et distants l'un de l'autre de 25 m. Forés en 1993, ils ont une profondeur de 4,50 m/TN. Le niveau statique moyen de la nappe est situé vers 0,86 m de profondeur/TN ;
- un complément en provenance de la source des Huttins qui permet de disposer d'un débit aléatoire entre 4 m³/h et 25 m³/h selon les saisons.

Captages de Bogny/Meuse	
	Description des caractéristiques
Nombre de captage(s) opérationnel(s)	2
nombre de pompes	2
débits (nominal, moyen) (m ³ /h)	80 , 50
Épaisseur moyenne de la nappe (m)	3
Profondeur (m)	4 à 5
Perméabilité des alluvions (m/s)	2,7 à 3,2.10 ⁻³
Débit spécifique (m ³ /h/m)	77 et 60
Niveau statique / Niveau de la Meuse	(134,1) NGF / ?
Qualité de l'eau	en corrélation directe avec la Meuse
Protection contre les inondations	Oui
Traitement de l'eau	désinfection par chloration
DUP	1993 en cours de mise à jour
Distance par rapport à la Meuse (m)	30

Tableau récapitulatif des caractéristiques des captages de la commune de Bogny/Meuse

Lors du chômage de la Meuse en janvier 97, un suivi des paramètres a été réalisé par l'exploitant et poursuivi depuis. Les mesures disponibles sont récapitulées dans le tableau suivant :

Date	Forage F1				Forage F2				F1+F2	Baisse relative du Niveau de la Meuse
	NS (m)	ND (m)	Q ₁ m ³ /h	Q _s m ³ /h/m	NS (m)	ND (m)	Q ₂ m ³ /h	Q _s m ³ /h/m	Q m ³ /h	
10/1/97	-1,9	-2,7	30		-2	-2,7	26		52	-2 m ?
13/1/97		-2,4				-2,45			34	
15/1/97		-2,5				-2,55			30	
16/1/97		-2,5				-2,55			30	
17/1/97		-2,4				-2,4			40	-1,75 m
18/1/97		-2,2	28			-2,5	32		60	
20/1/97		-1,9				-2,3			64	
6/5/97	-0,7	-0,9	24	120	-0,67	-1,03	39	108	63	
3/6/97	-0,6	-0,89	32	110	-0,57	-1,08	40	78	67	
25/5/98	-1,09	-1,47	40	105	-1,09	-1,60	38	75	75	
2/7/98	-0,88	-1,26	42	110	-0,86	-1,36	40	80	76	
9/9/98	-0,85	-1,06	42	(200)	-0,82	-1,03	39	(185)	80	

Suivi des niveaux d'eau (m) sur les forages de Bogny/Meuse

3.2.2 Besoins en eau et capacité d'autonomie de la collectivité

L'objectif de desservir 10.000 habitants (6002 recensés en 90) est programmé pour un débit de pompage global de 80 m³/h, évaluant les besoins à 1047 m³ par jour (temps de pompage en heures creuses entre 13 et 18 heures, avec un complément de 40 m³/h pendant les heures de pointe).

La commune est équipée de 4 réservoirs AEP correspondant aux capacités suivantes : Braux 600, Huttins 200, Rés. 4/4 500 et Levrezy 400 m³. Toutefois, l'alimentation des deux derniers étant assurée gravitairement par le réservoir de 600 m³, l'autonomie spécifique à l'alimentation en eau de la population se limite donc à un seul jour de consommation moyenne.

3.2.3 Contraintes d'exploitation

Les puits sont équipés par des groupes immergés KSB UPA 150S avec soupape de retenue.

Le corps des pompes est installé à -2,60 m (environ 132,4 NGF) par rapport à la dalle de l'avant-puits qui correspond approximativement au TN. Ce qui donne en moyenne une tolérance d'environ 1,70 m pour la baisse du niveau de référence de la nappe (baisse cumulée de la Meuse et du rabattement dû au pompage). Le niveau statique a été mesuré à la cote 134,1 NGF (d'après l'étude ANTEA) ; le nivellement

étant probablement déduit de la carte 1/25000, un nivellement a été effectué dans le cadre de l'étude.

Un calcul simplifié sur la base d'une hypothèse d'un pompage de 30 m³/h sur F1+F2 a produit un rabattement de 0,6 m sur F1 et 0,55 m sur F2 ; ce qui devrait laisser une tolérance propre à la baisse du niveau de la Meuse de l'ordre du mètre.

3.2.4 Dispositif de suivi existant

Il existe sur le site de Bogny/Meuse plusieurs piézomètres pouvant servir pour effectuer des mesures de suivi de la variation des niveaux d'eau dans la nappe. Deux ouvrages ont retenu toutefois notre attention, le premier PZ3¹ (profondeur 4,58 m, NS à 2,57 m) se trouve à proximité de la Meuse et le deuxième PZ4 (prof. 4,93 m, NS à 2,57 m) est situé entre les deux forages de pompage (diamètre intérieur 50 mm).

Ces ouvrages étanchéifiés (car situés dans une zone inondable) ont été ouverts pour les besoins de l'étude, l'exploitant devant veiller par la suite à leur remise en état à la fin des tests.

3.2.5 Remarques particulières

Lors du chômage de janvier 97, la baisse du niveau de la Meuse (d'après les données obtenues à la mairie de Joigny) a été de 1,75 m à Levrezy ; le pompage à Bogny a été réduit à 38 % de sa production moyenne (pompage de 30 m³/h au lieu de 80). Les pompes ont été bridées pour assurer un fonctionnement régulier.

Il existe sur la commune de Bogny/Meuse des prises d'eau directes dans la Meuse pour des usages industriels (Ateliers des Janves et Lenoir & Mernier) ; pour un bon fonctionnement de ces captages et la satisfaction des besoins, la Mairie a informé les industriels des conditions de déroulement de l'opération du chômage et de la disponibilité d'une alimentation à partir du réseau d'adduction de la commune.

3.2.6 Méthodologie de l'essai

Pour toutes choses restant égales, et par référence à la baisse du niveau de la Meuse en janvier 97 (de l'ordre de 1,75 m à Levrezy) associée à une réduction du pompage de 62% de sa capacité normale, la baisse prévue (rapport VNF d'ANTEA, étude d'impact) en septembre 98 de 0,7 m ne devrait pas fortement affecter les deux forages. La baisse prévisible de la production se situerait autour de 20%, soit une possibilité de pompage de l'ordre 60 à 65 m³/h.

Théoriquement, les besoins de la commune, estimés à 1000 m³/jour, devraient être garantis par un pompage sur une durée normale de 17 heures. Il est même raisonnable de croire que la demande en pointe puisse être assurée sans difficulté particulière.

¹ Les mesures sont effectuées par rapport au haut du tubage.

Dans ces conditions, la baisse de niveau de la Meuse a été revue à l'augmentation afin de mieux cibler l'essai sur le potentiel de la ressource.

Le suivi de l'essai a été effectué par des mesures des niveaux d'eau, dans la Meuse par la Navigation (barrages de Levrezy et Joigny), dans la nappe par l'exploitant qui a assuré les relevés sur deux piézomètres (PZ3 et PZ4) ainsi que sur les deux forages d'exploitation. Les relevés ont concerné des mesures de niveaux statique (en l'absence de pompage) et dynamique (pendant le pompage) dans chaque puits, avant et pendant l'opération du chômage. L'enregistrement horaire des volumes pompés et des périodes de pompage a permis d'en déduire les débits d'exploitation.

Les cotes de nivellement étant issues d'une carte au 1/25000 ème, un nivellement du repère des ouvrages de suivi a été réalisé en cours de l'étude.

Comme précaution de réserve, il a été demandé à l'exploitant de préparer les équipements d'exhaure au cas où une nécessité de diminution du débit de pompage se révélerait indispensable au déroulement de l'essai (vannage du système de pompes).

Sur le plan de la qualité de l'eau, en complément au suivi normal, il a été demandé à la commune d'effectuer un prélèvement d'eau brute de pompage avec analyses réglementaires lors du dernier jour de pompage en période de chômage.

3.2.7 Réalisation de l'essai

Le niveau de référence à Levrezy était de 2,40 m. La baisse du niveau de la Meuse a démarré à la fin de la journée du 27 septembre. Un premier palier, jusqu'à 8 heures du 29 septembre, d'environ 60 cm a été relativement bien maintenu au droit du barrage de Levrezy. En fin de journée, un lacher d'eau à Charleville a perturbé l'essai avec une oscillation de l'ordre de 20 cm (niveau le plus bas à 1,77 m).

Un deuxième palier d'environ 35 cm a été provoqué à partir de 8 heures du 29 septembre (niveau le plus bas à 1,45 m, soit une baisse globale de 0,95 m).

Un troisième palier de 25 cm a été provoqué à partir de 8 heures du 30 septembre (niveau le plus bas à 1,20 m, soit une baisse globale de 1,20 m).

La remontée a été déclenchée à partir du soir du 30 septembre à 19 heures.

Dans l'objectif de soutirer à la ressource les besoins planifiés, le trop plein éventuel des réservoirs a été acheminé vers le réseau.

Le pompage a été maintenu en marche forcée à un débit de 78 m³/h pendant la journée et en pilotage automatique entre 23 heures et 8 heures. La baisse du niveau d'eau dans les forages a nécessité une intervention de vannage sur les pompes afin de ne pas provoquer des arrêts forcés par le dénoyage des pompes.

3.2.8 Interprétation et recommandations

L'effet de la baisse du niveau de la Meuse sur la nappe se fait ressentir régulièrement mais avec une amplitude plus faible (estimée à 65%). Les mesures effectuées sur le piézomètre Pz3, situé à proximité du cours d'eau, sont reportées sur le graphique de l'annexe 3 ; la pente de la droite reliant les points hauts mesurés correspond à une baisse régulière de l'ordre de 26 cm par jour, à comparer avec la baisse de la Meuse de 1,20 m en 3 jours (40 cm par jour).

la variation des épaisseurs exploitées dans chaque forage est présentée dans le tableau suivant :

	28 septembre 98 valeur haute/basse	29 septembre 98 valeur haute/basse	30 septembre 98 valeur haute/basse
F1	3,07 / 1,83 (40%)	2,80 / 1,45 (52%)	2,54 / 1,44 (57%)
F2	2,92 / 1,96 (33%)	2,68 / 1,44 (46%)	2,43 / 1,30 (47%)

Tableau des épaisseurs mouillées de la nappe dans les forages (en m).
les valeurs basses sont prises à 23 heures. Les pourcentages indiquent les proportions de l'épaisseur mouillée exploitée par rapport à l'épaisseur disponible.

La quasi totalité des pourcentages d'épaisseur exploitée est supérieure ou égale au seuil de 33% de l'épaisseur disponible de la nappe. Il est communément toléré que cette valeur ne devrait pas dépasser ce seuil pour ne pas provoquer un écoulement turbulent dans le massif filtrant de l'ouvrage entraînant ainsi une accélération de sa dégradation et de son colmatage.

Les paramètres d'évolution de la productivité sur chaque forage sont présentés dans les deux tableaux suivants :

Date	Baisse de la Meuse (m)	Débit pompe (m ³ /h)	Rabattement (m)	Débit spécifique (m ³ /h/m)	% de l'épaisseur exploitée
2/7/98 avant le chômage	0	42	0,38	110	12
28/9/98	0,60	42	1,01	41	40
29/9/98	0,95	36	1,25	28	52
30/9/98	1,20	36	1,07 ¹	33	57

Tableau de l'évolution des paramètres de productivité du forage F1

¹ Le pompage a été arrêté par dénoyage de la pompe.

Date	Baisse de la Meuse (m)	Débit pompé (m ³ /h)	Rabattement (m)	Débit spécifique (m ³ /h/m)	% de l'épaisseur exploitée
2/7/98 avant le chômage	0	40	0,50	80	17
28/9/98	0,60	40	1,23	32	33
29/9/98	0,95	35	1,35	25	46
30/9/98	1,20	35	1,10 ¹	31	47

Tableau de l'évolution des paramètres de productivité du forage F2

Le débit spécifique et le % d'épaisseur de nappe exploitée se sont nettement dégradés au cours de la période de l'essai. La perte estimée en débit spécifique est de l'ordre de 330 % pour F1 et 250 % pour F2.

Les niveaux d'eau, pendant les cycles de pompage automatique de nuit, ont dépassé la cote du contacteur bas dans les deux ouvrages ; des arrêts forcés ont été déclenchés provoquant une baisse du volume global prélevé. Il est à noter que la lame d'eau restant dans les deux forages à 23 heures avoisinaient 0,80 et 0,6 m, ce qui nécessitaient, par précaution, de vanner les pompes pendant la nuit afin d'assurer un approvisionnement minimal des besoins de la commune.

Dans ces conditions d'exploitation, les prélèvements globaux effectués sur les deux forages sont restés de l'ordre de 850 m³/jour pour un besoin estimé à plus de 1000 m³/j.

Pour un étiage de -1,20 m de la Meuse qui durerait plus longtemps, en extrapolant la courbe de d'incidence sur la nappe, on constate que la ressource en eau souterraine se tarira et ne pourra plus être exploitée en moins de 10 jours.

Pour remédier à ce type de situation d'étiage sévère, en supposant que la deuxième ressource en eau superficielle est également indisponible (étiage ou pollution), la commune devra étudier les possibilités de renforcement de son alimentation en eau potable. En l'absence d'autres ressources proches ou d'interconnexions possibles, la réalimentation artificielle pourra être envisagée à partir des eaux de la Meuse. Ce type de solution devra être étudié en examinant les contraintes topographiques et géologiques du site ainsi que de la sécurisation, sur le plan de la qualité, des eaux infiltrées dans la nappe.

Qualité de l'eau : la qualité de l'eau mesurée entre 95 et 98 est relativement stable. Aucun des paramètres mesurés ne dépasse la norme AEP. Une présence de Fer et de Mn est notée respectivement autour de 0,1 mg/l et 10 µg/l. L'analyse prévue pendant l'essai n'a pas été réalisée.

¹ Le pompage a été arrêté par dénoyage de la pompe.

3.3 COMMUNE DE LAIFOUR

3.3.1 Caractéristiques du site : La commune de Laifour dispose d'un seul forage pour l'alimentation en eau de la population. Il est situé à l'Est du village, en rive gauche de la Meuse. Réalisé en 1965, le forage est équipé jusqu'à la profondeur de 4,5 m ; il capte les alluvions qui ont une épaisseur de 2,5 m.

Captage de Laifour	
	Description des caractéristiques
Nombre de captage opérationnel	1
nombre de pompes	2
débits (nominale, moyen) (m ³ /h)	16 et 11
Épaisseur moyenne de la nappe (m)	2,5
Profondeur (m)	4,5
Perméabilité des alluvions (m/s)	4.10 ⁻²
Débit spécifique (m ³ /h/m)	120 m ³ /h/m
Niveau statique / Niveau de la Meuse	-0,5 TN / ?
Qualité de l'eau	problème bactériologique, proximité d'une aire de parkings d'immeubles
Protection contre les inondations	tête de l'ouvrage hors inondation
Traitement de l'eau	Adoucisseur à Neutralite et désinfection à ultraviolet
DUP	1988
Distance par rapport à la Meuse (m)	25

Tableau récapitulatif des caractéristiques des captages de la commune de Laifour

3.3.2 Besoins en eau et capacité d'autonomie de la collectivité

Les besoins des 691 habitants (585 recensés en 1990) sont estimés entre 60 m³/jour et 120 m³/j en pointe, 100 m³/j en moyenne selon les responsables des services techniques de la mairie.

La commune est équipée de deux réservoirs ayant une capacité totale de 300 m³, ce qui leur confère une autonomie moyenne de l'ordre de 3 jours.

3.3.3 Contraintes d'exploitation

Le forage est équipé de 2 pompes immergées d'un débit unitaire de 16 m³/h et 11 m³/h ; elles fonctionnent en alternance selon les besoins pendant les heures creuses.

Lors de notre passage sur le terrain le 9/9/98, en compagnie de l'employé municipal, nous avons relevé une épaisseur mouillée de l'aquifère de 2,29 m sans pompage. Les contacteurs haut et bas de la pompe sont placés respectivement à 1,5 m et à 2 m du niveau de la dalle de l'avant-puits, autorisant une tolérance de rabattement global de la nappe d'environ 1,5 m. En tenant compte du faible rabattement spécifique au pompage (13 cm pour 16 m³/h), la marge de manoeuvre pour la baisse du niveau de la Meuse serait de l'ordre de 1,4 m.

3.3.4 Dispositif de suivi existant

En dehors de l'ouvrage de captage, il n'existe pas de point d'accès à la nappe des alluvions qui peuvent servir au suivi du niveau piézométrique.

3.3.5 Remarques particulières

D'après les responsables techniques de la commune, aucun incident n'a été relevé lors des précédents chômages de la Meuse, notamment celui de janvier 1997.

Les propriétés de ce forage sont remarquables ; elles ont été mesurées en 1965 estimant un débit spécifique de 120 m³/h/m de rabattement. Toutefois, la faible épaisseur de l'aquifère capté lui confère un caractère fragile nécessitant une surveillance de l'évolution de la qualité de son équipement afin d'éviter la création d'une perte de charge dans l'ouvrage ou le colmatage de sa crépine et de son massif filtrant.

Compte tenu de la configuration actuelle du captage, il n'est pas à attendre une interférence notable entre la baisse prévue de 0,4 m sur la Meuse et le potentiel réel de l'ouvrage.

3.3.6 Méthodologie de l'essai

L'objectif prioritaire fixé sur ce captage est de valider les caractéristiques hydrogéologiques de l'ouvrage mesurées en 1965.

Dans cette optique, le suivi de l'essai a été confié à la commune sur la base de mesures de niveaux statique (en l'absence de pompage) et dynamique (pendant le pompage) dans le puits avant et pendant l'opération du chômage. Le suivi du niveau de la Meuse a été assuré par le Service de la Navigation.

L'enregistrement horaire des volumes pompés et des périodes de pompage a permis d'en déduire les débits d'exploitation.

Dans les documents consultés, les cotes étant relevées à partir de la carte 1/25000 ème, un nivellement du repère du forage a été réalisé en cours de l'étude.

Sur le plan de la qualité de l'eau, en complément au suivi normal, il a été demandé à la commune d'effectuer un prélèvement d'eau brute de pompage avec analyses réglementaires lors du dernier jour de pompage en période de chômage.

3.3.7 Réalisation de l'essai

La baisse du niveau de la Meuse a été mise en oeuvre du 28 septembre jusqu'au premier octobre. La baisse totale du niveau de l'eau est de 40 cm.

Les niveaux d'eau dans le forage ont été mesurés par le technicien de la commune de Laifour entre 8 heures et 17 heures. Le volume d'eau pompé a été enregistré tous les jours à 8 heures.

Une seule pompe a été sollicitée avec un débit de l'ordre de 16 m³/h.

3.3.8 Interprétation et recommandations

Le faible rabattement du niveau de la nappe sur le forage de Laifour a été confirmé pendant l'essai, le débit spécifique est calculé à 100 m³/h/m de rabattement.

Lors de la période de pompage, il semble que la cote du contacteur niveau bas, de l'automatisme de mise en route de la pompe, a été frolée (126,91 NGF).

Les paramètres de production sur ce forage sont récapitulés dans le tableau suivant :

Date	NS (NGF)	Epaisseur de la nappe (m)	Rabattement (m)	Débit spécifique (m ³ /h/m)	% épaisseur exploitée de la nappe
14/10/87	?	?	0,13	120	?
9/9/98	128,47	2,29	-	-	-
29/9/98	127,24	1,06	0,16	100	15 %
4/11/98	129,21	3,03	-	-	-

Tableau des paramètres de productivité du forage de Laifour

Le fond du forage de Laifour est situé à la cote 126,18. La hauteur du tubage crépiné est de 1 mètre. La productivité de cet ouvrage est excellente, néanmoins il est situé dans un contexte qui pourrait devenir fragile par son exposition à une forte variation du niveau de la nappe. En effet, les mesures réalisées à des périodes contrastées, entre le 9 septembre et le 4 novembre 1998, montrent que l'épaisseur de la nappe exploitable a varié entre 1,06 et 3,03 m (285 %).

Un étiage sévère durable ou un chômage associé à un niveau bas de la Meuse peuvent contribuer à la baisse importante du niveau de la nappe au droit du forage de Laifour. Pour ces périodes critiques la faible épaisseur de la nappe exploitée nécessite deux mesures préventives :

- une vérification périodique de l'état du fond de l'ouvrage afin d'éviter un ensablement durable, entraînant une diminution de la hauteur de la crépine et de l'épaisseur mouillée de l'aquifère exploitée ; cette mesure préventive pourra être associée à une inspection caméra de l'état de la crépine et des ouvertures, utile après 33 ans d'usure de l'ouvrage ;
- lors des périodes critiques, envisager un décalage vers le bas, d'environ 40 cm, de l'ensemble de l'équipement d'exhaure (pompe et contacteurs) afin de disposer d'une marge supplémentaire de rabattement prolongeant la possibilité d'alimentation de la commune.

Qualité de l'eau : la qualité de l'eau mesurée entre 95 et 98 est relativement stable. Aucun des paramètres mesurés ne dépasse la norme AEP. Une présence de Fer et de Mn est notée respectivement autour de 0,03 mg/l et 2 µg/l. Pendant la période de chômage de la Meuse ces caractéristiques sont restées quasiment identiques.

3.4 COMMUNE DE REVIN

3.4.1 Caractéristiques du site

L'alimentation de Revin à partir de la station de pompage d'Orzy (eau de la Meuse) et de la source du Chatelet a été remplacée en 1996 par un champ captant. Celui-ci est situé au sud immédiat de la ville, en rive droite de la Meuse. Les 5 forages alignés sur 110 m ont été forés dans les alluvions et équipés sur une profondeur de 6 m. Ils sont reliés par une conduite en siphon qui amène l'eau vers un ouvrage collecteur situé à 250 m en aval. Le débit de pompage est évalué à partir de l'ouvrage collecteur vers le réservoir à 175 m³/h.

Chacun des forages peut être isolé par vannage sur la conduite en siphon.

Captages de Revin	
	Description des caractéristiques
Nombre de captages opérationnels	5 + ouvrage collecteur
nombre de pompes	2 pompes au collecteur
débits (nominale, moyen) (m ³ /h)	2x175
Épaisseur moyenne de la nappe (m)	2,5 à 3 m
Profondeur (m)	6 / TN
Perméabilité des alluvions (m/s)	entre 2 et 8.10 ⁻³ (nappe captive)
Débit spécifique (m ³ /h/m)	18 - 9 - 18 - 16 - 10
Niveau statique / Niveau de la Meuse	123,6 NGF / ?
Qualité de l'eau	l'hydrogéologue prescrit une surveillance du Fe et Mn.
Protection contre les inondations	puits boulonnés étanches
Traitement de l'eau	désinfection par chloration
DUP	en cours
Distance par rapport à la Meuse (m)	30

Tableau récapitulatif des caractéristiques des captages de la commune de Revin

Le rapport de l'hydrogéologue note un relatif colmatage de la berge en rive droite de la Meuse, entraînant le report du front d'alimentation calculé à 88 m au lieu de 30 mesuré sur le terrain. Ce colmatage aurait pour conséquence de retarder les effets de variation du niveau du cours d'eau (l'effet serait inférieur à 24 heures).

Pour lutter contre la baisse du potentiel de la ressource, en cas d'étiages, une réalimentation de nappe a été envisagée à partir de l'eau du bassin de Witaker qui constitue le bassin inférieur de la station de transfert d'énergie par pompage de l'usine Saint Nicolas d'EDF. La prise d'eau est située en dessous du niveau le plus bas du bassin. L'eau, analysée comme conforme aux normes de potabilité sauf d'une manière

aléatoire pour la turbidité, l'aluminium, le fer, les germes ou les fluorures. L'amenée de l'eau jusqu'au champ captant se fait ainsi par simple écoulement gravitaire.

L'injection de l'eau dans la nappe est prévue au moyen de deux forages de diamètre 800 mm, profonds de 6 m, équipés en tubes inox crépinés sur toute la hauteur des alluvions avec un pourcentage de vide de 30% (nervures repoussées avec un slot de 4 mm). Un massif en gravier siliceux de calibre 6/10 entoure la crépine.

L'eau arrivant avec une pression d'environ 3 bars, chaque forage est équipé d'un robinet de type tout ou rien qui maintient un niveau d'eau constant dans l'ouvrage à l'aide d'un flotteur (à environ 50 cm du sol). Ce dispositif permet d'éviter la surcharge des forages risquant de déstabiliser la couche d'argiles qui surmonte les alluvions.

Chaque forage est prévu pour recevoir un débit de 100 m³/h en exploitation ; la conduite d'amenée est équipée d'une vanne au niveau du regard de comptage placé à la sortie de l'usine EDF.

L'implantation des forages a été décidée à proximité de l'ouvrage de captage qui a été caractérisé comme le plus productif des cinq forages lors des essais de débits réalisés.

Un développement des puits de réinjection aurait été réalisé mais les résultats ne sont pas disponibles.

3.4.2 Besoins en eau et capacité d'autonomie de la collectivité

Les besoins d'alimentation en eau potable de la commune sont estimés à 2300 m³/j en production et à 3500 m³/jour en pointe pour 9523 hab. (recensement 1990). Le pompage est programmé pour fonctionner à 175 m³/h pendant 13 heures/jour en moyenne et 20 heures en pointe.

Lors du chômage de la Meuse en janvier 97, et en raison de fuites importantes du réseau dues au gel dans les conduites, les besoins de pointe ont été évalués à 3750 m³/j.

'Au terme des essais et études, ANTEA indique que les besoins en eau (aspect quantitatif) seront satisfaits en condition normale par les captages. Par contre, dans les conditions de chômage de la Meuse, le champ captant ne sera plus en mesure de fournir 2200 à 3500 m³/j nécessaires. Dans ces conditions, une réalimentation locale de la nappe et/ou la mise en place d'un nouveau point de prélèvement sur une autre ressource se doivent d'être envisagées.' (d'après le rapport de l'hydrogéologue agréé du 21 mai 1997).

La commune dispose de 3 réservoirs d'une capacité unitaire de 1100 m³, soit une autonomie d'alimentation d'une journée.

3.4.3 Contraintes d'exploitation et de réalimentation

Le fond des forages est à la cote 118 m NGF, la tête des ouvrages est entre 124,31 et 124,72 m. Les puits sont équipés d'un tube en acier inox de diamètre 400 mm sur 3,5 m environ avec des crépines à nervures repoussées (ouverture 1,5 mm, pourcentage de vide 15%) sur une hauteur de 3 m. (cf. figure reportée en annexe 5).

Les ouvrages sont situés dans une zone inondable ; le niveau de plus hautes eaux a été relevé à 127 NGF, soit 2,5 m au-dessus des têtes de forages.

L'exhaure se fait par une conduite de captage en inox de diamètre 110 mm qui est placée dans chaque forage jusqu'à 50 cm du fond ; elle est connectée à la conduite de siphonnage en PEHD de 315 mm de diamètre. Chaque forage peut être isolé par une vanne appropriée. Le fond de l'ouvrage collecteur est à la cote 116,79 NGF, la tête de l'ouvrage est à 127,4 NGF. Le siphon plonge jusqu'à la cote 117,19.

Le puits collecteur est équipé de 2 pompes de débit unitaire $175 \text{ m}^3/\text{h}$ fonctionnant en alternance. L'eau est refoulée vers une bache de 50 m^3 , puis vers le réservoir de Sarnizon de capacité 2200 m^3 situé à la cote radier 200 m, d'où s'effectue la distribution et l'alimentation du réservoir d'Orzy de capacité 1100 m^3 situé à la cote radier 230.

Le dispositif de réalimentation, mis en place, n'a jamais été testé dans des conditions d'étiage. La nappe étant normalement en position captive sous les argiles, son faible coefficient d'emmagasinement ne permet pas de réinjecter de l'eau en quantité suffisante.

Pendant les périodes de forte baisse du niveau de l'eau, la nappe devenant « à caractère libre », son coefficient d'emmagasinement devient alors plus important (de l'ordre de sa porosité efficace) et autorise ainsi les possibilités de réalimentation. Toutefois, des contraintes importantes caractérisent un tel dispositif de réalimentation de la nappe. On peut noter :

- le contrôle des pressions d'arrivée d'eau et des débit de réinjection à répartir sur chaque puits ;
- le contrôle des paramètres catalyseurs du colmatage des ouvrages de réinjection et du milieu poreux alluvial. Les principaux paramètres identifiés à ce jour sont : la turbidité relevée dans les eaux du bassin Witaker, la présence de bulles d'air, et d'une manière générale d'éventuelles Matières en Suspension, qui, sous la pression mise en jeu, obstruent les pores des alluvions ;
- le contrôle de la qualité de l'eau réinjectée qui transitera rapidement vers l'ouvrage collecteur.

Le dispositif étant prévu pour fonctionner sur des périodes relativement courtes, le risque quantitatif sera limité ou nul. Toutefois, il faudra veiller à ne pas colmater

mécaniquement le milieu poreux (MES ou bulles d'air), car la productivité du champ captant s'en ressentira même en périodes normales et les techniques de décolmatage du massif alluvial sont très coûteuses.

3.4.4 Dispositif de suivi existant

Les débits d'arrivée d'eau de Witaker ainsi que de l'exhaure ont été suivis par comptage volumétrique ; on y a associé l'enregistrement des temps de fonctionnement (réinjection et pompages) avec le plus de détail possible.

Aucun des piézomètres mentionnés sur les plans des rapports consultés n'existe sur le terrain. Le dispositif a été constitué des ouvrages de captages et le collecteur. La Meuse a été suivie à partir d'un point repère qui a été placé sur la passerelle proche.

Les cotes étant relevées en NGF par un géomètre, seul le point repère sur la passerelle a fait l'objet de nivellement.

3.4.5 Remarques particulières :

Lors du chômage de la Meuse du mois de janvier 1997, la baisse du niveau de la Meuse (environ 1,5 m) a obligé l'exploitant à limiter le débit à 100 m³/h afin de ne pas dénoyer les alluvions et transformer la nappe en régime libre. Le niveau statique normalement mesuré à la cote de 123,6 NGF, le niveau dynamique pendant le chômage a été observé à la cote 119,79, soit une hauteur d'eau résiduelle de 1,8 m.

L'équipement des ouvrages (cotes des pompes) impose de maintenir une hauteur d'eau minimale de 3 m dans le puits collecteur. Toutefois, il a été prévu avant le démarrage du chômage de la Meuse de poser une rallonge de jupe de pompage garantissant jusqu'à 1 m supplémentaire de rabattement.

Le suivi de la nappe réalisé par le BRGM en 1991 a montré que 'la variation du niveau de la nappe suivait celle de la Meuse, avec la même intensité et pratiquement sans décalage dans le temps' (d'après une note technique SATCL-CaH/FF du 17/3/97). Par ailleurs, un essai de pompage de 48 h. avec un débit de 175 m³/h et une modélisation de la nappe a été effectuée par ANTEA en 95 confirmant les propriétés hydrogéologiques de l'aquifère.

3.4.6 Méthodologie de l'essai

La méthodologie, de suivi des effets du chômage de la Meuse sur l'alimentation en eau potable de Revin, proposée par la DDAF est tout à fait compatible avec les objectifs de la présente étude. Les principales phases, complétées par BURGEAP, sont les suivantes :

- au démarrage du chômage, pendant une semaine, un premier palier de baisse du niveau de la Meuse d'environ 1 m (qui ne devrait pas avoir d'effet sur les

forages) a été effectué afin que l'entreprise sélectionnée par VNF puisse intervenir pour les travaux de réparation dans le tunnel ;

- pendant cette période, EDF a pratiqué une purge de la conduite de l'usine de Saint Nicolas et la CGE a purgé la conduite de réalimentation ; par ailleurs, un suivi des niveaux d'eau (Meuse, piézomètres) a été effectué. Un prélèvement d'eau pour analyses a été réalisé ;
- à la fin des travaux dans le tunnel, la Meuse a été abaissée jusqu'à 2 m par paliers de 50 cm. Le suivi des niveaux étant toujours assuré sur le site. Dès l'observation d'une rupture de la productivité des captages, le dispositif de réinjection a été testé puis mis en route ;
- l'exploitant du champ captant a assuré avec le BURGEAP le suivi des niveaux et l'enregistrement des débits sur l'ensemble des compteurs posés (entrée et sortie du système hydraulique : puits de réinjection et pompage du collecteur).

3.4.7 Réalisation de l'essai

Les phases suivantes ont été mises en place :

- observation de la modalité de l'exploitation automatique du champ captant avant modification des procédures pour un pilotage manuel ;
- calibrage des deux pompes d'exhaure placées dans le collecteur sur les différentes positions des crans de vannage. L'objectif est de connaître les débits réels pompés dans les captages à chaque position de la vanne ;
- vérification et test de décrochement de l'exhaure sur le puits collecteur en fonction des positions des contacteurs ;
- vérification et test du fonctionnement de la jupe de rallonge placée dans l'ouvrage collecteur ;
- pour optimiser la durée de l'essai, observation de l'inertie de la baisse du niveau de la nappe par rapport à celle de la Meuse ;
- pour des raisons d'efficacité, et après les multiples tests préalables, le démarrage réel de l'essai a été retardé jusqu'au 6 octobre afin de ne pas interférer avec celui de Fumay ;
- la baisse du niveau de la Meuse a été pratiquée de la manière suivante :

Date	Baisse (m)	Observation
27/9/98	0,8m (de 2,65 à 1,85)	travaux dans le tunnel
28/9/98	0,55 m (de 1,85 à 1,30)	travaux dans le tunnel
du 29/9 au 5/10 inclus	maintien du niveau 0,55 m	travaux dans le tunnel
6/10/98	0,6 m (maintien à 0,70)	baisse spécifique au test
7/10/98	0,40 m (maintien à 0,30)	baisse spécifique au test
8/10/98	remontée totale	fin de l'essai

Tableau de la baisse du niveau de la Meuse (échelle de St Nicolas)

La baisse totale du niveau de la Meuse a été de 2,35 m ; elle est équivalente à une 'mise à blanc' du barrage de Saint Nicolas, opération qui est appliquée en périodes de gel prolongé sur le cours d'eau.

3.4.8 Interprétation et recommandations (cf. figure reportée en annexe 5).

- les niveaux statiques ainsi que les niveaux dynamiques relevés à plusieurs moments de la journée ont montré que les niveaux d'eau dans les cinq forages bougent en synchronisation sur une ligne isopièze pseudo parallèle à la Meuse.

- Le pilotage automatique du système d'exhaure a montré que lors des périodes d'étiage, les durées de fonctionnement de la pompe du collecteur (eau refoulée vers la bêche de reprise) sont relativement courtes : 10 à 30 minutes de marche, 5 à 13 minutes d'arrêt.

- le calibrage des vannes de fermetures des pompes d'exhaure placées dans le puits collecteur a fourni les résultats suivants :

Nombre de crans de fermeture	Pompe n°1 (m ³ /h)	Pompe n°2 (m ³ /h)
1	180	177
2	179	180
3	177	179
4	174	166
5	127	125

Tableau de calibrage des positions des crans de vannages des pompes 1 et 2.

- la sollicitation de la nappe, par un pompage sur l'ensemble des 5 forages, est conditionnée par le niveau d'eau dans l'ouvrage collecteur où s'effectue l'exhaure vers la bêche de reprise. Les pompes sont connectées à un contacteur niveau bas qui coupe le courant afin de ne pas dénoyer les crépines. Cette coupure s'est produite à plusieurs reprises dès le début de la baisse du niveau de la Meuse, d'où l'observation de période de marche/arrêt de courtes durées.

Afin de remédier à cette situation, le niveau du contacteur niveau bas a été aménagé grâce à la mise en place d'une jupe de rallonge permettant de descendre plus bas le niveau d'aspiration de la pompe.

- le décalage de la baisse du niveau d'eau dans les alluvions d'accompagnement de la Meuse a été observé avec un retard d'environ 10 heures. Ce constat confirme l'interprétation de l'hydrogéologue agréé concernant le colmatage des berges du cours d'eau. Il a été intégré dans l'essai, après une concertation avec l'exploitant et le Service de la Navigation, en prolongeant la durée des tests pour mettre la nappe dans une situation de pseudo-équilibre proche d'un étiage sévère réel.

Exploitation de la nappe avant la mise en route de la réalimentation artificielle :

Il s'agit à ce stade d'observer l'inertie de la baisse du potentiel de l'exploitation de la nappe alluviale et de tester l'optimisation de l'exhaure afin de sauvegarder une bonne utilisation des captages sans faire appel à la réalimentation artificielle de la nappe.

Pour le palier de -1,5 m de baisse du niveau de la Meuse (123 NGF), l'exploitation du champ captant a permis d'assurer une alimentation relativement correcte de la commune ; toutefois, il faut noter que cette situation a été rendue possible grâce à l'adaptation de l'équipement d'exhaure sur l'ouvrage collecteur ; en effet, une jupe de rallonge a été installée sur la pompe afin d'augmenter la tolérance de rabattement du niveau d'eau et diminuer les fréquences de marche/arrêt de la pompe. Le rabattement supplémentaire ainsi autorisé est de l'ordre d'un mètre. Cette jupe peut être mise en aspiration avec l'aide d'une vanne d'air accessible dans l'avant puits. En l'absence de personnel technique sur les lieux, le pompage automatisé de nuit a été malgré tout sécurisé par le vannage de la pompe, ce qui a entraîné une diminution des volumes pompés.

Compte tenu des cotes NGF des équipements des forages, le pompage à un débit moyen de l'ordre de 110 m³/h a permis de mesurer les caractéristiques suivantes :

	F1	F2	F3	F4	F5
% épaisseur exploitée de la nappe	39 %	38 %	40 %	41 %	39 %
Hauteur d'eau au-dessus de la crépine (m)	0	0,08	- 0,35	- 0,40	0,10

Tableau des paramètres d'exploitation des captages de Revin pour le palier de -1,5 m, un débit de 110 m³/h et un rabattement moyen de 1,8 m, de baisse du niveau de la Meuse.

On constate des forts pourcentages de la sollicitation de la nappe ; la valeur limite ne devant pas dépasser 33 %, le fort rabattement créé n'est pas conseillé pour une exploitation de routine. Par ailleurs, les crépines des ouvrages n'étant pas situées à la

même cote NGF, certains ouvrages subissent un dénoyage partiel des ouvertures mais qui reste raisonnable, compte tenu des fermetures hermétiques des têtes de forages.

Une fois que les conditions de l'exploitation du champ captant ont été définies, elles ont été maintenues constantes pendant toute la durée des travaux dans le tunnel du canal (jusqu'au 6 octobre). L'alimentation en eau de la commune a été ainsi assurée sans problème particulier, malgré le deuxième palier de baisse du niveau de la Meuse de 0,5 m supplémentaires. Nous avons noté pour ce dernier palier un fort rabattement sur les ouvrages atteignant la cote 120,3 NGF sur F1, c'est à dire un dénoyage des crépines de 50 cm sur F1 et de 1 m sur F4, et un pourcentage d'épaisseur exploitée de 34 % sur F1 et de 38 % sur F4. Si le pourcentage d'épaisseur exploitée est resté modeste, le dénoyage des crépines est devenu préoccupant pour le maintien d'une exploitation raisonnable durable.

Exploitation de la nappe avec une réalimentation artificielle :

Cette phase a été testée dans un premier temps, pendant le palier de -1,5 m, sur une courte période afin de bien vérifier l'état de fonctionnement des deux puits de réinjection et de maîtriser le protocole de liaison hydraulique avec le plan d'eau de Witaker. Pour éviter tout risque d'altération du milieu alluvial et de la qualité des eaux captées, des prélèvements d'eau pour analyses ont été effectués sur les eaux de Witaker avant l'ouverture des vannes de branchement sur le champ captant. Les résultats des analyses physico-chimiques, bactériologiques et des métaux lourds se sont révélés inférieurs aux normes AEP. L'accord de la DDASS et de l'exploitant a été obtenu pour la suite des opérations.

Les essais de réinjection à un débit de 115 m³/h ont été réalisés à 14 h50' le 30/9/98 pendant 1 h28'. Le niveau statique dans les forages était à la cote 122,45 NGF (nappe en pseudo-captivité) et la Meuse à 123,15 NGF. La transmission de la pression vers les forages a été très rapide ; le niveau d'eau est remonté de l'ordre de 0,30 m dans l'ouvrage F1 le plus proche, de 0,07 m dans F3 et de 0,03 m dans F5 le plus éloigné. Après l'arrêt de la réinjection, et toujours en l'absence de pompage, la descente du niveau d'eau dans F1 s'est opérée en 2 heures.

Le 7/10/98 après midi, la Meuse étant à son niveau le plus bas à 121,7 NGF, le pompage à 180 m³/h ne pouvait plus tenir, une réalimentation a donc été décidée à partir des deux puits de réinjection. Afin de stabiliser le niveau d'eau dans le collecteur, plusieurs essais de réglage du débit d'exhaure ont été nécessaires ; cette manoeuvre a permis de définir un débit optimal d'exploitation du champ captant de 130 m³/h. Le niveau d'eau dans l'ouvrage F1 a été relativement stabilisé vers la cote 120,78 NGF.

La réalimentation est restée ininterrompue pendant 1,5 h, le fonctionnement des puits de réinjection est devenu ensuite alterné, probablement à cause de la pression imposée dans la nappe devenue ainsi captive sous les argiles plastiques. Le débit moyen de réalimentation a été relevé entre le 7 et le 8/10/98 après 20 heures de

fonctionnement : 93 m³/h. L'exploitation au puits collecteur a ainsi fonctionné avec 70 % des eaux de réinjection et 30 % des eaux de la nappe/Meuse.

En conclusion, l'essai d'exploitation du champ captant de Revin a permis de tester le potentiel propre des ouvrages face à une baisse du niveau de la Meuse. En cas d'étiage sévère, l'alimentation en eau de la commune sera assurée par un renforcement de la ressource par réinjection des eaux de Witaker. Les renseignements de l'essai extrapolés à des périodes d'étiages durables permettent d'en tirer les consignes suivantes pour une exploitation sécurisée :

Niveau de la Meuse	Observation	Réalimentation	Exploitation AEP
124,5 NGF	niveau normal de la Meuse	-	180 m ³ /h.
123,0 NGF	étiage normal. Niveau abaissé de 1,5 m	-	150 m ³ /h limitée la nuit à 120. (Nécessité de mise en oeuvre de la jupe de rallonge)
122,0 NGF	étiage sévère. Mise à blanc de la Meuse	90 m ³ /h	continue à 130 m ³ /h.

Tableau des consignes d'exploitation du champ captant de Revin.

Afin de gérer correctement le potentiel du dispositif d'exploitation de la ressource en eau, en cas de besoin, renforcée par réinjection à partir de Witaker, un équipement complémentaire adéquat devra permettre au gestionnaire de disposer en temps utile des paramètres indicateurs. En effet, il est conseillé d'intégrer à l'automate installé sur le site, le suivi continu des paramètres suivants :

- la mesure du niveau de la Meuse au droit du site,
- la mesure de débit horaire sur la conduite d'arrivée de Witaker,
- la mesure du débit horaire sur la conduite d'exhaure sur le collecteur.

Par ailleurs, le dispositif de réinjection devra être entretenu et maîtrisé afin de pouvoir en disposer en temps utile. Pour minimiser les risques potentiels associés à l'utilisation de la réinjection sous pression gravitaire, un dispositif de rabattement du bullage dans les eaux ainsi qu'un contrôle des MES et de la turbidité est fortement conseillé.

Rappelons enfin, que l'utilisation des eaux en provenance de Witaker devra être systématiquement subordonnée à un contrôle régulier de la qualité de l'eau brute.

Qualité de l'eau : la qualité de l'eau mesurée en 1998 est restée relativement stable. Aucun des paramètres mesurés ne dépasse la norme AEP. Une présence de Fer et de Mn est notée respectivement autour de 0,01 mg/l et 25 µg/l.

Pendant la période de chômage de la Meuse, des analyses ont été effectuées quotidiennement ; nous distinguons deux phases : sans réalimentation et avec réalimentation avec les eaux brutes de Witaker.

Lors de la phase sans réalimentation entre le 25 et le 6/10/98 : nous avons constaté une baisse de la turbidité de l'eau, un maintien des teneurs en Mn, une faible augmentation du fer (entre 0,01 et 0,11) et l'arrivée de bouffées de coliformes thermotolérants (entre le 25 et le 29/10/98).

Avec la réalimentation à partir du 7/10/98 : ces caractéristiques sont restées relativement identiques avec une faible baisse des teneurs en Mn et de l'apparition de coliformes. Il est à noter que la turbidité de l'eau est restée constante et inférieure à la norme. Les eaux de Witaker, analysées entre le 25 et le 12/10/98, ont montré une constance de présence de coliformes et de streptocoques avec une pointe le 12 octobre (après l'arrêt de la réalimentation ; nous n'avons pas noté d'évènements pluvieux particuliers). La turbidité, le Fer et le Mn sont restés dans la norme jusqu'au 9 /10/98, mais leur teneur a augmenté brusquement le 12 octobre.

3.5 COMMUNE DE FUMAY

3.5.1 Caractéristiques du site :

A l'origine, la commune était alimentée à partir de prises d'eau dans les ruisseaux de l'Alyse, le Chevalyse et le Margut. En 1989, deux forages F1 et F3, distants de 20 m, ont été forés et équipés dans les alluvions de la Meuse, en rive gauche, au sud-est du village. Profonds de 8,75 m/TN, ils sont équipés en diamètre 450 mm et crépinés entre -1,5 et -5,0 m/TN.

Le captage sur le ruisseau de l'Alyse est toujours disponible à raison de 800 m³/j (rapport de l'hydrogéologue de mars 1996), en dehors des périodes d'étiage où le débit réservé est obligatoire ou encore en cas de pollution du ruisseau.

A partir de 1997, un ensemble de 4 puits siphonnés (appelés soit P1 à P4, soit SF1 à SF4) a été implanté au nord des deux forages F1 et F2. Distants d'environ 20 m ils sont reliés par une pompe à vide à un ouvrage collecteur équipé de deux pompes de refoulement vers les réservoirs de 40 m³/h chacune. La ligne des puits est distante d'environ 40 m de la Meuse. Ce dispositif est couplé à un bassin de réalimentation de la nappe intitulé B (ou B1 selon les rapports existants) ; sa surface d'infiltration est de 700 m² (70x10 m), l'eau est puisée à partir d'une prise dans la Meuse ; actuellement l'eau est infiltrée sans traitement préalable.

Captages de Fumay	
	Description des caractéristiques
Nombre de captages opérationnels	2 (F1,F2) et 5 siphonnés (P1 à P4)
nombre de pompes	F1 et F2 : 2 Ouvrage collecteur : 2
débits (nominal, moyen) (m ³ /h)	F1 et F2 : 2 x 25 Ouvrage collecteur : 2 x 40
Épaisseur moyenne de la nappe (m)	3 à 5
Profondeur (m)	8,75
Perméabilité des alluvions (m/s)	6,5.10 ⁻³ (libre)
Débit spécifique (m ³ /h/m)	50 et 43
Niveau statique / Niveau de la Meuse	F1 : 114,2 NGF / ? F2 : 115 à 114,3 NGF / ? fluctuation annuelle de 2,5 m (?)
Qualité de l'eau	essentiellement liée à la Meuse (présence d'atrazine)
Protection contre les inondations	buttes (F1 et F2), tête boulonnée (P1 à P4)
Traitement de l'eau	Déferri-sation et neutralisation (?)
DUP	1989 et 1996
Distance par rapport à la Meuse (m)	40

Tableau récapitulatif des caractéristiques des captages de la commune de Fumay

Actuellement, des études sont en cours pour le renforcement de l'alimentation en eau à partir d'un ensemble de bassins d'infiltration, dont 2 nouveaux, qui seront couplés à un dispositif de décantation (études ANTEA, mai 1998). Ce projet prévoit un bassin E (ou B3) de 300 m² (30x10 m) qui sera situé entre F1/F2 et la Meuse, pour les périodes de niveau normal du cours d'eau, et 1 bassin C (ou B2) de 700 m² (70x10 m) qui devrait être situé entre les puits siphonnés et la Meuse, pour les périodes de chômage. Les hypothèses retenues pour les calculs de dimensionnement du dispositif projeté sont :

- pompage de 110 m³/h
- en période normale :
 - Meuse à 114,5 NGF
 - cote d'exploitation minimale dans les puits 113 NGF
- en période de chômage :
 - Meuse à 113 NGF
 - cote d'exploitation minimale dans les puits 112,6 NGF.
- débit d'infiltration 70 m³/h (bassin C ou B2, soit **une vitesse d'infiltration de 10 cm/j**) et 25 m³/h (bassin E ou B3, soit **une vitesse d'infiltration de 8 cm/jour**) ; ces volumes ont été déduits d'après les débits observés sur le bassin existant.

Les principales caractéristiques des bassins projetés sont :

- un décaissement sur une profondeur de 2,2 m,
- une mise en place d'un massif filtrant sableux sur 0,8 m d'épaisseur,
- des parois verticales en béton,
- une pose d'un géotextile au fond (au-dessus du lit de sables),
- alimentation par aspersion le long d'une paroi bétonnée.

En l'absence d'un plan topographique détaillé au droit des bassins de réalimentation, nous avons utilisé le plan de projet du rapport ANTEA pour estimer la cote du TN qui serait située entre 116 et 117,5 NGF, ce qui place le fond des bassins (profonds de 2,2 m) entre 113,8 et 115,3 NGF, soit une épaisseur de filtration comprise entre 1,1 m et -0,4 m (c'est à dire une remontée de la nappe au-dessus du fond du bassin) pour le bassin C, et entre 0,2 m et 1,7 m pour le bassin E (différence entre le fond du bassin et le toit de la nappe sous l'ouvrage, d'après les résultats de modélisation). Théoriquement, pour préserver un rôle épurateur sous le bassin, il est conseillé de conserver une hauteur moyenne de **terrain non saturé** permettant à l'eau infiltrée de passer un 'temps de séjour moyen' de l'ordre d'une journée, avant d'atteindre la nappe.

D'après notre consultation des rapports d'études existants, il nous semble qu'il n'y a pas eu d'essais d'infiltration pour la validation des vitesses de débit de réalimentation (8 et 10 cm/j) retenues comme hypothèses dans les calculs sur modèle qui ont abouti au dimensionnement des bassins proposés.

3.5.2 Besoins en eau et capacité d'autonomie de la collectivité

Les besoins de la commune sont prévus pour 5782 habitants (5405 recensés en 1990) à raison de 1100 m³/jour, soit une durée de pompage de l'ordre de 22 heures avec un débit de 25 m³/h sur chacun des forages (en dehors de la ressource de l'Alyse non sollicitée en étiage sévère). Le relevé du 10/9/98 présente un temps de pompage à la station de traitement de 14,8 h avec une production de 953 m³. L'objectif retenu, dans la note de M. Bouton de mars 1996, serait de disposer de 2000 m³/j sur les seuls captages dans les alluvions.

La commune dispose de 3 réservoirs d'une capacité de 1000, 400 et 400 m³, soit une autonomie de 1,5 jour de consommation moyenne.

3.5.3 Contraintes d'exploitation

Les pompes sont placées dans les forages F1 et F2 entre les cotes 111,75 et 109,75 NGF, soit une tolérance de rabattement du niveau dynamique de l'ordre de 3 m.

3.5.4 Dispositif de suivi existant

Avant le démarrage de l'essai, lors de la visite sur le terrain avec l'exploitant, nous avons validé l'existence de 4 piézomètres qui devaient servir au suivi des niveaux de la nappe :

Ouvrage	Profondeur (m)	NS (m)	Diamètre (mm)
P1	5,50	3,99	40
P2	6,12	4,41	40
Pz1	5,93	3,78	55
Pz2	5,22	3,82	55

Ouvrages disponibles pour le suivi de niveau de la nappe
(mesures effectuées par rapport au haut du tubage, le 16/9/98)

3.5.5 Remarques particulières :

L'étude BRGM de 1987 a noté un colmatage partiel des berges de la Meuse, résultat qui a été confirmé par les mesures du rapport BRGM-Gurliat, de 1988 qui mentionne un colmatage « assez peu faible ». Les calculs par modélisation mathématique réalisés par le BRGM en 1991 ont estimé à 70 % la participation de la Meuse à l'alimentation des captages. En période du chômage de la Meuse, matérialisé

par une baisse du niveau d'eau de 2 mètres, le débit total de prélèvement serait divisé par trois entraînant ainsi un fort déficit d'alimentation en eau de la collectivité.

Lors du chômage de janvier 97, la commune était alimentée par la prise d'eau sur l'Alyse, aucune observation n'a été réalisée sur une baisse du potentiel des forages.

3.5.6 Méthodologie et réalisation de l'essai

Les études réalisées ont bien montré l'efficacité de la recharge de la nappe sur le plan quantitatif. Nous nous attacherons ici à orienter les essais afin de valider les paramètres utilisés dans la modélisation et de tenter de connaître la remontée de la nappe sous le bassin d'infiltration dans l'optique d'en déduire l'efficacité épuratoire des eaux infiltrées lors de périodes de baisse moins importante de la nappe.

L'essai a été réalisé dans les conditions suivantes :

- La Meuse a été maintenue au niveau moyen de 113,5 NGF, soit une baisse moyenne de 45 cm, au droit du champ captant, effectuée en un seul palier ;
- phase 1 - la réalimentation a été arrêtée dans la nuit du 4 au 5/10/98. L'essai a démarré avec un pompage quasi continu de 55 m³/h, sans réalimentation (la journée du 5/10/98) ;
- phase 2 - augmentation du pompage en quasi continu à 70 m³/h, avec réalimentation de 70 m³/h sur 1,5 h, puis de 100 m³/h (la nuit du 5 au 6/10/98) ;
- phase 3 - poursuite du pompage en quasi continu à 85 m³/h, avec réalimentation permanente à 100 m³/h (la journée du 6/10/98).

A la fin des essais, le 6/10/98 à 12 h, et à la demande de la commune de Fumay, le maintien du niveau de la Meuse a été prolongé jusqu'au 10/10/98, pour la réalisation de travaux d'aménagement de la prise d'eau du bassin de réalimentation.

3.5.7 Interprétation et recommandations

Concernant l'exploitation du dispositif actuel avec un seul bassin de réalimentation : La Meuse constitue un niveau de base de l'écoulement de la nappe des alluvions exploitée par les captages de la commune de Fumay. Naturellement, l'écoulement de la nappe s'effectue vers le cours d'eau qui joue le rôle de drain ; en cas de pompage, la création d'un cône de rabattement de la nappe provoque une réalimentation induite à partir des eaux de la Meuse infiltrées à travers les berges. Les eaux pompées sur le champ captant de Fumay proviennent majoritairement de l'infiltration induite épurée naturellement et minoritairement du bassin versant des coteaux.

Pendant la durée de l'essai associé à une baisse du niveau de la Meuse de 45 cm, le niveau de base de la nappe, observé sur les piézomètres (forages non exploités), est resté légèrement (quelques cm) au-dessus du niveau de la Meuse.

Le potentiel d'exploitation du champ captant a été influencé par la baisse du niveau de base de la Meuse car ce dernier agit directement sur l'épaisseur mouillée de la nappe diminuant ainsi sa transmissivité et augmentant le rabattement au droit des forages. C'est cette diminution qui détériore les paramètres d'exploitation et nécessite dans un premier temps une adaptation de la gestion des débits de pompage, et en cas d'insuffisance, un recours à une réalimentation artificielle.

Nous avons noté, que le géotextile du bassin de réalimentation a été changé quelques jours avant le démarrage de l'essai, l'ancien a été colmaté par les MES.

Phase 1, plusieurs décrochements sur les puits F1 et F3bis ont été constatés pour des raisons de dénoyage des pompes, ce qui a limité le débit moyen extrait sur l'ensemble du champ captant.

En pompage, le niveau dynamique dans FS2 a été mesuré à 111,7 NGF soit une hauteur d'eau résiduelle dans le forage d'environ 20 cm. Le pourcentage de l'épaisseur mouillée de la nappe exploitée est estimé à 83 %.

Phase 2, lorsque la réalimentation a été remise en route, la prise d'eau dans la Meuse a été dénoyée, ce qui a entraîné une intervention pour le dégagement de la prise et l'aménagement de son ouverture sur le cours d'eau. Le débit de réalimentation s'est ensuite stabilisé dans la fourchette 70 à 73 m³/h. La hauteur d'eau dans le bassin est restée inférieure à 23 cm (mesure au droit de FS2). Un désamorçage des puits F1 et F3bis a été toujours constaté d'une manière systématique lorsque ces deux ouvrages ont été sollicités. Seul un pompage avec 15 m³/h sur F3bis a été possible mais en discontinu.

Les paramètres mesurés sont présentés dans le tableau suivant :

	FS1, FS2, FS3 FS4	F1	F3bis
Débit (m ³ /h)	70	0	15
% temps de pompage	86	0	0,09
rabattement (m)	1	0,03	1,92
Débit spécifique (m ³ /h/m)	70	-	9
% épaisseur exploitée	83 %	-	66 %
épaisseur d'eau au-dessus de la cote de désamorçage du forage	0,1	1,74	0,12
épaisseur de nappe résiduelle (m)	0,2	2,24	0,99

Tableau des paramètres de fonctionnement des captages de Fumay (le 5 octobre 98 entre 10 h et 17 h).

Phase 3, la réalimentation a été augmentée au débit de 100 m³/h et maintenue stable pendant toute la durée du pompage (19 heures).

L'évolution des paramètres d'exploitation des captages mesurés est présentée dans le tableau suivant :

	FS1, FS2, FS3 FS4	F1	F3bis
Débit (m ³ /h)	85	-	10
% temps de pompage	84	0	82
rabattement (m)	-0,72 (remontée)	0,4	1,49
Débit spécifique (m ³ /h/m)	-	-	6,7
% épaisseur exploitée	-	-	51 %
épaisseur d'eau au-dessus de la cote de désamorçage du forage	2,0	1,69	0,55
épaisseur de nappe résiduelle (m)	2,08	2,19	1,42

Tableau des paramètres de fonctionnement des captages de Fumay (du 5 au 6/10/98)

L'effet de la réalimentation de la nappe s'est fait ressentir au droit des forages intersyphonnés (SF1 à SF4) ; malgré le maintien d'un pompage de 85 m³/h, la remontée du niveau de la nappe a été mesurée sur l'ensemble des 4 forages. L'ensemble des paramètres de fonctionnement des forages intersyphonnés a été amélioré. Les deux puits F1 et F3bis ont été très légèrement influencé par la réalimentation, toutefois, F1 n'a pas pu être exploité et le débit sur F3bis a été bridé à 10 m³/h pour éviter un désamorçage systématique. Cet aménagement a permis néanmoins d'exploiter le forage F3bis sur une période longue sans la création de problème de désamorçage. Le volume total prélevé a été évalué à 1360 m³ pendant 16 heures de pompage. Pour satisfaire un besoin intégral¹ de la commune de 2000 m³/j, un temps de pompage quotidien de 24 heures serait nécessaire.

Nous reprenons ci-après le récapitulatif des essais réalisés en 1997 et 1998 :

Niveau Meuse NGF	Débit de pompage m ³ /h	Réalimentation m ³ /h	Observations	Volume prélevé / heures de pompage
113,5 (chômage)	85	100	10 m ³ /h sur F3bis, 0 sur F1	2000 / 24 h
114,94	80	0	dénoyage des pompes	?
114,55	91 puis 105	30 à 44	2 cycles de 17 h de pompage	1547 / 17 h puis 1785 / 17 h
115,22	120	60 ?	test sur 4 heures	2040 / 17 h
115,22	80	60	Pas d'observation de l'efficacité épuratoire du bassin	1920 / 24 h

¹ en cas d'étiage ou de pollution accidentelle sur l'Alyse.

Concernant le projet de renforcement de la réalimentation artificielle :

Compte tenu des objectifs fixés pour l'usage des bassins existants et projetés, et afin de valider les hypothèses retenues pour le dimensionnement du dispositif retenu, nous proposons de réaliser :

- des essais d'infiltration au droit des futurs bassins 2 et 3,
- un suivi de l'efficacité épuratoire de la réalimentation de la nappe à partir du bassin existant.

Les essais d'infiltration pourront être pratiqués dans des fosses creusés à la pelle mécanique jusqu'à la cote du radier projeté (méthode à double anneaux).

Le suivi de l'efficacité épuratoire du bassin existant pourra se faire en mesurant la remontée d'eau sous le bassin d'infiltration ; l'idéal serait de disposer d'un piézomètre (étanche en tête) installé au milieu du bassin et équipé d'un capteur de niveau permettant d'assister le dispositif de remplissage du bassin pour arrêter l'arrivée d'eau à partir d'une hauteur critique permettant de conserver une zone non saturée raisonnable. Actuellement, un tel dispositif est inexistant sur le site, néanmoins il reste fortement conseillé pour assurer un bon contrôle/suivi de l'efficacité des futurs équipements.

Par ailleurs, les caractéristiques observées des deux puits F1 et F3bis ne sont pas très satisfaisantes. Les débits spécifiques mesurés sont faibles. Ils pourraient constituer un handicap à leur utilisation dans le cadre d'un projet d'investissement avec un nouveau bassin de réalimentation. Nous préconisons d'y entreprendre une action de diagnostic pour savoir s'il est utile de définir une technique de réhabilitation adaptée avant de les intégrer dans le schéma projeté du site.

Qualité de l'eau : la qualité de l'eau mesurée en 98 est relativement stable. Nous y avons noté une présence de coliformes, les autres paramètres n'ont pas dépassé le norme AEP (pas de suivi de l'atrazine). Une présence de Fer et de Mn est notée respectivement autour de 0,01 mg/l et 2 µg/l. Le suivi effectué pendant le chômage de la Meuse a confirmé la présence de coliformes ainsi que des streptocoques. Les teneurs en atrazine ont été mesurées entre 0,07 et 0,09 µg/l, dépassant ainsi la norme fixée à 0,02.

3.6 COMMUNE DE CHOOZ

3.6.1 Caractéristiques du site

La commune est alimentée par un champ captant situé dans la vallée alluviale, en rive gauche de la Meuse. Il comprend :

- un puits (40-6-3) réalisé en 1958 (exploité en 1961), il a une profondeur de 7 m ; d'après l'examen de sa coupe technique, il serait crépiné sur une hauteur de 1,85 m. Il est équipé de 2 pompes PME de 15 m³/h chacune ;
- un forage F1 (40-6-31) réalisé en 1981, de profondeur 8,5 m (surcreusement dans le substratum de 1,7 m, dont 0,7 m équipé en tube crépiné), avec une épaisseur d'alluvions productifs de 3,3 m. Il est équipé d'une pompe de 75 m³/h ;
- un forage F2 (40-6-32) réalisé en 1981, de profondeur 8,5 m (surcreusement dans le substratum de 1,5 m), avec une épaisseur d'alluvions productifs de 3,5m. Il est équipé d'une pompe de 75 à 80 m³/h.

Captages de Chooz	
	Description des caractéristiques
Nombre de captages opérationnels	3
nombre de pompes	2 x 15 1 x 75 1 x 75-80
débits (nominal, moyen) (m ³ /h)	180 , 42
Épaisseur moyenne de la nappe (m)	3,3 et 3,8
Profondeur (m)	7 - 8,5 - 8,5
Perméabilité des alluvions (m/s)	3,5 à 6,4.10 ⁻³
Débit spécifique (m ³ /h/m)	Puits : 19,5 F1 : 23,0 F2 : 32,6
Niveau statique / Niveau de la Meuse	Puits : 5,75 F1 : 1 à 3 m F2 : 2,78
Protection contre les inondations	Oui
DUP	en cours (1998)
Distance par rapport à la Meuse (m)	200 et 250

Tableau récapitulatif des caractéristiques des captages de la commune de Chooz

3.6.2 Besoins en eau et capacité d'autonomie de la collectivité

La commune de Chooz comptabilise 805 hab. (recensement 1990). Les captages alimentent Chooz, Petit Chooz, la centrale EDF, Charnois, Tancennes et depuis 1994 une partie de Givet (9 m³/h). Les besoins sont estimés à 800 m³/jour, avec des pointes à 1000 m³/jour ; les relevés de la CEO ont enregistré une production de 420 m³ par jour le 10/9/98 et 871 m³/j le 12/10/98.

La commune est équipée d'un premier réservoir de capacité totale 530 m³ (2 cuves de 150, 150 et une de 230 m³), et d'un second de deux fois 300 m³, soit une autonomie théorique suffisante pour des besoins quotidiens ou en pointe ; nous verrons plus tard que ce schéma n'est pas forcément correct car la consommation sur les réservoirs n'est pas également répartie et nécessite des mises en marche des pompes en dehors des heures creuses.

3.6.3 Contraintes d'exploitation

Les captages sont équipés par :

- F1 et F2 : Pompes Grundfoss SP75-7
- Puits : 2 Pompes PEME

L'exploitation s'effectue actuellement par un pompage sur les heures creuses de la nuit, sur F2 et le puits, et de jour sur un forage, soit F1 ou F2. Ces deux derniers forages ne semblent pas être sollicités simultanément.

3.6.4 Dispositif de suivi existant

Un nivellement des repères des ouvrages de Chooz a été effectué au cours de l'étude. La coupe du puits AEP étant réalisée avant 1969, les cotes qui figurent sur les documents devront être corrigées d'environ 0,55 m par rapport au repère actuel IGN.

Il n'y a pas de piézomètre propre au champ captant de la commune de Chooz.

3.6.5 Remarques particulières :

Lors du chômage de janvier 97, l'exploitant n'a pas noté d'influence particulière sur le potentiel des forages ; cependant, aucun suivi des niveaux d'eau n'est effectué d'une manière régulière sur les forages.

L'implantation des futurs captages de Givet dans la boucle de Chooz est décrite dans le paragraphe concernant la commune de Givet.

3.6.6 Méthodologie, réalisation et interprétation de l'essai

Cette partie est traitée dans les mêmes paragraphes qui sont présentés dans le chapitre relatif à la commune de Givet (cf. 3.7.4, 3.7.5 et 3.7.6).

3.7 COMMUNE DE GIVET

3.7.1 Caractéristiques du site :

Actuellement, la commune de Givet, ainsi que Fromelennes, assurent leur alimentation en eau potable par une prise d'eau dans la Houille. Dans une optique de diversification et de renforcement de leur alimentation, des études hydrogéologiques ont été réalisées à partir de 1994 ; leurs résultats ont orienté les recherches de nouvelles ressources vers :

- le secteur du Moulin Boreux à proximité de la Houille avec un possible débit de $700 \text{ m}^3/\text{j}$, (actuellement il est envisagé de l'exploiter avec un débit entre 840 et $1200 \text{ m}^3/\text{j}$, d'après le rapport ASGA, mars 1998),
- le secteur proche du captage de la commune d'Aubrives avec un débit potentiel de $700 \text{ m}^3/\text{jour}$,
- le secteur proche des captages existants de la commune de Chooz avec un débit potentiel testé en hautes eaux et estimé à $1000 \text{ m}^3/\text{jour}$ (actuellement il est envisageable de l'exploiter avec un débit de $900 \text{ m}^3/\text{j}$, d'après le rapport ASGA, mars 1998). Cette dernière étude, réalisée à la demande de la commune de Chooz, a préconisé une confirmation de ce débit pour des conditions d'exploitation en période d'étiage de la Meuse.

Captages de Givet (Uniquement ceux qui sont projetés dans la plaine alluviale de la Meuse sur la commune de Chooz)	
	Description des caractéristiques
Nombre de captages opérationnels	3 (NF1, NF2 et NF3)
nombre de pompes	Aucune en 1998
débits (nominal, moyen) (m^3/h)	- / 18 - 20 - 30
Épaisseur moyenne de la nappe (m)	3,4 - 2,6 - 2,3
Profondeur substratum (m)	6,9 - 6,1 - 5,9
Perméabilité des alluvions (m/s)	?
Débit spécifique ($\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$)	?
Niveau statique / Niveau de la Meuse	101,8 - 102,75 - 102,05 / ?
Qualité de l'eau	-
Protection contre les inondations	aucune en 1998
Traitement de l'eau	pas d'installation en 98
DUP	aucune en 98
Distance par rapport à la Meuse (m)	80 à 120

Tableau récapitulatif des caractéristiques des captages en projet de la commune de Givet

3.7.2 Dispositif de suivi existant

Plusieurs piézomètres existent sur le site. Leurs repères ont été nivelés par un géomètre. La totalité des points d'accès à la nappe ont été retenus pour les mesures, une partie sera suivie en manuel et une autre en continu sur des capteurs.

Le sondage S5, situé stratégiquement entre les deux champs captants n'ayant pas été équipé en piézomètre, n'a pu être intégré au dispositif de suivi.

3.7.3 Remarques particulières :

Nous récapitulons ici les principales conclusions relatées dans les différents rapports consultés et qui nous ont permis de placer le contexte de l'interférence hydrodynamique entre les captages de Chooz et de Givet.

Les essais de débits réalisés sur le projet du site de Givet ont été effectués dans des situations moyennes ou de hautes eaux de la nappe et de la Meuse. Les résultats montrent qu'une interférence existe entre les deux champs captants de la commune de Chooz et du projet de la commune de Givet.

Sur la base d'un forage d'essais réalisé en 95, nous avons noté que les rabattements observés sur les forages testés sont relativement élevés par rapport à l'épaisseur mouillée de l'aquifère capté (de l'ordre de 2 m de rabattement pour une épaisseur mouillée de l'ordre de 3 m). Quelque soit l'état de colmatage des ouvrages, il ne serait pas raisonnable de les mettre en exploitation dans de telles conditions.

En 96 et 97, avant la réalisation des nouveaux forages de Givet, des calculs théoriques sur une base de modélisation ont également été réalisés en régime permanent dans des situations d'étiage normal, d'étiage sévère et de crue de la Meuse. Les possibilités de réalimentation artificielle de la nappe ont été envisagées à proximité des forages de Givet ; toutefois elles ne seraient pas retenues par la commune, semble-t-il pour des raisons de qualité des eaux de la Meuse.

Les essais de longue durée réalisés, en décembre 97 et janvier 98, sur les forages d'exploitation ont été perturbés par des périodes de crue entraînant une submersion du site. Le débit pompé sur Chooz (F1) était de 1000 m³/j et celui de Givet de 1632 m³/j (NF1, NF2-B1 et NF3-B2), la Meuse était mesurée entre 102,8 NGF et 104,3. L'impact propre sur les captages de Chooz a été évalué à 70 cm de rabattement supplémentaire. Les calculs sur modèle ont été effectués avec les hypothèses suivantes de niveaux de la Meuse :

- étiage normal à 102,9 NGF,
- étiage sévère à 102,3 NGF.

La rapport de l'ASGA, mars 1998, présente une estimation théorique de l'influence entre les deux sites de captages en période d'étiage normal et avec des

débits moyens envisageables sur les deux sites ($900 \text{ m}^3/\text{j}$, soit $37,5 \text{ m}^3/\text{h}$ en permanent sur Givet, et $1000 \text{ m}^3/\text{j}$, soit $42 \text{ m}^3/\text{h}$ sur Chooz). Le résultat de calcul semble indiquer la faisabilité technique de la double exploitation, toutefois des réserves sont émises sur une extrapolation à des périodes d'étiage sévère.

3.7.4 Méthodologie de l'essai

Définition d'un état initial : la Meuse étant à son niveau normal, réalisation d'un essai de pompage avec le débit moyen sur le site de Chooz ;

Définition d'un état d'interférence : réalisation d'un essai de pompage avec les débits moyens envisageables sur les deux sites.

Les débits moyens envisageables sont définis comme $900 \text{ m}^3/\text{j}$ sur Givet et $1000 \text{ m}^3/\text{j}$ sur Chooz. Compte tenu des équipements existants sur les forages de Chooz, il a été prévu une répartition des débits unitaires sur les ouvrages afin de ne pas dépasser le débit moyen global. Les captages de Givet ont été équipés avec des pompes adéquates pour respecter les débits définis.

Le pompage sur les deux sites s'est déroulé simultanément sur une durée d'une semaine. Les eaux d'exhaure ont été acheminées, soit vers les réservoirs, soit vers le circuit de trop-plein, soit vers la Meuse.

Le suivi des débits et des niveaux d'eau dans la Meuse et dans la nappe a été assuré :

- manuellement sur la totalité du réseau de forages et de piézomètres existants dans la boucle de Chooz,
- automatiquement par des capteurs de pression sur les forages de pompage et un piézomètre proche de la Meuse.

Un suivi de la qualité des eaux avant et pendant le chômage de la Meuse, a été mis en place pour une éventuelle détection d'une évolution de la qualité des eaux captées sur les différents forages. Pour éviter des problèmes d'interprétation, il a été décidé d'effectuer des prélèvements spécifiques sur chacun des forages.

3.7.5 Réalisation de l'essai

Les essais ont été réalisés entre le 9 et le 16 octobre 1998. Le chômage de la Meuse étant mis en place depuis le 28 septembre, le niveau de la Meuse, au droit du site de Chooz, a eu suffisamment le temps pour être influencé globalement vers la baisse. La météo était légèrement pluvieuse avec une pluie fine sur des courtes durées.

- La mise en place du dispositif de l'essai a démarré le 9 octobre ; l'installation s'est terminée le 12 au soir. Une campagne de prélèvement d'eau pour analyses a été réalisée le 12 octobre à 11 heures ; le temps est resté couvert.
- Le 12 oct. à 17 h, un premier essai de mise en route/rodage des pompages de Givet a été réalisé sur 35 minutes. Compte tenu des pertes de charges (intégrant notamment le refoulement vers la Meuse), le calibrage des pompes utilisées sur les trois forages de Givet a été difficile à cause de l'instabilité des débits ; la valeur moyenne s'est établie à $53,75 \text{ m}^3/\text{h}$ (mesurée d'après les trois compteurs volumétriques placés sur les trois forages), soit $806 \text{ m}^3/\text{jour}$ sur une durée de pompage quotidien de 15 heures (au lieu de 900 m^3 visés initialement).
- Le protocole d'essai mis au point initialement (en concertation avec l'hydrogéologue Conseil de la ville de Chooz - réunion du 22 septembre à la Préfecture) a été rediscuté et ajusté avec l'exploitant afin de tenir compte des contraintes liées aux capacités de stockage de la commune de Chooz et de la consommation sur chacun des réservoirs.

Rappelons que le stockage est de :

Chooz village $(2 \times 150) + (230) = 530 \text{ m}^3$.

Chooz B $(2 \times 300) = 600 \text{ m}^3$.

Total : 1030 m^3 .

Pendant l'essai, les besoins étaient :

entre 859 et 900 m^3 avec une possibilité d'alimentation vers Laviette à partir du réservoir $(2 \times 110 + 250) \text{ m}^3$.

Habituellement, la production a lieu aux heures creuses (0 - 8 h) pour le remplissage des réservoirs de Chooz village et de Chooz B. Exceptionnellement Chooz B est alimenté par un pompage de jour (en fonction de la consommation).

Le principe de la programmation de l'automate est de remplir les réservoirs pendant la nuit. La mise en route automatique des pompes, pendant la journée s'effectue par le déclenchement de contacteur de niveaux bas dans chacun des réservoirs séparément d'où une sollicitation du forage F2 en priorité, du Puits en cas de besoin et du F1 exceptionnellement. *Par exemple, le 12 octobre, la consommation sur Chooz B était de 147 m^3 tandis que celle de Chooz village était de 724 m^3 , ce qui a créé un besoin ponctuel de pompage dans la journée sur F2 vers Chooz village. Le forage F2 a fonctionné 10,63 h, le puits 3,35 h et le F1 est resté à l'arrêt. Actuellement, les deux pompes de F2 sont sollicitées*

simultanément, soit un débit nominal de 75 à 80 m³/h ; le puits est équipé d'une seule pompe de 15 m³/h.

Dans ces conditions, le protocole d'essai a été adapté afin de minimiser au mieux les effets sur le fonctionnement habituel des pompages de la commune de Chooz. Compte tenu de la forte sollicitation du forage F2, nous avons ajouté au scénario la possibilité d'un pompage sur F1 de Chooz dans l'optique de tester une répartition des débits entre les trois forages. F1 étant équipé d'une pompe de 75 m³/h, jugée trop puissante, nous l'avons équipé d'une pompe d'essai d'un débit de 30 m³/h.

Les pompages de Givet ont été sollicités pendant 15 heures en continu, entre 17 h et 8 h. Les pompages de Chooz devaient être en principe sollicités, entre 0 h et 8 h (F2 et le Puits), et entre 12 h et 19 h. Afin de maintenir un seuil de pompage de 1000 m³/j, il a été prévu de déconnecter l'automate des 'points hauts' des réservoirs et de gérer le surplus du volume pompé par le débordement du trop plein. En pratique, pour des raisons de consommation aléatoire, l'exploitant n'a pas pu maintenir ce protocole dans l'état, des mises en route ponctuelles ont été constatées.

Les enregistrements réalisés sur F1 avant le démarrage de l'essai ont montré le caractère sinusoïdal de la sollicitation du forage F2. L'automate étant connecté sur les niveaux d'eau dans les réservoirs : le pompage est réalisé en temps réel qui est calqué sur les besoins de la consommation.

- Le démarrage des pompages simultanés (Chooz et Givet) s'est effectué à partir de la nuit du 12 au 13 octobre. Le 15 octobre à 22 h, le forage F1 a été mis en route avec un débit de 30 m³/h déduit du pompage sur F2 (débit ramené à 45 m³/h au lieu de 75), le pompage potentiel sur le puits AEP a été maintenu avec 15 m³/h.
- Le pompage sur F1, puits AEP, NF1, NF2, NF3 s'est arrêté le 16 oct. à 8 h, et le forage F2 à 9 h40.
- Le matériel de mesures a été démonté le 16 octobre à 12 heures.
- Les historiques des mesures de niveaux et de débits ont été consignés dans des tableaux EXCEL puis transformés en graphiques associant les variations de niveaux et de débits sur Chooz et Givet. L'enregistrement sur F2 n'a pas pu être exploité à partir du capteur à la suite d'une défaillance électronique survenue lors de la vidange de sa mémoire, seules les mesures manuelles ont été exploitées.
- La campagne de nivellement a permis de rattacher la totalité des repères des points de mesures au système IGN. Les cotes de l'ancien NGF (puits AEP de Chooz) ont été corrigées dans le nouveau système.

En résumé, l'essai a pu reproduire les cycles d'exploitation suivants :

Cycle	Champ captant de Chooz	Champ captant projeté de Givet	Observation
état initial	Fonctionnement normal (870 m ³ /j)	au repos	prélèvement pour analyses
1 (24 h) 13 au 14 oct.	fonctionnement légèrement ajusté (980 m ³ /j)	pompage à 790 m ³ /j	
2 (24 h) 14 au 15 oct.	fonctionnement légèrement ajusté (1000 m ³ /j)	pompage à 875 m ³ /j	
3 (24 h) 15 au 16 oct.	Répartition des débits entre F1, F2 et puits AEP (1000 m ³ /j)	pompage à 785 m ³ /j	prélèvement pour analyses

Description des cycles d'exploitation lors de l'essai.

(la Meuse s'est maintenue à environ 102,3 NGF, sa remontée pendant l'essai est de l'ordre de 20 cm)

3.7.6 Interprétation et recommandations (figures reportées en annexes 7 et 8)

Pour estimer l'interférence entre les futurs pompages de Givet et ceux de Chooz, nous avons tenté d'évaluer certains paramètres indicateurs qui définissent la productivité des champs captants. Les paramètres retenus sont :

- le pourcentage de l'épaisseur d'eau utilisée par rapport à l'eau disponible dans l'ouvrage. Habituellement, sa valeur ne devra pas dépasser 33 %. Le cas contraire, la vitesse d'arrivée d'eau dans le forage à travers le massif filtrant sera classée dans le domaine du régime turbulent, entraînant des remous et un colmatage de la crépine et du massif filtrant ; ce phénomène déclenche un processus de diminution progressive de la production du forage pouvant aller jusqu'à son abandon. Dans certains cas particuliers d'exploitation devant rester exceptionnels, cette valeur pourrait être ramenée à 50 %.
- la perte de potentiel de productivité de la nappe qui est définie par la baisse du niveau global de la ressource entraînant une augmentation du rabattement spécifique au droit de chaque ouvrage. Ce paramètre sera apprécié pour évaluer l'inertie de récupération de la ressource sollicitée par un pompage cyclique quotidien.

Avant le démarrage de l'essai, la Meuse, a été mesurée autour de la cote 102,3 NGF ; elle est remontée progressivement jusqu'au 16 octobre date de la fin des

essais ; la variation du niveau entre le début et la fin des essais est estimée à 20 cm. Rappelons que la cote 102,3 NGF correspond à la condition qualifiée d'étiage sévère de la Meuse, l'étiage moyen correspond à la cote 102,9 NGF.

L'état initial du niveau de la nappe dans la plaine alluviale de Chooz a été mesuré sur la période allant du 29 septembre au 12 octobre 98 (cf. figure en annexe) ; cinq piézomètres ont été suivis Pz1, Pz2, Pz3, Pz4 et Pz5. Le Pz3 très proche de la Meuse, a été suivi en continu ; il a gardé un niveau piézométrique décroché d'environ 20 à 30 cm de celui de la Meuse ; son évolution est restée synchrone avec le cours d'eau ; la remontée mesurée dans la journée du 16 est l'effet immédiat de la remontée de la Meuse de la même amplitude.

Pendant l'essai, la piézométrie générale de la nappe est restée à un niveau inférieur à celui de la Meuse ; la nappe alluviale se trouve donc dans un régime hydrodynamique déprimé entièrement conditionné par les infiltrations d'eau de la Meuse à travers les berges (la part d'alimentation en provenance du coteau et de la pluie devrait être négligeable).

Le pompage sur les forages de Givet s'est révélé non satisfaisant en ce qui concerne le rendement de l'ouvrage NF3. Le débit moyen de $27 \text{ m}^3/\text{h}$ a entraîné un rabattement fort dans l'ouvrage ainsi qu'un dénoyage du capteur de mesure de niveaux placé à 50 cm du fond. Le débit de pompage sur le champ captant de Givet a été malgré tout maintenu à $53,75 \text{ m}^3/\text{h}$, ce qui se traduit par $806 \text{ m}^3/\text{j}$ pour 15 heures de pompage.

Hors pompage, le forage F1 fonctionne comme un piézomètre dont le niveau illustre bien l'influence sur la nappe de F2 et du puits de Chooz ; l'amplitude de la variation quotidienne de la piézométrie liée aux seuls pompages de Chooz est de l'ordre de 0,80 m le 13 octobre ; elle passe à 0,9 m le lendemain lorsque les pompages de Givet ont été mis en marche **en association** avec une stabilisation des heures de pompage sur Chooz ; il est difficile de distinguer l'effet spécifique de chacun de ces deux événements.

Malgré les périodes d'arrêts alternés sur les deux sites, le cumul dans le temps des pompages simultanés (Chooz et Givet) confirme bien la perte progressive du potentiel de la nappe par l'observation d'une baisse régulière des niveaux hauts en fin de remontée de chaque cycle de pompage. La pente de l'historique des niveaux de la Meuse, en douce remontée du 14 au 16 octobre (20 cm), a probablement contribué à freiner la perte de ce potentiel de récupération de la nappe. L'essai, d'une durée de trois jours n'a pas atteint une stabilisation des couples niveaux d'eau haut et bas dans chacun des 6 captages. Cette inertie est visible sur l'ensemble des piézomètres mesurés, avec toutefois une légère atténuation en fonction de la distance aux pompages (10 cm sur Pz4, 7 cm sur Pz2 et <5 cm sur Pz5).

Avant le démarrage des pompages sur les futurs captages de Givet, l'état hydrodynamique (état initial de référence) des rabattements sur les captages de Chooz était le suivant :

	9/10/98		10/10/98		11/10/98		12 -13/10/98	
	Valeur haute	Valeur Basse	Valeur haute	Valeur Basse	Valeur haute	Valeur Basse	Valeur haute	Valeur Basse
Puits AEP	2,05	-	1,99	1,38 (31)	1,95	1,33 (32)	1,95	1,27 (35)
F1	4,09	-	4,00	3,28 (18)	3,96	3,21 (19)	4,00	3,17 (21)
F2	-	-	-	-	-	-	3,82	2,16 (43)

Tableau des valeurs de hauteurs mouillées (m) dans les captages de Chooz avant la mise en route des futurs pompages de Givet.

Entre parenthèses figurent les % de dénoyage de l'épaisseur productive, les chiffres sont en gras lorsqu'ils dépassent la limite habituelle de la tolérance fixée à 33 %. Dans le cas de F1, nous n'avons pas retenu l'épaisseur crépinée dans les schistes réputés non productifs.

Dès le 9 octobre, l'influence du maintien d'un niveau d'étiage sévère de la Meuse s'est fait sentir sur le niveau de la nappe. L'enregistrement, effectué sur le forage F1 qui a servi de piézomètre, montre bien une baisse régulière d'environ 10 cm par jour (entre le 9 et le 11 octobre), visible sur les points hauts et les points bas de la courbe.

	9 au 10/10/98	10 au 11/10/98	11 au 12 /10/98	12 au 13/10/98
Puits AEP	- 2,5	- 4	+ 1	0
F1	- 2	- 2	- 1	+ 1
F2	?	?	?	?

Influence du pompage des captages de Chooz sur le potentiel de la nappe.
(valeurs représentant le % de la baisse de la nappe par rapport à l'épaisseur captée)

On constate que l'exploitation du puits AEP avec un débit moyen de 15 m³/h en période d'étiage entraîne un dépassement du seuil de tolérance lié au rabattement spécifique relativement fort dans l'ouvrage. Compte tenu de la panne survenue sur le capteur installé sur F2, il nous a été impossible de déduire le rabattement induit sur ce forage avant le 13 octobre.

Lors de l'essai intégrant le fonctionnement simultané des deux champs captants de Chooz et de Givet, l'évolution des épaisseurs mouillées dans les captages est récapitulée dans le tableau suivant :

	13 au 14/10/98		14 au 15 /10/98		15 au 16/10/98 (mise en pompage de F1)	
	Valeur haute	Valeur Basse	Valeur haute	Valeur Basse	Valeur haute	Valeur Basse
Puits AEP	1,89	1,23 (35)	1,78	1,13 (36)	1,74	<0,55 (>68)
F1	forage non pompé				3,74	2,39 36)
F2	3,82	2,16 (43)	3,76	2,08 (45)	3,66	2,01 (45)
NF1	4,18	3,47 (17)	4	3,35 (16)	3,90	3,27 (16)
NF2	3,25	2,64 (19)	3,05	2,27 (26)	2,99	2,30 (23)
NF3	3,98	0,3 (92)	3,91	0,3 (92)	3,7	0,3 (92)

Tableau des variations des hauteurs mouillées (m) dans les captages de Chooz et Givet
Entre parenthèses figurent les % de dénoyage de l'épaisseur productive, les chiffres sont en gras lorsqu'ils dépassent la limite de la tolérance fixée à 33 %. Dans le cas de F1, nous n'avons pas retenu l'épaisseur crépinée dans les schistes réputés non productifs.

La sollicitation de la nappe, en période d'étiage sévère de la Meuse, par une exploitation simultanée des deux champs captants, permet d'émettre les remarques suivantes :

- l'exploitation du puits AEP de Chooz confirme le dépassement du seuil de tolérance, avec une aggravation constatée lors de la mise en fonctionnement du forage F1 ; en effet, les deux forages F1 et F2 constituent un écran hydraulique face à la source d'alimentation principale de la nappe qui est la Meuse ;
- les deux autres ouvrages, F2 (de Chooz) et NF3 (de Givet), dépassent également le seuil de tolérance en rabattement ; l'essai confirme par ailleurs, qu'il faudra reporter le débit extrait de NF3 sur le forage NF1 jugé plus productif lors des essais précédents.
- la mise en route des pompages sur les futurs captages de Givet a maintenu la baisse régulière du niveau global de la nappe. Cette baisse entraîne une perte relative du potentiel propre de la nappe qui contribue à la légère augmentation du pourcentage de l'épaisseur d'eau exploitée dans les ouvrages. Le résultat est récapitulé dans le tableau suivant :

	13 au 14/10/98	14 au 15 /10/98	15 au 16/10/98 (mise en pompage de F1)
Puits AEP	- 3	- 4	~ (- 8)
F1	-2	- 1	- 4
F2	?	- 3	?

Influence du pompage simultané des captages de Chooz et de Givet sur le potentiel de la nappe.

(valeurs représentant le % de la baisse de la nappe par rapport à l'épaisseur captée)

- en terme d'incidence propre sur chacun des captages de Chooz, le pompage simultané sur les forages de Givet n'a pas entraîné une détérioration aggravée des rabattements spécifiques. La baisse du niveau de la nappe se produit dans un mouvement général du fait de l'incapacité de récupération des niveaux statiques entre les cycles de pompage sur les deux champs captants.

	sans pompage sur Givet		avec pompage sur Givet	
	11/10/98	12 au 13/10/98	13 au 14/10/98	14 au 15/10/98
Puits AEP	0,64	0,68	0,65	0,65
F1	0,60	0,79	0,86	0,90
F2	?	(1,66)	(1,69)	(1,59)

Comparaison des rabattements (m) sur Chooz sans et avec le pompage sur Givet.
(seuls F2 et le Puits AEP étaient en pompage jusqu'au 15 octobre)

Qualité des eaux :

Avant le début du chômage de la Meuse, nous ne disposons pas d'historique de dosage de micropolluants. Les analyses réalisées sur F1 (Chooz, le 27/1/98, sans recherche des pesticides, et savoir si le forage était en pompage ou non) ne présentaient aucun paramètre dépassant la norme AEP ; nous y avons relevé une turbidité de 0,8 NTU, 16 mg/l de nitrates, 0,01 mg/l de Fe et 2 µg/l de Mn.

Sur les forages de Givet, NF2 et NF3 (prélèvements du 18/12/97), les analyses ont montré une présence de coliformes totaux et d'atrazine (0,03 et 0,04 µg/l) ; nous y avons noté une turbidité de 0,04 NTU, 9 mg/l de nitrates et une absence de Fe et Mn.

Le 9/10/98 et le 12/10/98, soit 12 à 15 jours de chômage de la Meuse, et *avant la mise en pompage des forages de Givet*, les analyses ont montré, sur la quasi totalité des prélèvements effectués (aussi bien sur Givet, Chooz et le piézomètres Pz3 proche de la Meuse), une seule modification sensible concernant l'apparition de coliformes, de streptocoques (avec un dépassement de la norme sur F1, NF1, NF2 et NF3).

La recherche de l'atrazine a montré la présence de traces (de l'ordre des seuils de détection du laboratoire) sur des échantillons d'eau prélevés sur Chooz (F1 et F2) et un dépassement net de la norme sur les trois forages de Givet (0,05 et 0,06 µg/l). Les teneurs mesurées dans les eaux de la Meuse, prélevés le 2 (à Fumay) et le 15/10/98 (à Fumay et à Chooz), sont respectivement 0,07 - 0,04 et 0,04 µg/l.

A la suite de la mise en pompage des forages de Givet, les analyses du 15/10/98 (effectué avant la mise en pompage de F1) ont montré :

- un maintien de la présence de l'atrazine dépassant la norme sur F1, NF1, NF2 et NF3 ; le maximum étant relevé sur F1 (1,17 µg/l) ;

- une augmentation des teneurs en Fer sur F1, F2, Puits AEP, NF2, NF3 et Pz3 ; le maximum étant relevé sur F1 (1,66 mg/l) ;
- une augmentation des teneurs en Manganèse sur F1 et Pz3 ; le maximum étant relevé sur Pz3 (41 mg/l) ;
- la disparition des coliformes et streptocoques sur F1, et leur apparition sur le puits AEP, et le Pz3.

Le principal constat sur la qualité de l'eau est l'augmentation des teneurs en atrazine et en Fer dans les captages, toutefois l'eau prélevée pour la distribution sur les deux forages (F2 et Puits AEP) de Chooz est restée conforme à la norme.

L'origine de l'atrazine est principalement imputable à l'eau de la Meuse ; l'étiage, mettant la nappe dans une position d'épuisement critique, accentue le rôle d'alimentation de la Meuse dont les eaux sont chargées en atrazine ; ce phénomène s'aggrave lorsqu'on sollicite la ressource avec des captages supplémentaires (commune de Givet). La présence systématique d'atrazine sur les forages de Givet serait liée à leur situation dans un chenal d'écoulement préférentiel où la vitesse de l'eau provenant de la Meuse prendrait le pas sur le rôle filtrant des alluvions.

L'origine du Fer et du Manganèse est plus complexe. En effet, plusieurs facteurs contribuent à la présence du Fer dans les eaux souterraines ; le moteur principal étant l'activité bactérienne ; les bactéries disposent de plusieurs modes respiratoires et utilisent comme comburant pour oxyder la matière organique, dans l'ordre de priorité : l'oxygène, les nitrates puis les oxydes de fer et de manganèse. Plusieurs situations peuvent alors se présenter :

- Quand la présence d'oxygène et/ou de nitrates est importante, les oxydes de fer et de Mn ne sont pas sollicités, et il n'y aura pas mobilisation de ces deux éléments dans l'eau ;
- si la vitesse de l'eau est importante, elle entraîne un décrochage des particules fines et crée un flux nourricier qui développe en masse les bactéries augmentant ainsi la demande en comburant ; les forts rabattements créés autour des forages exploités amplifient sensiblement ce risque ;
- si la nappe alluviale se trouve dans une position de captivité, l'apport d'oxygène est très faible, le milieu devient réducteur sollicitant d'avantage les oxydes de fer et de Mn.

Ces trois principales raisons agissent d'une manière dynamique sur la présence de fer et du manganèse dans l'eau. L'aquifère peut ainsi se situer en milieu réducteur ou oxydant en fonction du battement de la Meuse et de la nappe. Par ailleurs, la forte sollicitation des captages pourra déstabiliser l'environnement des ouvrages et entraîner temporairement une modification des teneurs en Fe et Mn. La maîtrise de ces phénomènes nécessitera la réalisation d'un diagnostic détaillé du contexte géologique, géochimique et hydrodynamique de la nappe. Ce diagnostic devra se faire par une approche spécifique qui sort du domaine de la présente étude.

3.8 Moyens de suivi des niveaux de la Meuse

Le Service de la Navigation dispose des moyens de mesures des niveaux d'eau au niveau de chaque barrage aval qui sert de guide de maintien des niveaux d'eau. Ce suivi a été effectué manuellement par les techniciens qui ont été amenés à intervenir. Des relevés horaires ont été réalisés afin de vérifier le maintien des niveaux constants.

Ces suivis ont montré que les niveaux ont été relativement bien maintenus sauf pendant de courtes périodes où des lachers d'eau dans des volumineux biefs, notamment celui de Charleville, sont venus perturber le déroulement des opérations.

Par ailleurs, des repères ont été fixés sur certains sites (Joigny, Revin, Fumay et Chooz) pour un suivi local des niveaux à proximité immédiate des captages étudiés.

4. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Les différentes recommandations, faites pour les communes présentant une difficulté d'alimentation en eau pérenne et sécurisée, mettent en jeu la sollicitation indirecte des eaux superficielles de la Meuse. La qualité de cette ressource étant médiocre, il devient urgent d'imaginer la mise en oeuvre d'une démarche globale type Schéma Directeur permettant de disposer à terme de cette eau pour l'usage le plus noble : l'alimentation en eau potable de la population.

D'une manière générale, les difficultés d'approvisionnement en eau sont associées aux périodes d'étiages (chômage de la Meuse ou déficit pluviométrique) ou à des contraintes techniques (mise à blanc des barrages en périodes de gel). Cette dernière cause étant impossible à planifier, il devient indispensable d'intégrer les mesures palliatives dans un schéma pré-programmé de concertation entre les acteurs concernés (VNF et communes).

4.1. Site de Joigny/Meuse

Compte tenu de l'importante dépendance du captage de la commune vis à vis de du niveau de la Meuse, il n'est qu'une question de temps pour qu'un étiage sévère (baisse à partir de 1,2 m) finisse par épuiser la nappe sollicitée pour l'AEP.

L'exploitant ne dispose que d'un seul moyen pour lutter contre la détérioration du potentiel exploitable : gérer au mieux le rabattement, donc le débit de pompage par rapport au niveau d'eau dans le forage.

Dans cet objectif, le puits ayant déjà été surcreusé, nous proposons d'équiper le forage avec une pompe d'un débit de 15 m³/h au lieu de 30.

Cette mesure préventive a des limites. En effet, pour un étiage sévère durable, lorsque le forage est sec, aucun pompage n'est possible. Dans ces conditions, la commune devra se tourner vers une ressource de substitution temporaire qu'il s'agit d'étudier et de planifier à l'avance.

4.2. Site de Bogny/Meuse

Pour une baisse durable du niveau de la Meuse à partir de 1,2 m, la ressource en eau souterraine dans les alluvions sera amenée à diminuer progressivement et à s'épuiser en moins de 10 jours.

Le potentiel des deux captages existants a été testé et a montré leur insuffisance pour assurer la totalité des besoins programmés. Si la baisse du niveau de la Meuse est concomitante avec une impossible sollicitation des autres ressources de la commune, la situation devient dramatique. La collectivité devra étudier les possibilités de renforcement de son alimentation, d'interconnexions ou de réalimentation artificielle.

4.3. Site de Laifour

Malgré la faible épaisseur de la nappe alluviale, le captage de la commune de Laifour possède d'excellentes caractéristiques hydrodynamiques qui permettent son utilisation dans les conditions d'étiages.

Les propriétés de ce captage devront être préservées ; son utilisation depuis 33 ans nécessite, sans urgence particulière, de réaliser un bilan de son état afin de s'assurer de l'absence d'ensablement et de détérioration de sa crépine qui restent les seuls facteurs pénalisants.

4.4. Site de Revin

Le champ captant de Revin a été équipé avec des moyens modernes et efficaces pour assurer une alimentation de la commune en eau potable de bonne qualité. Les essais réalisés lors du chômage de la Meuse l'ont bien confirmé.

Dans les situations d'étiages sévères, ou de mise à blanc de la Meuse, le renforcement de la ressource en eau souterraine par injection des eaux de Witaker s'est avéré efficace sur le plan quantitatif.

Des consignes directives ont été élaborées afin d'assister l'exploitant dans la gestion du champ captant en fonction des niveaux de la Meuse.

Toutefois, la stratégie de la réalimentation artificielle repose entièrement sur la pérennité de la qualité des eaux en provenance de Witaker. En effet, trois recommandations sont formulées afin :

- de préserver le potentiel de production des alluvions et des forages ; il s'agit ici de ne pas détériorer les propriétés du champ captant par le colmatage des alluvions et des crépines des ouvrages ;
- de contrôler la qualité de eaux de Witaker avant injection dans la nappe ;
- de veiller à maintenir la fonctionnalité des ouvrages d'injection par un entretien régulier.

4.5. Site de Fumay

En périodes d'étiages, la sollicitation exclusive de la ressource en eau souterraine des alluvions de la Meuse pour l'alimentation en eau potable de la commune ne peut être possible qu'avec le renforcement de son potentiel par une réalimentation artificielle.

Dans les différentes situations d'étiage, les calculs sur modèles ainsi que les essais sur le site ont démontré l'efficacité de la réalimentation sur le plan quantitatif. Toutefois, certaines investigations complémentaires devraient être entreprises afin de s'assurer le bon usage des forages F1 et F3bis.

Sur le plan de la qualité de l'eau, le projet retenu par la commune devra équiper le site par des nouveaux moyens de contrôle de la qualité des eaux de la Meuse avant sa réinfiltration dans la nappe. Toutefois, certaines investigations complémentaires devront faire l'objet d'essais sur site afin de vérifier, dans les situations d'usage des bassins (étiages), la persistance du rôle épurateur de la zone non saturée située sous le ou les bassins envisagé(s).

4.6. Site de Chooz/Givet

Les commentaires qui suivront sont exclusivement liées aux conditions de réalisation de l'essai qui coïncident avec un niveau de la Meuse de 102,3 NGF (étiage sévère), une pluviométrie négligeable, un pompage moyen sur Chooz de 900 m³/j et une sollicitation des futurs captages de Givet avec 806 m³/j.

4.6.1. Avant la mise en pompage des forages de Givet :

- l'étiage sévère de la Meuse se répercute sur l'épuisement lent et régulier du potentiel de la ressource en eau souterraine. La baisse global du niveau d'eau sur le forage F1 (non exploité) est de l'ordre de 10 cm/j (du 9 au 11 octobre), entraînant une perte du potentiel de la nappe de l'ordre de 2 % ;
- les rabattements provoqués dans le puits AEP sont à la limite du seuil de tolérance de 33 % de l'épaisseur de nappe exploitée pour un débit de 15 m³/h. C'est également le cas pour le forage F2 ¹ (débit de 75 à 80 m³/h) ; dans les conditions d'étiage de la Meuse, ces deux ouvrages sont exploités en limite de leur potentiel raisonnable ;
- d'une manière générale, les conditions d'exploitation des captages de Chooz (pompage sur F1 et le puits AEP) sont restées 'admissibles' pour un débit de l'ordre de 900 m³/j et un niveau de la Meuse autour de 102,3 NGF (étiage sévère). Toutefois, en extrapolant l'exploitation à une demande plus forte, nous pouvons craindre une baisse anormale des épaisseurs de l'aquifère au droit des ouvrages. En effet, l'impact, d'un pompage inférieur à 900 m³/j, est réduit par la possibilité de pomper par à coups qui ne sera plus possible lorsqu'il s'agit d'assurer un besoin plus soutenu en été qui pourrait être superposé à un étiage sévère de la Meuse.
- il y a un manque de suivi régulier du fer/manganèse et une absence d'analyses de l'atrazine pour connaître l'état de la qualité de la nappe en périodes normales et hors pompage de Givet.

¹ *Mesure faite le 13 octobre juste avant le démarrage des pompes de Givet*

4.6.2. Après la mise en route des pompages de Givet :

- La mise en route des pompages de Givet a accéléré la baisse du niveau général de la nappe ; l'impact propre de Givet est estimée à environ 40 cm ¹. Cette baisse est le constat du manque de régénération de la ressource qui est exclusivement alimentée par la Meuse située à un niveau très bas (avec absence de pluie). Cet impact propre contribue à la perte du potentiel de production sur les captages de Chooz d'environ 2 % , ainsi qu'à la détérioration du pourcentage de l'épaisseur exploitée de la nappe sur l'ensemble des ouvrages ;
- le test effectué pour le report d'un débit de 30 m³/h de F2 vers F1 devant théoriquement limiter le rabattement sur le premier ouvrage a confirmé que l'utilisation simultanée des deux forages crée une barrière hydraulique devant le Puits AEP générant inévitablement un dénoyage total de cet ouvrage ; cette remarque reste vraie même si les captages de Givet n'existaient pas ;
- si le niveau de la Meuse se maintenait plusieurs semaines en position d'étiage sévère, la situation générale de la ressource en eau, même en l'absence de pompage sur le champ captant de Givet, ne pourra que s'aggraver ².
- le suivi de la qualité des eaux a montré qu'une sollicitation de la nappe, en étiage sévère pour une exploitation globale de l'ordre de 1.900 m³/j, a entraîné :
 - une très légère augmentation du dépassement de la norme en atrazine sur les forages de Givet,
 - un maintien de la conformité en atrazine des eaux pompées sur les forages de Chooz,
 - une amélioration des teneurs en Fer/manganèse sur Givet, sauf pour NF3 qui a été anormalement pompé,
 - une augmentation du fer/manganèse sur les puits de Chooz.

4.6.3. Propositions :

Les recommandations développées ont été groupées selon les enjeux stratégiques qu'il est possible d'envisager. Elles sont basées sur un fait indiscutable qui est lié à la dépendance de la ressource en eau souterraine des alluvions de la Meuse vis-à-vis des eaux superficielles, par voie de la réalimentation induite. Par ailleurs, nous considérons

¹ 20 cm mesurés directement par les capteurs, sur lesquels il faudra ajouter 20 cm compensés par la remontée du niveau de la Meuse pendant l'essai.

² L'enregistrement du niveau de la nappe sur F1, entre le 9 et le 13 octobre, montre bien une baisse régulière (perte de potentiel) de l'ordre de 10 cm par jour.

également l'hypothèse que les besoins de la commune de Givet sont basés sur l'exploitation de la boucle de Chooz.

①- Solutions locales répondant à un enjeu local :

①a - **Etat des lieux** : En partant des calculs effectués ¹ dans le rapport ASGA du 27 mars 98 (page 20) et en retenant comme impact propre des captages de Givet sur le potentiel d'exploitation des ouvrages de Chooz traduit en 70 cm de rabattement ², on pourra déduire que le maintien d'une situation sécuritaire sur les deux sites pourra se traduire par la définition d'une valeur seuil du niveau d'alimentation de la nappe (qui n'est autre que la Meuse). Ce niveau pourra être défini à $(102,3 \text{ NGF} + 0,7 \text{ m} = 103 \text{ NGF})$.

Ainsi, tant que le niveau de la Meuse se maintient au-dessus de la cote 103 NGF, l'exploitation des deux champs captants de Chooz et de Givet reste assurée. Par contre, lorsque le niveau de la Meuse franchit le seuil défini, une surveillance étroite (capteur sur un piézomètre relié à un automate) des niveaux de la nappe devra guider ou assister l'exploitant dans la gestion des conditions de poursuite du pompage sur Givet. Une procédure de réduction progressive du débit journalier permettra d'ajuster l'exploitation sur ce champ captant allant même jusqu'à son arrêt temporaire complet.

①b - **Proposition de base** : une amélioration de la condition d'exploitation des captages de Chooz est fortement conseillée par une réhabilitation du puits AEP, et dans une optique sécuritaire totale, par la répartition optimale des débits pompés sur les ouvrages ; le résultat de cette réhabilitation ne devrait pas exclure l'hypothèse d'équipement d'un forage supplémentaire (de substitution au puits ou à F1) qui pourra être situé à 70 m au nord de F2.

①c - **Propositions facultatives** : pour remédier aux conditions de déficit de la ressource dans le cas de l'hypothèse de remise en marche des captages de Givet, la compensation ne pourra se faire que par un renforcement de l'alimentation de la nappe par une *recharge artificielle*. Cette solution devra tenir compte de l'aspect qualitatif des eaux infiltrées afin de préserver le milieu alluvial. Ce type de dispositif devra également être envisagé sur un plan économique intégrant sa fréquence d'utilisation et le coût de la garantie des aspects qualitatifs.

Une autre hypothèse consiste à augmenter la marge de manoeuvre imposée sur le niveau bas de la Meuse en examinant la faisabilité d'un *rehaussement du seuil fixe de l'usine EDF* de quelques décimètres.

La dernière alternative envisageable en périodes d'étiage est d'arrêter le pompage sur les captages de Givet. Ce schéma impose à la commune d'assurer

¹ Valeurs en concordance parfaite avec les résultats de l'essai réalisé.

² Ce calcul théorique effectué en régime permanent semble être en complète conformité avec l'extrapolation des résultats des essais d'octobre 98.

la sécurité de son approvisionnement en eau potable en se tournant provisoirement vers d'autres ressources qui sortent du domaine de la présente étude.

①d - Sur ces derniers aspects, les propositions émises devront être associées à la *mise en place d'un suivi* des paramètres Fer/Manganèse/oxygène dissous/Atrazine.

②- Solution globale répondant à des enjeux plus larges :

Cette proposition s'intègre dans une optique du type schéma directeur de la ressource qui aurait pour ambition de répondre au problème de la maîtrise de l'exploitation pour l'AEP sur plusieurs captages de la région et de faire face à la tendance chronique de l'augmentation des teneurs en micropolluants dans la Meuse, ou à son exposition aux risques de pollutions d'origines diverses, etc.

Il s'agirait sur le site de Chooz, quite à concevoir un dispositif de réalimentation artificielle de la ressource (évoqué dans la solution ①), de le dimensionner pour augmenter fortement la productivité du champ captant. Ainsi, pourquoi ne pas passer de 1000 à plusieurs milliers de m³/j en vue de transformer la boucle alluviale de Chooz (facilement protégeable) en un noeud d'un Schéma Directeur AEP de ce secteur qui concernera plusieurs communes ?

La conception d'un dispositif de sécurisation d'une telle ressource, renforcée et maîtrisée, serait mieux intégrée dans une politique de financement et d'investissement au regard des grands volumes d'eau mis en jeu. Ce type de démarche pourra être mis en oeuvre progressivement et il est entièrement compatible avec un démarrage par les solutions type ① citées précédemment.