LAFARGE GRANULATS
FRANCE

Projet de carrière du Buissonnet à Choisy-au-Bac (60)

Étude hydraulique et hydrogéologique

Rapport final

01627594 | Novembre 2016 | v6

hydratec

setec

hydratec
setec

Immeuble Central Seine
42-52 quai de la Rapée
75582 Paris Cedex 12

Email : hydra@hydra.setec.fr

T : 01 82 51 64 02
F : 01 82 51 41 39

Directeur d'affaire :NVC

Responsable d'affaire : PNVC

N°affaire : 01627594

Fichier : 27594_Buissonnet-carriere-rapport final_21-10-2016_repriseRQ_LAFARGE.docx

Version	Date	Etabli par	Vérifié par	Nb pages	Observations / Visa
0	2011	MCM/MCR	NVC	31	Etat des lieux initial – Etude ensuite suspendue jusqu'en 2015
1	23/10/2015	CPS/TTC	NVC	88	
2	02/11/2015	CPS/TTC	NVC	88	
3	01/12/2015	CPS/TTC	NVC	88	
4	20/10/2016	CPS/TTC	NVC	88	Intégration des impacts hydrauliques en phase travaux
5	02/11/2016	CPS/TTC	NVC	88	Intégration des remarques de Lafarge
6	15/11/2016	CPS/TTC	NVC	88	Intégration des remarques de Mr Bourget+Mr Valet + Mme Warau

TABLE DES MATIÈRES

1 CONTEXTE ET OBJET DE L'ETUDE 11
2 DETERMINATION DE L'ESPACE DE MOBILITE DE L'AISNE SUR LE SECTEUR D'ETUDE 13
2.1 Rappel de la réglementation 13
2.2 Méthodologie adoptée pour la détermination des espaces de mobilité 13
2.3 Visite de terrain 14
2.4 Evolutions historiques 17
2.5 Puissance spécifique de l'Aisne 20
2.6 Bilan concernant la mobilité de l'Aisne 21
3 ETUDE HYDRAULIQUE : ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE 22
3.1 Topographie de la zone d'étude 22
3.2 Analyse Hydrologique 22
3.3 Modélisation des écoulements 24
3.3.1 Rappel sur la modélisation de 2011 24
3.3.2 Adaptation du modèle hydraulique de 2011 28
3.3.3 Analyse de la situation actuelle 28
4 ETAT DES LIEUX HYDROGEOLOGIQUE 33
4.1 Contexte géologique général 33
4.2 Contexte géologique local 33
4.3 Présentation des aquifères en présence 34
4.3.1 La nappe des alluvions 34
4.3.2 Les nappes des horizons de l'Eocène inférieur 35
4.3.3 La nappe des sables du Bracheux 35
4.3.4 La nappe de la craie 35
4.4 Contexte hydrogéologique 36
4.4.1 Piézométrie de la nappe alluviale générale 36
4.4.2 Piézométrie de la nappe alluviale locale 37
4.4.3 Variation piézométrique générale 38
4.4.4 Variations piézométriques au droit du projet 41
4.4.5 Qualité des nappes en présence 43
4.5 Bilan hydrique 43
4.6 Contraintes au droit de l'exploitation 46
4.6.1 Captages d'eau 46
4.6.2 Zones humides 46

4.6.3 Ouvrages linéaires 47
4.7 Conformité avec le SAGE Oise Aronde 47
4.8 Conformité avec le Plan de Prévention des Risques Inondation de l'Oise et de L'Aisne à l'amont de Compiègne 48
5 PRESENTATION DU PROJET 49
5.1 Durée d'exploitation du site 49
5.2 Mode d'évacuation des matériaux 49
5.3 Exploitation des terrains 50
5.4 Phasage de l'exploitation 50
5.5 Modalités de remise en état du site 53
6 MODELISATION HYDROGEOLOGIQUE 55
6.1 Contexte et objectifs de la modélisation 55
6.2 Construction du modèle 55
6.2.1 Outil de modélisation 55
6.2.2 Structure et géologie du modèle 56
6.2.3 Prélèvements 57
6.3 Calage du modèle en régime permanent 57
6.3.1 Piézométrie de référence (mesurée) 57
6.3.2 Recharge 58
6.3.3 Perméabilités 58
6.4 Résultats 59
7 INCIDENCES EN PHASE TRAVAUX 61
7.1 incidences hydrogéologiques en phase travaux 61
7.2 Incidences hydrauliques en phase travaux 61
7.2.1 Préconisations 71
8 INCIDENCES EN PHASE AMENAGEE 72
8.1 Analyse des impacts hydrogéologiques 72
8.1.1 Impacts piézométriques a l'étiage de nappe et pour une année climatique de période retour 5 ans sec 72
8.1.2 Impacts piézométriques en hautes eaux 75
8.1.3 Impacts sur la qualité de la nappe alluviale 76
8.2 Analyse des impacts hydrauliques 76
8.3 Impacts cumulés des sites proches et connexes et des autres projets connus 85
9 DEFINITION DES MESURES ERC ET DISPOSITIFS DE CONTROLE 86
9.1 En phase travaux 86
9.1.1 Aspect hydraulique 86
9.1.2 Aspect hydrogéologique 86

9.2 En phase aménagée 87
10 CONCLUSION 88

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1-1: Plan de situation du projet 11

Figure 2-1 : Berge RG de l'Aisne au droit du secteur du Buissonnet (vue de l'amont vers l'aval) 14

Figure 2-2: Berges du bras de navigation en amont de l'écluse 15

Figure 2-3 : Vue aérienne extraite du site du Géoportail 16

Figure 2-4 : Photo aérienne de 1947 extraite du site de l'IGN 16

Figure 2-5 : Carte au 1/25000ème et carte d'Etat-Major extraites du site du Géoportail 18

Figure 2-6 : Mobilité réelle des cours d'eau du territoire de la commission géographique Vallée d'Oise (extrait de l'étude POYRY) 21

Figure 3-1 : Topographie de la zone d'étude 22

Figure 3-2 : Hydrogrammes de l'Aisne au niveau du projet du Buissonnet 23

Figure 3-3 : Aménagements des Muids 25

Figure 3-4 : Schéma de principe de la modélisation générale 26

Figure 3-5 : Modèle du confluent Oise-Aisne sous Hydrariv 27

Figure 3-6 : Assemblage des différents modèles sous Hydrariv 27

Figure 3-7 : Crue décennale dans la situation actuelle 30

Figure 3-8 : Crue de type décembre 1993 dans la situation actuelle 31

Figure 3-9 : Crue centennale dans la situation actuelle 32

Figure 4-1 : Localisation des sondages des Muids et du Buissonnet 34

Figure 4-2 : Carte piézométrique des basses eaux de 2004 37

Figure 4-3 : Carte piézométrique de septembre 2004 (basses eaux) et mesures réalisées en septembre 2011 38

Figure 4-4 : chronique du piézomètre 01042X0049/S1 39

Figure 4-5 : Courbes statistiques du piézomètre 01042X0049 40

Figure 4-6 : Analyse statistiques au droit du piézomètre d'Estrées-Saint-Denis 40

Figure 4-7 : Indicateurs BSH du piézomètre 01042X0049 41

Figure 4-8 : Localisation des piézomètres de suivi sur le site des Muids et sur le projet du Buissonnet 41

Figure 4-9 : Variations piézométriques mesurées sur le site de la carrière des Muids (2010 à 2013) 42

Figure 4-10 : Variations piézométriques mesurées sur le site du projet du Buissonnet (2015-2016) 42

Figure 4-11 : Evolution des paramètres de qualité de la nappe alluviale 43

Figure 4-12 : Bilan hydrique en mm depuis 2000 44

Figure 4-13 : Excédent hydrique annuel (Pluie-ETP) et périodes retour 45

Figure 4-14 : Localisation des captages AEP, de leurs périmètres de protection et des prélèvements industriels et irrigants 46

Figure 4-15 : Localisation de la zone humide au droit du secteur d'étude 47
Figure 5-1 : Délimitation du projet (source : Lafarge) 49
Figure 5-2: Etat initial avant le projet et localisation des bandes transporteuses et périmètres de demande et d'extraction (source : Lafarge) 50
Figure 5-3 : Etat fin de phase1 51
Figure 5-4 : Etat fin de phase 2 51
Figure 5-5 : Etat fin de phase 3 52
Figure 5-6 : Etat fin de phase 4 52
Figure 5-7 : Phasage extraction. 53
Figure 5-8 : Plan de réaménagement (source : Lafarge) 54
Figure 5-9 : Plan de réaménagement des Muids(source : Lafarge) 54
Figure 6-1 : Délimitation du bassin versant hydrogéologique 56
Figure 6-2 : Localisation des points d'observation servant au calage du modèle 58
Figure 6-3 : résultat du calage en régime permanent au temps initial 60
Figure 6-4 : Piézométrie de référence simulée et zoomée au droit du projet de la nappe alluviale 60
Figure 7-1 : Etat fin de la phase 1 62
Figure 7-2 : Zones inondables de la crue décennale en phase 1 des travaux 64
Figure 7-3: Impact de la phase 1 des travaux sur la situation initiale pour la crue décennale 65
Figure 7-4 : Zones inondables de la crue de type décembre 1993 en phase 1 des travaux 66
Figure 7-5: Impact de la phase 1 des travaux sur la situation initiale pour la crue de décembre 1993 67
Figure 7-6 : Zones inondables de la crue centennale en phase 1 des travaux 68
Figure 7-7:Impact de la phase 1 des travaux sur la situation initiale pour la crue centennale 69
Figure 7-8 : Lignes d'eau maximales de l'Aisne en situation de travaux (phase 1) et situation actuelle 70
Figure 7-9: Position initiale du merlon Ouest 71
Figure 8-1 : Piézométrie en phase aménagée en basses eaux 73
Figure 8-2 : Impacts piézométriques du projet en phase aménagée en basses eaux 74
Figure 8-3 : Piézométrie en phase aménagée en hautes eaux 75
Figure 8-4 : Impacts piézométriques du projet réaménagé en hautes eaux 76
Figure 8-5 : Zones inondables de la crue décennale en situation aménagée 78
Figure 8-6: Impact de la situation aménagée sur la situation initiale pour la crue décennale 79
Figure 8-7 : Zones inondables de la crue de type décembre 1993 en situation aménagée 80
Figure 8-8: Impact de la situation aménagée sur la situation initiale pour la crue de décembre 1993 81
Figure 8-9 : Zones inondables de la crue centennale en situation aménagée 82
Figure 8-10: Impact de la situation aménagée sur la situation initiale pour la crue centennale 83

Figure 8-11 : Lignes d’eau maximales de l’Aisne en situation actuelle et aménagée 84

Tableau 4-1 : Codes couleurs de l’indicateur BSH 40
Tableau 6-1 : Couches géologiques modélisées 56
Tableau 6-2 : Cotes des retenues normales de l’Oise et de l’Aisne 57
Tableau 6-3 : Synthèse des prélèvements 57
Tableau 6-4 : synthèse des perméabilités 59
Tableau 6-5 : Résultats du calage du modèle 59
Tableau 8-1 : Variations du plan d’eau pour différentes occurrences hydrométriques 73

1 CONTEXTE ET OBJET DE L'ETUDE

Lafarge Granulats France projette l'ouverture d'une carrière alluvionnaire au lieu-dit Le Buissonnet, sur le territoire de la commune de Choisy-au-Bac (département de l'Oise) (cf. Figure 1-1).

Ce projet de carrière est intégré au projet de déplacement des activités nautiques menées par le club d'Aviron de Compiègne. L'ARC (Agglomération de la Région de Compiègne) s'est rapprochée de Lafarge pour l'implantation d'un nouveau bassin d'aviron sur la commune de Choisy-au-Bac où Lafarge est déjà propriétaire d'un ensemble foncier.

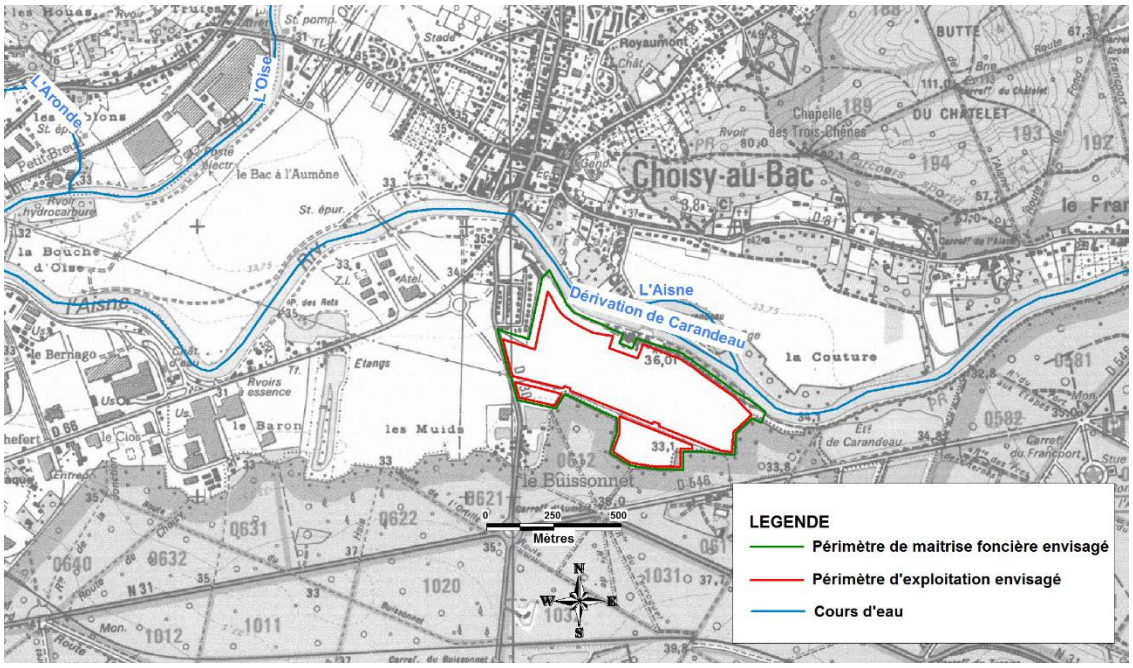


Figure 1-1: Plan de situation du projet

En 2006, Hydratec a fait des études hydrauliques et hydrogéologiques sur ce secteur :

- pour Lafarge Granulats : étude hydraulique et hydrogéologique relative au projet de carrière des Muids, sur le territoire de la commune de Choisy-au-Bac,
- pour l'ARC : étude hydraulique du confluent Oise-Aisne, prenant en compte le projet de bassin des Muids en tant que mesure compensatoire pour des remblais faits dans la vallée de l'Oise en aval de Compiègne.

Dans le cadre de ces études, nous avons élaboré et exploité :

- un modèle hydraulique de propagation des crues de l'Oise et de l'Aisne dans le secteur de leur confluence,
- un modèle hydrogéologique de ce même secteur du confluent de l'Oise et de l'Aisne.

Ces deux modèles sont repris dans la présente étude relative au projet du Buissonnet.

L’étude hydraulique et hydrogéologique pour le projet du Buissonnet a pour objectifs :

- Pour l’étude hydraulique :
  - de préciser la situation actuelle du site lors des crues de l’Oise et de l’Aisne, de déterminer les impacts du projet sur les crues au confluent et en aval, en phase exploitation et après réaménagement, d’aider Lafarge à adapter son projet si les impacts hydrauliques estimés le nécessitent, de déterminer les éventuelles mesures compensatoires à prévoir,
  - de montrer que le projet est en dehors de l’espace de mobilité de l’Aisne.
- Pour l’étude hydrogéologique :
  - de préciser les contextes géologique et hydrogéologique du site, de déterminer les impacts du projet sur les nappes en présence, en phase exploitation et après réaménagement,
  - d’aider Lafarge à adapter son projet si les impacts hydrogéologiques estimés le nécessitent,
  - de déterminer les éventuelles mesures compensatoires à prévoir.

2 DETERMINATION DE L'ESPACE DE MOBILITE DE L'AISNE SUR LE SECTEUR D'ETUDE

Avant toute demande d'ouverture de carrière, il convient de vérifier que celle-ci n'est pas située dans l'espace de mobilité du cours d'eau riverain. Le projet de carrière est situé en rive gauche de l'Aisne au niveau du barrage de navigation de Carandeau (et de l'écluse associée) qui constitue un point dur du cours d'eau.

2.1 RAPPEL DE LA REGLEMENTATION

L'arrêté ministériel du 24 janvier 2001 stipule dans son article 2 que « les exploitations de carrières de granulats sont interdites dans l'espace de mobilité du cours d'eau. L'espace de mobilité du cours d'eau est défini comme l'espace du lit majeur à l'intérieur duquel le lit mineur peut se déplacer. L'espace de mobilité est évalué par l'étude d'impact en tenant compte de la connaissance de l'évolution historique du cours d'eau et de la présence des ouvrages et aménagements significatifs, à l'exception des ouvrages et aménagements à caractère provisoire, faisant obstacle à la mobilité du lit mineur. Cette évaluation de l'espace de mobilité est conduite sur un secteur représentatif du fonctionnement géomorphologique du cours d'eau en amont et en aval du site de la carrière, sur une longueur minimale totale de 5 kilomètres ».

Nous proposons de faire une étude succincte sur le tronçon allant du pont du Francport localisé sur la route départementale D546 en amont jusqu'à la confluence avec l'Oise afin de démontrer que le concept d'espace de mobilité ne s'applique pas sur ce secteur de l'Aisne navigable.

2.2 METHODOLOGIE ADOPTEE POUR LA DETERMINATION DES ESPACES DE MOBILITE

La détermination des espaces de mobilité d'un cours d'eau met en jeu des méthodes empiriques, puisque les phénomènes de dynamique fluviale sont à ce jour encore mal connus. Il n'existe donc pas de méthode standard reconnue pour la détermination des espaces de mobilité.

Dans ce contexte, la détermination de l'espace de mobilité d'un cours d'eau peut résulter de plusieurs approches, qui, aussi sérieuses soient-elles, peuvent donner lieu à des querelles d'experts.

Par ailleurs, se pose la question de l'échelle de temps à laquelle on se place pour justifier l'espace de mobilité défini, puisque aucune directive ne précise cette notion. Les évolutions historiques seront dans cette étude appréhendées sur 160 ans, le premier document cartographique fiable étant la carte d'Etat-Major établie dans les années 1840 (à contrario, la carte de Cassini, datant de la fin du XVIIIème siècle n'est pas suffisamment précise pour être exploitée).

La méthodologie adoptée dans la présente étude repose sur :

- une reconnaissance de terrain,

- une analyse des évolutions historiques faite avec la carte d'Etat-Major de 1841 (au 1/80000ème) et la carte IGN de 1992 (au 1/25000ème) (dernière édition),
- une estimation de la puissance spécifique du cours d'eau,
- une synthèse débouchant sur un diagnostic morpho-dynamique visant à déterminer si le concept d'espace de mobilité s'applique au tronçon étudié de l'Aisne.

2.3 VISITE DE TERRAIN

Une visite du site a eu lieu le 28 avril 2011.

Les berges de l'Aisne sur ce secteur apparaissent boisées et ne présentent pas de trace d'érosion particulière.

Figure 2-1 : Berge RG de l'Aisne au droit du secteur du Buissonnet (vue de l'amont vers l'aval)

Par endroit, des enrochements sont visibles, ils permettent de renforcer la berge pour les besoins de la navigation comme on peut le voir sur la photo suivante.

Figure 2-2: Berges du bras de navigation en amont de l'écluse

La vue aérienne extraite du site du Géoportail montre des berges boisées sur tout le linéaire d'étude et pas de trace d'érosion, elle est présentée en page suivante.

Les berges sont stables, y compris à l'extrados des méandres, où les courants en crue sont les plus forts. La ripisylve est par ailleurs quasiment continue.

Une photographie aérienne datant de 1947 a été extraite du site de l'IGN, elle est présentée page suivante. On s'aperçoit ainsi que le cours d'eau n'a pas bougé en plan et que les berges se sont boisées pendant les 60 dernières années.

Figure 2-3 : Vue aérienne extraite du site du Géoportail

Figure 2-4 : Photo aérienne de 1947 extraite du site de l'IGN

2.4 EVOLUTIONS HISTORIQUES

La carte d'Etat-Major et la carte au 1/25000ème disponibles sous le site du Géoportail ont été extraites et sont présentées page suivante.

Concernant la carte d'Etat-Major, cette couche du Géoportail est constituée par l'assemblage des 978 dessins-minutes originaux de la carte d'Etat-Major établie au XIXème siècle. Ces levés manuscrits en couleurs, à l'échelle du 1/40000ème, ont été établis entre 1825 et 1866. Ils ont été réduits au 1/80000ème pour graver les plaques de cuivre utilisées pour l'impression monochrome de la carte d'Etat-Major. Après scannage des dessins originaux, les coordonnées des images obtenues ont été transformées pour que les levés du XIXème siècle puissent être superposés à la cartographie moderne. L'évolution des couleurs au cours du temps et le vieillissement du papier explique les différences de teintes que l'on peut observer aux raccords entre les documents.

L'allure générale du cours d'eau n'a pas changé en 150 ans.

Sur la figure suivante sont présentées :

- La carte au 1/25000ème,
- La carte d'Etat-Major,
- La superposition des deux cartes avec le tracé récent de l'Aisne surligné en bleu.

On a l'impression que les méandres ont globalement évolué vers le nord-ouest. Cependant, au niveau de Choisy-au-Bac, le tracé récent superposé à la carte d'Etat-Major indiquerait que la rivière se serait déplacée vers les habitations, ce qui n'est pas le cas.

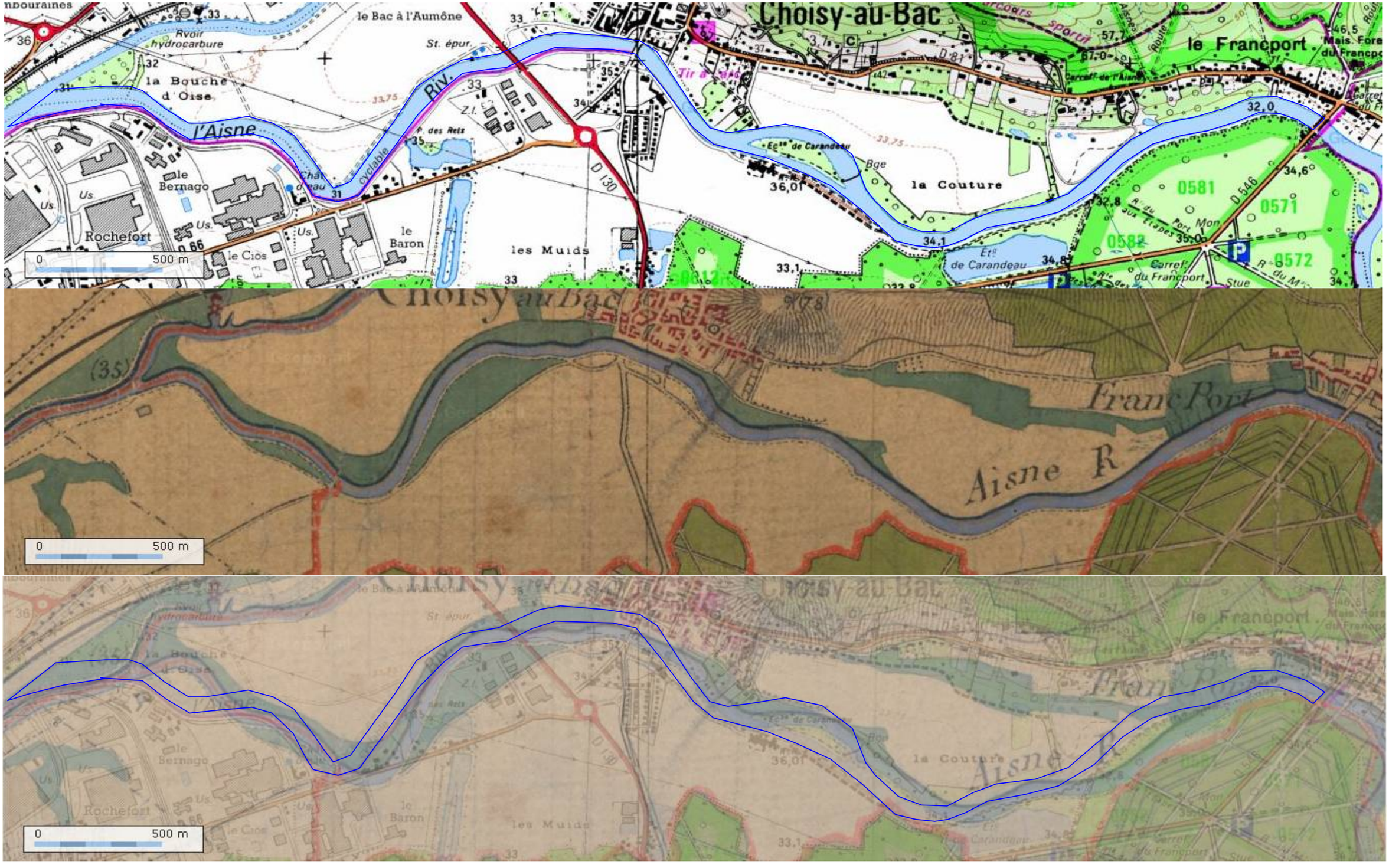
Les modifications observées entre les deux tracés sont sans doute en grande partie imputables à la différence d'échelle des deux cartes. Elles pourraient être dues à un biais cartographique, déjà constaté lors d'autres études. Ce biais vient du fait que la carte d'Etat- Major a été faite pour les besoins de l'armée. De ce fait, elle représente plus fidèlement les villes et les voies de communication (routes, voies ferrées et canaux, qui sont des éléments stratégiques pour l'armée) que le tracé des cours d'eau localisé loin des ponts.

Le secteur de la confluence entre l'Aisne et l'Oise a changé en 150 ans lorsque les rivières ont été rendues navigables par l'intervention humaine.

L'écluse de Carandeau n'existait pas sur le tracé de la carte d'Etat-Major.

Même si quelques différences peuvent être décelées **entre les deux tracés, globalement le cours de l'Aisne n'a pas évolué en 150 ans**. De plus, l'agglomération de Compiègne s'est accrue aux abords du cours d'eau tendant à corseter et à fixer son lit. En effet, on observe de nombreux bâtiments sur la rive gauche de l'Aisne en aval de l'Ecluse de Carandeau dont la zone d'activité de Compiègne. Les ponts menant à Choisy-au-Bac et le pont de la RD 130 sont des points durs qui tendent à fixer le cours d'eau.

Figure 2-5 : Carte au 1/25000ème et carte d'Etat-Major extraites du site du Géoportail



2.5 PUISSANCE SPECIFIQUE DE L'AISNE

La puissance spécifique d'un cours d'eau est donnée par la formule :

$$\Omega = \rho\, g\, Q_b\, i$$

Où :

Ω est la puissance (en W/m),

ρ est la masse volumique de l'eau (1000 kg/m^3),

i est la pente de la ligne d'eau (en m/m).

Pour s'affranchir de l'effet de taille du cours d'eau, on utilise la puissance spécifique (en W/m^2) : $W = \Omega / l = (\rho\, g\, Q_b\, i) / l$

où l est la largeur du lit mineur (chenal à plein bord).

La puissance spécifique du cours d'eau est donc sa puissance rapportée à l'unité de surface du lit (W/m^2).

Les méandres libres se rencontrent en général dans des rivières qui développent des puissances de 10 à 100 W/m^2.

Les méandres libres inactifs se rencontrent pour des valeurs de puissance spécifique inférieures à 15 W/m^2[1]. Pour des puissances plus fortes, une activité des méandres peut se produire. Mais pour être réellement actifs, les méandres libres non confinés [2] nécessitent des puissances au moins supérieures à 30 W/m^2.

Le modèle du confluent de l'Oise et de l'Aisne permet de connaître des caractéristiques du lit de l'Aisne nécessaires à l'estimation de sa puissance :

- pente moyenne de la ligne d'eau en crue : i = 0,16 ‰ m/m,
- débit de plein bord : Q_b = 250 m^3/s,
- largeur moyenne du lit : l = 60 m.

D'où une puissance spécifique : **W = 6,5 W/m².**

L'Aisne est donc ici peu puissante. Les méandres de l'Aisne ne sont donc pas actifs.

D'autre part, l'Agence de l'Eau a fait réaliser un inventaire des rivières mobiles du bassin Seine-Normandie en juillet 2007 par le bureau d'études PÖYRY. Ainsi des cartes montrant la mobilité réelle des cours d'eau ont été réalisées. Notamment sur le bassin versant de l'Oise, la carte montre que le secteur d'étude est situé en mobilité faible, ce qui est cohérent avec la puissance spécifique calculée. La carte est présentée sur la figure suivante.

[1] Source : « Les cours d'eau – dynamique du système fluvial » JP Bravard, F. Piégay – Armand Colin - 2000

[2] Les méandres confinés sont ceux qui ne peuvent se développer librement du fait de la présence de basses terrasses ou de la proximité du versant, c'est-à-dire où la plaine alluviale est plus étroite que la largeur potentielle des méandres.

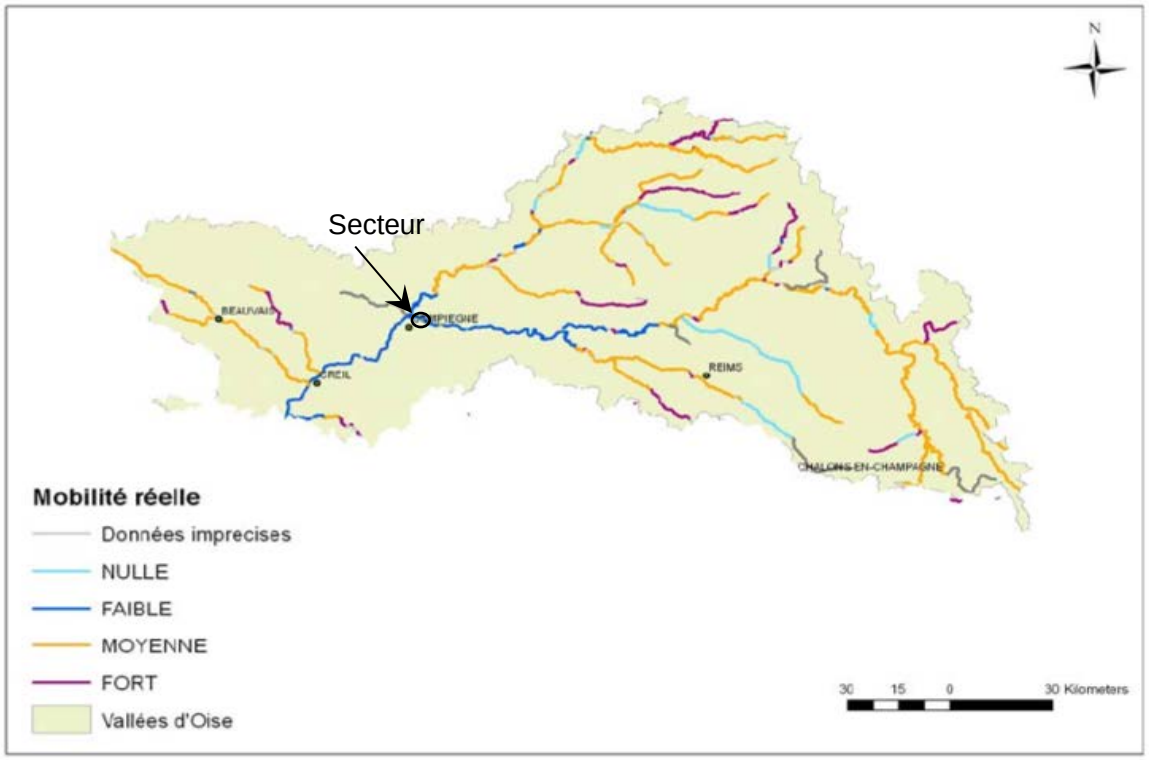


Figure 2-6 : Mobilité réelle des cours d'eau du territoire de la commission géographique Vallée d'Oise (extrait de l'étude POYRY)

2.6 BILAN CONCERNANT LA MOBILITE DE L'AISNE

L'analyse historique de la cartographie, les observations faites sur le terrain, le calcul de la puissance de l'Aisne sur le secteur d'étude et la navigabilité de la rivière convergent donc vers le diagnostic selon lequel **le lit mineur de l'Aisne sur le tronçon d'étude est stable**, et ceci depuis au moins 150 ans.

En prenant en compte les évolutions historiques du lit mineur, comme le prescrit l'arrêté du 24 janvier 2001, il s'avère donc que le concept d'espace de mobilité ne s'applique pas sur le tronçon de l'Aisne compris entre le pont de Francport et la confluence avec l'Oise.

Par conséquent, **la seule contrainte de la carrière projetée au lieu-dit « Le Buissonnet » sera d'être à 50 m de l'Aisne** conformément aux dispositions de l'arrêté du 22 septembre 1994 modifié relatif aux carrières qui prévoit un recul de 50 mètres vis-à-vis des cours d'eau de plus de 7,5 m de large.

3 ETUDE HYDRAULIQUE : ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE

3.1 TOPOGRAPHIE DE LA ZONE D'ETUDE

Un levé topographique avait été réalisé par Ludovic Boutignon, géomètre de Lafarge Granulats France en avril 2011. Depuis 2013, un levé LIDAR (densité : 1point/m2, précision altimétrique : 20cm) sur les vallées de l'Oise et de l'Aisne est également disponible.

Une analyse thématique effectuée sur le LIDAR est présentée sur la figure suivante. Elle permet de constater que le secteur d'étude est relativement plat avec une cote moyenne de 34 m NGF. Elle met également en évidence la présence de remblais créant des obstacles majeurs à l'écoulement.

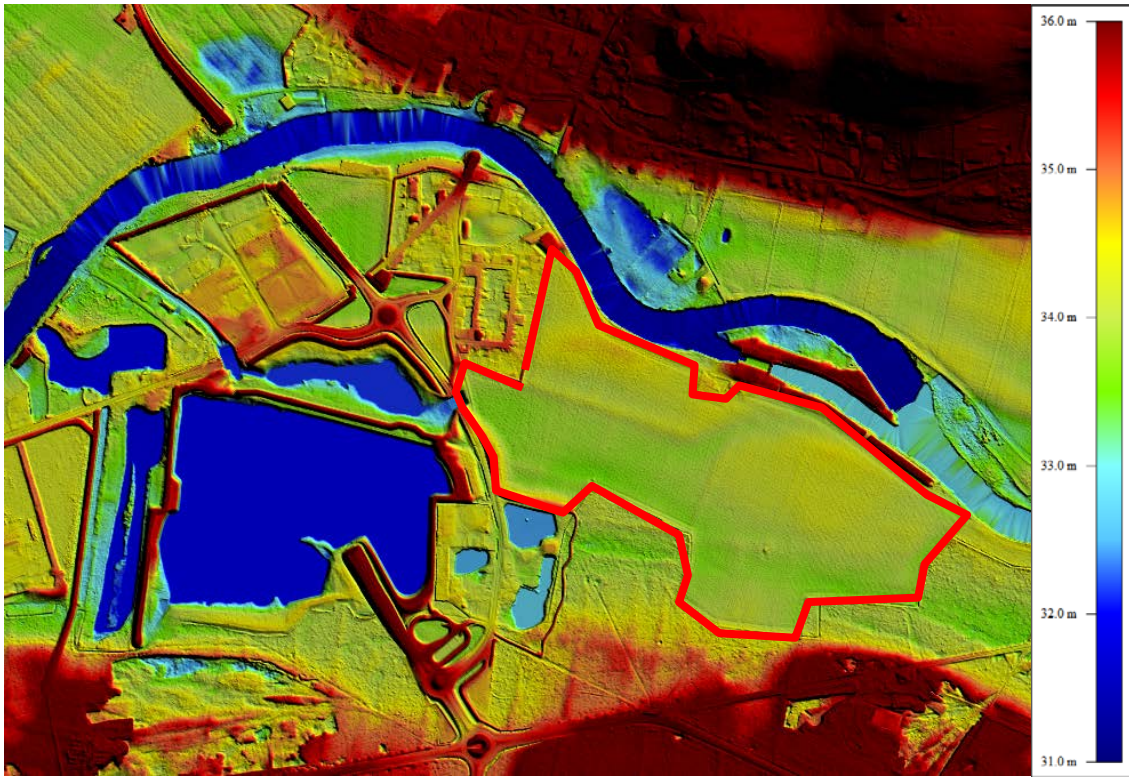


Figure 3-1 : Topographie de la zone d'étude

3.2 ANALYSE HYDROLOGIQUE

Lors de la caractérisation de l'état initial en 2011, 3 crues largement débordantes ont été simulées avec le modèle 2D :

- La crue de décembre 1993 (origine : 1er décembre 1993 à 0h00),
- La crue de janvier 1995 (origine : 22 janvier 1995 à 0h00),
- La crue de décembre 2002 – janvier 2003 (origine : 18 décembre 2002 à 0h00).

Le PPRi de l'Oise et de l'Aisne est actuellement en cours de révision, il s'appuie sur la crue d'occurrence centennale définie lors de l'Etude hydrologique globale du bassin versant de l'Oise », réalisée en 2013 par Hydratec pour le compte de l'Entente Oise-Aisne. Il a été explicitement demandé à Hydratec de prendre en compte cette crue pour la présente étude.

Afin d'avoir une vision complète des écoulements en situation actuelle, il est proposé d'appuyer l'analyse hydraulique sur les 3 crues suivantes :

- Crue décennale définie par Hydratec en 2013,
- Crue de décembre 1993 de période de retour égale à 20ans sur l'Aisne selon l'étude hydrologique d'Hydratec en 2013,
- Crue centennale, crue de référence du PPRi.

Le graphique ci-dessous présente les 3 hydrogrammes de l'Aisne au droit du secteur d'étude.

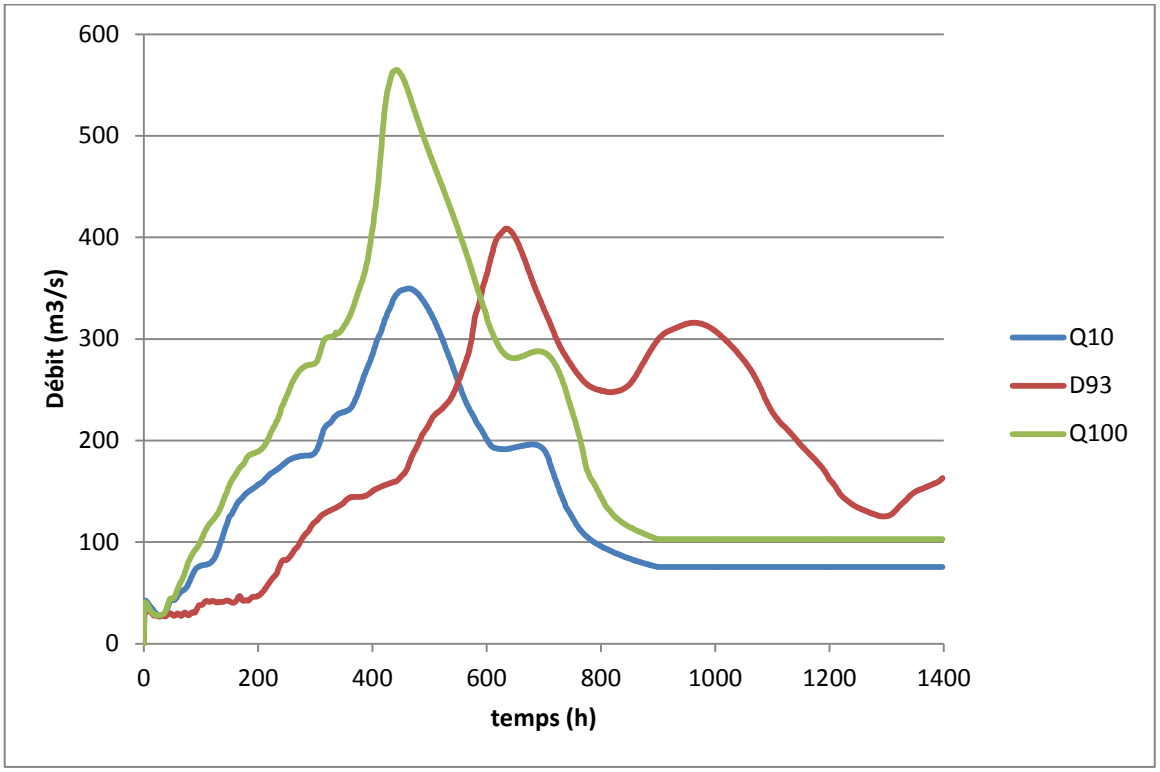


Figure 3-2 : Hydrogrammes de l'Aisne au niveau du projet du Buissonnet

3.3 MODELISATION DES ECOULEMENTS

3.3.1 Rappel sur la modélisation de 2011

Une première étude hydraulique du secteur d'étude avant la réalisation du projet a été réalisée par Hydratec en 2011 à partir du modèle hydraulique du confluent Oise-Aisne.

Ce modèle a été réalisé en 2005 pour le compte de l'ARC (Agglomération de la Région de Compiègne) sous le logiciel Hydra puis transféré en 2008 sous le logiciel Hydrariv. Il est composé d'un maillage 2D prolongé par des casiers. La largeur des mailles varie entre 10 et 60m, ce qui permet de représenter de manière précise les écoulements sur le secteur d'étude.

Il intègre l'ouvrage des Muids ainsi que les aménagements associés :

- Exutoires de décharge sous la RD130 et la RD66,
- Passage sous le remblai d'accès au pont de Choisy-au-Bac,
- Chenal de crue entre la RD130, la RD66 et l'Aisne,
- Vannages entre l'étang des Cygnes et l'Aisne, et entre l'étang des Cygnes et le bassin des Muids,
- Différents endiguements et décaissés présents sur le LIDAR de 2013.

A titre indicatif, l'objectif premier du Bassin des Muids est la compensation de volumes perdus pour l'expansion des crues de l'Oise suite à différents aménagements de l'Agglomération de la Région de Compiègne, réalisés ou projetés.

Les caractéristiques du bassin ont été définies par M. Pickaert dans plusieurs documents :

- Géométrie générale et capacité,
- Ouvrages de mise en eau et de vidange,
- Gestion de l'ouvrage pour la compensation.

Le bassin est endigué à la cote + 35.50 m NGF ; cette cote comprend une revanche d'environ 40 cm par rapport aux cotes d'inondations définies dans le PPRI.

La Figure 3-3 de page la suivante localise les différents ouvrages présents sur le secteur des Muids.

Figure 3-3 : Aménagements des Muids

Le modèle de la confluence Oise/Aisne a pour limites :

- En amont sur l'Oise : au droit de la RD66 en amont du pont de Belle-Rive,
- En amont sur l'Aisne : au pont de Francport,
- En aval : après la confluence au niveau du pont SNCF à l'entrée de Compiègne.

Afin de s'affranchir des effets de bord, le modèle de la confluence précédemment décrit est prolongé en amont et en aval par le modèle global filaire qui a été élaboré dans le cadre de l'étude de définition d'outils de prévision des crues de l'Oise et de l'Aisne en 2004 pour le compte du Service de la Navigation de la Seine.

La figure suivante présente schématiquement l'emprise du modèle de la confluence.

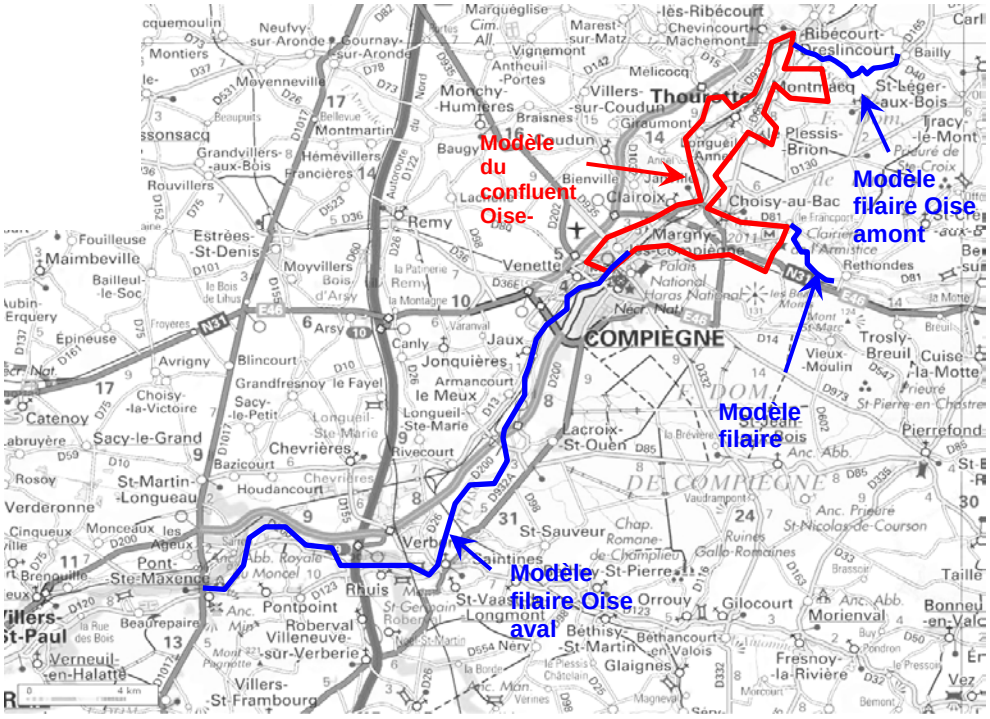


Figure 3-4 : Schéma de principe de la modélisation générale

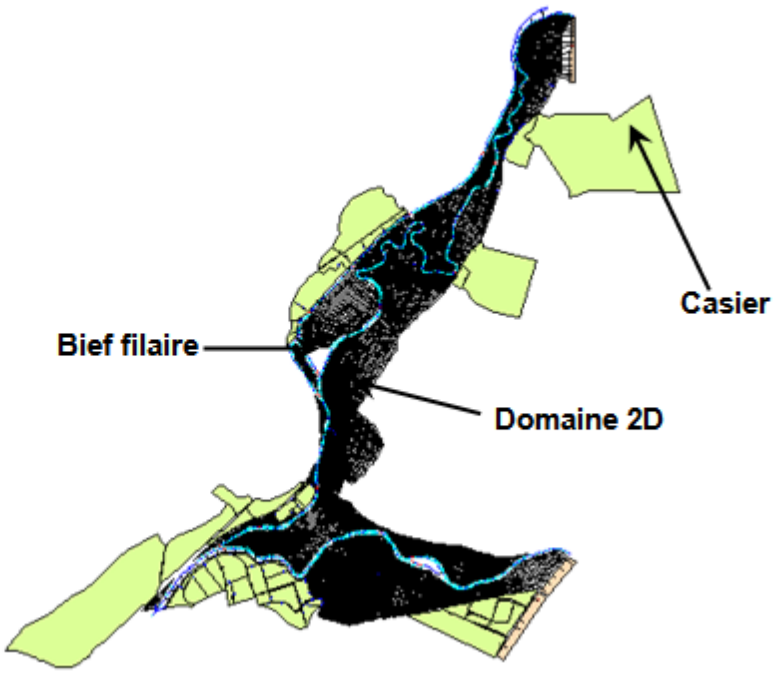


Figure 3-5 : Modèle du confluent Oise-Aisne sous Hydrariv

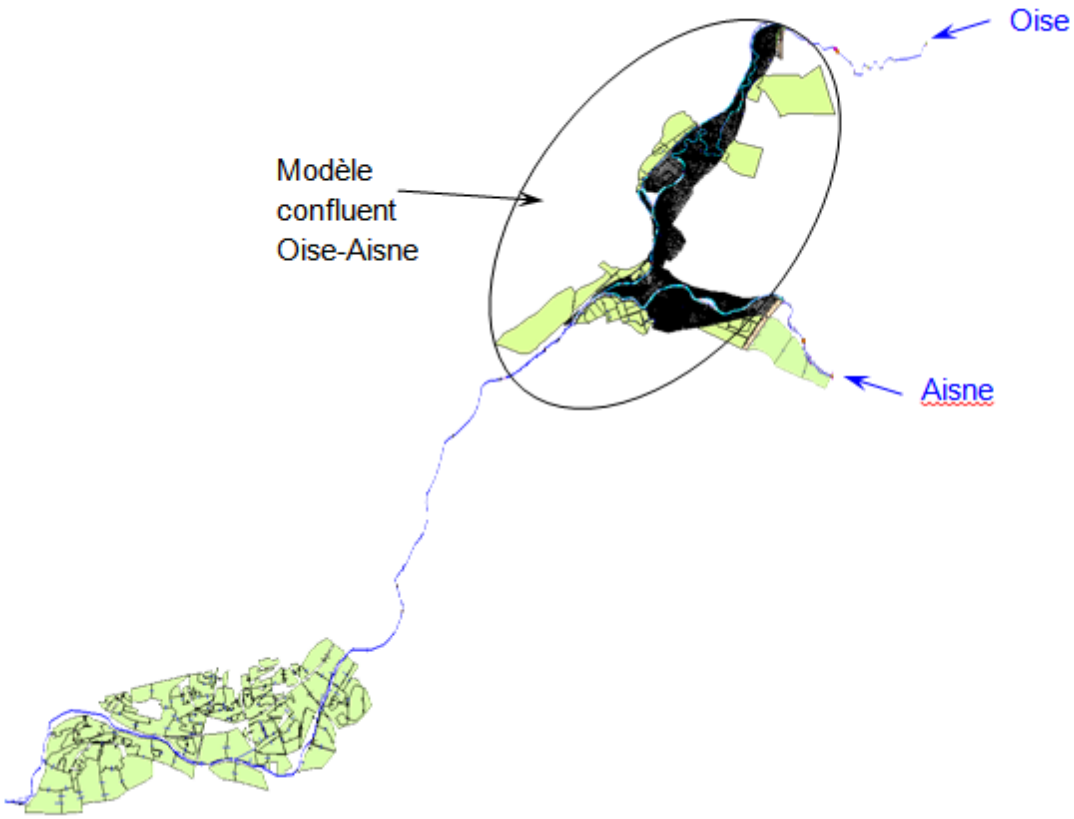


Figure 3-6 : Assemblage des différents modèles sous Hydrariv

3.3.2 Adaptation du modèle hydraulique de 2011

Depuis la réalisation de la modélisation en 2011, de nouvelles données sont disponibles et une actualisation du modèle hydraulique est apparue nécessaire.

En effet, le modèle hydraulique a été construit à partir d'un semis de points datant de 2003. Le levé LIDAR de 2013 est plus précis et fait apparaitre des remblais qui n'étaient pas présents en 2003. On a noté sur certains secteurs une différence altimétrique de 30cm. Ainsi les cotes de fond des pavés et lois de remplissage des casiers ont été mises à jour à partir du LIDAR. De même, les cotes des liaisons ont été ajustées de manière à prendre en compte l'ensemble des remblais présents sur le LIDAR.

De plus, le projet de carrière doit répondre aux exigences du PPRi actuellement en cours de révision. Le modèle hydraulique a été prolongé en aval de la N31 par des casiers pour tenir compte de l'emprise de la crue centennale, crue de référence du PPRi.

Enfin, les caractéristiques du barrage de Carandeau ont été ajustées conformément au « Projet de construction de barrages automatisés et équipements associés sur l'Aisne » réalisée en 2014 par BAMEO.

3.3.3 Analyse de la situation actuelle

Trois scénarios de crue ont été retenus :

- Crue décennale,
- Crue de décembre 1993,
- Crue centennale.

Les zones inondables liées au débordement de l'Aisne ainsi que le champ des vitesses obtenus pour les trois scénarios de crue sont présentés pages suivantes. On note que les résultats obtenus pour la crue centennale sont cohérents avec ceux du PPRi actuellement en cours de révision.

Pour la crue décennale, le périmètre du projet envisagé est inondé par débordement, sur une longueur de 100 m, de l'Aisne en amont de l'ouvrage de Carandeau. La hauteur d'eau atteinte reste inférieure à 50cm et les vitesses d'écoulement ne dépassent pas 0.2m/s. Seules les parties les plus basses du projet sont inondées. Les terrains en amont du périmètre du projet sont inondés par remous. Les débordements surviennent plutôt en rive droite de l'Aisne où le terrain naturel est plus bas. Le chenal d'évacuation des crues sous la D130 constitue l'unique exutoire présent sur le secteur d'étude. L'Aisne déborde aussi par le chenal du bassin des Muids, ce qui conduit à l'inondation par remous de ce plan d'eau. Ce remous rend l'évacuation des eaux sur le site du projet plus difficile.

Les deux autres crues sont largement débordantes sur le secteur d'étude. En rive gauche, le projet est totalement inondé.

Pour la crue de type décembre 1993, la zone de surverse au-dessus de la berge de l'Aisne s'étend sur 700 m, de l'étang de Carandeau jusqu'au projet. En aval de l'étang, l'écoulement est accéléré (vitesses atteignant 0,5 m/s) du fait de la restriction causée par le remblai de la RD546. Sur le site du projet, les hauteurs d'eau sont inférieures à 1m et les vitesses ne dépassent pas 0,5 m/s. L'eau est majoritairement évacuée par l'ouvrage sous la D130 ou par surverse au-dessus de cette dernière vers le chenal de l'étang des Muids. Pour la crue de type décembre 1993, l'étang des Muids est alimenté par le chenal dont les eaux proviennent exclusivement du site du projet. Ainsi, le lit majeur en rive droite de l'Aisne constitue une zone d'écoulement active en crue compensant le resserrement progressif du lit majeur en rive droite à l'amont du pont de la RD66 à Choisy-au-Bac.

Pour la crue centennale, le fonctionnement hydraulique du secteur est similaire à celui de la crue de type décembre 1993 avec des hauteurs et des vitesses plus importantes. Sur la zone du projet, les hauteurs peuvent dépasser 2m et les vitesses d'écoulement restent relativement faibles (<1m/s) excepté au niveau du chenal d'évacuation des crues sous la D130.

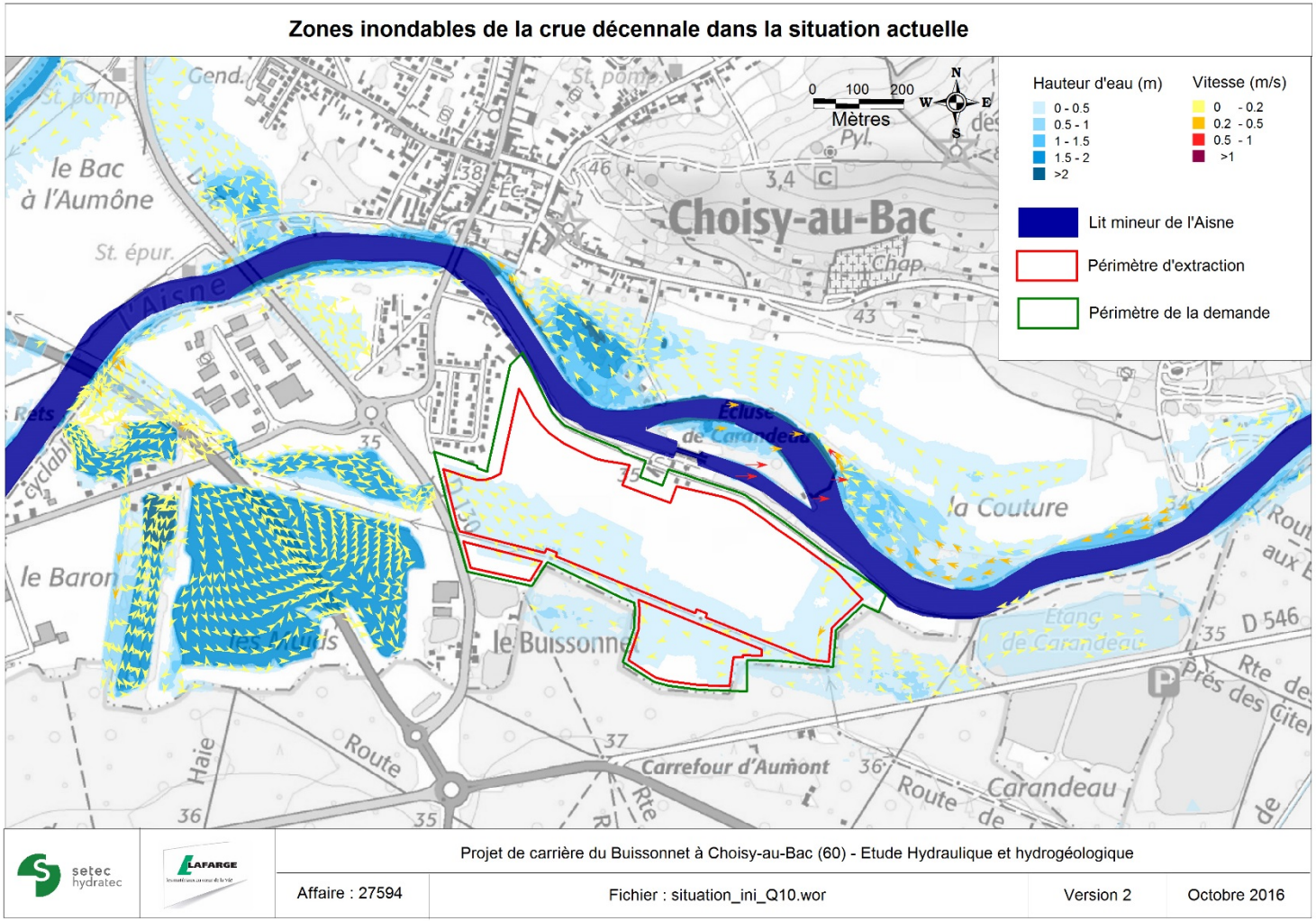


Figure 3-7 : Crue décennale dans la situation actuelle

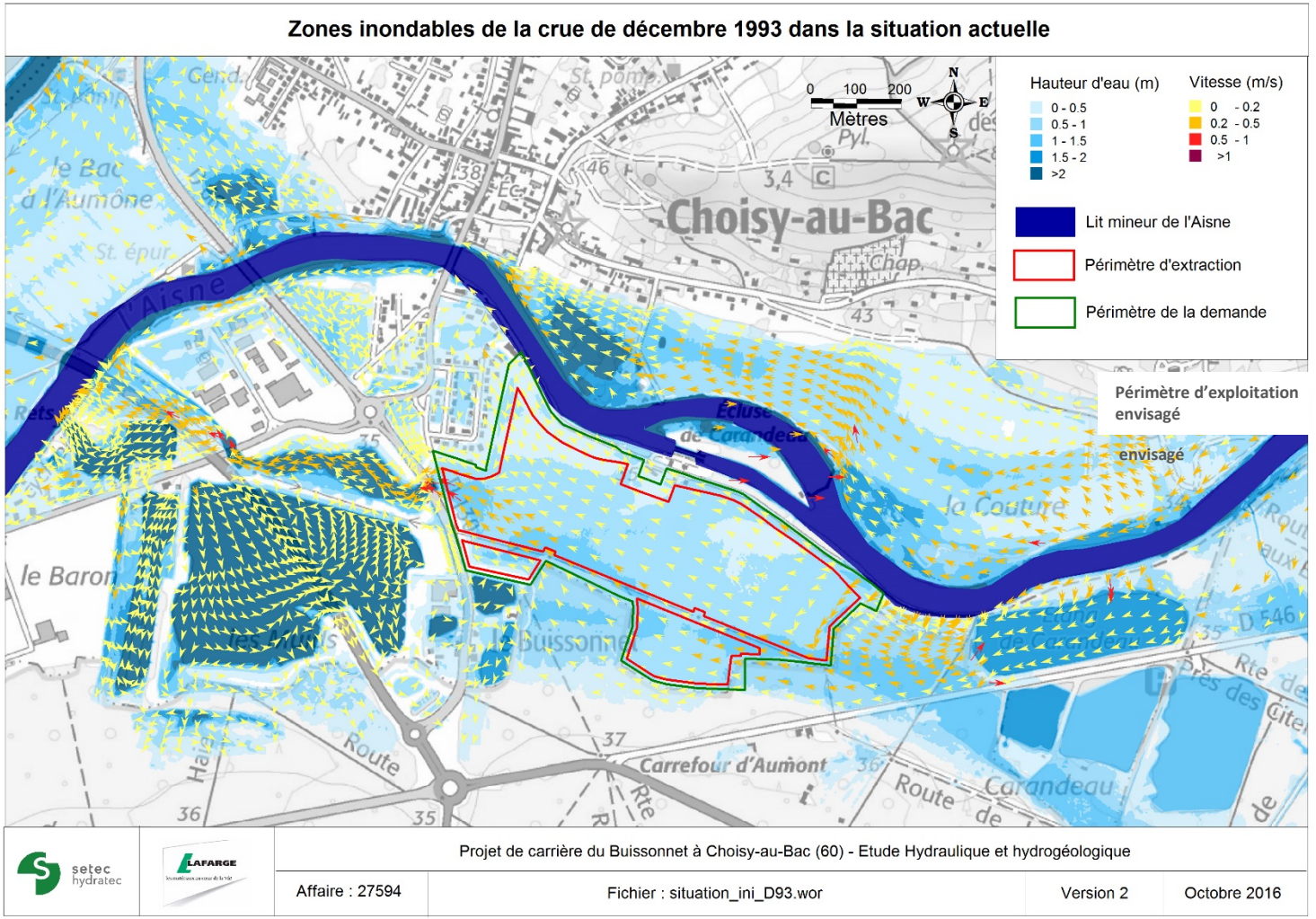


Figure 3-8 : Crue de type décembre 1993 dans la situation actuelle

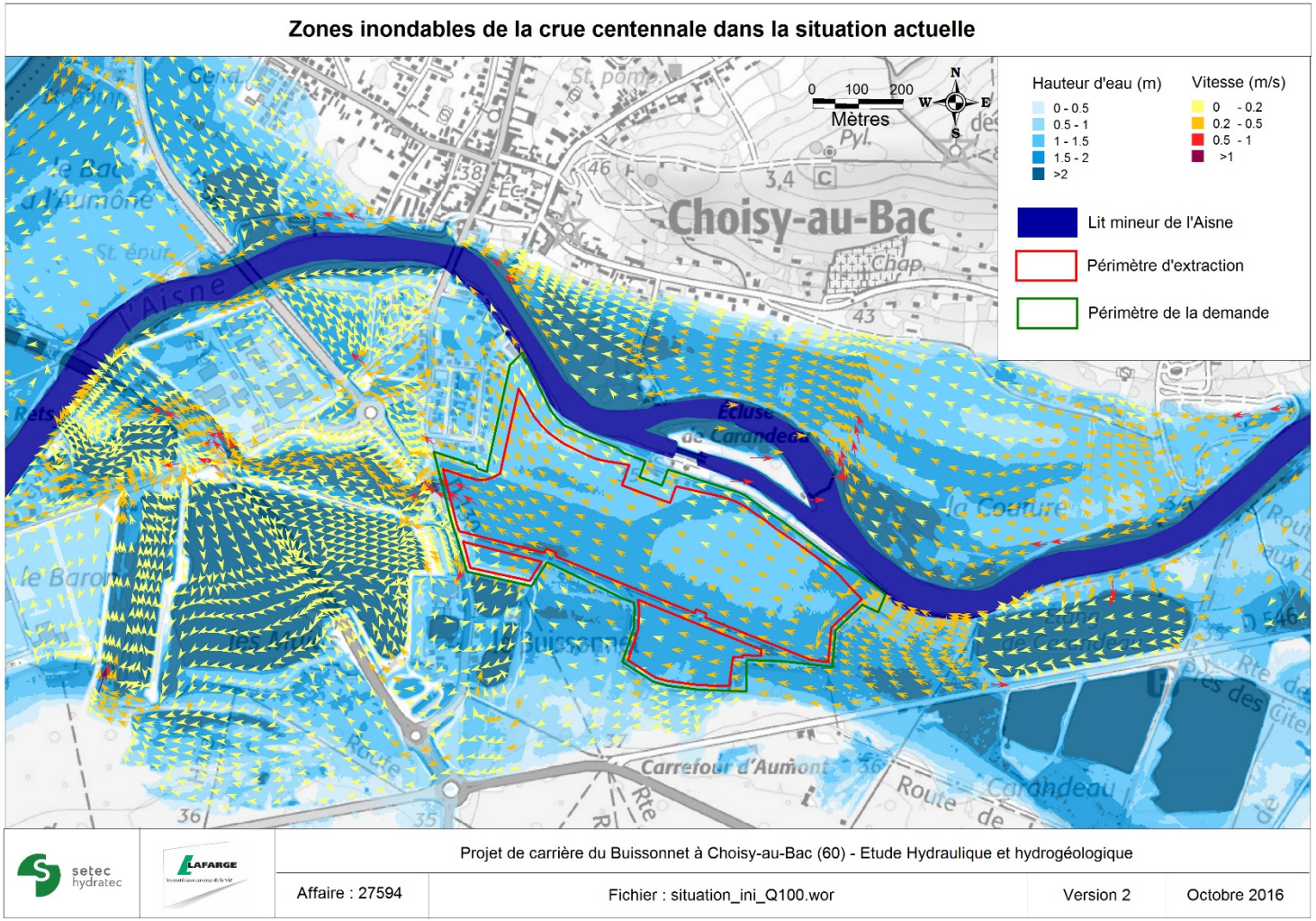


Figure 3-9 : Crue centennale dans la situation actuelle

4 ETAT DES LIEUX HYDROGEOLOGIQUE

4.1 CONTEXTE GEOLOGIQUE GENERAL

La confluence Oise-Aisne appartient au bassin sédimentaire de Paris. Le sous-sol est principalement constitué de roches sédimentaires dont la plus répandue est la craie du Crétacé.

La plaine Picarde présente un relief très mou. La craie y est recouverte par des limons bruns rouges à silex surmontés par des limons bruns. Elle est fortement structurée par des anticlinaux et des synclinaux orientés nord-ouest / sud-est : dôme de Léglantiers, Saint Just-en-Chaussée, anticlinal de Margny-les-Compiègne, dépression synclinale d'Estrées-Saint-Denis, anticlinal de la forêt de Compiègne. La craie affleure dans la forêt de Compiègne grâce à cet anticlinal.

Les terrains tertiaires ont ensuite recouvert l'ensemble de la craie. Suite à des phénomènes d'érosion, le tertiaire n'apparaît désormais plus que sur les buttes témoins.

On rencontre, juste au-dessus de la craie sénonienne les sables marins quartzeux fins, glauconieux du Thanétien, appelés également Sables de Bracheux.

Le Thanétien peut atteindre une cinquantaine de mètres d'épaisseur dans la vallée de l'Aisne. Dans la région de Compiègne, il a évolué en formations d'origine laguno-lacustre (Calcaires de Mortemer, Sables et Calcaires de Clairoix).

Les argiles Sparnaciennes surmontent les sables du Thanétien, ce sont des argiles plastiques à lignites, à intercalations sableuses et lits de galets à silex. Cette formation se termine par les sables de Sinceny, notamment au Sud-Ouest de la région de Compiègne.

Les sables de Cuise, sables quartzeux marins, gris à roux, glauconieux vers la base et contenant des intercalations argileuses et ligniteuses ou gréseuses. Les Argiles de Laon ont souvent été décapées par la transgression lutétienne, elles atteignent environ 1 mètre sur le Mont César dans la forêt de Compiègne. On trouve également des sables fins bien classés, verdâtres, glauconieux et argileux dénommés horizon de Pierrefonds. Son épaisseur est de 30 à 40 m environ. L'horizon d'Aizy se caractérise par un sable fin micacé très peu argileux. L'épaisseur du Cuisien est de 35 à 50 mètres.

Le Lutétien se présente sous la forme de sables grossiers très glauconieux, de calcaires sableux, de calcaires massifs parfois dolomitisés, de marnes calcaires ou sableuses alternant avec des calcaires silicifiés. Ils sont situés au sommet des buttes témoins du bassin versant étudié.

Les vallées de l'Oise et de l'Aronde sont occupées par des alluvions anciennes et modernes, ces dernières étant très souvent tourbeuses.

4.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE LOCAL

Le secteur du Buissonnet se situe dans la vallée alluviale de l'Aisne, en rive gauche en amont de la confluence avec l'Oise.

Le sous-sol est constitué des alluvions de l'Aisne, les alluvions modernes, qui sont argilo sableuses d'une épaisseur d'environ 5 m.

Elles recouvrent le fond de la vallée. Les alluvions anciennes constituent de basses terrasses et sont composés de sables grossiers.

Dans la vallée de l'Aisne, les alluvions reposent principalement sur les argiles Sparnaciennes composées essentiellement de lignites ou sur les sables glauconieux du Bracheux. Ces deux formations sont très peu perméables.

Les sondages réalisés sur le site du Buissonnet (T1 à T54) montrent la présence d'environ 1.6 m d'alluvions modernes, argileuses, qui surmontent un horizon d'alluvions anciennes constituées de sables fins et de galets d'environ 4.3 m d'épaisseur en moyenne.

Le substratum du gisement est argileux ou argileux sableux. D'après le log hydrogéologique du tertiaire du bassin parisien[3], l'épaisseur d'argile ou des sables au droit du Buissonnet est d'environ 6 m. Au droit du plan d'eau des Muids cette épaisseur s'amenuise et varie entre 2 et 3 m.

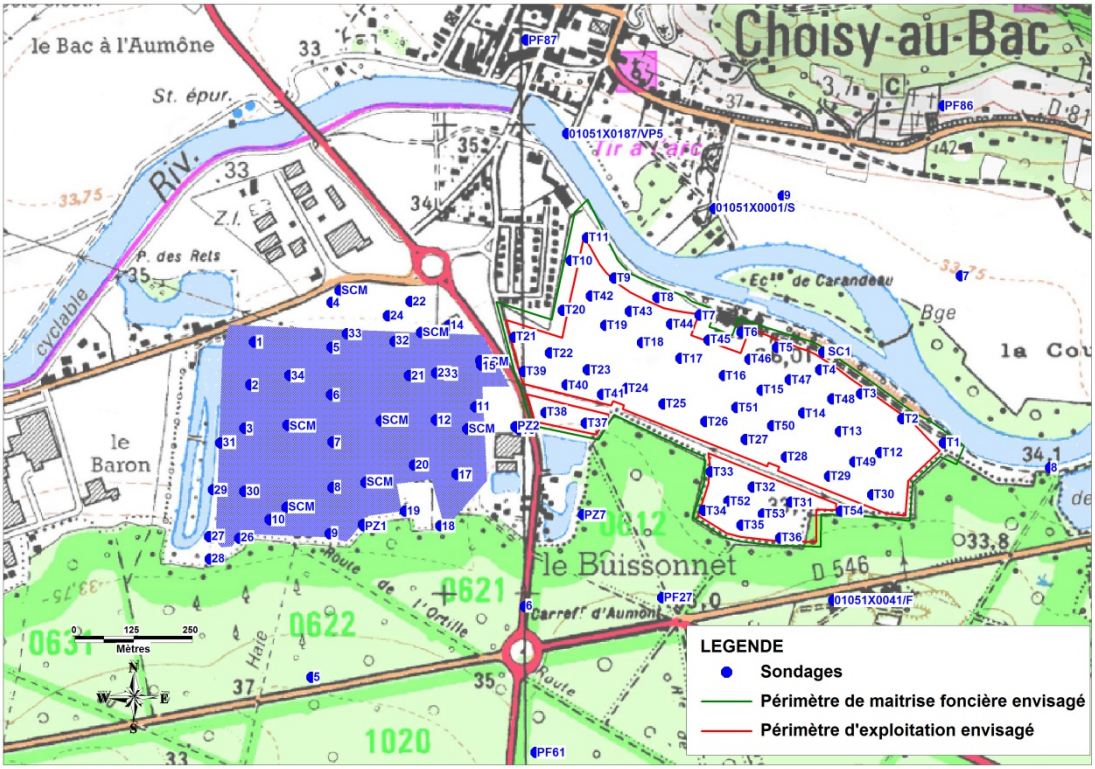


Figure 4-1 : Localisation des sondages des Muids et du Buissonnet

4.3 PRESENTATION DES AQUIFERES EN PRESENCE

Plusieurs horizons aquifères sont présents sur le secteur de la confluence Oise – Aisne.

4.3.1 La nappe des alluvions

Les alluvions contiennent une nappe en équilibre avec les rivières Aisne et Oise à l'aval.

La nappe alluviale est contenue dans les horizons fluviatiles graveleux des vallées. Elle peut être en équilibre avec la nappe de la craie ou la nappe des sables de Bracheux.

[3] Source SIGES Seine Normandie

Elle est captée par des ouvrages industriels.

4.3.2 Les nappes des horizons de l'Eocène inférieur

Les calcaires du Lutétien et les sables de Cuise contiennent une nappe qui repose sur les argiles Yprésiennes. Ces dernières isolent la nappe des calcaires de la nappe de la craie. C'est une nappe perchée et peu étendue sur le secteur de l'étude.

Elle alimente de nombreuses sources en forêt de Compiègne.

4.3.3 La nappe des sables du Bracheux

La nappe des sables de Bracheux est abondante et de bonne qualité mais peu exploitée (la dépression du pompage provoque un ensablement du puits). Les eaux sont en général ferrugineuses, sulfatées et légèrement chlorurées. Elles peuvent polluer la nappe de la craie.

4.3.4 La nappe de la craie

La craie se présente à l'état microscopique comme une accumulation de grains très fins. Les vides créés entre ces grains sont fins et ne permettent pas une bonne circulation de l'eau. Cela constitue la perméabilité matricielle de la craie.

Les mouvements tectoniques récents sont à l'origine de la fracturation primaire des roches compactes comme la craie ou le calcaire grossier qui leur a conféré une perméabilité de fissures dite en « grand ».

La craie est plus fracturée au droit des mouvements tectoniques, dans les vallées et lorsqu'elle a été érodée

La perméabilité et la porosité de la craie sont principalement dues à la fissuration.

La craie contient la nappe la plus puissante du bassin de l'Oise au niveau de Compiègne, elle est parfois en communication avec la nappe des sables de Bracheux qui la surmonte. Par contre, elle est isolée des nappes de l'Eocène Supérieur par la présence de l'horizon d'argiles plastiques Sparnaciennes imperméables. Les Sables de Cuise et les calcaires ou marnes et caillasses du Lutétien sont également aquifères.

La nappe de la craie est libre sur la majeure partie du bassin de l'Aronde, excepté sur les buttes témoins où elle devient captive sous les argiles sparnaciennes. Elle est captive au niveau du secteur du Buissonnet, sous les horizons argileux du Cuisien.

Elle est captée dans les vallées pour l'eau potable ou pour l'irrigation. Sa productivité dépend de l'état de fissuration de la roche. La nappe de la craie est de bonne qualité, hormis la présence de pesticides et de nitrates mise en évidence dans l'état des lieux du SAGE.

4.4 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

4.4.1 Piézométrie de la nappe alluviale générale

Sur la partie sud du bassin versant, deux écoulements distincts sont identifiés sur la carte piézométrique (cf. figure suivante).

Le dôme piézométrique sur la forêt de Compiègne, au niveau de l'affleurement de craie provoque un écoulement à forte pente en amont hydrogéologique du projet. Ce secteur correspond à une aire d'alimentation préférentielle de la nappe de la craie.

L'alimentation de la nappe alluviale est assurée par débordement de la nappe de la craie. La nappe alluviale a une géométrie plus plane dans les vallées de l'Oise et de l'Aisne. Les rivières imposent leur cote à la nappe des alluvions. L'écoulement au droit du projet a une pente de l'ordre de 1.2 $^{0}/_{00}$.

Globalement, d'après la piézométrie générale en basses eaux de 2004[4], la nappe s'écoule du sud-est vers le nord-ouest au droit du projet.

[4] La carte piézométrique a été réalisée dans le cadre du projet des Muids, c'est pourquoi le périmètre d'autorisation de cette ancienne carrière est affiché

n_BSS	cote_piézo	date
01044X0223	31.48	27/28/10/04
01044X0099	31.61	27/28/10/04
01044X0238	30.6	27/28/10/04
affimet	30.69	27/28/10/04
01051X0146	32.19	27/28/10/04
01051X0024	31.03	27/28/10/04
golf	31	mesure-08-11
Maison-forestiere	35.72	mesure-08-11
01044X0146	43.22	27/28/10/04
pz2	33.32	27/28/10/04
pz5	34.18	27/28/10/04
pz4	33.61	27/28/10/04
pz6	34.42	27/28/10/04
pz3	33.38	27/28/10/04
pz1	32.8	27/28/10/04
-	31.318	26/10/04-par-lafarge
-	32.885	26/10/04-par-lafarge
-	31.302	26/10/04-par-lafarge
-	31.286	26/10/04-par-lafarge
pz1-Hydratec	31.913	26/10/04-par-lafarge
pz3-Hydratec	31.452	26/10/04-par-lafarge
pz2-Hydratec	31.869	26/10/04-par-lafarge
pz6-Hydratec	32.213	26/10/04-par-lafarge
pz4-Hydratec	31.338	26/10/04-par-lafarge
pz5-Hydratec	31.74	26/10/04-par-lafarge
PZ9	31.492	27/28/10/04
PZ7	32.154	27/28/10/04
PZ8	31.451	27/28/10/04

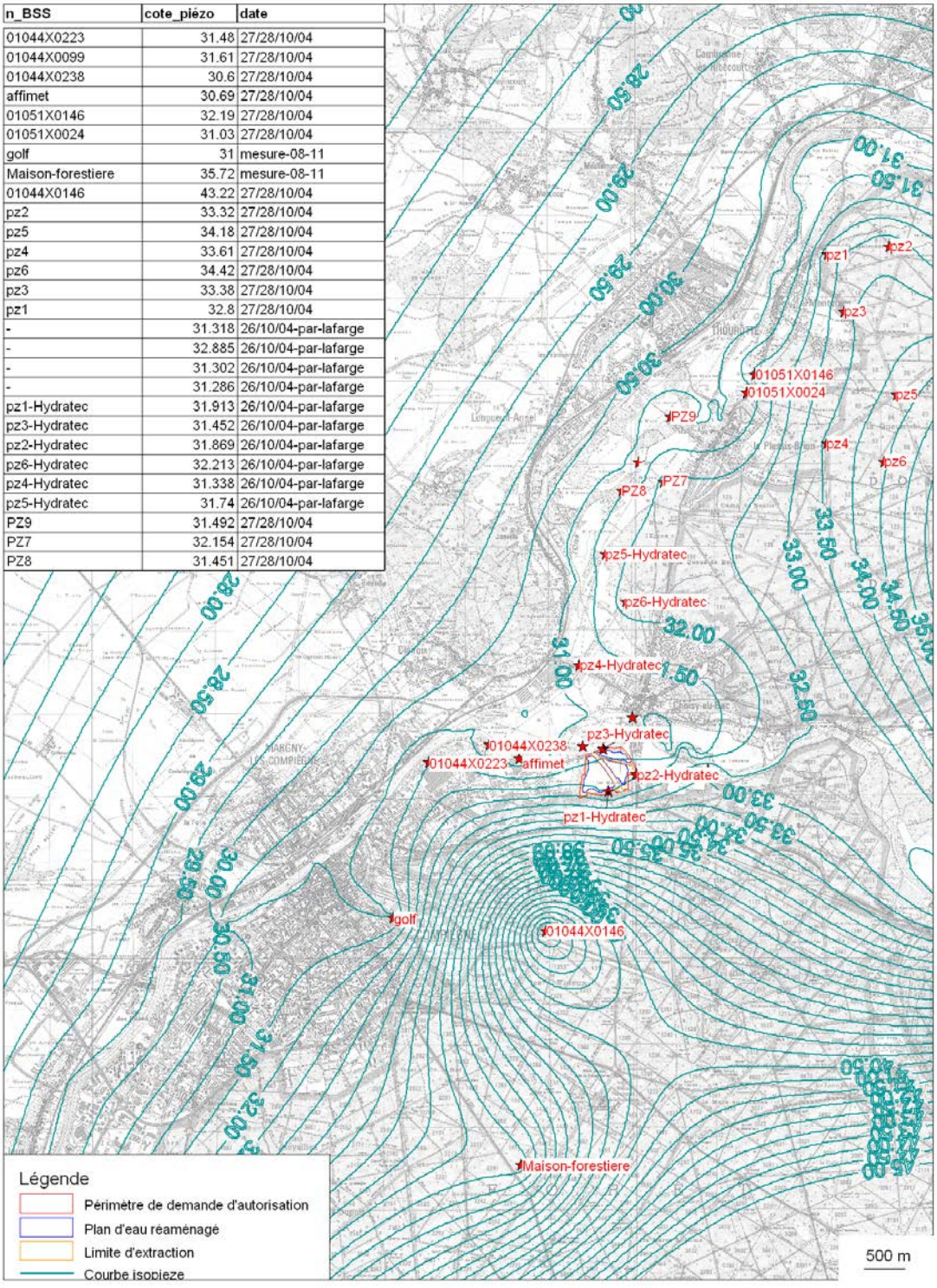


Figure 4-2 : Carte piézométrique des basses eaux de 2004

4.4.2 Piézométrie de la nappe alluviale locale

Le site du Buissonnet est situé au niveau du barrage du Carandeau sur l'Aisne. Ce barrage (associé à une écluse) impacte la piézométrie de la nappe alluviale.

Entre 2004 et 2013, la piézométrie a évolué de 1.30 m environ sur le site de Choisy-au-Bac.

En 2011, la nappe alluviale sur Choisy au Bac est complètement déconnectée de la nappe de la craie. La nappe alluviale s'écoule du sud-est vers le nord-ouest.

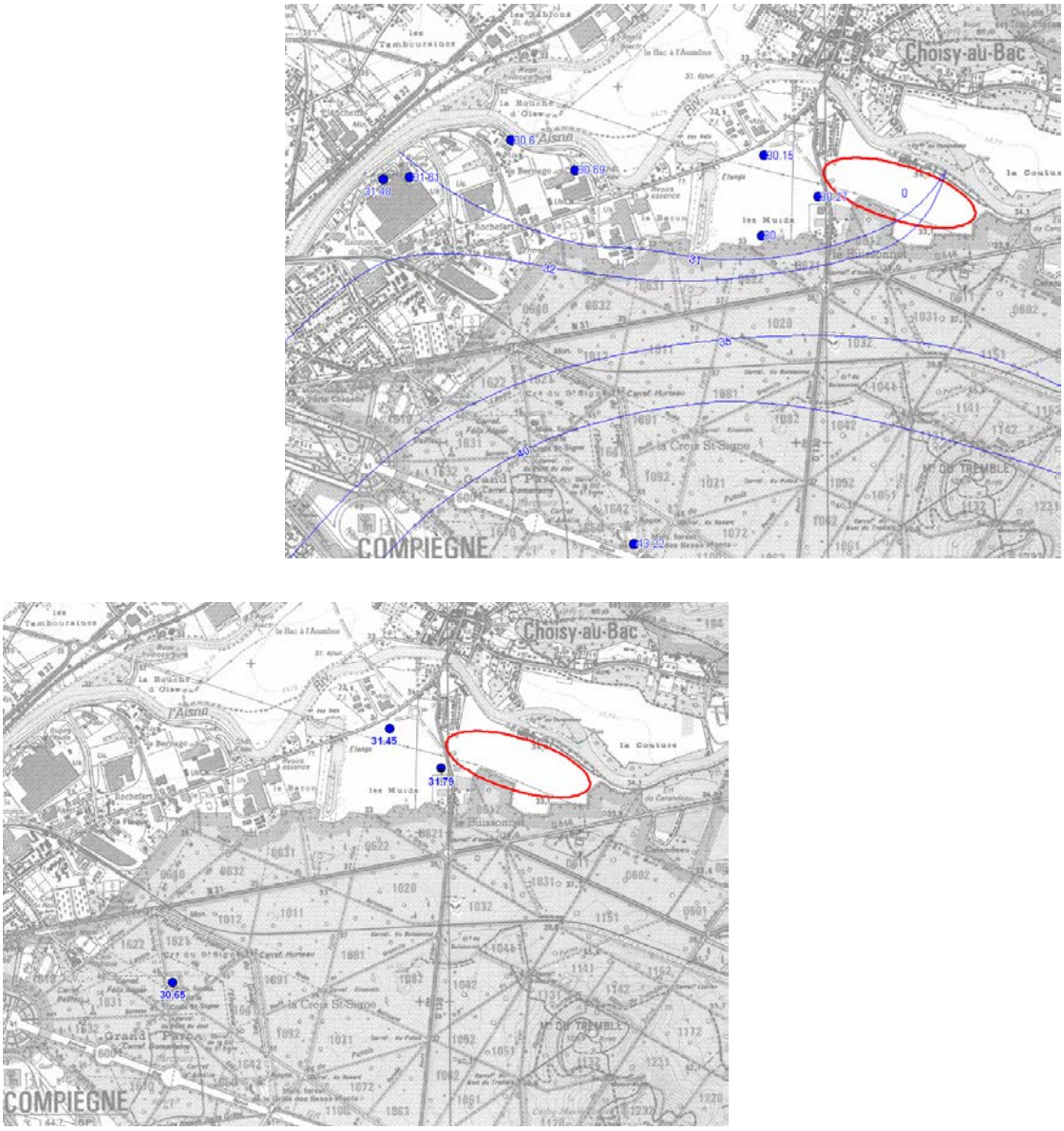


Figure 4-3 : Carte piézométrique de septembre 2004 (basses eaux) et mesures réalisées en septembre 2011

4.4.3 Variation piézométrique générale

Le RNESP (Réseau patrimonial national de suivi quantitatif des eaux souterraines) possède un réseau piézométrique réparti de façon homogène sur le territoire français et permet un suivi piézométrique des différentes masses d'eau.

À l'aide du réseau des piézomètres équipés par le RNESP, il est possible de :

- Connaitre les variations piézométriques de la nappe au cours du temps,

- Déterminer le battement moyen de la nappe,
- Distinguer les années humides, les années sèches et les années moyennes et définir les périodes retour associées.

Le piézomètre du RNESP le plus proche du site d'étude et ayant une chronique piézométrique complète est numéroté 01042X0049/S1 par la BSS.

Il est situé sur la commune d'Estrées-Saint-Denis et appartient, d'après le site internet ADES, à la masse d'eau de la craie Picarde. Le piézomètre affiche une chronique piézométrique de 1970 jusqu'à ce jour.

Grâce à cette chronique piézométrique, des courbes statistiques de basses eaux, de hautes eaux et de moyennes eaux peuvent être créées.

Il est ainsi possible de définir le régime hydrométrique de l'année piézométrique dans son ensemble. L'amplitude des variations piézométriques annuelles de la nappe est très peu importante, ce qui correspond à une nappe déconnectée de la vallée.

La chronique piézométrique est donnée ci-dessous. Depuis 1970, l'année la plus sèche est l'année **2006**.

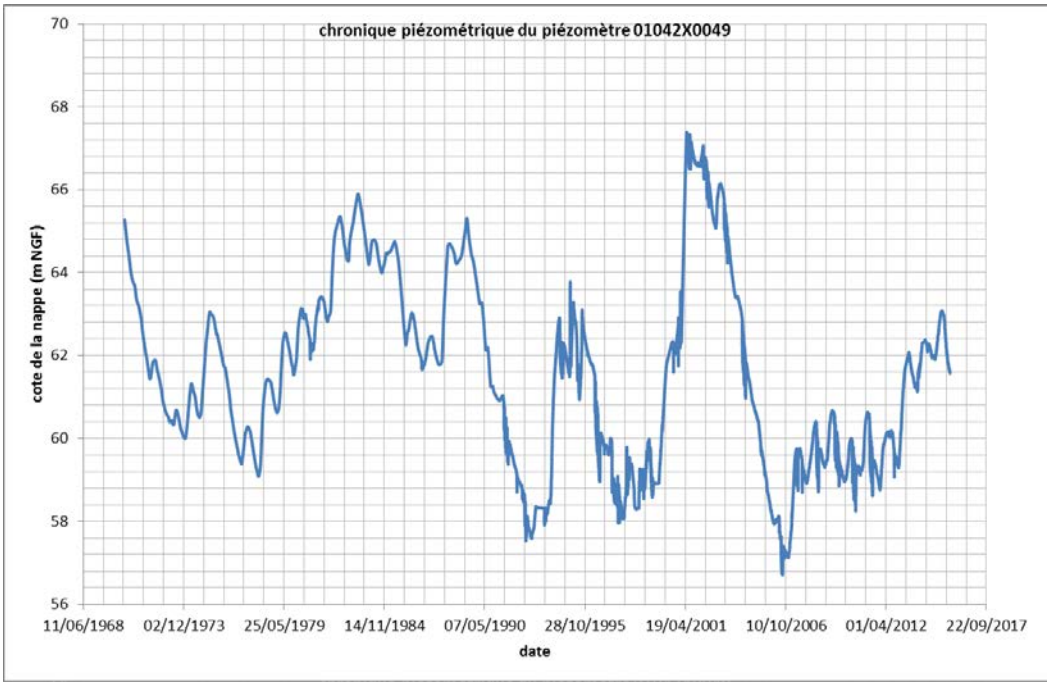


Figure 4-4 : chronique du piézomètre 01042X0049/S1

L'année 2004, année du calage du modèle correspond à une année moyenne tandis que l'année 2001 est considérée comme une année de très hautes eaux et l'année 2006 de très basses eaux (cf. Figure 4-5 et Figure 4-6).

Les étapes de la construction et du calage du modèle sont présentés en partie 6.2 et 6.3.

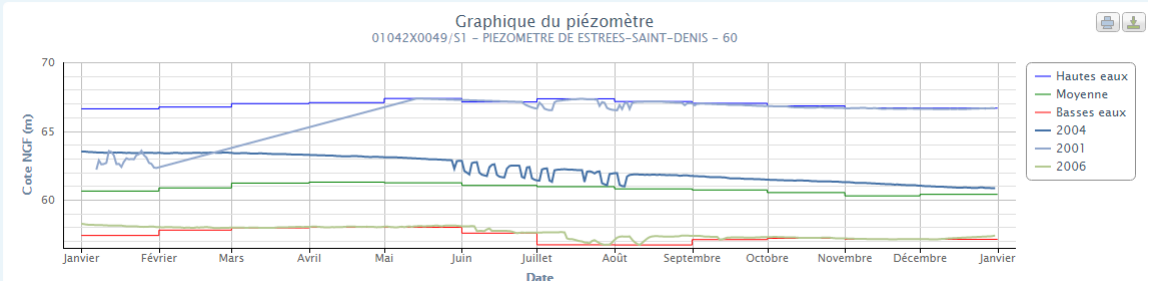


Figure 4-5 : Courbes statistiques du piézomètre 01042X0049

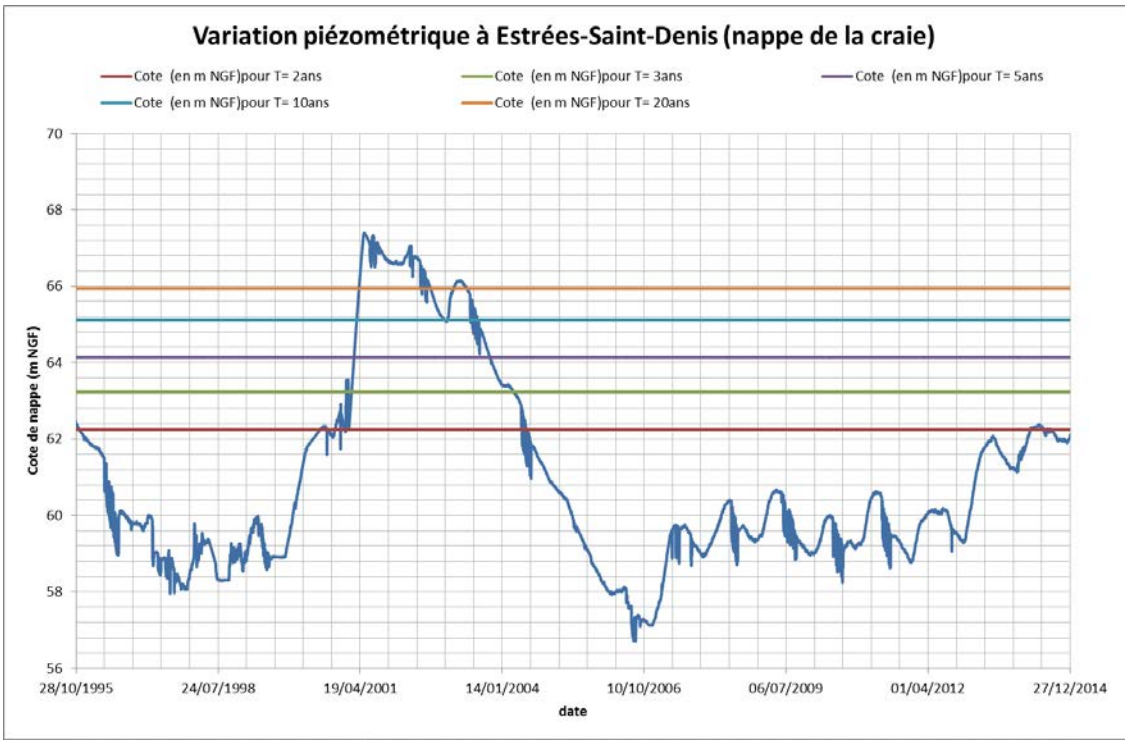


Figure 4-6 : Analyse statistiques au droit du piézomètre d'Estrées-Saint-Denis

Un indicateur BSH (Bulletin de Situation Hydrologique à l'échelle d'une masse d'eau) permet de définir les périodes retour des situations hydrogéologiques. Il est calculé à partir des données validées ou en cours de validation pour une période minimale de 10 ans.

supérieur à 10 ans sec		entre 2.5 et 10 ans sec		entre 2.5 ans sec et 2.5 ans humide	entre 2.5 et 10 ans humide		supérieur à 10 ans humide	
supérieur à 20 ans sec	entre 10 et 20 ans sec	entre 5 et 10 ans sec	entre 2.5 et 5 ans sec	entre 2.5 ans sec et 2.5 ans humide	entre 2.5 et 5 ans humide	entre 5 et 10 ans humide	entre 10 et 20 ans humide	supérieur à 20 ans humide

Tableau 4-1 : Codes couleurs de l'indicateur BSH

Le mois d'octobre 2004 (période de calage) est considéré comme **2.5 ans sec et 2.5 humide.**

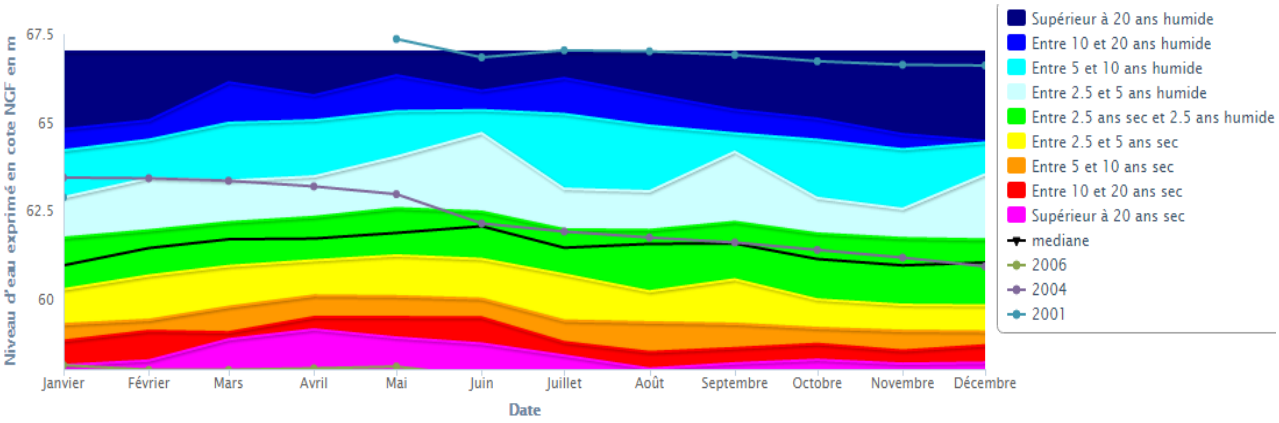


Figure 4-7 : Indicateurs BSH du piézomètre 01042X0049

4.4.4 Variations piézométriques au droit du projet

4 piézomètres ont été réalisés au droit du projet :

- 2 piézomètres PZ1-10 et PZ2-10 ont été réalisés en 2010 dans le cadre de l'exploitation de la carrière des Muids,
- 2 nouveaux piézomètres PZ6-15 et Pz7-15 ont été réalisés en 2015 dans le cadre du projet du Buissonnet.

Ces piézomètres sont localisés sur la figure suivante.

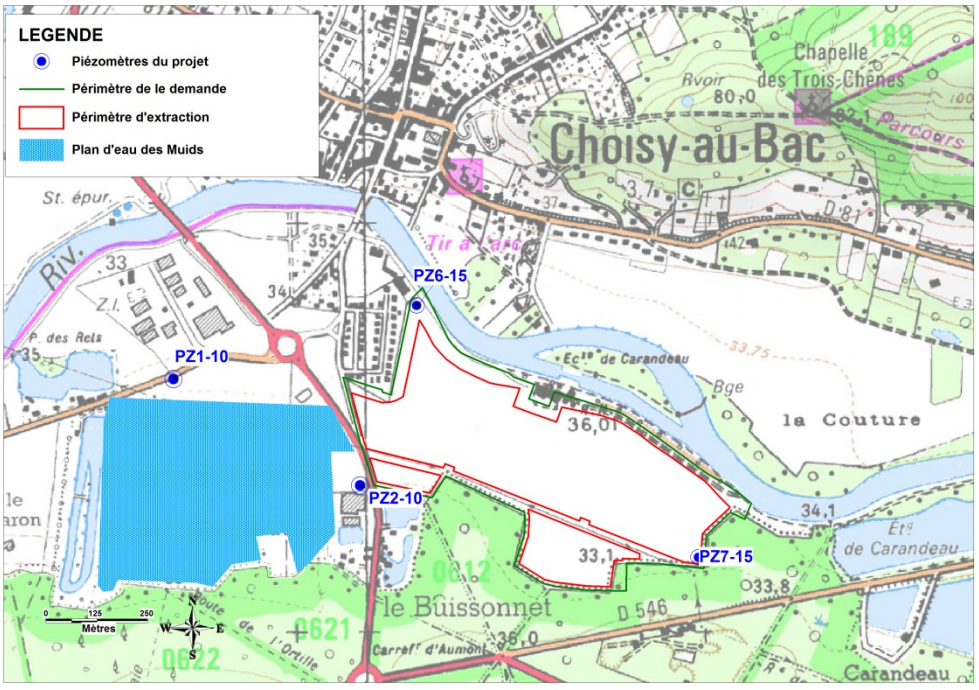


Figure 4-8 : Localisation des piézomètres de suivi sur le site des Muids et sur le projet du Buissonnet

Les deux piézomètres de l'ancienne carrière des Muids ont été suivis mensuellement par Lafarge de 2010 à 2013. Les données permettent d'apprécier les variations sur une

année hydrologique. Elles sont de l'ordre de 70 cm sur Pz2 et de 50 cm sur Pz1 (cf. Figure 4-9).

On constate que Pz2 est influencé par la nappe de la craie en provenance de la forêt de Compiègne. Les variations sur Pz1, plus poche de l'Aisne sont atténuées par l'effet de régulation de la rivière.

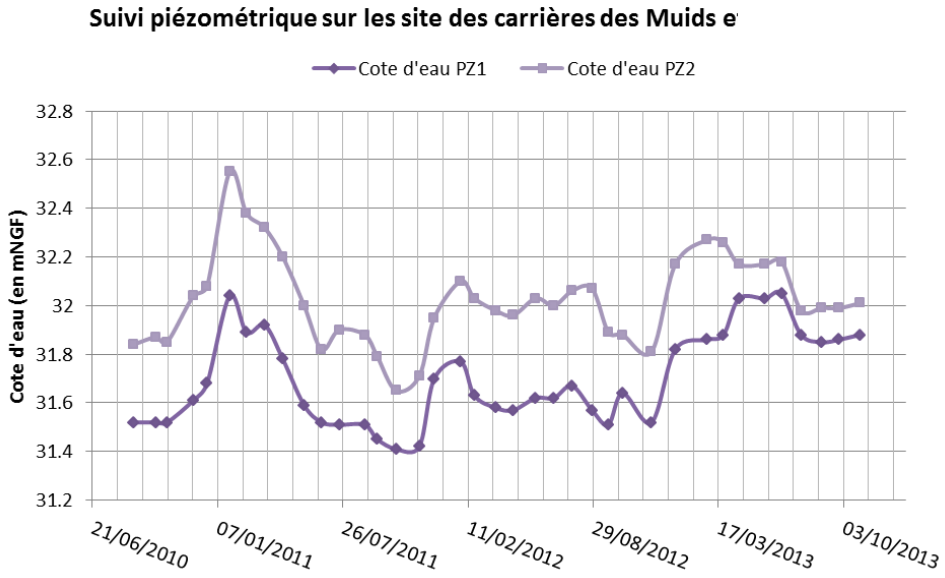


Figure 4-9 : Variations piézométriques mesurées sur le site de la carrière des Muids (2010 à 2013)

Les piézomètres du projet du Buissonnet sont suivis depuis 2015. Les chroniques piézométriques sont présentées ci-après. Sur l'année piézométrique 2015-2016 l'amplitude de la nappe est d'environ 60 cm. Cette amplitude, comme pour PZ 1 et PZ2, est amortie par l'effet de régulation de l'Aisne.

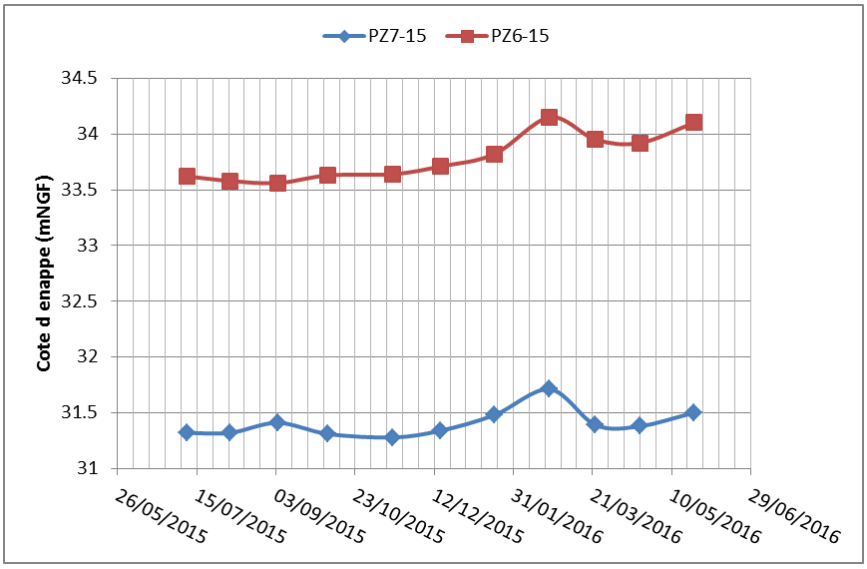


Figure 4-10 : Variations piézométriques mesurées sur le site du projet du Buissonnet (2015-2016)

4.4.5 Qualité des nappes en présence

Dans le cadre de l'exploitation de l'ancienne carrière des Muids, un suivi de la qualité de la nappe était réalisé 2 fois par an en avril et en octobre depuis 2009 jusqu'à 2012.

Dans le cadre du projet, les piézomètres PZ5 et PZ6 sont également suivis deux fois par an depuis 2015.

		PZ1						PZ2						PZ6	PZ7
Paramètres	Unité	oct-10	mai-11	oct-11	avr-12	oct-12	oct-15	oct-10	mai-11	oct-11	avr-12	oct-12	oct-12	oct-15	nov-15
Température	°C	13.5	12.5	12.3	10.9	12.1	13.8	14.3	12.9	14.1	11.8	11.8	12.4	12	13.6
pH	U pH	7.5	7.4	7.2	7.5	7.25	7.33	7.2	7.25	6.9	7.35	7.35	7.3	7.25	7.26
Conductivité	µS/cm	970	890	1065	1260	849	1100	610	620	600	595	595	555	700	725
Oxygène dissous	mg/l	1.8	7.6	7.6	2.1	5	2.2	1.4	2.4	2.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.4
DCO	mg/l	370	16	13	21	19		110	11	10	<5	<5	12		
DBO5	mg/l	150	1.2	1.9	0.5	1		3	1.7	1	0.8	0.8	<0.5		
Hydrocarbures	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.3

Figure 4-11 : Evolution des paramètres de qualité de la nappe alluviale

Seul le PZ1 montre une conductivité, DCO et DBO5 forte en octobre 2010. Ce piézomètre a été réalisé en août 2010. Le rapport d'analyse précise également que malgré la purge réalisée sur cet ouvrage, l'eau analysée avait une couleur grisâtre. Ces valeurs sont attribuées à un développement insuffisant de l'ouvrage. Depuis que le piézomètre a été nettoyé, les valeurs sont redevenues faibles.

4.5 BILAN HYDRIQUE

Dans le cadre de la réalisation du modèle hydrogéologique, sur les deux plans d'eau modélisés grâce au module lac de ModFlow, il est nécessaire d'imposer une ETP (Evapotranspiration potentielle) et de la pluie.

Nous avons donc réalisé un bilan hydrique sur les données issues de la station de Chevrières, disponibles depuis 1970. Pour cela nous avons calculé l'excédent : pluie – ETP.

Le bilan hydrique, les chroniques de pluie et d'ETP sont superposés et présentés sur le graphique de la Figure 4-12.

D'après ce graphique nous constatons que l'année 2004 est une année excédentaire, avec un **bilan hydrique (pluie - ETP) négatif de -185.1 mm.**

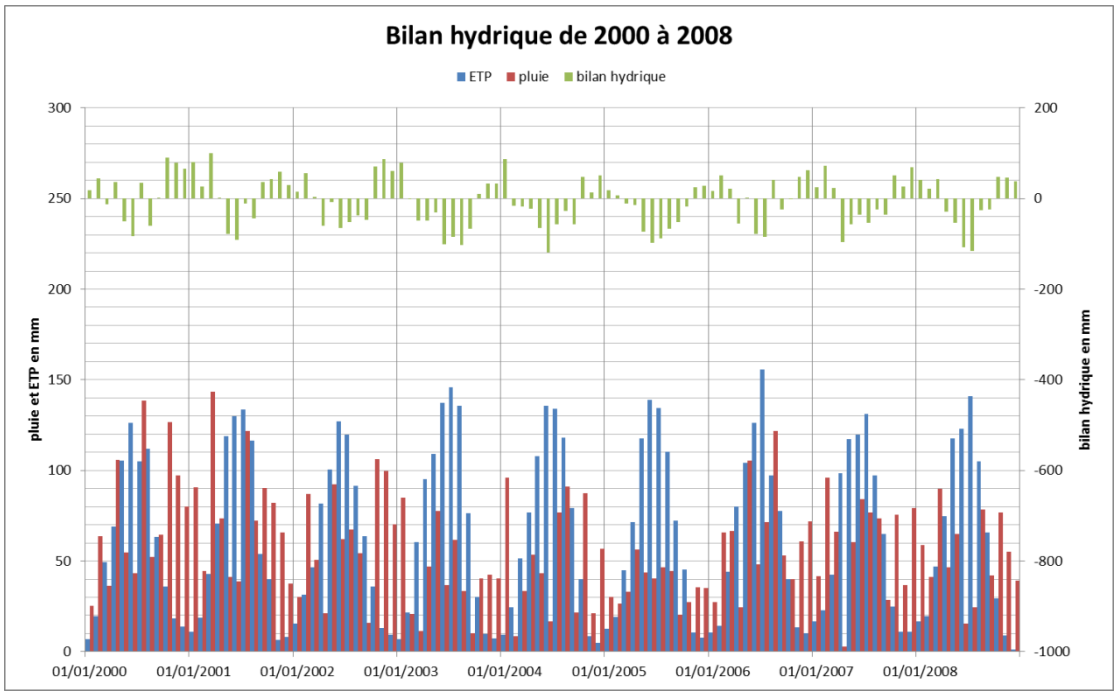


Figure 4-12 : Bilan hydrique en mm depuis 2000

L'excédent hydrique annuel (pluie – ETP), calculé depuis 1970 est synthétisé dans le graphique ci-après. Les périodes de retour sont évaluées et sont présentées sur ce même graphique.

Ainsi, on constate que la période de retour de l'année 2004 est de **5 ans sec.**

Pour exemple, les années comme 2003 et 2005 ont une période de retour de plus de 20 ans sec, et 2001 de plus de 20 ans humide.

Nous testerons donc dans le modèle hydrogéologique les années 2004 et 2005 pour comparer la cote d'eau du futur plan d'eau de l'aviron dans ces deux situations. Pour se faire, nous appliquerons les données ETP et pluie au module lac.

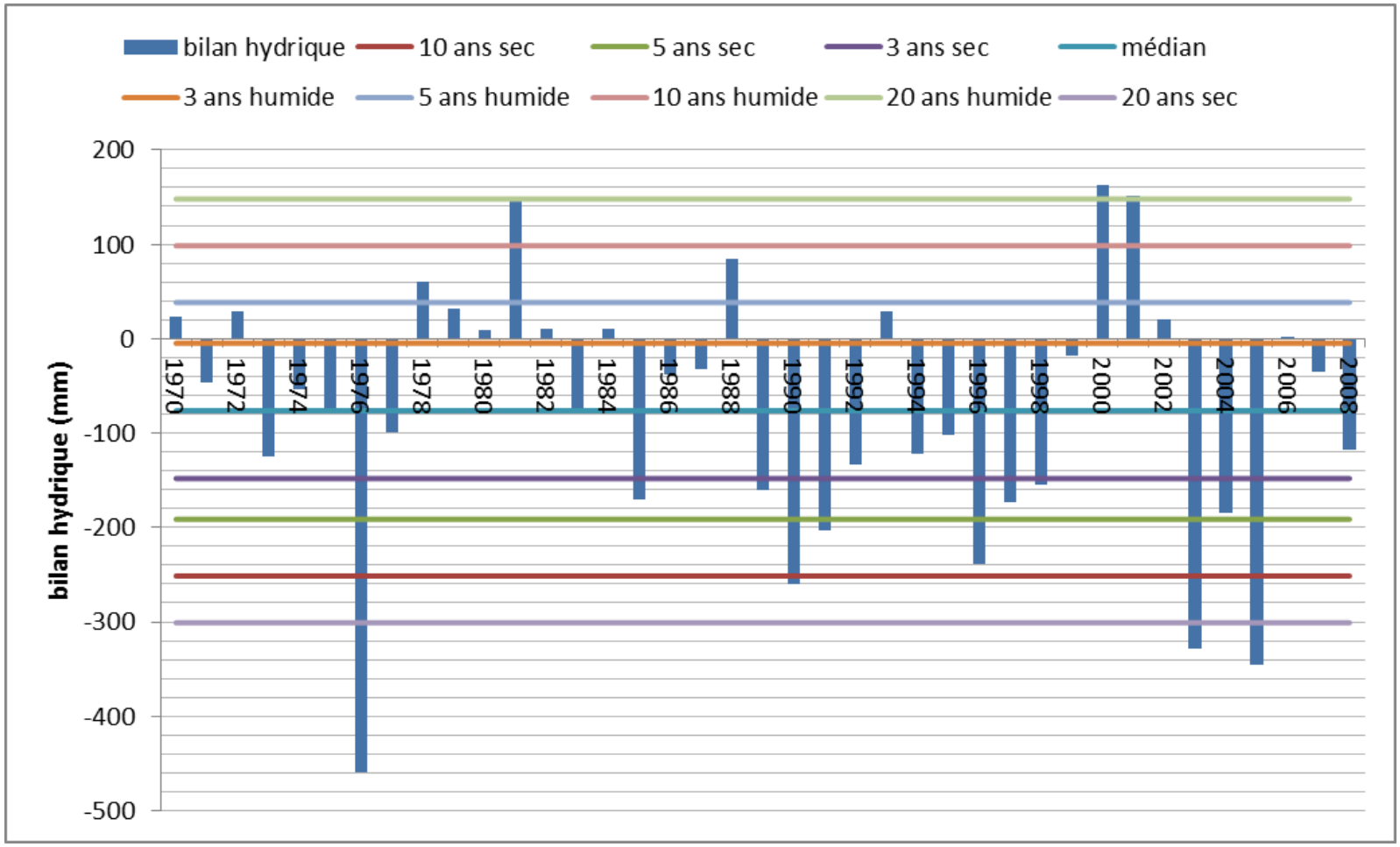


Figure 4-13 : Excédent hydrique annuel (Pluie-ETP) et périodes retour

4.6 CONTRAINTES AU DROIT DE L'EXPLOITATION

4.6.1 Captages d'eau

a) Captages destinés à l'Alimentation en Eau Potable

Le périmètre d'étude est situé en dehors des périmètres de protection des captages en eau potable. Les plus proches en rive droite de l'Aisne sont les captages de Choisy-au-Bac. Ces ouvrages sont crépinés dans la craie. Les ouvrages répertoriés par le SAGE Oise Aronde ainsi que leurs périmètres de protection sont présentés sur la Figure 4-14.

b) Captages industriels et agricoles

Des forages industriels et irrigants sont également présents sur le bassin versant. Ils sont situés à 1,5 km au minimum en aval de la zone d'extraction projetée. Les ouvrages répertoriés par le SAGE Oise Aronde sont présentés sur la Figure 4-14.

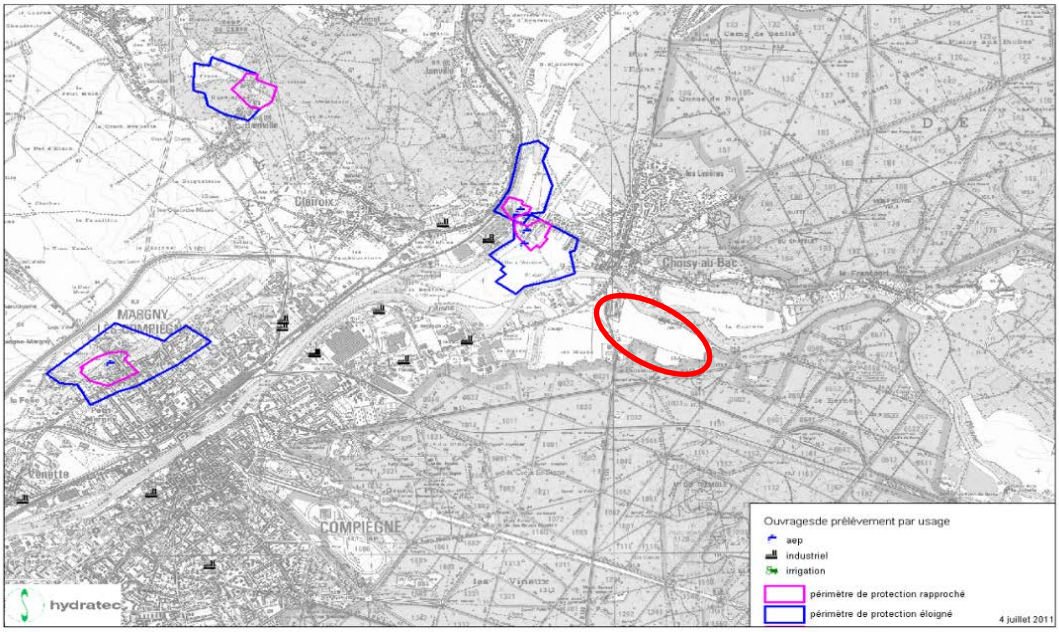


Figure 4-14 : Localisation des captages AEP, de leurs périmètres de protection et des prélèvements industriels et irrigants

4.6.2 Zones humides

D'après l'inventaire département des zones humides conduit par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, le site projeté est situé en aval des étangs du Carandeau, répertoriés en tant que plan d'eau. Ces secteurs sont à préserver au cours de l'exploitation et après réaménagement, notamment concernant les niveaux piézométriques dans ces formations.

Une étude de définition et de cartographie des zones humides a été réalisée par Ecothème sous maîtrise d'ouvrage de LAFARGE Granulats France. Cette étude conclut à la présence d'une zone humide, définie conformément à l'arrêté du 1er octobre 2009 en bordure sud-est du secteur étudié, en dehors de la zone d'exploitation projetée. Les impacts de l'exploitation sur cette zone humide ainsi que les sur les étangs du Carendeau, localisée sur la carte ci-dessous seront définis dans les paragraphes suivants.

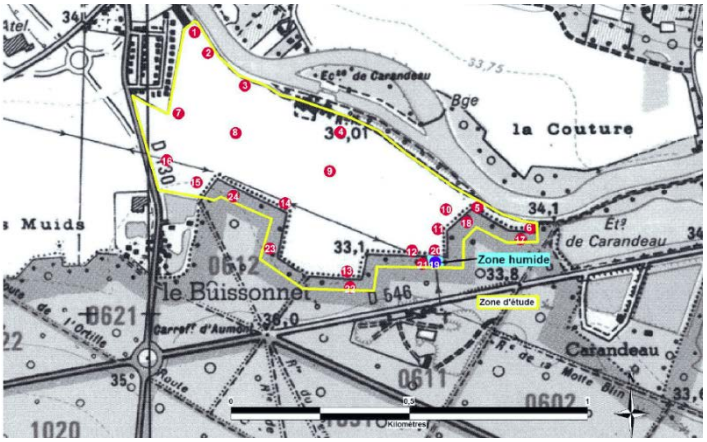


Figure 4-15 : Localisation de la zone humide au droit du secteur d'étude

4.6.3 Ouvrages linéaires

Le secteur d'exploitation est situé en amont de la route RD 130.

4.7 CONFORMITE AVEC LE SAGE OISE ARONDE

Le SAGE Oise Aronde, qui inclut entièrement le périmètre de la demande, est approuvé par arrêté préfectoral depuis le 8 juin 2009. Les objectifs du SAGE sont les suivants :

- maîtriser les étiages des rivières et des nappes,
- améliorer la connaissance des rivières et des milieux aquatiques,
- réduire les flux de pollution dès leur origine,
- restaurer et préserver les fonctionnalités et la biodiversité des rivières et des milieux aquatiques,
- sécuriser l'alimentation en eau potable,
- maîtriser les risques de pollution des eaux liés à la présence des sites industriels pollués,
- maîtriser les inondations et les ruissellements,
- préserver, restaurer et mettre en valeur le patrimoine aquatique.

Le règlement du SAGE Oise Aronde possède 2 articles :

- sécuriser les secteurs d'enjeu fort pour l'alimentation en eau potable,

- assurer la restauration et la préservation de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques.

Le projet du Buissonnet doit respecter les objectifs et le règlement du SAGE.

4.8 CONFORMITE AVEC LE PLAN DE PREVENTION DES RISQUES INONDATION DE L'OISE ET DE L'AISNE A L'AMONT DE COMPIEGNE

Un **PPRI** existe sur le secteur d'étude. Il s'agit du Plan de Prévention des Risques Inondations de l'Oise et de L'Aisne à l'amont de Compiègne entre les communes de Bitry et de Compiègne sur l'Aisne. Ce plan a été prescrit par arrêté préfectoral le 28 décembre 2011 sans être approuvé à ce jour.

Le règlement du PPRI et notamment le zonage ne sont pas encore disponibles. Seules les cartes d'aléas ont été établies.

Le projet de réaménagement de la carrière en plan d'eau devra donc répondre dans la mesure du possible aux exigences du PPRI.

5 PRESENTATION DU PROJET

5.1 DUREE D'EXPLOITATION DU SITE

Le projet concerne l'exploitation de sables et graviers alluvionnaires. La durée d'autorisation sollicitée est de 5 ans (4 ans pour l'extraction des matériaux et 1 an pour finaliser la remise en état).

La carrière sera divisée en 3 fosses d'extraction à cause de la présence d'une canalisation de gaz.

Figure 5-1 : Délimitation du projet (source : Lafarge)

5.2 MODE D'EVACUATION DES MATERIAUX

Les matériaux seront repris au chargeur et déversés dans la trémie d'alimentation de la bande transporteuse qui les acheminera jusqu'au quai de chargement. Les matériaux seront ensuite déversés dans des barges. Le transport par voie fluviale des matériaux extraits est réalisé jusqu'à l'installation de traitement de la société Lafarge Granulats France sur le site de Chevrières/Longueil-Ste-Marie.

Les installations existantes seront utilisées (quai de chargement et une partie des bandes transporteuses restées sur places). Les bandes transporteuses seront prolongées et remises en fonctionnement sur le site des « Muids » (passage sous les deux buses) pour acheminer les matériaux extraits depuis « le Buissonnet » jusqu'au quai de chargement

installé sur l'Aisne. La portion des bandes passant sous les exutoires seront enlevée avant les crues pour ne pas faire obstacle et permettre l'écoulement de la crue.

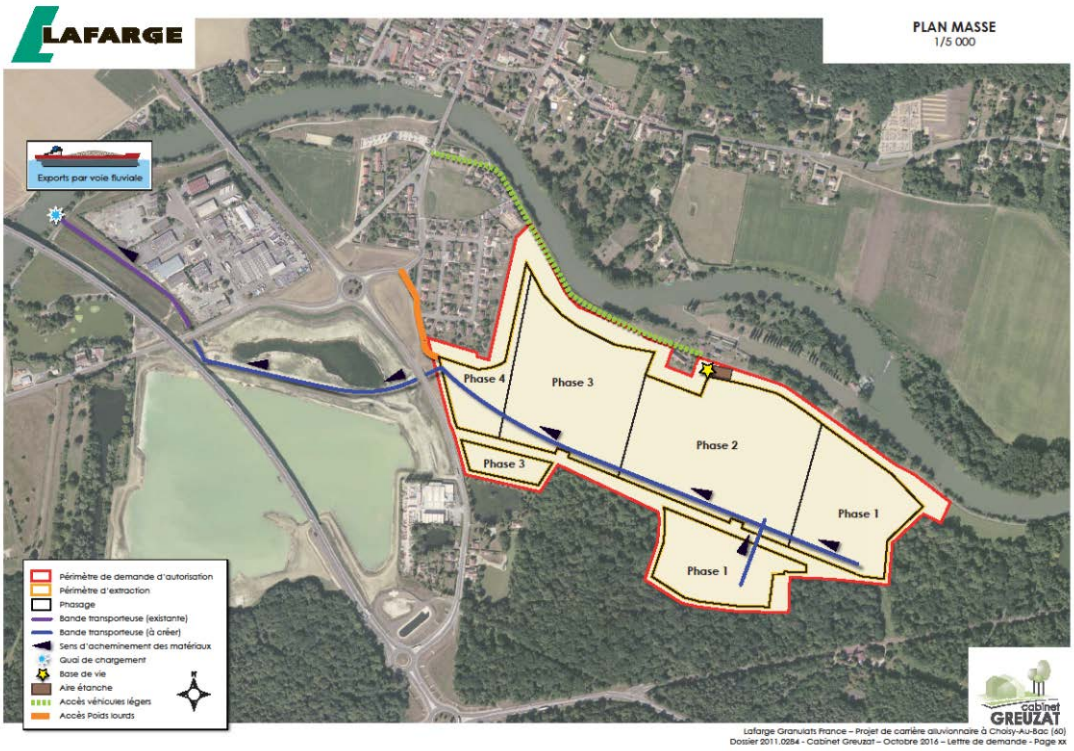


Figure 5-2: Etat initial avant le projet et localisation des bandes transporteuses et périmètres de demande et d'extraction (source : Lafarge)

5.3 EXPLOITATION DES TERRAINS

L'exploitation des sables et graviers sera de type « à ciel ouvert ». L'exploitation se fera en eau à l'aide d'une pelle hydraulique ou dragueline puis les matériaux seront mis en stock pour égouttage à proximité de la zone d'extraction.

Les travaux de découverte sont réalisés au moyen d'une pelle hydraulique pour le décapage de la terre végétale et des stériles, de tombereaux pour le transport des matériaux vers les zones de stockage ou de remise en état, et d'un bulldozer pour le régalage des matériaux utilisés pour la remise en état.

5.4 PHASAGE DE L'EXPLOITATION

L'exploitation est divisée en 4 phases d'extraction. Le détail des phases est précisé ci-dessous, d'après Lafarge.

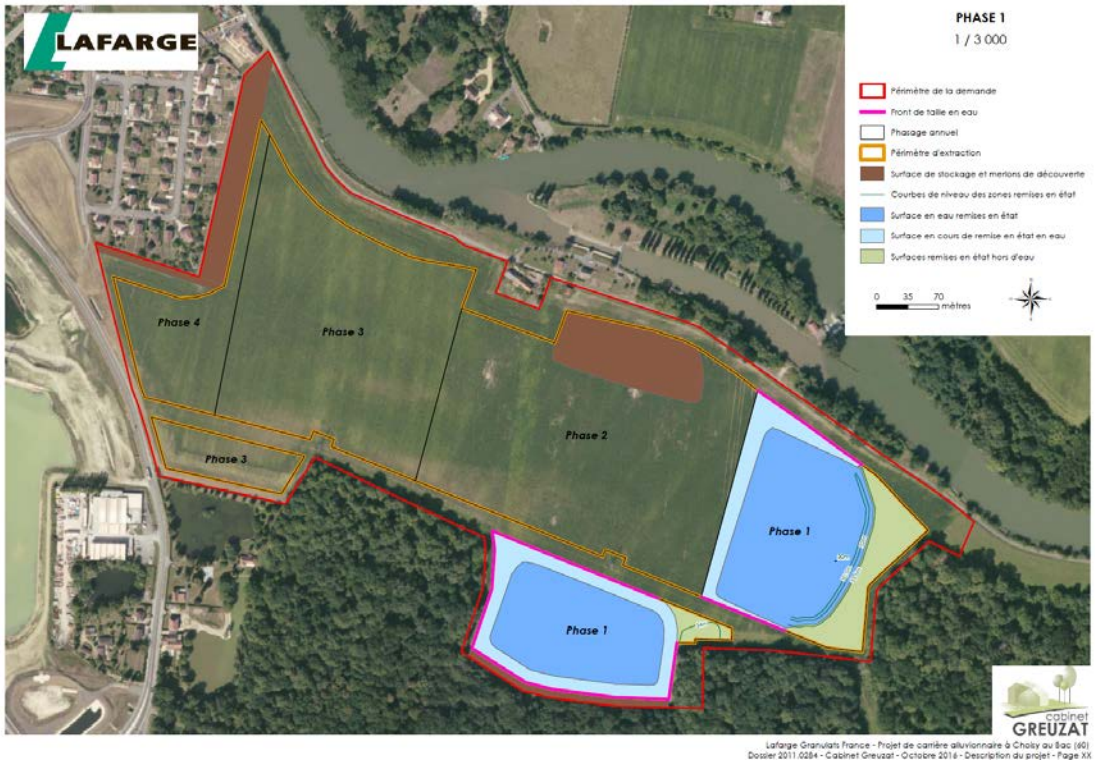


Figure 5-3 : Etat fin de phase1

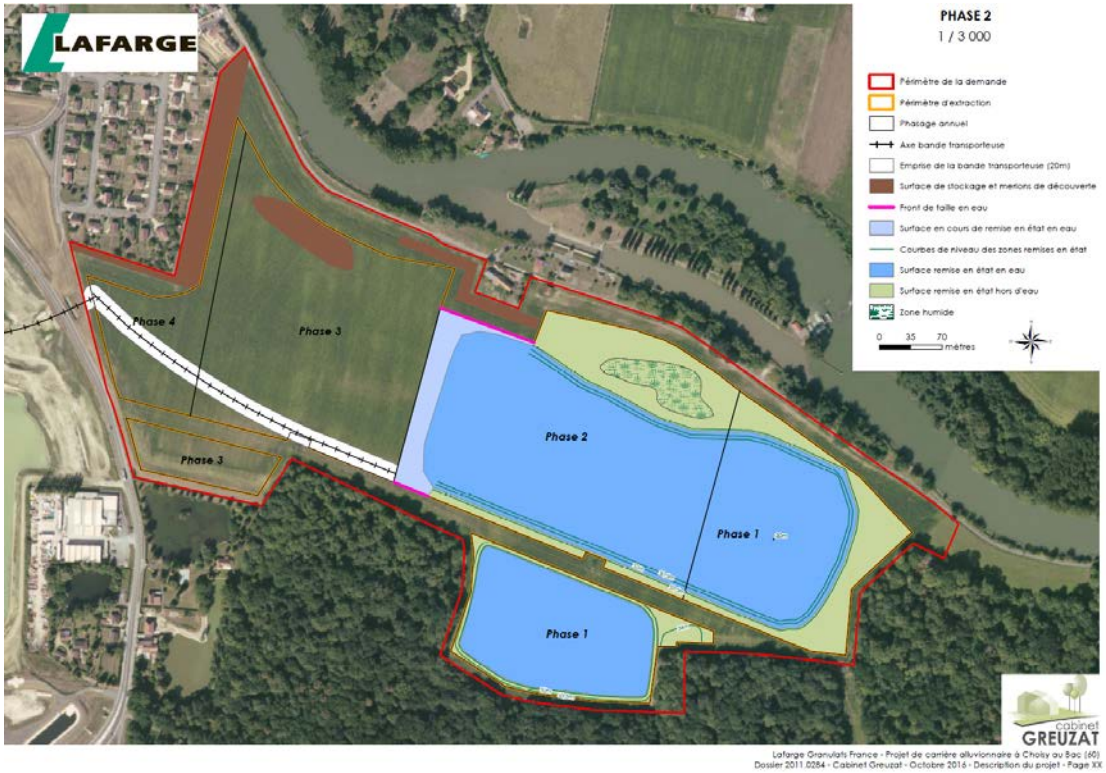


Figure 5-4 : Etat fin de phase 2

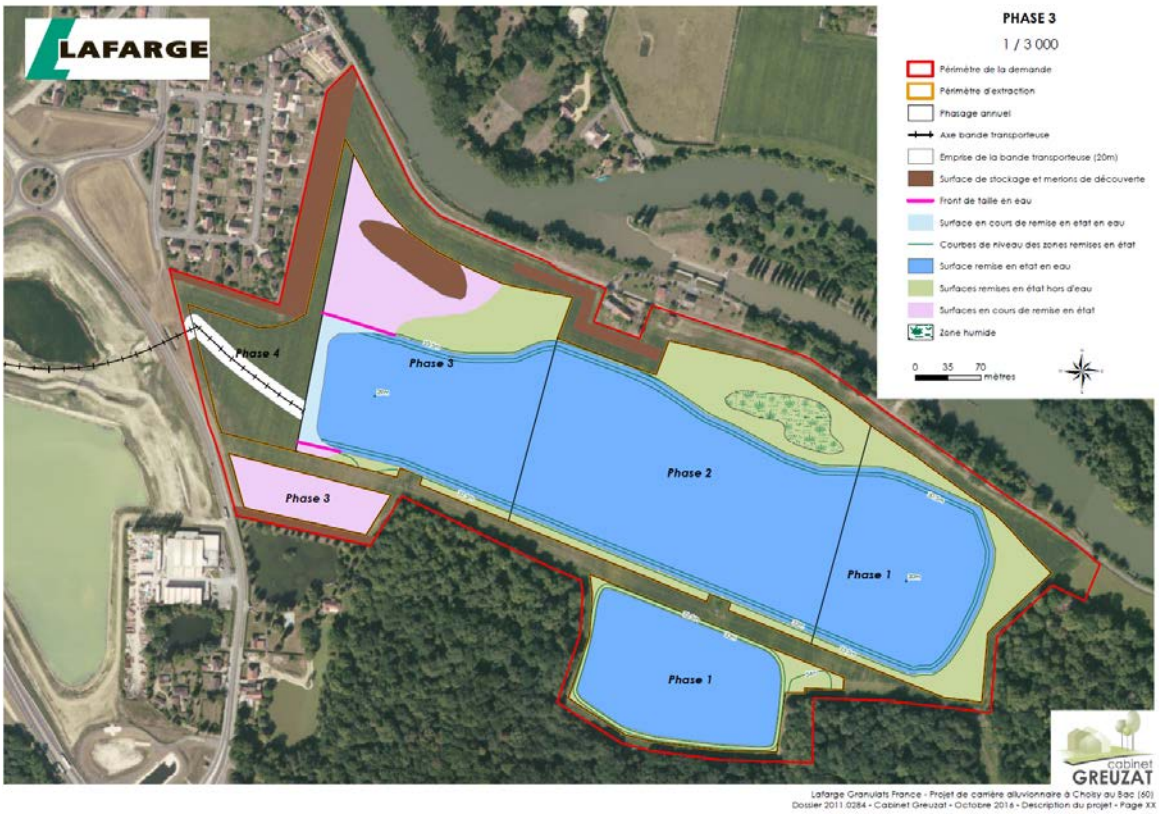


Figure 5-5 : Etat fin de phase 3

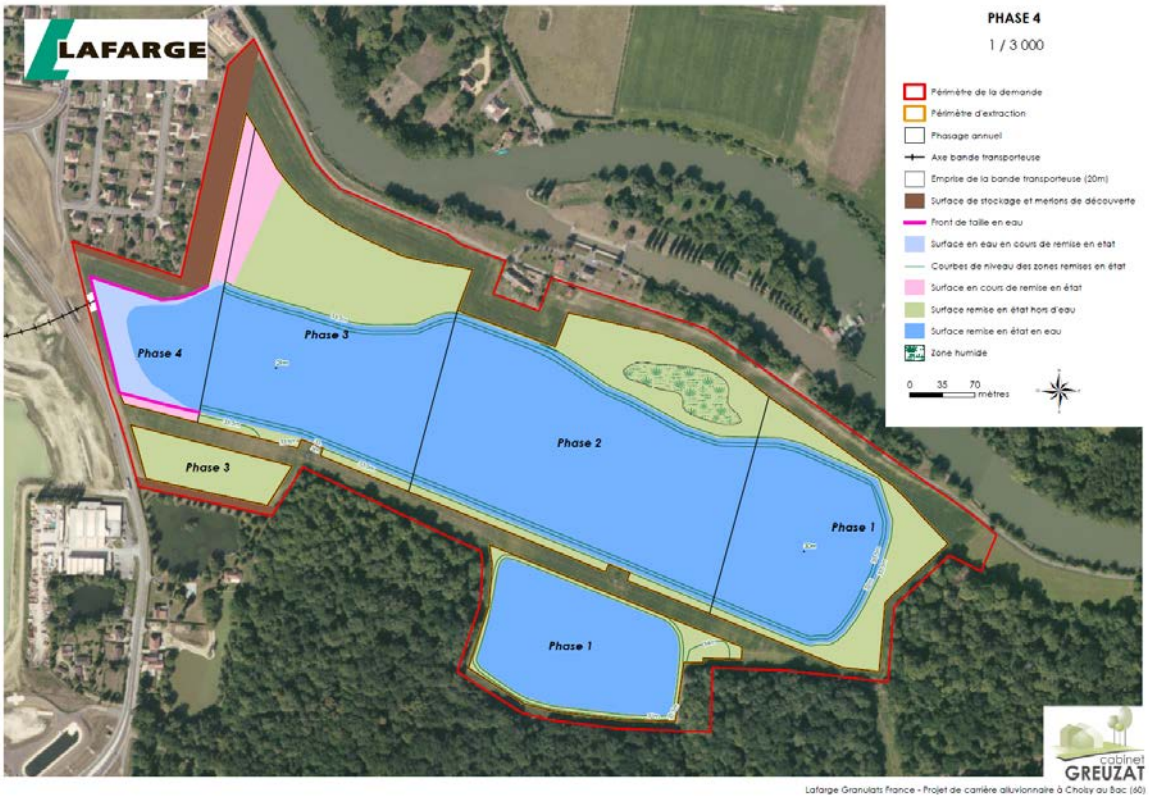


Figure 5-6 : Etat fin de phase 4

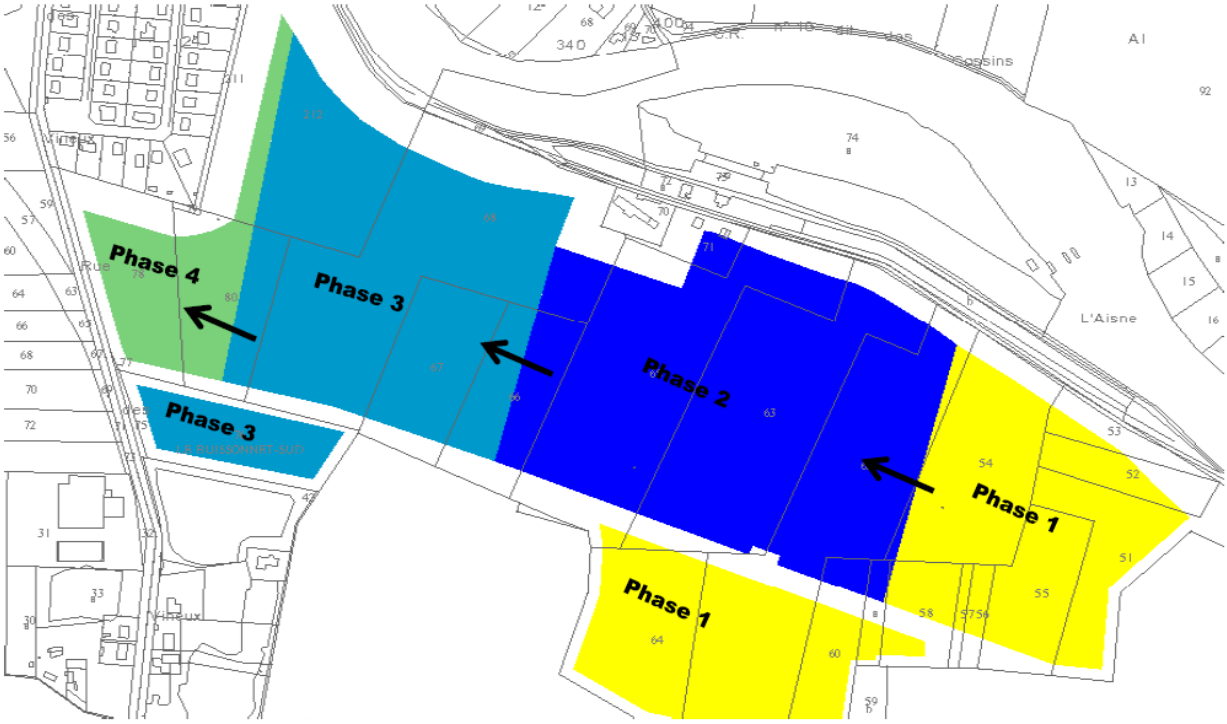


Figure 5-7 : Phasage extraction.

5.5 MODALITES DE REMISE EN ETAT DU SITE

Au terme de l'exploitation de la carrière, l'ARC aménagera un bassin sportif et de loisir notamment pour la pratique de l'aviron dont le creusement aurait été assuré par LAFARGE durant l'exploitation de la carrière.

La plus grande zone exploitable sera vouée au bassin d'aviron (790m * 110 m), les plus petits seront remblayés en tout ou partie et pourront accueillir des plans d'eau et des zones humides.

Les matériaux de découverte représentent globalement 1,20 m de hauteur. Ces matériaux serviront au réaménagement du bassin et à la création d'une plateforme hors d'eau où se situeront notamment les bâtiments. Le niveau de cette plateforme sera celui de la côte du PPRI Aisne et Oise amont en cours de révision. Il n'y aura pas d'apport de remblais extérieurs au site.

Au nord du plan d'eau une zone humide sera aménagée. Ces zones reposeront également sur des terres de découverte semi-imperméables.

Lafarge assurera une banquette de plusieurs mètres de largeur (talus à 22° pour la partie en eau) sur l'ensemble du périmètre du plan d'eau afin de garantir une stabilité à long terme.

Le plan de réaménagement dans sa version provisoire est transmis sur la figure ci-dessous.

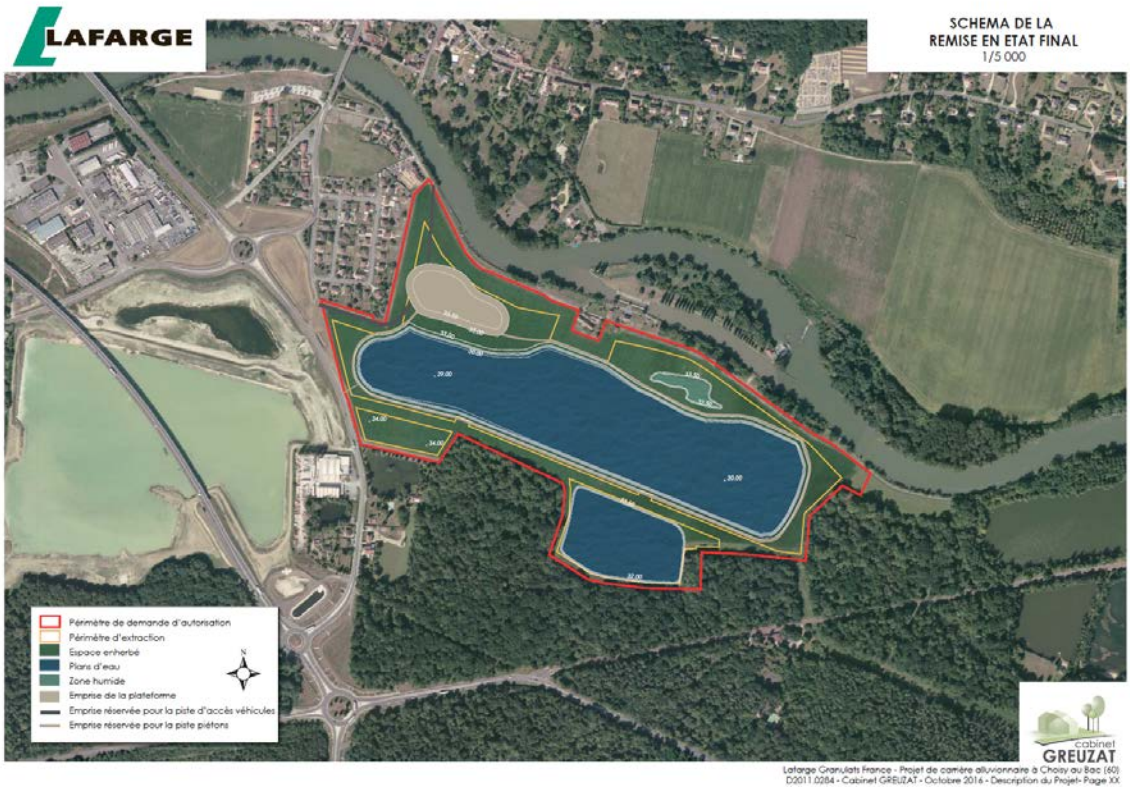


Figure 5-8 : Plan de réaménagement (source : Lafarge)

Le plan de réaménagement du plan d'eau des Muids (cf. Figure 5-9) est également pris en compte dans la modélisation. Ce plan d'eau est utilisé pour stocker les crues de l'Aisne par l'Agglomération de la Région de Compiègne.

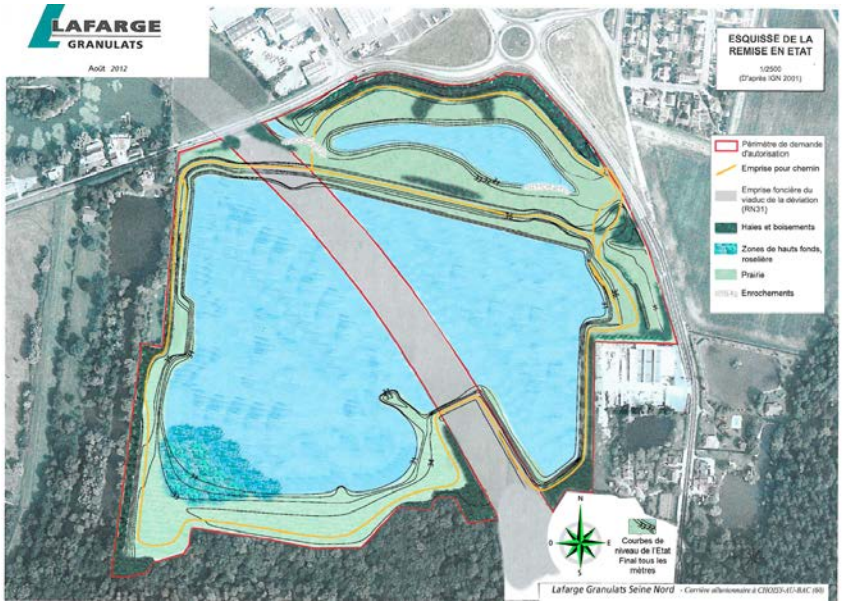


Figure 5-9 : Plan de réaménagement des Muids(source : Lafarge)

6 MODELISATION HYDROGEOLOGIQUE

6.1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA MODELISATION

En 2006, Hydratec a réalisé l'étude hydraulique et hydrogéologique de la carrière des Muids, exploitée par Lafarge Granulat et située sur la commune de Choisy-au-Bac.

Dans le cadre de cette étude, un modèle hydrogéologique a été réalisé. Il a été calé sur l'étiage de 2004. Les limites hydrogéologiques du bassin versant de la carrière des Muids inclus le projet de la carrière du Buissonnet.

Le modèle de 2006 sera donc repris dans la présente étude afin de déterminer les impacts piézométriques en phase exploitation et en phase aménagée, induits par le projet.

Pour cela, la piézométrie calculée par le modèle avec projet est comparée à la piézométrie de l'état de référence (avant-projet) en octobre 2004.

Les étapes de la construction et du calage du modèle sont présentés en partie 6.2 et 6.3.

6.2 CONSTRUCTION DU MODELE

6.2.1 Outil de modélisation

Le modèle a été construit selon le code de calcul Modflow, l'espace est discrétisé en mailles élémentaires auxquelles sont attribués les paramètres hydrauliques représentatifs des écoulements souterrains (perméabilité, géométrie des couches, limites d'alimentation…). L'aire d'étude permet alors de prendre en compte l'ensemble du bassin versant et de l'aire d'alimentation de la nappe. Les écoulements superficiels de l'Aisne et leurs impacts sur la nappe sont également pris en compte.

Au droit du projet, les mailles élémentaires sont de 25 m* 35 m pour une bonne représentativité du milieu naturel aquatique.

- Etape 1 : le modèle est calé sur une piézométrie de référence (octobre 2004). Les résultats de la simulation, calculés maille par maille, sont comparés à une piézométrie observée. Les paramètres de calcul sont alors ajustés pour rechercher la meilleure adéquation entre les résultats et les observations.
- Etape 2 : le modèle est utilisé afin de préciser les impacts des aménagements (création de plans d'eau, de berges imperméables) sur la piézométrie de la nappe. L'outil de calcul donne les hauteurs d'eau dans chacune des mailles. A partir de ces valeurs, il est possible de calculer les différentiels piézométriques « état aménagé - état initial ». Ces derniers permettent d'apprécier l'amplitude des variations piézométriques. Une variation négative indique alors un drainage de la nappe tandis qu'une variation positive est représentative d'une rehausse de nappe par rapport à la situation de référence.

Des mesures compensatoires ou d'évitement peuvent ensuite être envisagées et testées en fonction des résultats obtenus.

6.2.2 Structure et géologie du modèle

La modélisation multi-couches est réalisée sous le code de calcul Modflow. L'espace est discrétisé en 64 000 mailles de 100 m * 100 m sur le bassin versant, affiné à 50 m* 50 m au niveau du secteur d'exploitation envisagé.

Le modèle prend en compte l'ensemble du bassin versant hydrogéologique déterminé à partir de la piézométrie d'octobre 2004 et de la carte géologique du BRGM.

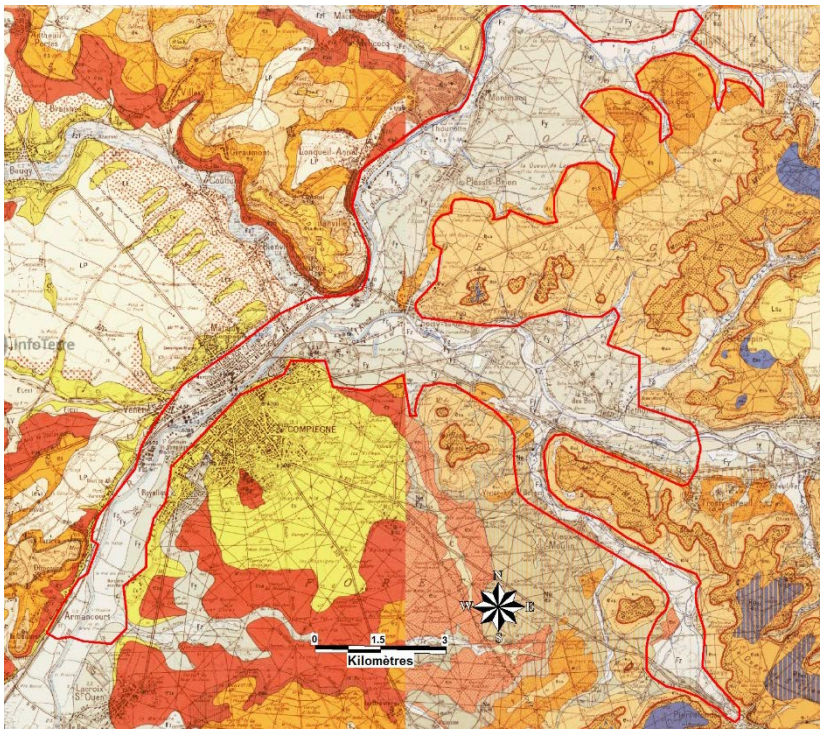


Figure 6-1 : Délimitation du bassin versant hydrogéologique

Le modèle est de type multi-couches. Il permet de prendre en compte la superposition des horizons géologiques. Cinq couches géologiques sont modélisées (cf. tableau ci-après).

Couche 1	Alluvions modernes
Couche 2	Alluvions anciennes
Couche 3	Argiles Yprésiennes
Couche 4	Sables de Bracheux
Couche 5	Craie

Tableau 6-1 : Couches géologiques modélisées

Les horizons géologiques sont déterminés à partir des coupes de sondages obtenues à la Banque de Données du Sous-Sol du BRGM, des sondages réalisés sur le site d'exploitation et des coupes des piézomètres réalisées sur site.

Le réseau hydrographique est intégré au modèle sous la forme d'éléments rivière pour l'Oise et l'Aisne et sous la forme d'éléments drains pour l'ensemble des rus descendant des forêts. Les rivières sont décrites par les profils en travers utilisés pour la modélisation hydraulique de la confluence Oise – Aisne.

Les cotes de retenues normales de l'Oise et de l'Aisne sont imposées au modèle, excepté pour la cote amont de l'écluse de Carandeau, la cote de retenue normale est de 32.55 m NGF, mais lors de la campagne piézométrique le relevé effectué donnait une cote de 32.885 m NGF. Ces cotes normales sont issues de la base de données cartographiques Cartelie.

	Aisne			Oise
	Ecluse d'Attichy	Ecluse d'Hérant	Ecluse de Carandeau	Ecluse de Venette
Amont	34.57 m NGF	33.90 m NGF	32.885 m NGF	31.01 m NGF
Aval	33.90 m NGF	32.885 m NGF	31.01 m NGF	29.61 m NGF

Tableau 6-2 : Cotes des retenues normales de l'Oise et de l'Aisne

6.2.3 Prélèvements

Les captages AEP sont modélisés à leur débit d'exploitation moyen journalier. Les données sont issues de l'ARS (Agence régionale de Santé) de l'Oise.
Les forages industriels sont également présents dans le modèle, le rythme d'exploitation est déterminé à partir des relevés d'étiage des fichiers préleveurs de l'Agence de l'Eau Seine Normandie.

N°BSS	Commune	Usage	Débit prélevé (en m^3/j)
01044X0180	Choisy-au-Bac	AEP	1200
01044X0178			600
01051X0168	Thourotte		125
01051X0168	Montmacq		672
01048X0067	Margny	Pompe à chaleur	302
01048X0065			98

Tableau 6-3 : Synthèse des prélèvements

6.3 CALAGE DU MODELE EN REGIME PERMANENT

6.3.1 Piézométrie de référence (mesurée)

Le calage du modèle a été réalisé sur la piézométrie de **l'étiage d'octobre 2004** en adaptant les perméabilités des différentes couches. L'année 2004 sert de référence pour le calage car hydratec a réalisé une campagne piézométrique cette année-là sur l'ensemble des piézomètres du territoire. Il s'agit donc de la piézométrie la plus complète et la plus synchrone donc nous disposons.

La carte piézométrique de 2004 mesurée a été présentée en Figure 4-2. Les points d'observation pour le calage du modèle sont rappelés sur la figure ci-dessous.

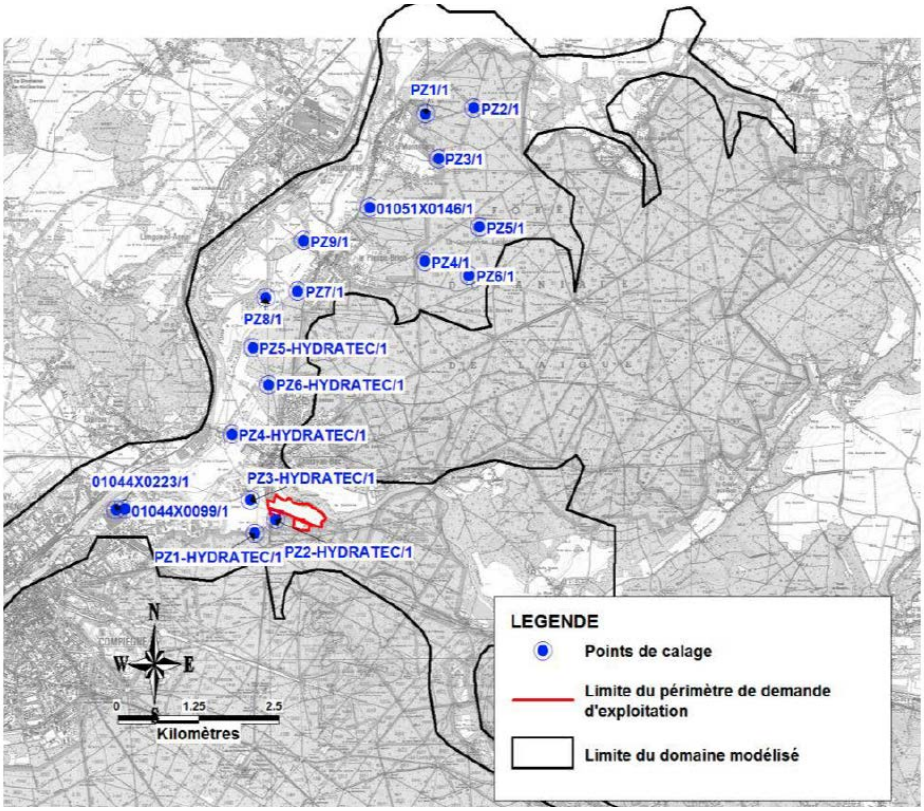


Figure 6-2 : Localisation des points d'observation servant au calage du modèle

6.3.2 Recharge

L'alimentation d'une nappe, ou recharge, provient soit directement de la pluviométrie sur les zones d'affleurement soit des autres nappes voisines, par drainance en raison de la différence de la charge piézométrique.

Le calage a ainsi pris en compte la recharge pluviométrique de la première nappe rencontrée au droit du projet, verticalement: la nappe alluviale.

Une quantité d'eau météorique s'infiltrant directement dans la nappe (pluie efficace) est attribuée au modèle, après passage au travers de la zone non saturée (couche imperméable tels que les remblais).

Ainsi, la première couche aquifère bénéficie d'une recharge estimée à 135 mm/an.

6.3.3 Perméabilités

Le calage est réalisé sur les valeurs de perméabilité enregistrées dans les différentes strates géologiques.

Formations géologiques		Perméabilités
Alluvions récentes		10^{-4} m/s
Alluvions anciennes	vallée de l'Oise	10^{-4} m/s
	vallée de l'Aisne et sud de la confluence de l'Oise avec l'Aisne	10^{-3} m/s
Argiles Yprésiennes		5.10^{-7} m/s
Sables de Bracheux		5.10^{-5} m/s
Craie	affleurante	10^{-3} m/s (sommet de l'anticlinal de Margny-les-Compiègne)
	sous la forêt de Compiègne	5.10^{-5} m/s
	au nord de la confluence	3.10^{-5} m/s

Tableau 6-4 : synthèse des perméabilités

6.4 RESULTATS

Les résultats du calage fournissent un différentiel entre la cote d'eau observée, au droit des piézomètres d'observation et les cotes d'eau calculées par le modèle. Plus ce différentiel est faible et plus le modèle reproduit correctement la situation réelle.
Le détail des résultats de calage sur 18 points d'observation est donné ci-dessous.

Point de calage	Cote observée (en m NGF)	Cote calculée (en m NGF)	Calc.-Obs.
01044X0099/1	31.6	31.6	-0.03
01044X0223/1	31.5	31.4	-0.1
01051X0146/1	32.2	32.0	-0.2
PZ1/1	32.8	32.5	-0.3
PZ1-HYDRATEC/1	31.92	32.4	0.5
PZ2/1	33.3	33.2	-0.15
PZ2-HYDRATEC/1	31.9	32.2	0.35
PZ3/1	33.4	33.6	0.2
PZ3-HYDRATEC/1	31.5	31.6	0.1
PZ4/1	33.5	34.0	0.4
PZ4-HYDRATEC/1	31.3	30.6	-0.7
PZ5/1	34.2	35.3	1.1
PZ5-HYDRATEC/1	31.7	31.9	0.2
PZ6/1	34.4	35.3	0.9
PZ6-HYDRATEC/1	32.2	32.3	0.04
PZ7/1	32.2	31.9	-0.2
PZ8/1	31.5	31.4	- 0.02
PZ9/1	31.5	31.5	-0.03

Tableau 6-5 : Résultats du calage du modèle

Le coefficient de corrélation est de 97 % ce qui signifie que le calage est très bon et représentatif des écoulements dans la vallée. En effet, les piézomètres de calage ont une représentation homogène dans l'espace.

La moyenne résiduelle est de 0.35 cm et le maximum résiduel est de 1.1 m au droit du PZ5.

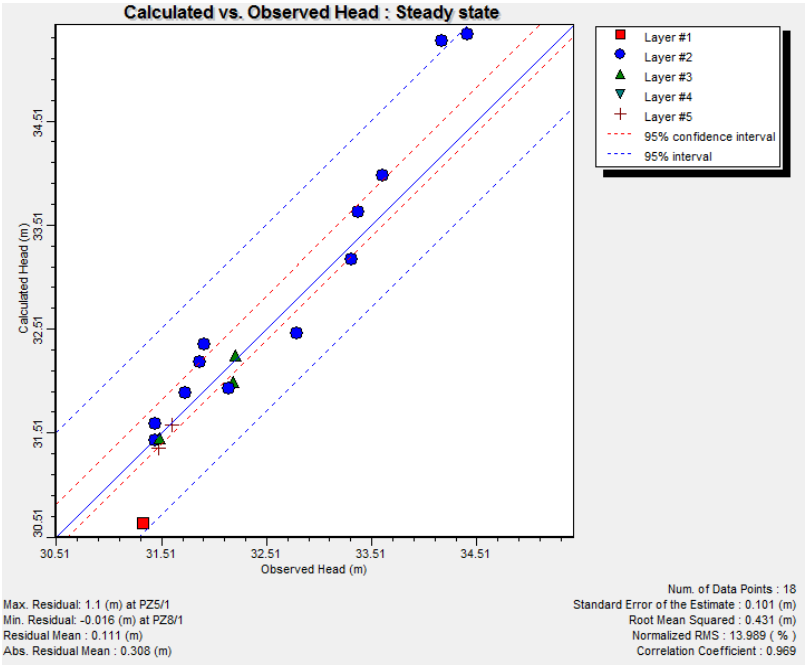


Figure 6-3 : résultat du calage en régime permanent au temps initial

La piézométrie calculée par le modèle est ensuite transmise sur les figures ci-dessous.

Cette piézométrie indique que le sens d'écoulement est conservé et que les cotes d'eau sont correctement reproduites par le modèle par rapport à la carte piézométrique mesurée des basses eaux de 2004.

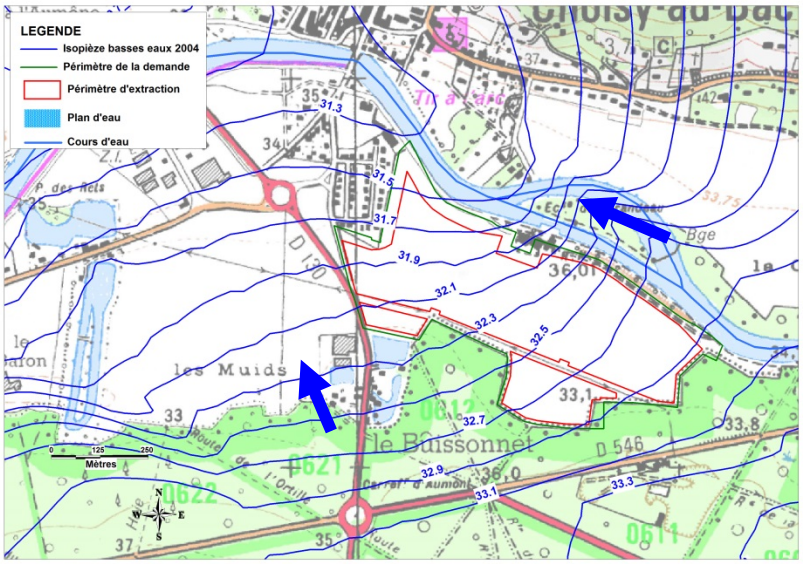


Figure 6-4 : Piézométrie de référence simulée et zoomée au droit du projet de la nappe alluviale

7 INCIDENCES EN PHASE TRAVAUX

7.1 INCIDENCES HYDROGEOLOGIQUES EN PHASE TRAVAUX

Concernant les **impacts piézométriques** hydrogéologiques en phase travaux, nous considérons, du fait que le gisement est exploité en eau (pas de rabattement de nappe), que la phase la plus impactante est la phase réaménagée.

Concernant les impacts sur la qualité de la nappe alluviale, les sources de pollution potentielles peuvent être les suivantes :

- risque de pollution lié aux opérations de ravitaillement,
- risque de pollution lié à la vie du chantier.

Des mesures de précaution habituellement prises par l'exploitant seront conduites sur ce site afin de minimiser ce risque.

7.2 INCIDENCES HYDRAULIQUES EN PHASE TRAVAUX

Nous considérons que la phase 1 des travaux est la plus impactante lors des crues de l'Aisne.

En effet, il s'agit de la phase présentant le plus grand nombre de merlons et le moins de matériaux excavés sur toute la durée d'exploitation de la carrière.

Moins du quart du gisement de la zone 1 ainsi que toute la zone 2 sont excavés.

Les merlons à l'Ouest de la carrière, sont réalisés tout comme ceux situés au Nord et au Sud du site (figurés en marron sur l'illustration qui suit). Les cotes d'arase des merlons considérées pour l'étude hydraulique en phase travaux sont indiquées sur la figure qui suit. Il s'agit de la cote maximale des merlons calculée en fonction de leur volume et de leur emprise au sol.

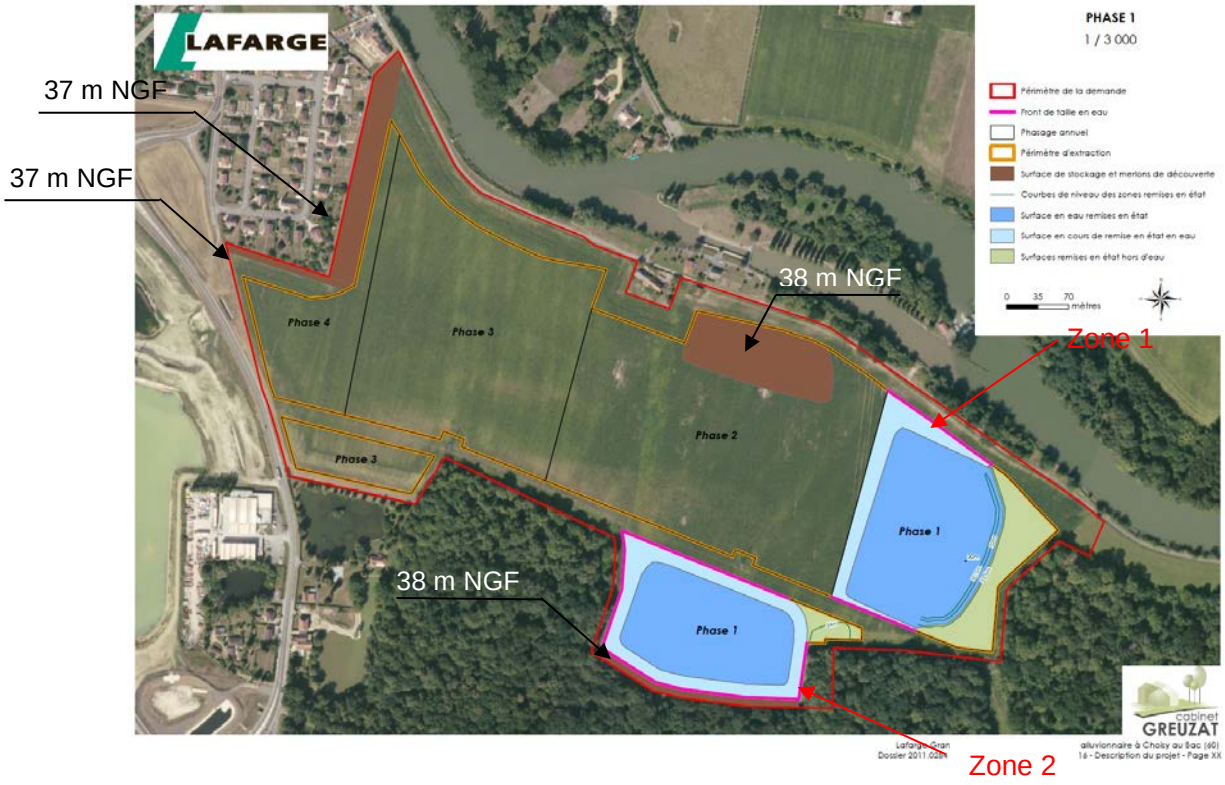


Figure 7-1 : Etat fin de la phase 1

Les cotes de fond de certains pavés du modèle hydraulique ont été modifiées pour tenir compte des changements de topographie induits par l'avancée de l'extraction du gisement et du remplissage en eau de la zone excavée (dans les zones 1 et 2).

Les cotes des liaisons entre pavés ont été adaptées afin de représenter les quatre merlons (dont certains sont utilisés également comme protection pour les habitations). La position des merlons dans le modèle hydraulique respecte les préconisations énoncées ci-après. Un attention particulière est portée sur le merlon Ouest afin que celui-ci n'obstrue pas l'exutoire du site de la carrière, seule sa partie Nord (orientée Est-Ouest) est représentée

Les trois scénarios de crue qui ont servi à caractériser l'état hydraulique initial ont été de nouveau simulés en imposant une cote d'eau initiale dans les pavés schématisant les zones excavées mises en eau :

- + 32.24 m NGF pour la zone 1,
- + 32,7 m NGF pour la zone 2.

Ces valeurs correspondent au niveau de la nappe en basses eaux, avant la crue.

Les profils en long des lignes d'eau maximales de l'Aisne en situation actuelle et après la phase 1 des travaux pour les trois scénarios de crue étudiés sont donnés sur la figure 7-5. Les zones inondables liées au débordement de l'Aisne ainsi que le champ des vitesses obtenus pour les trois scénarios de crue sont présentés pages suivantes. Pour chacune des crues d'étude, des cartes d'impact ont été constituées.

La présence des merlons et des zones d'excavation 1 et 2 mises en eau diminuent de moins de 1 cm les niveaux d'eau dans l'Aisne pour les trois crues d'étude. Les vitesses restent faibles, de l'ordre de 0,2 m/s, et similaires à celles atteintes dans l'état initial sur le

site de la carrière hormis pour la zone proche de l'exutoire à l'Ouest. Dans cette zone, l'écoulement est plus rapide (de 0,3 m/s environ pour la crue centennale) du fait de la chenalisation causée par les merlons bordant le lotissement du Buissonnet.

La phase 1 des travaux de la carrière n'a pas d'impact significatif sur les écoulements dans le lit majeur rive droite pour les trois crues d'étude. Elle n'en a pas non plus dans le lit majeur rive gauche pour les crues de type décembre 93 et centennale.

Les cartes d'impact montrent que plus l'intensité de la crue est forte, moins la phase 1 des travaux n'a d'impact sur les écoulements dans le lit majeur de l'Aisne.

Le creusement de la zone 2 alors que le futur bassin d'aviron n'est pas encore complètement excavé favorise la propagation de la crue du Sud de la carrière vers l'Ouest. Une digue protège les habitations du Buissonnet Sud de l'inondation pour la crue décennale. Le merlon à l'Ouest, proche du lotissement du Buissonnet, entraine un remous d'exhaussement de 2 cm sur une centaine de mètres dans la carrière. Il crée aussi un ralentissement des vitesses d'écoulements de 0,1 m/s. Du fait du confinement du lotissement du Buissonnet derrière les merlons, l'inondation de cette zone habitée ne se fait plus depuis le site de la future carrière mais directement par débordement de l'Aisne sur 200 m environ au droit des habitations. Ces terrains sont inondés avec des hauteurs d'eau plus faibles de quelques centimètres par rapport à la situation initiale (environ 4 cm pour la crue centennale). Les vitesses atteintes diminuent aussi légèrement (de moins de 0,1 m/s pour la crue centennale).

Les autres merlons, qu'ils soient dans la même direction ou perpendiculaires à l'axe d'écoulement des crues sur le site n'ont pas d'impact significatif en crue. Aucun merlon n'est sollicité pour la crue décennale.

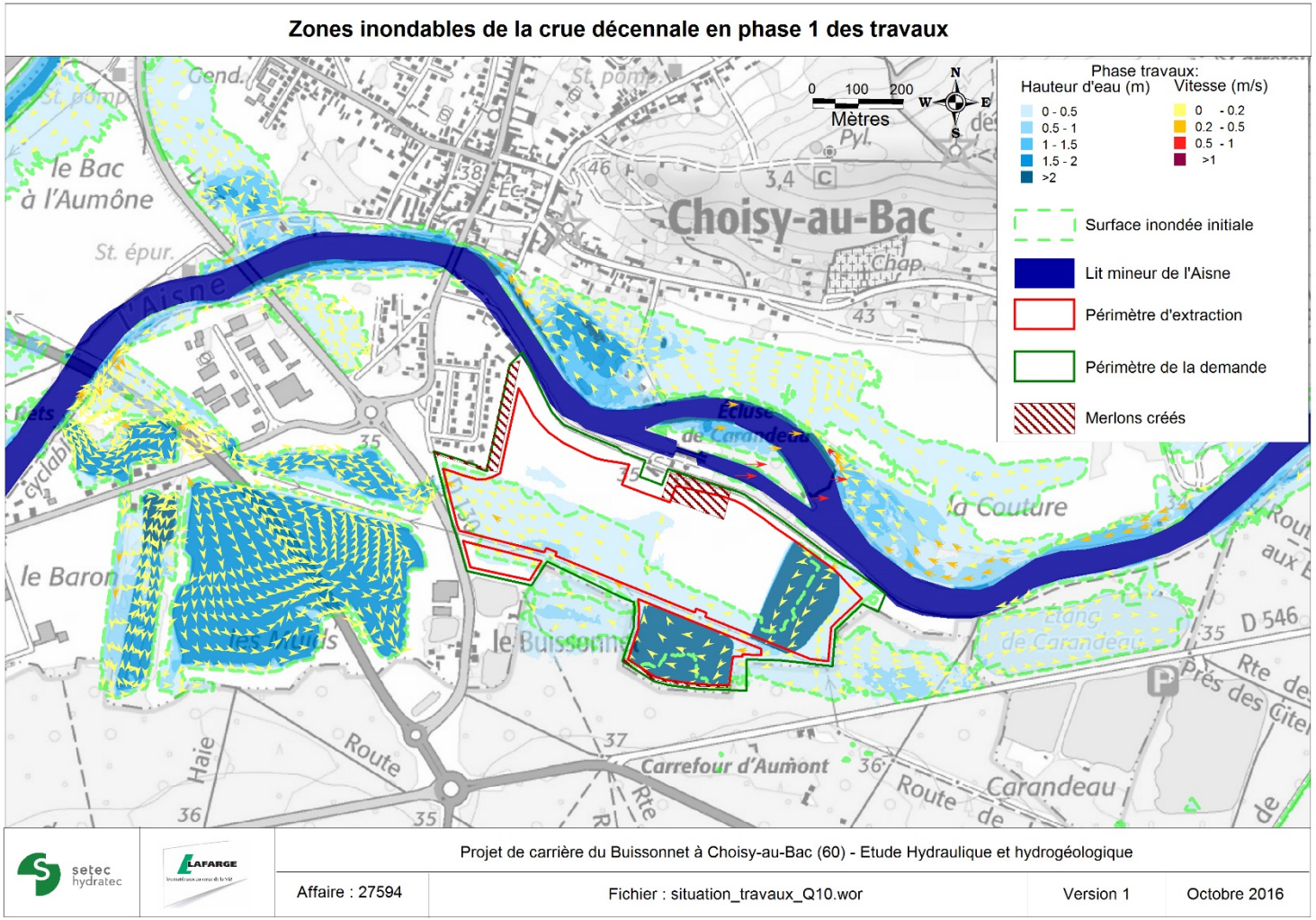


Figure 7-2 : Zones inondables de la crue décennale en phase 1 des travaux

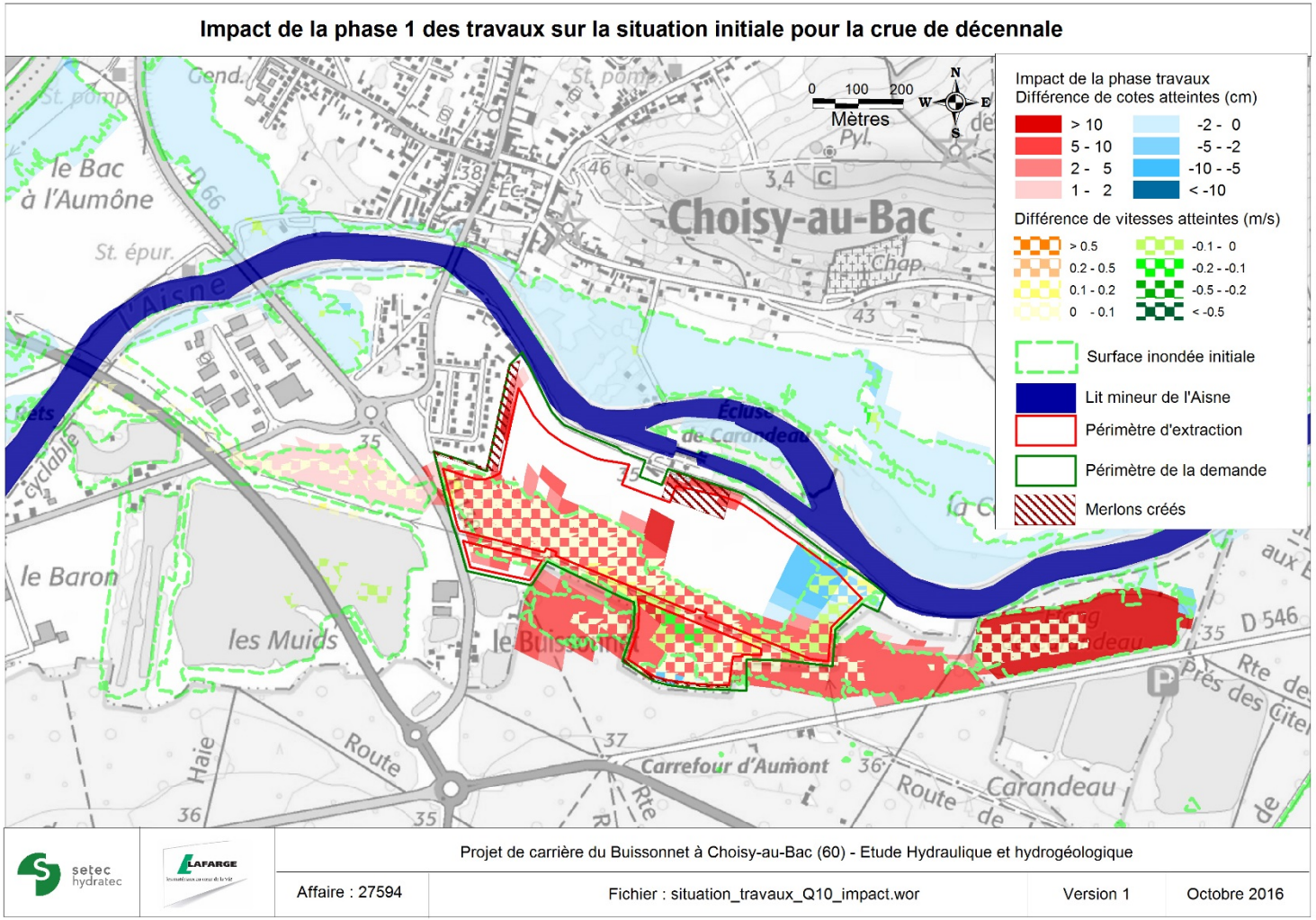


Figure 7-3: Impact de la phase 1 des travaux sur la situation initiale pour la crue décennale

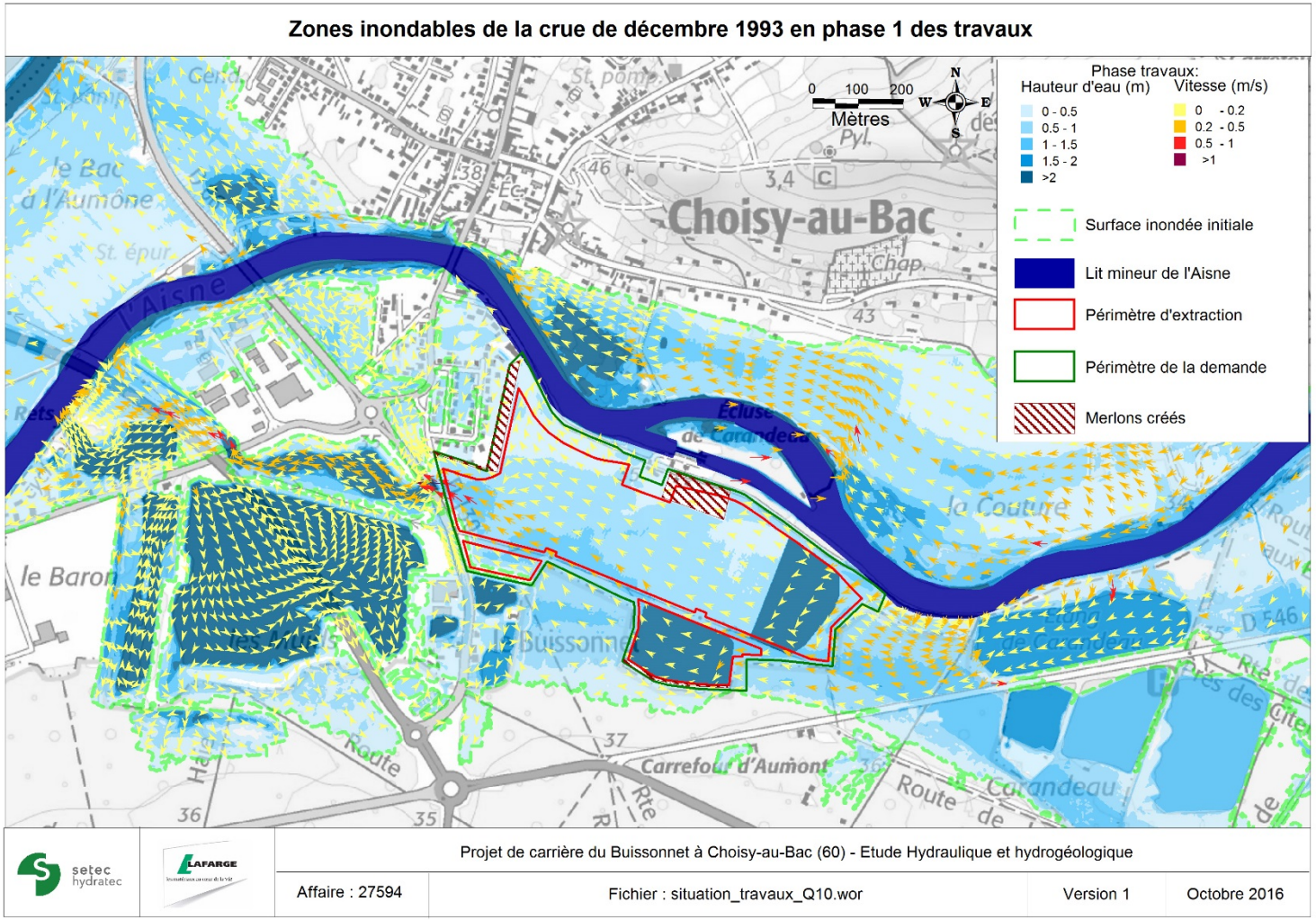


Figure 7-4 : Zones inondables de la crue de type décembre 1993 en phase 1 des travaux

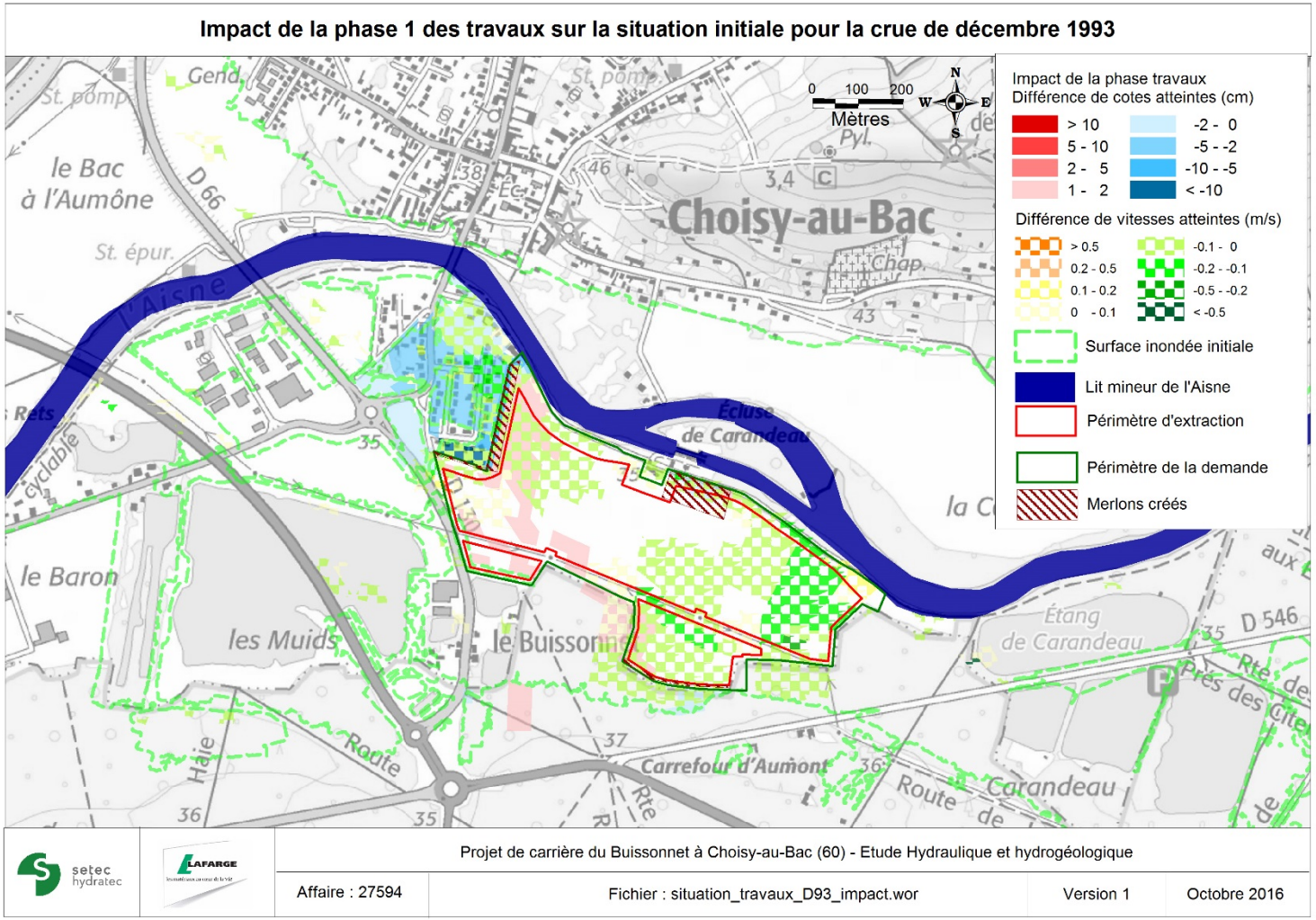


Figure 7-5: Impact de la phase 1 des travaux sur la situation initiale pour la crue de décembre 1993

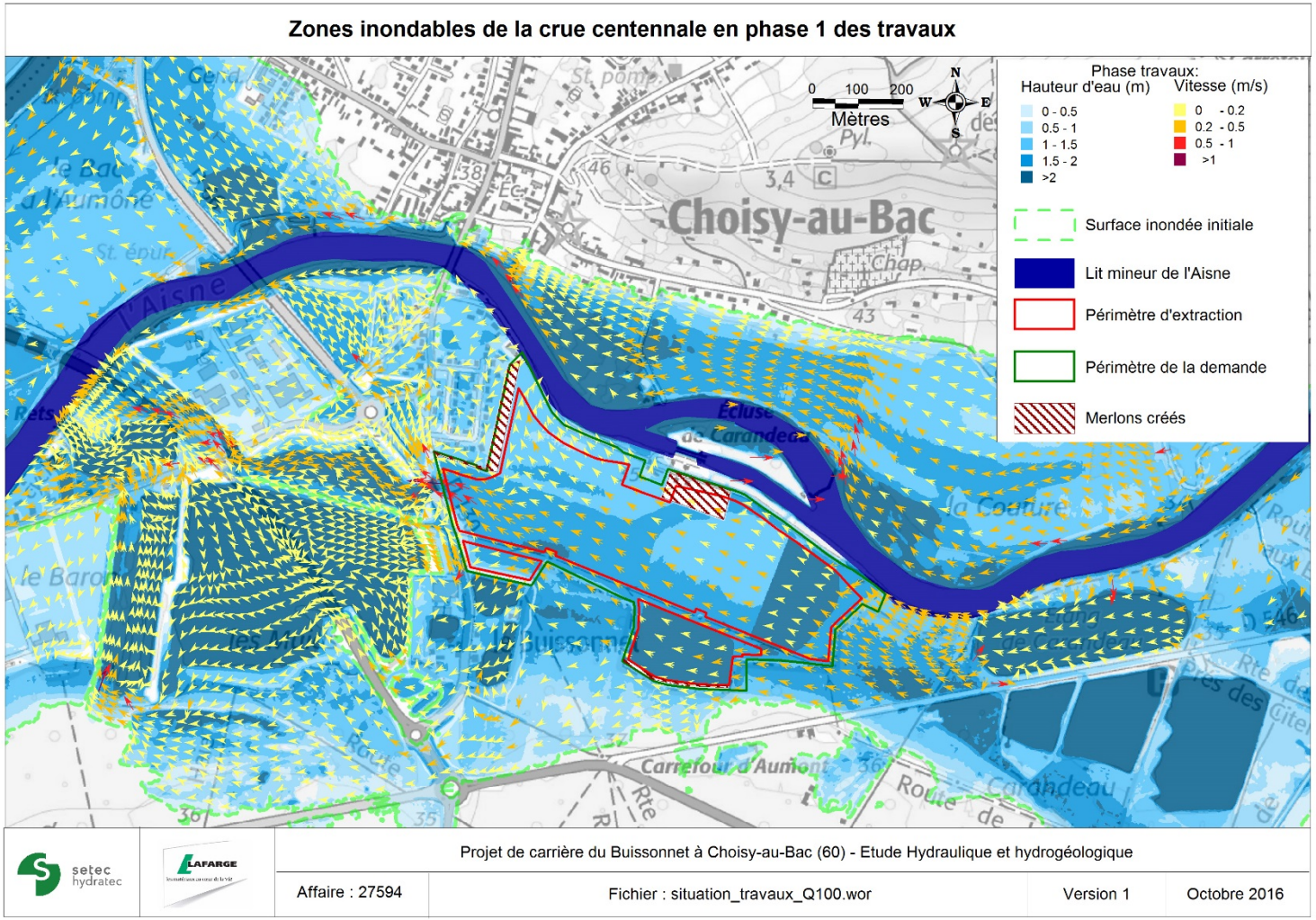


Figure 7-6 : Zones inondables de la crue centennale en phase 1 des travaux

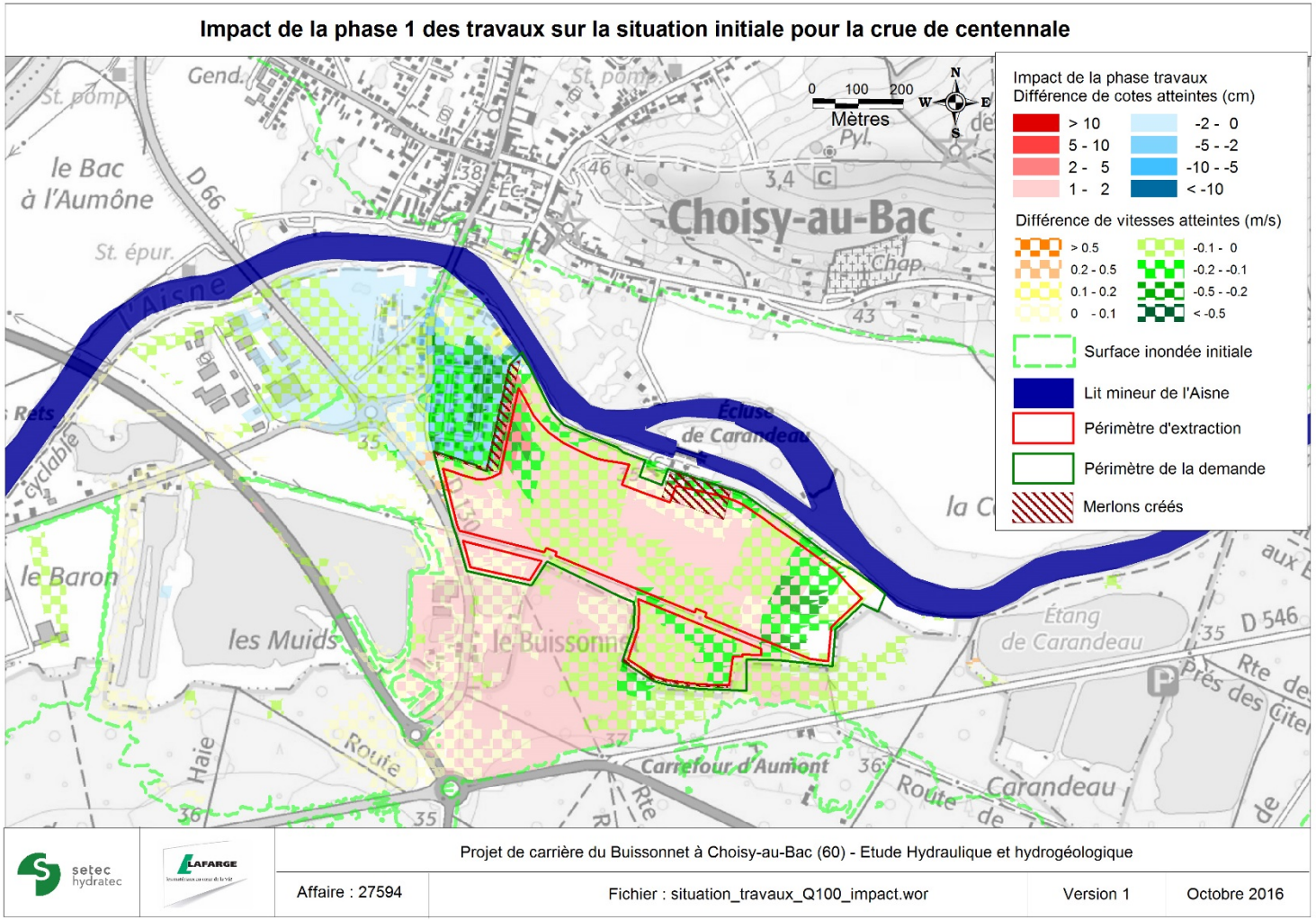


Figure 7-7:Impact de la phase 1 des travaux sur la situation initiale pour la crue centennale

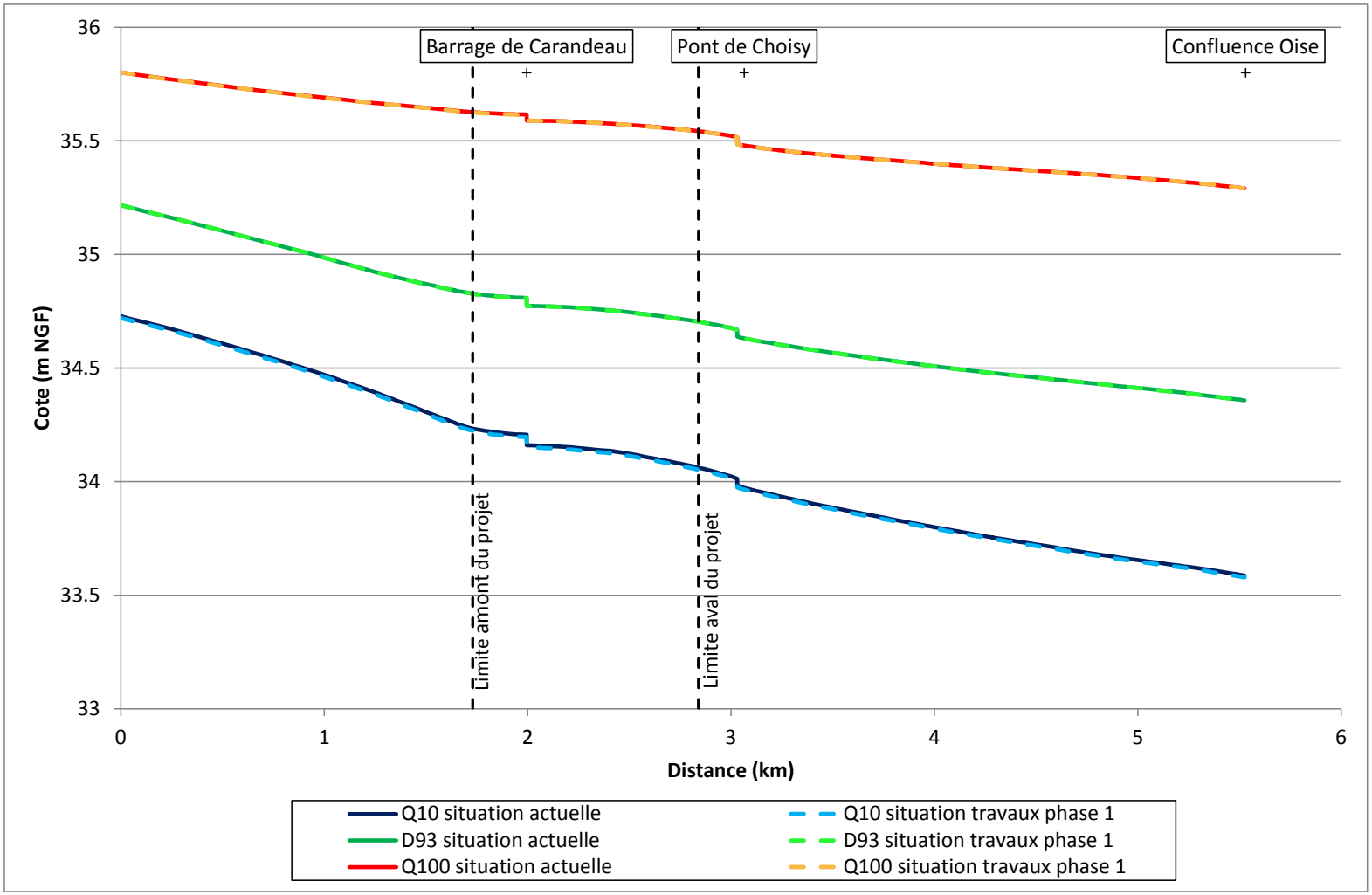


Figure 7-8 : Lignes d'eau maximales de l'Aisne en situation de travaux (phase 1) et situation actuelle

7.2.1 Préconisations

a) Cas du merlon à l'Ouest de la carrière

Une attention particulière doit être portée sur le positionnement des stocks temporaires à l'Ouest de la carrière. Initialement, il était prévu par l'exploitant de positionner un merlon de chaque côté de l'exutoire (voir figure ci-dessous). . Afin de ne pas faire obstacle à la crue, il a donc été préconisé de ne pas constituer sa portion orientée Nord-Sud (partie entourée sur l'illustration ci-après et parallèle à la RD130). La partie du merlon orientée Est-Ouest est à conserver puisqu'elle protège le lotissement du Buissonnet. C'est pourquoi dans le cadre des simulations et des cartes d'impacts réalisées (page 65 à 70), cette portion a été supprimée afin de prendre en compte les préconisations.

Les plans de phasage définitifs fournis par Lafarge intègre bien cette préconisation.

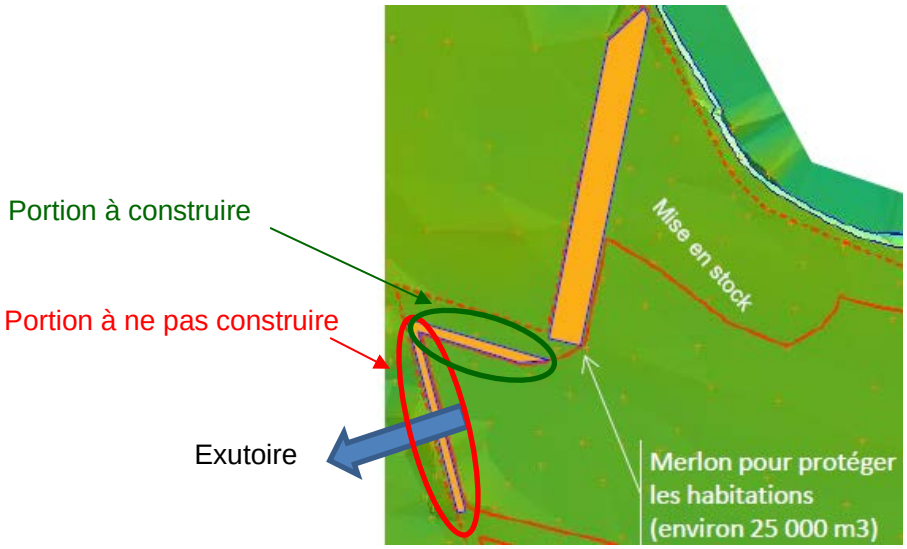


Figure 7-9: Position initiale du merlon Ouest

b) Cas du merlon à l'Ouest proche du lotissement du Buissonnet

La stabilité de ce merlon doit être assurée en crue, sinon sa rupture risque d'endommager la digue de protection du lotissement, ce qui entrainerait une inondation des habitations à l'aval.

8 INCIDENCES EN PHASE AMENAGEE

8.1 ANALYSE DES IMPACTS HYDROGEOLOGIQUES

8.1.1 Impacts piézométriques a l'étiage de nappe et pour une année climatique de période retour 5 ans sec

- Calcul de la piézométrie des basses eaux 2004

Les deux plans d'eau (Buissonnet et des Muids) sont modélisés grâce à l'élément lac, avec une cote d'eau fictive qui s'établit en fonction du niveau de la nappe.

La zone au sud-est du plan d'eau est réaménagée en plan d'eau et est partiellement remblayée à l'aide des terres de découverte dont la perméabilité retenue est de 5.10^{-5} m/s.

A l'étiage, la nappe alluviale est soutenue par l'Aisne, dont la cote est imposée par le barrage de Carandeau. Seule la pluie efficace (Pluie brute – ETP) permet un rééquilibrage de la nappe alluviale sur le plan d'eau de l'Aviron.

La cote du plan d'eau du Buissonnet est donc exclusivement sensible :

- aux conditions climatiques ;
- aux cotes amont et aval de l'écluse et du barrage de Carandeau respectivement de + 32.885 m NGF et de + 31.01 m NGF.

Dans un premier temps, grâce à l'analyse statistique réalisée en partie 4.5, nous appliquons au module lac les données climatiques de l'année 2004, de période retour **5 ans sec**, suivantes:

- L'ETP est de 791.1 mm/an;
- La pluie brute est de 606 mm/an.

Ainsi, la carte piézométrique obtenue en basses eaux 2004 et issue de la modélisation est transmise sur la Figure 8-1.

Les observations conclues à partir de cette carte indiquent que pour une année type 2004 :

- la piézométrie s'établit à + 32.24 m NGF pour le plan d'eau de l'aviron ;

au droit des zones humides la piézométrie est la suivante :

- sud-est : + 32.7 m NGF
- nord : + 32.4 m NGF

Notons que le barrage permet une alimentation par l'Aisne de la nappe en amont et un drainage en aval.

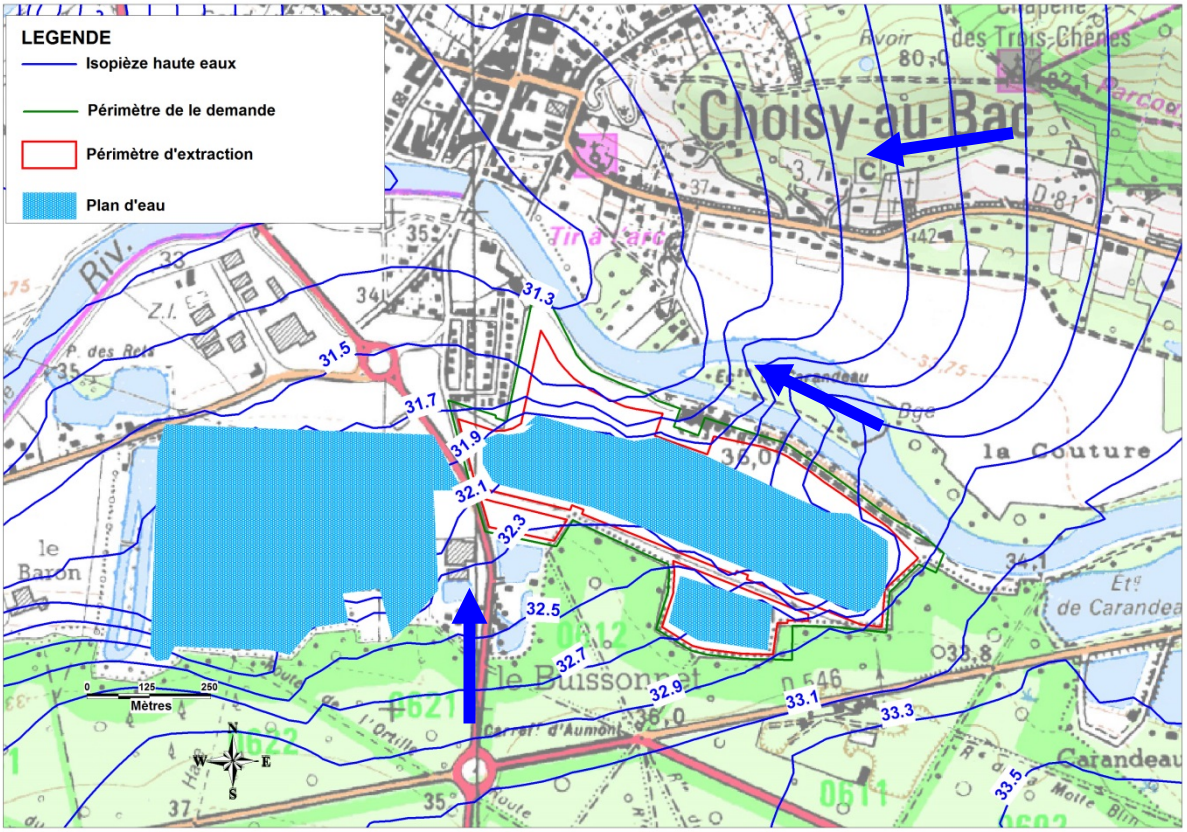


Figure 8-1 : Piézométrie en phase aménagée en basses eaux

Dans un second temps, nous avons fait varier le bilan hydrique pour estimer la variation de la cote du plan d'eau en fonction de différentes occurrences hydrométriques.

Le tableau des données ainsi obtenues est transmis ci-dessous.

hydrométrie annuelle	Pluie efficace sur le plan d'eau annuelle (Pluie-ETP) en mm	cote résultante dans le plan d'eau du Buissonnet (mNGF)	
20 ans sec	-300	32.14	
10 ans sec	-251	32.19	
5 ans sec	-191	32.24	
année médiane (1983)	-76	32.28	PLUIE:626.9 ETP:700.8
5 ans humide (1993)	38	32.33	PLUIE:740.9 ETP:712.1
20 ans humide (2001)	148	32.39	PLUIE:902.4 ETP:750.6

Tableau 8-1 : Variations du plan d'eau pour différentes occurrences hydrométriques

- Calcul des impacts en basses eaux 2004

Une carte des impacts est ensuite établie. Elle soustrait la piézométrie de l'état aménagée à celle de l'état initial en situation de basses eaux. Lorsque les couleurs sont bleues cela indique que le projet rabat la nappe, en revanche lorsqu'elles sont rouges le projet rehausse la nappe.

De manière générale, les impacts s'étendent peu en dehors des limites du projet.

A l'extérieur des limites du projet, les impacts sont les suivants :

- au nord le projet induit un rabattement de la nappe de 5 cm sur une largeur de 250m;
- au sud-ouest la rehausse est de 5 cm sur une largeur de 125 m.

Le plan d'eau du Buissonnet n'entraine pas d'impact hydrogéologique sur le plan d'eau des Muids. En effet, le plan d'eau des Muids est antérieur au projet et provoque déjà des impacts sur la nappe. Il fait écran aux écoulements à cause de sa forme compacte et rabat la nappe en amont.

Le projet n'entraine pas non plus d'impact hydrogéologique sur :

- l'étang du Carandeau
- sur la zone humide, située à l'extérieur du périmètre de demande d'autorisation,
- sur la nappe des sables de Bracheux dont seulement le toit de la formation sera concerné par le projet.

Notons pour information que la présence de la zone humide peut s'expliquer par la présence du gazoduc qui laisserait supposer que lors des travaux, le sol a été tassé, ce qui l'a rendu moins perméable, d'où les résultats des relevés de sol et de végétation indiquant une zone humide.

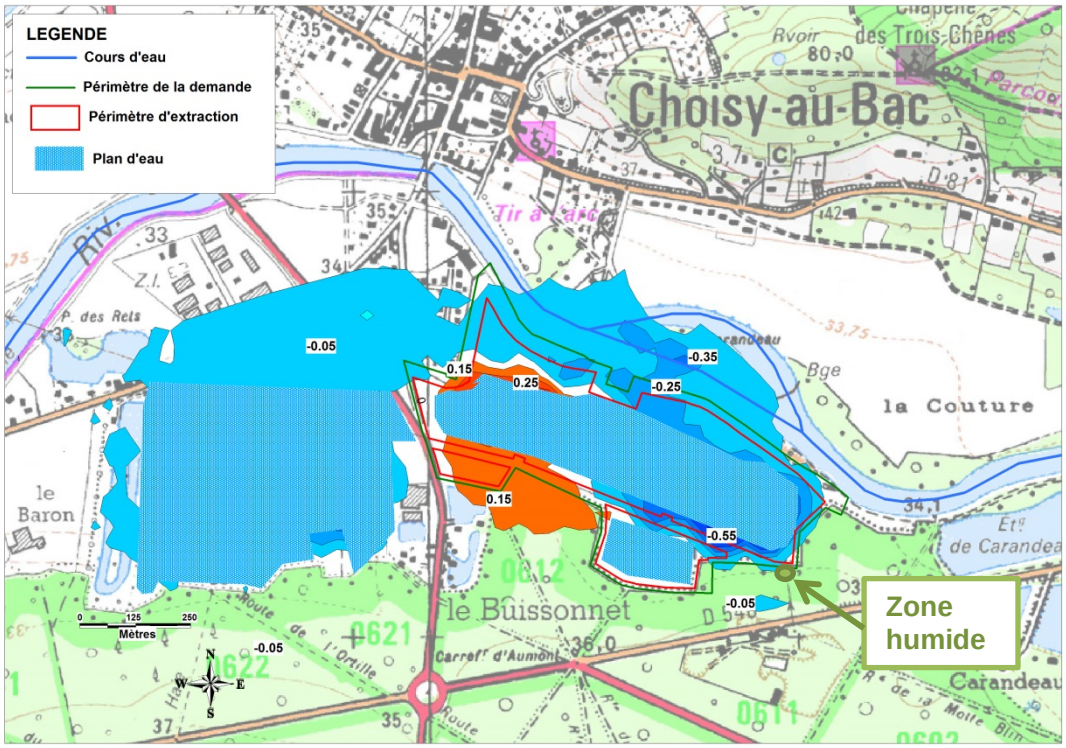


Figure 8-2 : Impacts piézométriques du projet en phase aménagée en basses eaux

8.1.2 Impacts piézométriques en hautes eaux

- Calcul de la piézométrie des Hautes eaux (crue de l'Aisne décennale)

La cote de hautes eaux de nappe dans le bassin a été définie par rapport aux cotes de débordement de l'Aisne par rapport au terrain naturel.

Ces cotes de crue de l'Aisne sont issues du modèle hydraulique, pour une crue décennale dans la situation actuelle.

Les observations conclues à partir de cette carte indiquent que :

- la piézométrie s'établit à +34.19 m NGF pour le plan d'eau de l'aviron (la piézométrie est en charge d'environ 30 cm par rapport au terrain naturel);

Au droit des zones humides la piézométrie est la suivante :

- sud-est : + 34.4 m NGF (la piézométrie est en charge de 10 cm par rapport au terrain naturel)
- nord : + 34.1 m NGF (la piézométrie est en charge de 40 cm par rapport au terrain naturel)

Ainsi, en crue de l'Aisne, la nappe est libre et déborde dans la vallée. Elle participe aux inondations. Le projet est donc transparent par rapport aux écoulements.

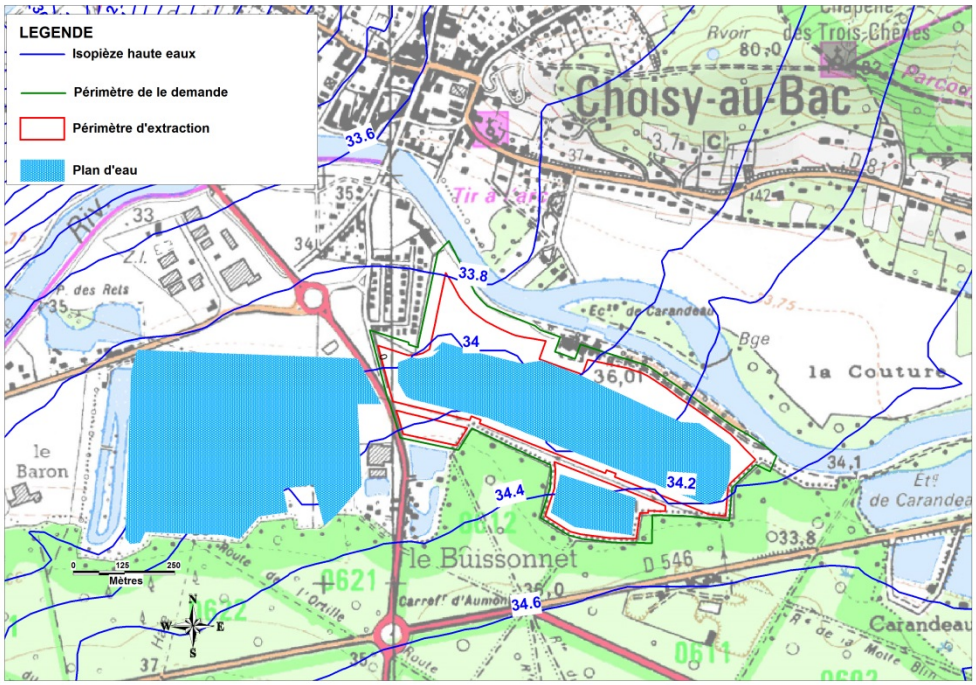


Figure 8-3 : Piézométrie en phase aménagée en hautes eaux

- Calcul des impacts en hautes eaux (crue de l'Aisne décennale)

Une carte des impacts est ensuite établie. Elle soustrait la piézométrie de l'état aménagée à celle de l'état initial en situation de hautes eaux (crue de l'Aisne). Pour rappel, lorsque les couleurs sont bleues cela indique que le projet rabat la nappe, en revanche lorsqu'elles sont rouges le projet rehausse la nappe.

La carte des impacts induits par le projet est transmise sur la figure ci-après.

Elle indique un rabattement de la nappe de 10 cm au nord et une rehausse de 10 cm au sud. Dans cette configuration, l'Aisne draine la nappe.

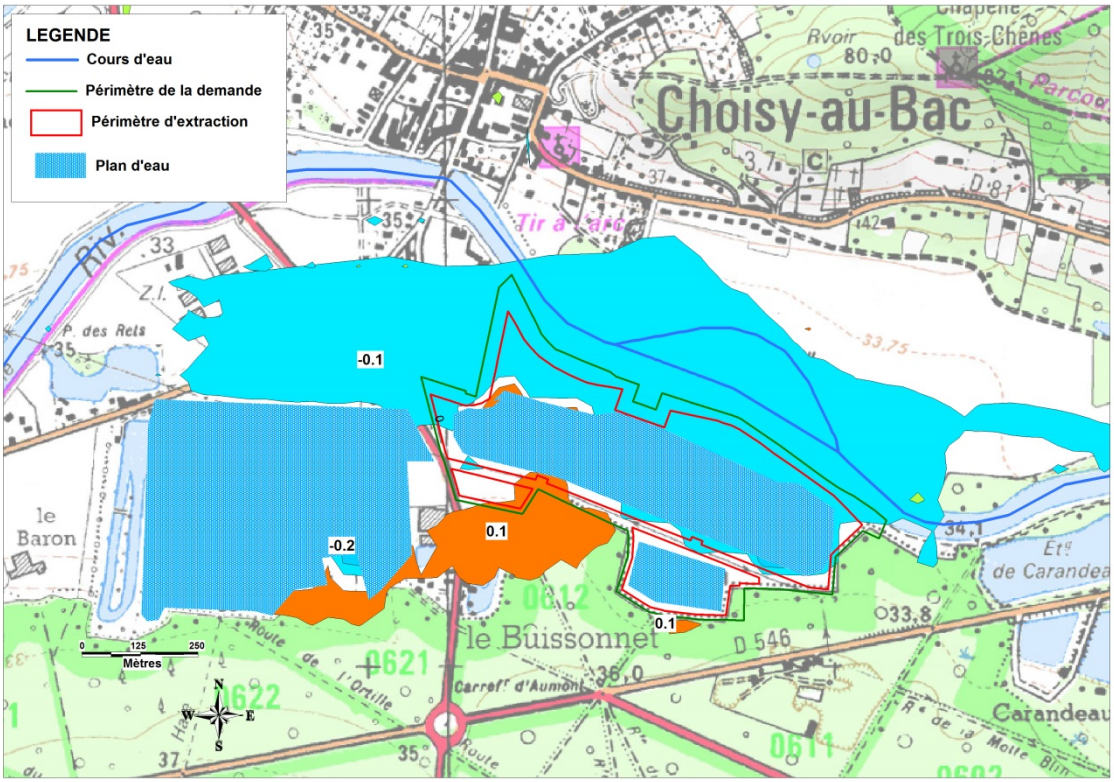


Figure 8-4 : Impacts piézométriques du projet réaménagé en hautes eaux

8.1.3 Impacts sur la qualité de la nappe alluviale

En phase aménagée, les impacts du projet sur la qualité de la nappe sont inexistants. En effet le risque majeur de pollution est lié au matériau de remblais.

Or, le réaménagement (zones humides, digues, plateforme pour les bâtiments de l'aviron) s'effectuera uniquement à l'aide des terres de découverte issues du site.

8.2 ANALYSE DES IMPACTS HYDRAULIQUES

Les cotes de fond de certains pavés du modèle hydraulique ont été modifiées pour tenir compte des changements de topographie induits par le projet : création du bassin d'aviron, des zones humides et de la plateforme remblayée (Figure 5-1).

Les trois scénarios de crue qui ont servi à caractériser l'état hydraulique initial ont été à nouveau simulés en imposant une cote d'eau initiale dans les pavés schématisant les zones humides et le plan d'eau d'aviron :

- + 32.24 m NGF pour le plan d'eau d'aviron,
- + 32.3 m NGF pour les zones humides au nord du plan d'eau d'aviron,
- + 32.7 m NGF pour le bassin Sud-Est.

Ces valeurs correspondent au niveau de la nappe en basses eaux, avant la crue. La cote atteinte par la nappe en basses eaux au niveau des zones humides présentes au Sud du bassin d'aviron reste en-deçà de la cote du terrain naturel.

Les profils en long des lignes d'eau maximales de l'Aisne en situation actuelle et aménagée pour les trois scénarios de crue étudiés sont donnés sur la figure 8.7. Les zones inondables liées au débordement de l'Aisne ainsi que le champ des vitesses obtenus pour les trois scénarios de crue sont présentés pages suivantes. Pour chacune des crues d'étude, des cartes d'impact ont été constituées.

Comme pour la phase travaux, le réaménagement du site de la carrière ne modifie pas les écoulements dans le lit majeur rive droite de l'Aisne, ni le fonctionnement hydraulique du bassin des Muids.

La présence du plan d'eau d'aviron, du bassin au Sud-Est et des zones humides crée une zone d'expansion au sein de la carrière, ce qui a pour conséquence de diminuer légèrement les niveaux d'eau (1 à 2 cm) dans l'Aisne ainsi que dans les zones inondables aux abords de cette dernière pour une crue décennale. Les vitesses restent faibles (< 0.2 m/s) sur le site du projet.

Pour la crue décennale, le plan d'eau favorise les écoulements vers l'aval. Ainsi, l'inondation par remous des terrains en amont de la carrière (jusqu'à l'étang de Carandeau) est légèrement réduite. Les hauteurs d'eau sont abaissées de 4 cm environ.

Pour la crue de type décembre 1993, la plateforme hors crue crée un obstacle à l'écoulement, ce qui conduit à l'augmentation du niveau d'eau de 1 à 2 cm au Sud du site de la carrière, au Buissonnet Sud.

Pour les trois crues d'étude, les vitesses maximales atteintes sont plus faibles de 0,1 m/s environ en phase aménagée par rapport à l'état initial au droit du bassin d'aviron. Celui-ci ralentit légèrement l'écoulement de la crue. Cela est visible sur les cartes d'inondation par un changement de couleur des flèches de vitesses entre les situations initiale et aménagée dans le bassin ou sur les cartes d'impact par une différence de vitesse supérieure à - 0,2 m/s.

Contrairement à la phase travaux, le lotissement du Buissonnet n'est plus confiné derrière les merlons. Son inondation se fait depuis le site du projet, comme pour la situation initiale. La plateforme hors crue crée un obstacle à l'écoulement entrainant une augmentation des vitesses atteintes au droit des maisons les plus à l'Ouest du lotissement du Buissonnet (de 0,2 m/s pour la crue centennale). Cette augmentation de vitesse n'entraine pas de dommages significatifs supplémentaires sur les habitations.

Comme en phase travaux, l'écoulement est plus rapide qu'en situation actuelle au droit de l'exutoire du site du projet, à travers le dalot sous la D130 et par surverse au-dessus de celle-ci le cas échéant (0,5 m/s pour la crue centennale). Cela est causé par la plateforme hors crue qui crée un obstacle aux écoulements.

Le niveau de la nappe dans le bassin d'aviron en début de crue s'élève à 32.24 m NGF. Le volume libre offert par le bassin est d'environ 150 000 m^3.

Or pour une crue décennale, le volume de débordement de l'Aisne sur le secteur est de l'ordre de 270 millions de m^3. Le volume de compensation du bassin d'aviron est donc négligeable.

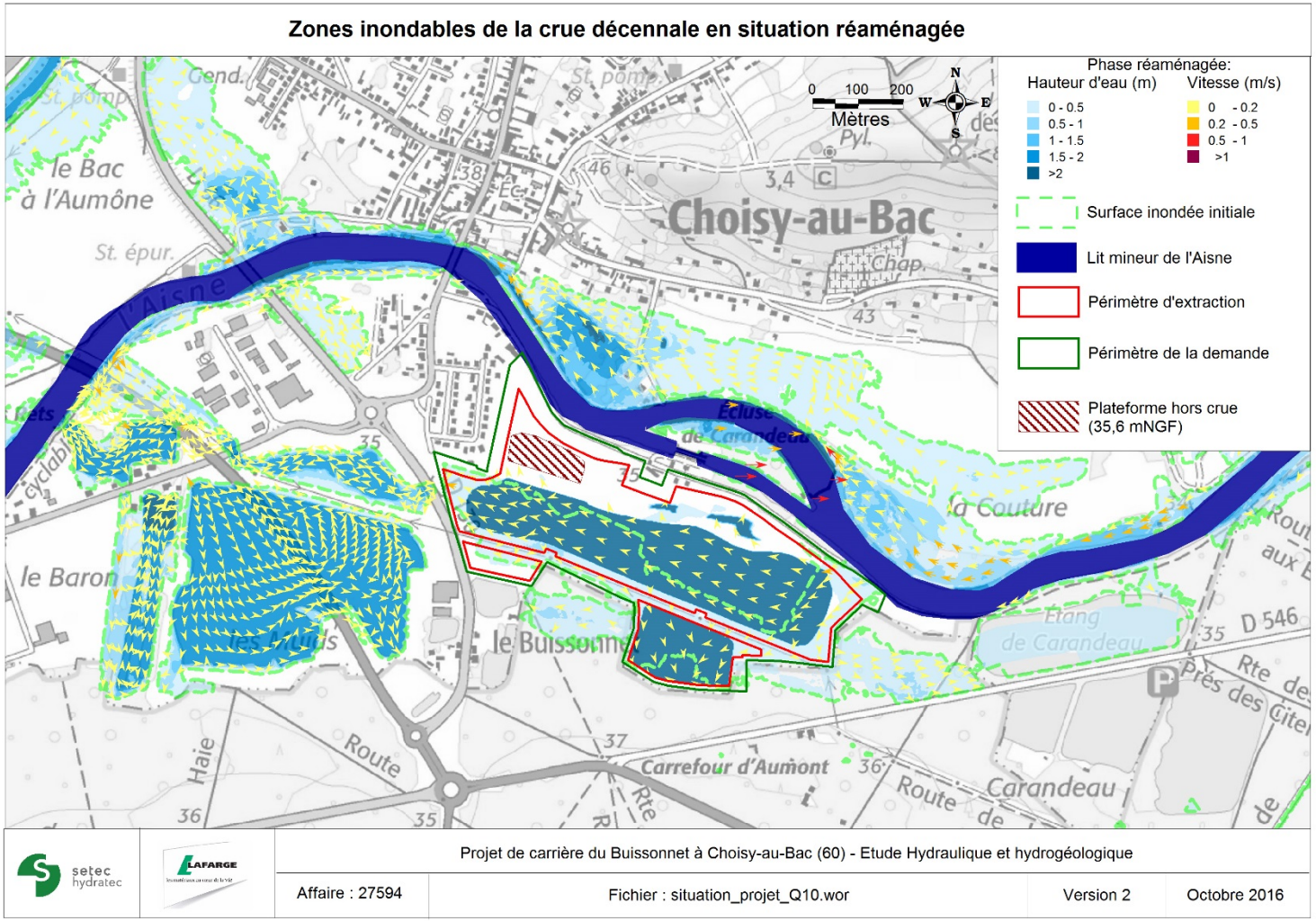


Figure 8-5 : Zones inondables de la crue décennale en situation aménagée

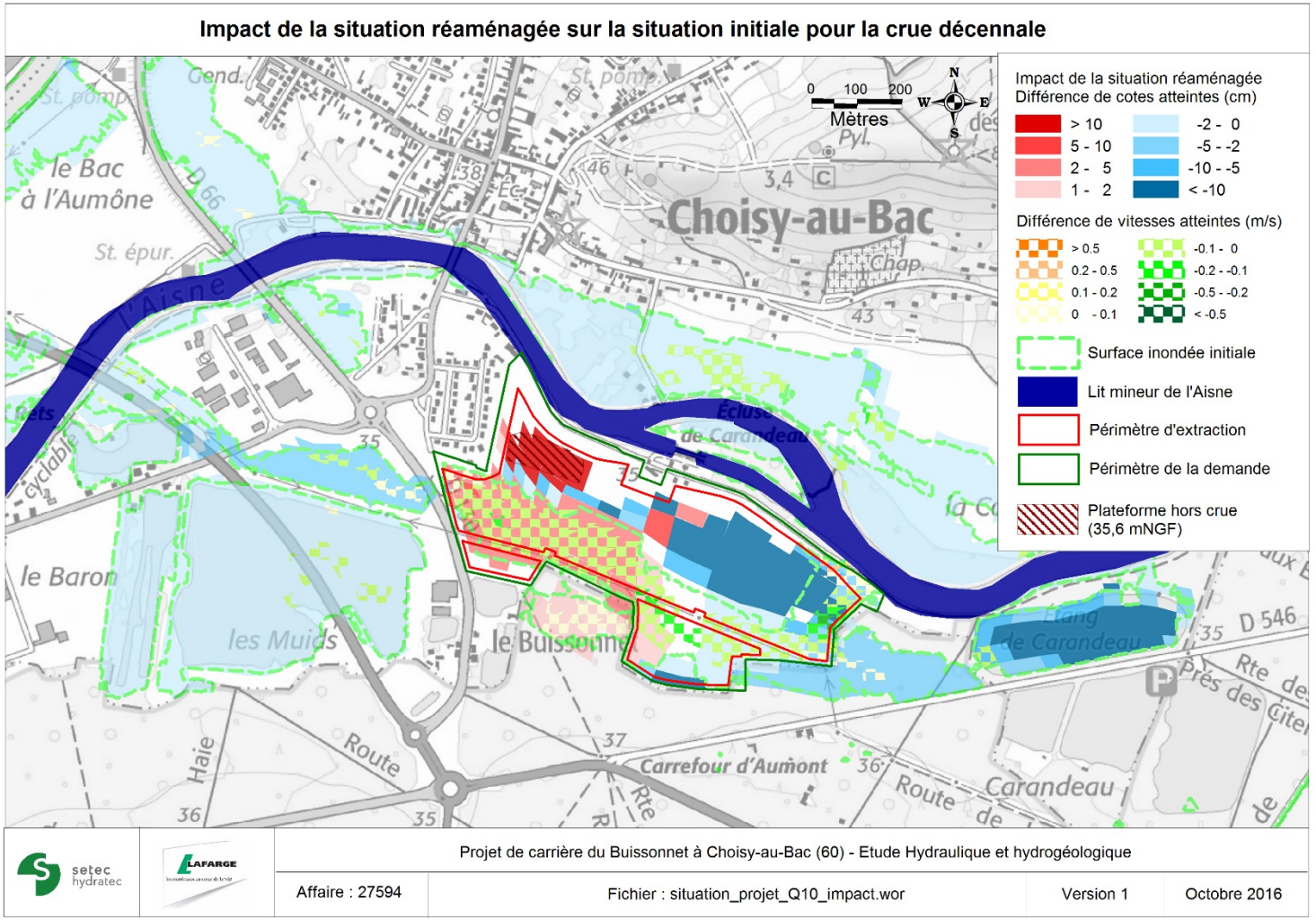


Figure 8-6: Impact de la situation aménagée sur la situation initiale pour la crue décennale

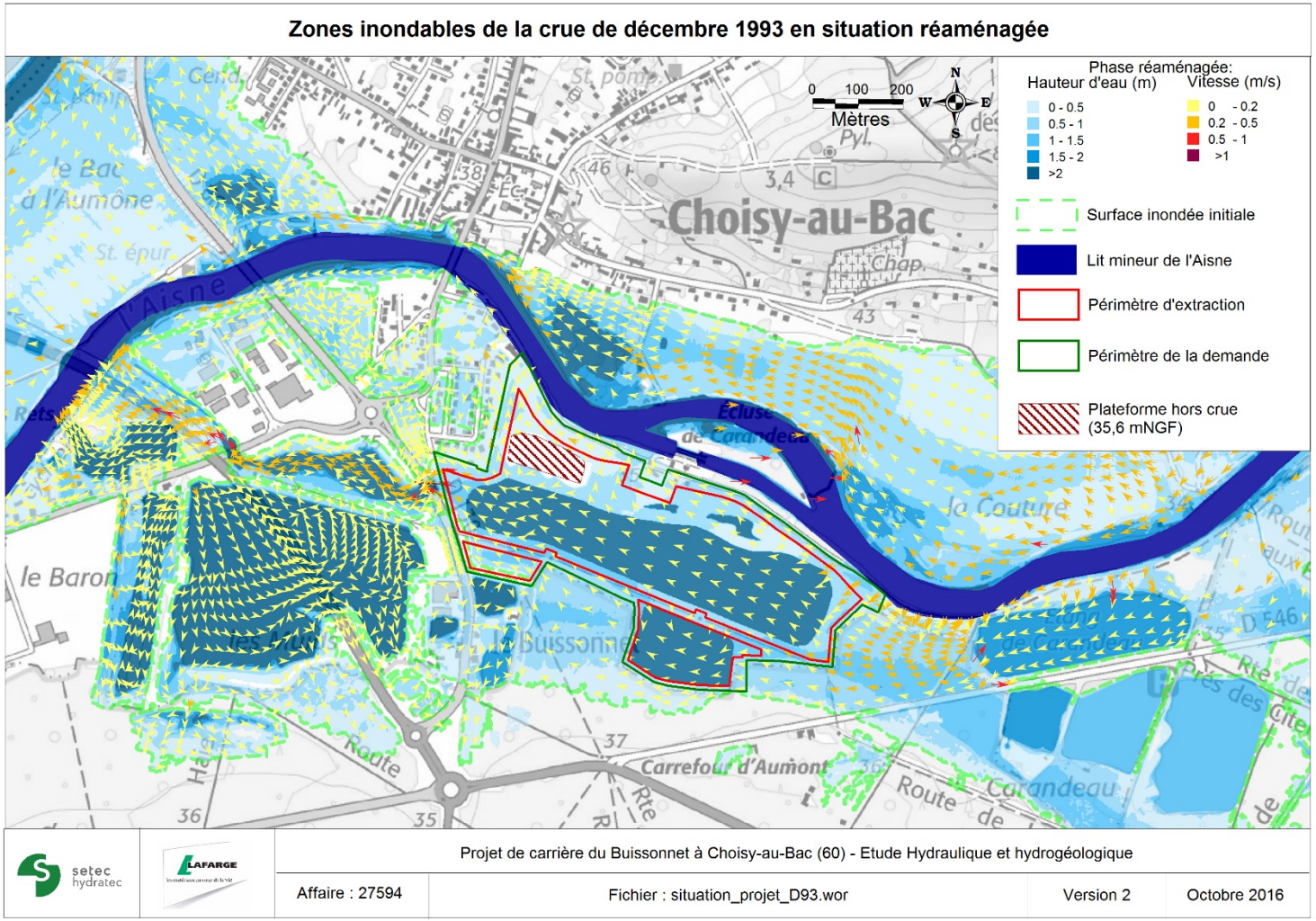


Figure 8-7 : Zones inondables de la crue de type décembre 1993 en situation aménagée

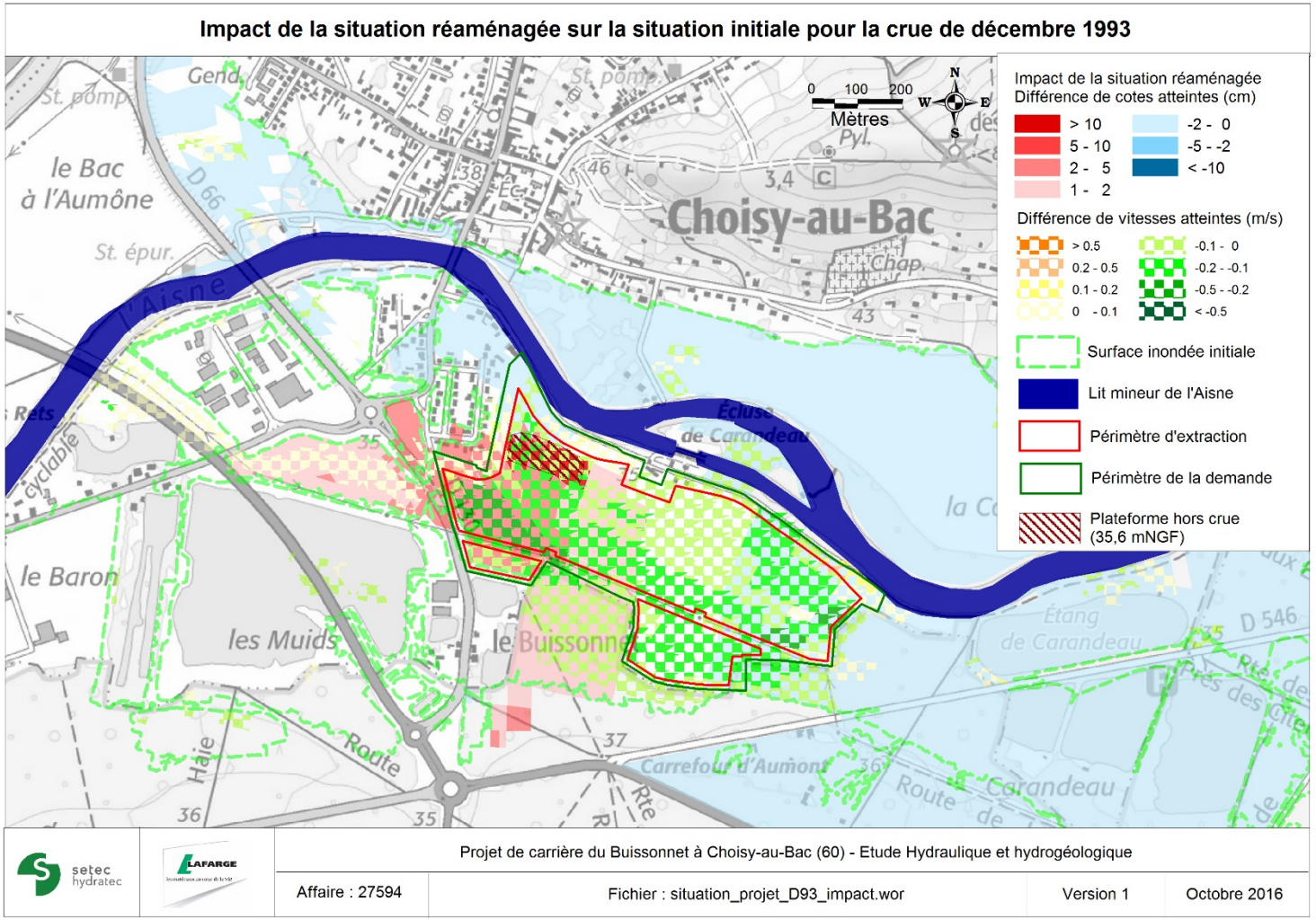


Figure 8-8: Impact de la situation aménagée sur la situation initiale pour la crue de décembre 1993

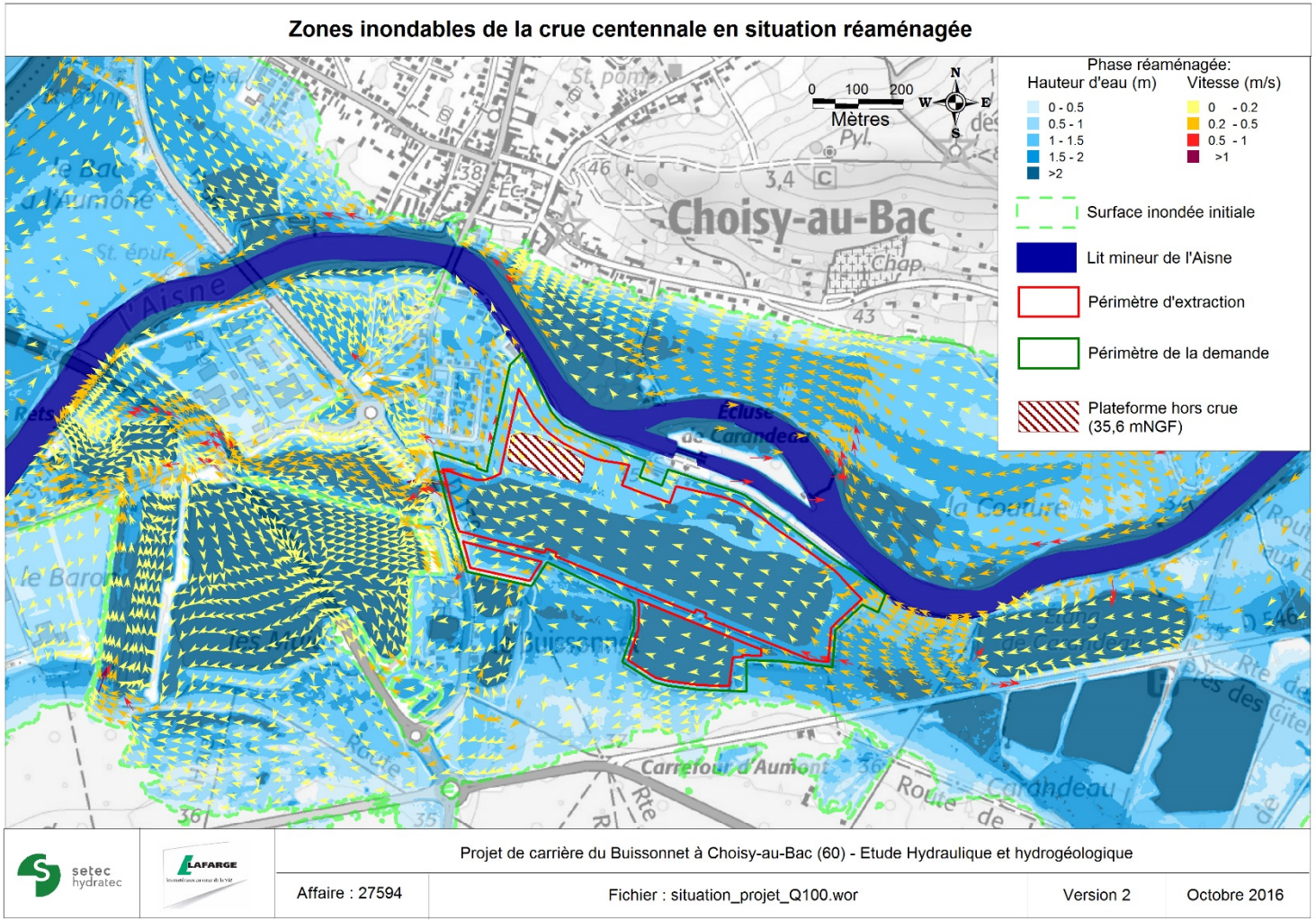


Figure 8-9 : Zones inondables de la crue centennale en situation aménagée

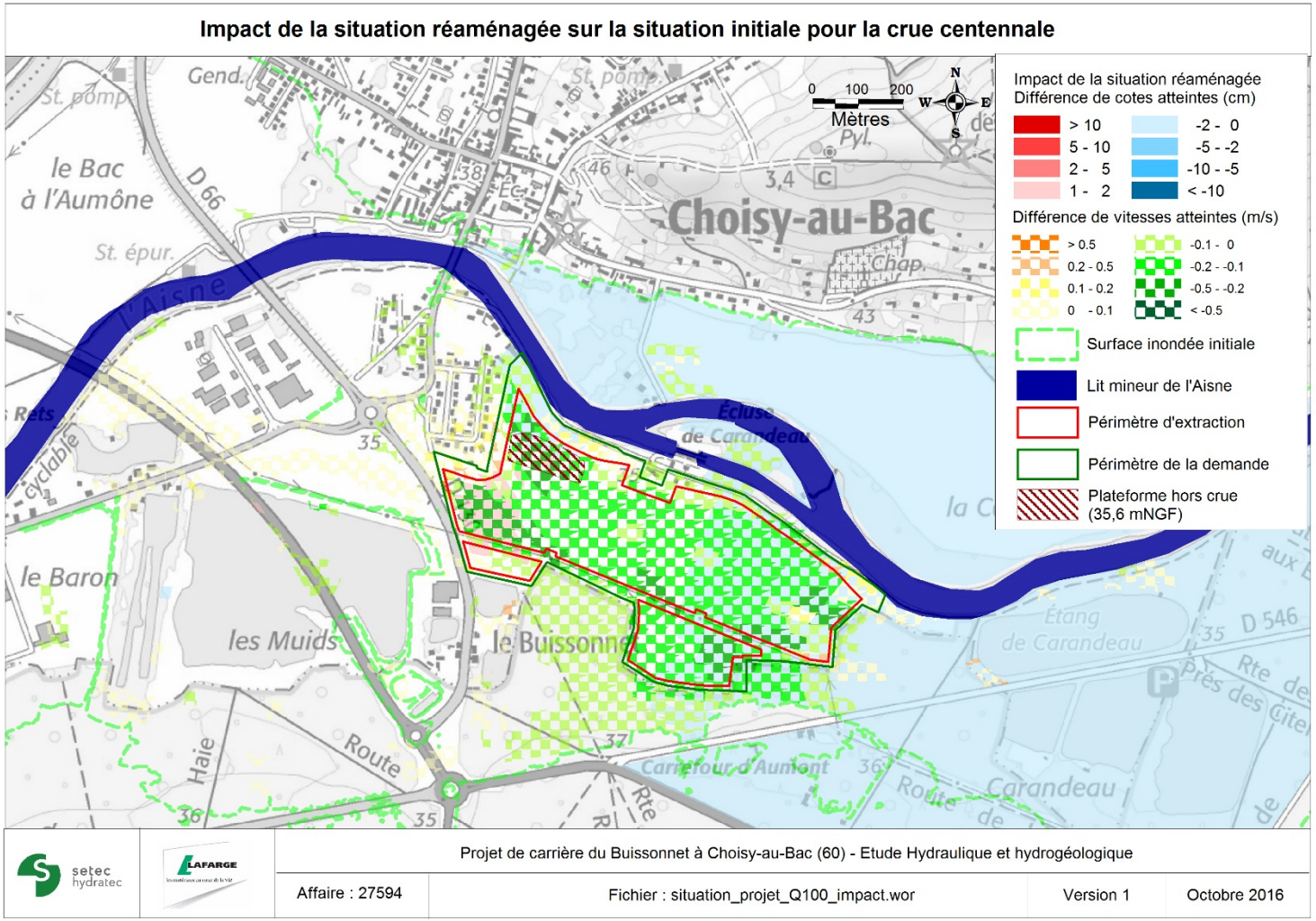


Figure 8-10: Impact de la situation aménagée sur la situation initiale pour la crue centennale

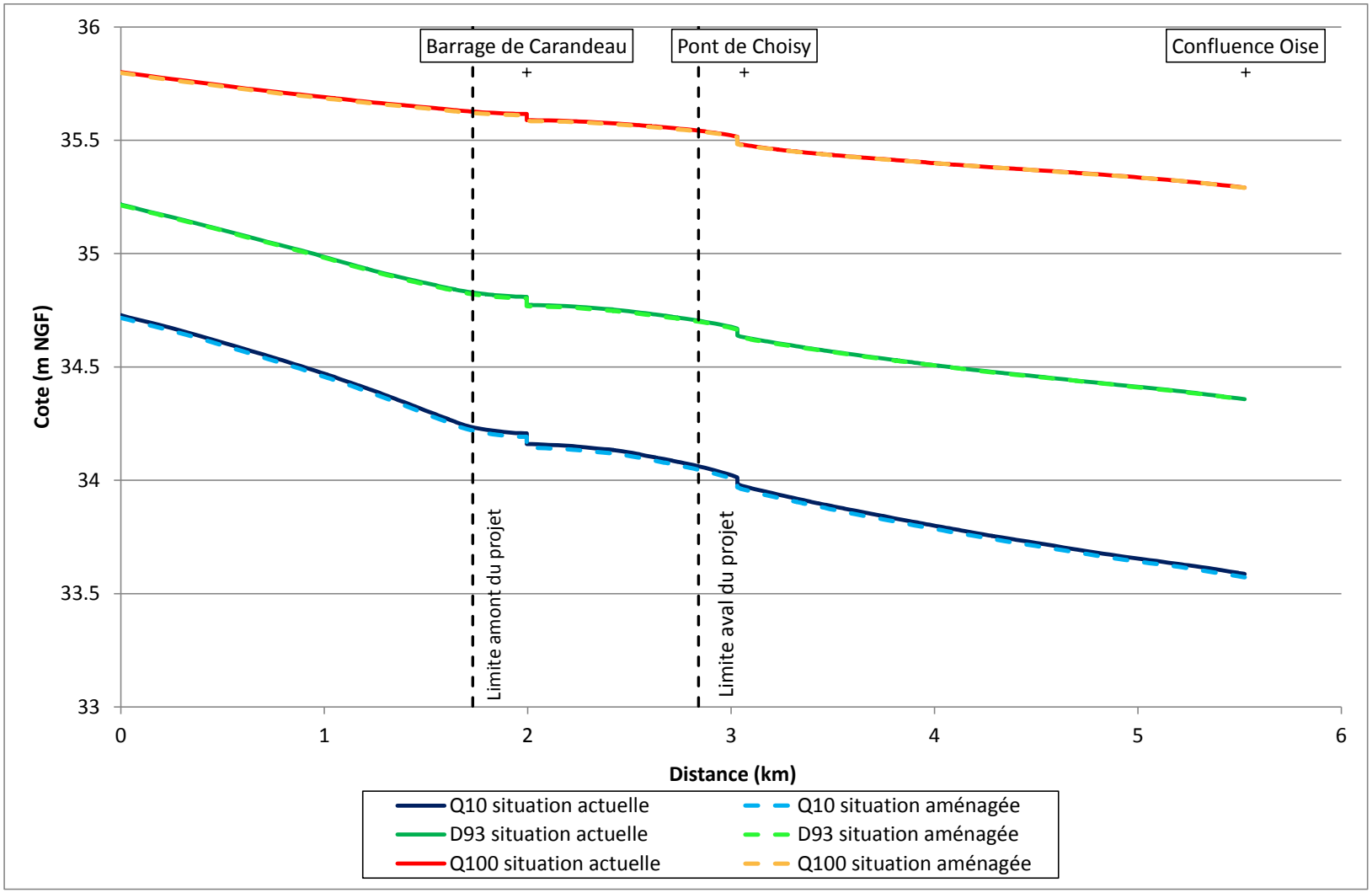


Figure 8-11 : Lignes d'eau maximales de l'Aisne en situation actuelle et aménagée

8.3 IMPACTS CUMULES DES SITES PROCHES ET CONNEXES ET DES AUTRES PROJETS CONNUS

Un projet de gestion du système hydraulique sur le plan d'eau des Muids est en cours.

Le projet du Buissonnet est dimensionné pour :

- être transparent sur l'écoulement de l'Aisne,
- pour ne pas modifier le fonctionnement hydraulique du plan d'eau des Muids

9 DEFINITION DES MESURES ERC ET DISPOSITIFS DE CONTROLE

9.1 EN PHASE TRAVAUX

9.1.1 Aspect hydraulique

Concernant l'aspect hydraulique, deux préconisations sont faites :

- Cas du merlon à l'Ouest de la carrière

Une attention particulière doit être portée sur le positionnement des merlons à l'Ouest de la carrière. Aucun merlon ne doit obstruer le dalot sous le remblai de la RD130 qui constitue le seul exutoire pour le site du projet.

- Cas du merlon à l'Ouest proche du lotissement du Buissonnet

La stabilité de ce merlon doit être assurée en crue, sinon sa rupture risque d'endommager la digue de protection du lotissement, ce qui entrainerait une inondation des habitations à l'aval.

9.1.2 Aspect hydrogéologique

L'enjeu hydrogéologique en phase travaux est négligeable. Cependant, l'exploitant prévoit d'appliquer des mesures de prévention en cours d'exploitation pour éviter tout type d'accident qui pourrait endommager la qualité physico-chimique de la nappe.

De ce fait les dispositions prises en compte par l'exploitant pour éviter la pollution des nappes sont les suivantes :

- L'évacuation du tout-venant s'effectuera par les bandes transporteuses afin de réduire le nombre et la circulation des engins ;
- Il n'y aura pas de stockage de déchets… ;
- Un dispositif sera mis en place pour le ravitaillement des engins soit une aire étanche ou pour les engins pour lesquels le remplissage des réservoirs en carburant ou en huiles est irréalisable sur une aire étanche notamment en bord à bord, l'exploitant établit une consigne définissant la conduite à tenir pour éviter les incidents ou accidents pouvant être à l'origine d'une pollution, celle à tenir pour réparer en particulier les conséquences d'un épanchement de produits polluants spécifiques ;
- Les engins seront entretenus régulièrement afin de minimiser les risques de fuites ou incidents et les réparations lourdes seront effectuées en dehors du site dans un lieu qui bénéficie des équipements réglementaires prévus à cet effet et nécessaires à une parfaite sécurité en matière de protection des eaux.

Pour les opérations de petit entretien l'exploitant établit une consigne définissant la conduite à tenir pour éviter les incidents ou accidents pouvant être à l'origine d'une pollution, celle à tenir pour réparer en particulier les conséquences d'un épanchement de produits polluants et s'assure, autant que nécessaire que cette consigne soit connue de son personnel et effectivement respectée.

Dans l'éventualité d'une contamination des terres par des hydrocarbures, les contaminants seront fixés par des produits absorbants, évacués puis traités par un organisme agréé. Chaque engin sera équipé d'un kit antipollution, régulièrement entretenu et vérifié, constitué d'une couverture étanche, de feuilles absorbantes, de boudins et de sacs de récupération afin de pouvoir procéder rapidement à la limitation de la propagation d'hydrocarbures éventuellement déversés.

Les déchets générés lors du chantier et susceptibles de polluer les eaux (huiles usagées, filtres à huile, filtres à gazole, cartouches de graissage, batteries, etc.) seront collectés et évacués régulièrement par les circuits légaux adéquats à des fins de recyclage, de destruction ou d'enfouissement technique. Les huiles usagées produites lors de l'entretien seront collectées régulièrement par un récupérateur agréé.

Afin de réduire le risque de création de dépôts sauvages, le site sera interdit au public pendant toute la durée des travaux. Cette interdiction sera matérialisée par des panneaux et des clôtures efficaces. Les voies d'accès seront fermées par des barrières en dehors des horaires d'ouverture de la carrière.

Enfin, les piézomètres déjà existants, situés entre l'ancienne carrière des Muids et la future carrière du Buissonnet, permettront de prolonger le suivi des niveaux de nappe de manière mensuelle et de sa qualité (ph, conductivité, hydrocarbures, métaux, MES etc..), de manière semestrielle, sur la durée totale de l'exploitation.

9.2 EN PHASE AMENAGEE

Aux termes de l'exploitation, les terrains seront réaménagés selon les dispositions appropriés à la valorisation des milieux naturels et des usages de loisir :

- Réaménagement d'une zone humide au nordet d'un petit plan d'eau au sud ,
- Adaptation du plan d'eau en bassin de loisir et de sport.

Le réaménagement en plan d'eau va dans le sens d'une gestion globale optimisée du lit majeur. Rappelons que le chenal de crues au nord du bassin des Muids a déjà été aménagé dans l'optique d'une gestion hydraulique du secteur.

10 CONCLUSION

Le projet de la carrière du Buissonnet présenté par la société Lafarge granulats est situé en aval de l'Aisne, à proximité de la confluence avec l'Oise.

Il est situé au droit du barrage de Carandeau, sur le territoire de la commune de Choisy-au-Bac.

La présente étude d'impact a abouti aux résultats synthétisés ci-dessous.

Sur le plan hydraulique :

En phase travaux, la phase 1 est la plus préjudiciable du fait de la présence de différents merlons/stocks sur le site de la carrière.

Il est observé que plus la crue est importante et moins l'impact du projet est fort par rapport à la situation initiale.

En phase travaux, pour les crues de type décembre 93 et centennale, les merlons freinent l'écoulement dans la carrière créant un remous d'exhaussement de quelques centimètres. Toutefois, ce remous n'a pas d'impact significatif, donc aucune mesure corrective n'est à prévoir.

En phase réaménagée, la présence du plan d'eau et des zones humides tend à diminuer légèrement les niveaux d'eau (1 à 2 cm) et les vitesses (0,1 m/s) dans le lit mineur de l'Aisne. Le bassin favorise les écoulements vers l'aval ce qui diminue l'inondation par remous des terrains en amont de la carrière (de 4 cm environ). La plateforme constitue un obstacle à l'écoulement, cela conduit à des vitesses plus fortes dans le lotissement du Buissonnet (0,2 m/s pour la crue centennale). Cette augmentation de vitesse n'entraine pas de dommages significatifs supplémentaires sur les habitations.

Que ce soit en phase travaux ou en situation réaménagée, le projet n'a pas d'impact dans le lit majeur rive droite de l'Aisne lors des crues.

Sur le plan hydrogéologique :

En phase travaux, le projet n'induit pas d'impact puisque le rabattement de nappe n'est pas envisagé.

En phase aménagée, les impacts du projet sur la nappe, définis en basses eaux 2004 et hautes eaux (crue de l'Aisne décennale) :

- s'étendent de manière très restreinte (environ 250 m au nord du projet et 125 m au sud du projet),
- sont peu significatifs sur les niveaux d'eau (entre -5 et -10 cm au nord du projet et + 5 et + 10 cm au sud du projet).

Aucun enjeu lié à la nappe souterraine dans ce secteur d'étude n'est impacté par le projet.