

**SYNDICAT MIXTE POUR LE SCHEMA D'AMENAGEMENT ET DE
GESTION DE LA LYS**

Diagnostic du bassin versant de la Calonnette

Rapport définitif

RA02F-097-RP1 établi le 23/09/2003



Bureau d'Ingénieurs Conseils

Titre du document : Diagnostic du bassin versant de la Calonnette Année 2003

Nature (rapport, plans, cartes, spécifications...) : rapport

Constitution (dans le cas d'un dossier, donner la liste des documents constitutifs du dossier ou attacher un sommaire ou une liste) :

nombre de volume(s) : 1 (texte et figures)

- nombre de pages du rapport hors annexe : 35
- nombre d'annexe(s) : 5
- nombre de plan(s) :

Propriétaire du document : Commune de Varesnes

Numéro du document : 02F-097 RP01

Numéro de révision : 00

Nom du fichier (éventuellement) : R2542

Date d'émission : 23/09/2003

Statut du rapport : provisoire

définitif

Diffusion (indiquer les différents destinataires et le nombre d'exemplaires) :

Syndicat Mixte pour le schéma d'Aménagement et de Gestion des eaux de la Lys (3 exemplaires dont un reproductible + 1 CD-Rom)

Etablissement émetteur : ISL Paris

Nom de l'affaire : Diagnostic de la Calonnette N° : 02F-097

Document bon pour remise au client :

Chef de projet : Stéphanie JANIN

signature

Superviseur de projet : Carine CHALEON

signature

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	1
2	DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT	1
3	HYDROLOGIE.....	1
3.1	DECOUPAGE EN SOUS BASSINS VERSANTS	1
3.2	METHODES ET HYPOTHESES UTILISEES	1
3.2.1	Méthode rationnelle	1
3.2.2	SOCOSE	1
3.2.3	CRUPEDIX	1
3.2.4	Ajustement de Robecq sur la Clarence	1
3.3	HYDROGRAMME UNITAIRE DU SOIL CONSERVATION SERVICE	1
3.4	RESULTATS.....	1
3.5	LIMITATIONS ET INCERTITUDES	1
3.5.1	Pluviométrie	1
3.5.2	Ruissellement	1
3.5.3	Autres limitations	1
4	MODELISATION	1
4.1	MODELISATION DE LA CALONNETTE EN ETAT ACTUEL	1
4.1.1	Orientations de modélisation	1
4.1.2	Sensibilité du modèle	1
4.1.3	Modélisation de la situation actuelle	1
4.2	IMPACT DE LA DEVIATION DE LABEUVRIERE	1
4.3	IMPACT DE ZONES D'EXPANSION DES CRUES.....	1
4.3.1	Lapugnoy.....	1
4.3.2	Labeuvrière : amont de la rue Verte (site prévu au Contrat de Rivière de la Clarence) 1	
4.3.3	Labeuvrière (amont A26)	1
4.3.4	Chocques (amont voie SNCF)	1
4.3.5	Chocques (amont RN43)	1
4.3.6	Surstockage sur le ruisseau du Becq	1
5	LUTTE CONTRE LE RUISELLEMENT ET L'EROSION	1
6	DEPOLLUTION	1
6.1	OBJECTIF DE L'ETUDE	1
6.2	MESURES IN SITU	1
6.3	QUALITE DES SEDIMENTS	1
6.4	COMPARAISON AUX RESULTATS ANTERIEURS	1
6.5	PROPOSITION DE GESTION DES SEDIMENTS.....	1
6.5.1	Réglementation et catégories.....	1
6.5.2	Stockage des sédiments	1
7	CONCLUSION.....	1

Liste des tableaux

Tableau 1 : Débits caractéristiques de la Clarence à Robecq (d'après ajustement statistique)	1
Tableau 2 : Débits de pointe décennaux	1
Tableau 3 : Impact de la déviation sur les hauteurs d'eau	1
Tableau 4 : Impact conjugué de la déviation et du bassin de Labeuvrière	1
Tableau 5 : Impact d' un surstockage sur le Becq, avec et sans déviation à Labeuvrière	1
Tableau 6 : Teneur en eau et en matières organiques dans les sédiments de la Calonnette (données AQUASCOP, février 2003).....	1
Tableau 7 : Teneurs des sédiments de la Calonnette en éléments nutritifs (en g/kg MS) (données AQUASCOP, février 2003)	1

Liste des figures :

Figure 1 : Ajustement de Gumbel sur la Clarence à Robecq	1
Figure 2 : Pluie décennale synthétique	1
Figure 3 : Hydrogrammes obtenus par la méthode de l'hydrogramme unitaire	1
Figure 4 : Débits de pointe décennaux retenus	1
Figure 5 : Influence de l' estimation de ruissellement sur l' hydrogramme du Becq.....	1
Figure 6 : Impact du choix de la condition aval.....	1
Figure 7 : Influence de la Clarence	1
Figure 8 : Impact de la déviation du réseau de Labeuvrière sur la ligne d'eau	1
Figure 9 : Hydrogrammes décennaux à l'amont de l'entrée du réseau de Labeuvrière	1
Figure 10 : Hydrogrammes décennaux à l'entrée de Chocques à l'aval de la RN43 ...	1
Figure 11 : Impact du stockage de Lapugnoy sur l'hydrogramme	1
Figure 12: Impact conjugué de la déviation et du bassin de rétention prévu au contrat de rivière	1
Figure 13 Impact du bassin de rétention prévu au contrat de rivière	1
Figure 14 : Impact du bassin de rétention en amont de la voie SNCF à Chocques	1
Figure 15 : Impact d' un surstockage sur le Becq sur la crue décennale.....	1
Figure 16 : Impact d' un surstockage sur le Becq, avec et sans déviation à Labeuvrière	1

Liste des annexes :

Annexe 1 : compte-rendu des visites de terrain (février 2003)
Annexe 2 : carte de situation du bassin versant
Annexe 3 : présentation du logiciel CARIMA
Annexe 4 : cartes de lutte contre le ruissellement et l'érosion
Annexe 5 : résultats d'analyses et illustrations de la partie dépollution

1 INTRODUCTION

La Calonnette est un affluent artificiel de la Clarence à Chocques. Elle prend sa source au bois des Dames et rejoint la Clarence après avoir traversé Lapugnoy, Labeuvrière et Chocques sur une longueur d'environ 5 km dont une partie est busée sous la voirie des communes ou devant certaines propriétés.

Les communes de Lapugnoy, Labeuvrière, Chocques et, à l'aval de la confluence avec la Clarence, celle de Gonnehem sont touchées par des inondations en cas de crues de la Calonnette.

Cette étude a pour objet :

- d'effectuer le diagnostic du fonctionnement hydraulique de la Calonnette et du ruissellement sur son bassin versant ;
- d'étudier l'impact de la mise en place d'une déviation de la Calonnette busée à Labeuvrière sur les inondations tant localement que sur l'aval à Chocques ;
- d'étudier l'intérêt d'éventuelles zones d'expansion pour lutter contre les inondations voire compenser les effets de la déviation de Labeuvrière sur l'aval.

La Calonnette est sujette à une pollution ancienne due à l'activité industrielle existante entre Labeuvrière et Chocques. Cette étude comporte donc un volet dépollution dans lequel l'état des sédiments de la Calonnette est étudié à l'aide de prélèvements, l'objectif de cette partie étant d'envisager le devenir de ces sédiments.

2 DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT

La Calonnette possède un bassin versant de forme allongée. De Lapugnoy à Chocques, le fossé reste parallèle à la Clarence et draine les eaux de ruissellement provenant des champs en rive droite. La carte en annexe présente la situation générale du bassin versant.

Sa superficie totale avant sa confluence avec le ruisseau de Becq est égale à 3,5 km² ; à sa confluence avec la Clarence, elle est égale à 7,3 km².

A l'amont, le bassin versant est totalement boisé sur une superficie d'un peu plus d'un km² dans le bois des Dames dans lequel surgissent de nombreuses sources. On trouve quelques mares dans ce périmètre. Le ruissellement de cette surface est concentré vers le réseau souterrain de la Calonnette à Lapugnoy en amont de la rue Haute.

Sur le tronçon Lapugnoy-Labeuvrière, le bassin versant est recouvert de champs en rive droite et de forêt sur l'amont. Une bonne partie des champs est drainée jusqu'à la Calonnette.

A la sortie de Labeuvrière, la Calonnette est busée sous l'autoroute puis longe les activités industrielles et la zone de friches de Chocques dont les terrains sont surélevés par rapport aux berges de la Calonnette et qui limite la zone d'expansion des crues.

A la sortie de Chocques, la Clarence est endiguée au-dessus du lit majeur jusqu'à Gonnehem en contre-bas.

La pente moyenne de la Calonnette (puis de la Clarence) du bois des Dames à Gonnehem est d'environ 1,6%.

Une liaison est possible entre les écoulements de la Calonnette et ceux de la Clarence en cas de fortes crues. Cependant, nous chercherons à quantifier les apports de la Calonnette seule dans la présente étude en crue décennale. Au delà, les problèmes de liaison avec la Clarence peuvent se produire.

Cependant, l'estimation du débit centennal sera nécessaire pour le dimensionnement des organes de sécurité des bassins, notamment, lors des phases d'avant projet et de projet.

3 HYDROLOGIE

Les stations pluviométriques existantes aux alentours de la zone d'étude (Béthune, Bruay-la-Bussière, Houdain...) ont des séries de données sur des périodes trop courtes qui n'ont pas permis de réaliser des statistiques pluviométriques.

En particulier, les inondations d'août 2002 à Labeuvrière n'ont pas pu être associées à une période de retour.

Les coefficients de Montana utilisés dans cette étude proviennent donc de la station pluviométrique de Lille-Lesquin.

La Calonnette ne possède par ailleurs pas de station de mesures de débits. Ses débits caractéristiques peuvent être estimés à partir des débits mesurés sur des rivières à proximité (par exemple la Clarence), par des formules empiriques publiées dans la littérature.

La méthode de l'hydrogramme unitaire du Soil Conservation Service (SCS) sera également utilisée pour estimer les hydrogrammes engendrés par une pluie donnée.

La démarche classique en hydrologie consiste à combiner ces différentes méthodes pour estimer le débit de crue dans une rivière.

Il n'existe pas de données qui pourraient permettre d'appréhender la répartition spatiale des pluies dans la zone d'étude vu les positions des pluviomètres par rapport à la zone d'étude. Dans la suite, la pluie sera donc considérée comme homogène sur l'ensemble du bassin versant (y compris celui du Becq). Cette hypothèse est réaliste compte tenu de la faible superficie du bassin versant.

3.1 Découpage en sous bassins versants

Le bassin versant de la Calonnette est découpé en trois sous-bassins versants (Cf carte en annexe) :

- Bassin versant amont (1), exutoire rue basse à Lapugnoy, de surface $S = 1,18 \text{ km}^2$, de plus long chemin hydraulique $L = 1,6 \text{ km}$, de pente moyenne 3,3% et de temps de concentration approximatif 44 minutes;
- Bassin versant intermédiaire de surface $S = 2,28 \text{ km}^2$, sous divisé en trois bassins versants (2,3,4) de surface $S = 0,76 \text{ km}^2$, de plus long chemin hydraulique $L = 1,6 \text{ km}$, de pente moyenne 3,8% et de temps de concentration approximatif 36 minutes;
- Bassin versant du Becq (5), exutoire au niveau de la station d'épuration entre Labeuvrière et Chocques, de surface $S = 2,34 \text{ km}^2$, de plus long chemin hydraulique $L = 3,6 \text{ km}$, de pente moyenne 1,7% et de temps de concentration approximatif 87 minutes.

Les temps de concentration (temps entre la fin de l'averse sur le bassin versant et la fin du débit de ruissellement à l'exutoire) mentionnés ci-dessus sont une moyenne des formules de Ventura, Kirpich, Giandotti et Turraza.

3.2 Méthodes et hypothèses utilisées

Plusieurs méthodes sont classiquement utilisées dans les calculs de débits et hydrogrammes : les méthodes Rationnelle, Socose, Crupédix, comparaison à des bassins versants jaugés par ajustement de surface et la méthode de l'hydrogramme unitaire du SCS.

Les paragraphes suivants décrivent succinctement le principe de chacune d'entre elles. Les résultats de l'application des différentes méthodes sont rassemblés à la fin de cette partie.

3.2.1 Méthode rationnelle

La méthode rationnelle est une méthode simple qui suppose que le débit de pointe Q , le coefficient de ruissellement C (dépendant des caractéristiques du bassin versant et de la période de retour de l'événement considéré), la surface S du bassin versant et l'intensité de la pluie I (en mm/h) sont liés par la formule :

$$Q = C * I * S$$

Le coefficient de ruissellement C pour la pluie décennale est pris égal à 0,36 pour les bassins versants 1 et 5 (forêt en pente moyenne et zone cultivée en pente faible) et 0,41 pour les bassins versants 2, 3 et 4 (mixte forêt/zone cultivée en pente moyenne).

L'intensité de la pluie décennale est déterminée suivant les coefficients de Montana pour la pluie décennale ($a = 6,42$; $b = 0,673$) de Lille-Lesquin et du temps de concentration du bassin versant suivant la relation :

$$I = a t_c^{-b}$$

3.2.2 SOCOSE

Cette méthode a été développée par le Cemagref pour l'estimation des crues sur les petits bassins versants ruraux non jaugés, à partir des données suivantes :

- pluviométrie décennale journalière P (45 mm);
- pluviométrie annuelle P_a (723 mm);
- température moyenne annuelle T_a (10 °C);
- coefficient $b = 0,673$ de Montana;
- surface S du bassin versant (km²).

Le bassin versant ne doit pas être situé dans une zone très perméable (telle que la Champagne crayeuse par exemple). La méthode est basée sur l'analyse de 194 bassins versants français; elle est exposée de manière complète dans la « Synthèse nationale sur les crues des petits bassins versants. Fascicule 2. Méthode SOCOSE. CTGREF. Janvier 1980 ».

Elle utilise la durée caractéristique D_s (valeur médiane des durées pour lesquelles on dépasse la moitié du débit de pointe) estimée par la formule valable pour les petits bassins versants :

$$\ln(D_s) = 0,375 \cdot \ln(S) + 3,729$$

La méthode propose le calcul du débit de pointe et d' un hydrogramme basé sur :

- un hyétogramme (hauteur de précipitations en fonction du temps) de durée $2 \cdot D_s$ (dont la forme est imposée par la méthode) sur laquelle se répartit la pluie décennale,
- une fonction de ruissellement (variable dans le temps) calculée à partir de différents nombres intermédiaires tels que l' interception potentielle du bassin versant (pour la fréquence décennale).

Le débit de pointe est estimé par la formule suivante :

$$Q_{10} = x_i \cdot K \cdot S \cdot p^2 / ((1,25 \cdot D_s)^b \cdot (15 - 12p))$$

où K (indice pluviométrique) et p sont des nombres intermédiaires de calculs et x_i est un paramètre issu d'abaque dépendant de p et b.

3.2.3 CRUPEDIX

La méthode CRUPEDIX également développée par le Cemagref permet d' estimer le débit décennal à l' aide la formule suivante :

$$Q_{10} = R \cdot S^{0,8} \cdot (P/80)^2$$

où R est un coefficient régional

S la surface du bassin versant en km^2

P la pluviométrie journalière décennale en mm

Les valeurs du coefficient régional R sont comprises entre 0,13 (zones crayeuses de Champagne par exemple) et 1,5 ou 1,75 (sud de la France). La valeur générale est applicable pour la région d' étude, soit 1.

La formule a été établie à partir de mesures sur 187 bassins versants répartis sur toute la France. La cartographie des valeurs du coefficient R sont consultables dans la « Synthèse nationale sur les crues des petits bassins versants. Fascicule 4. Etude des caractéristiques averses-crues. Février 1982. CTGREF ».

3.2.4 Ajustement de Robecq sur la Clarence

La station hydrométrique la plus proche géographiquement de la zone d'étude est celle de Robecq. Elle est située dans une zone plate à l'aval de la Clarence avant sa confluence avec la Lys où existent de nombreux canaux et méandres.

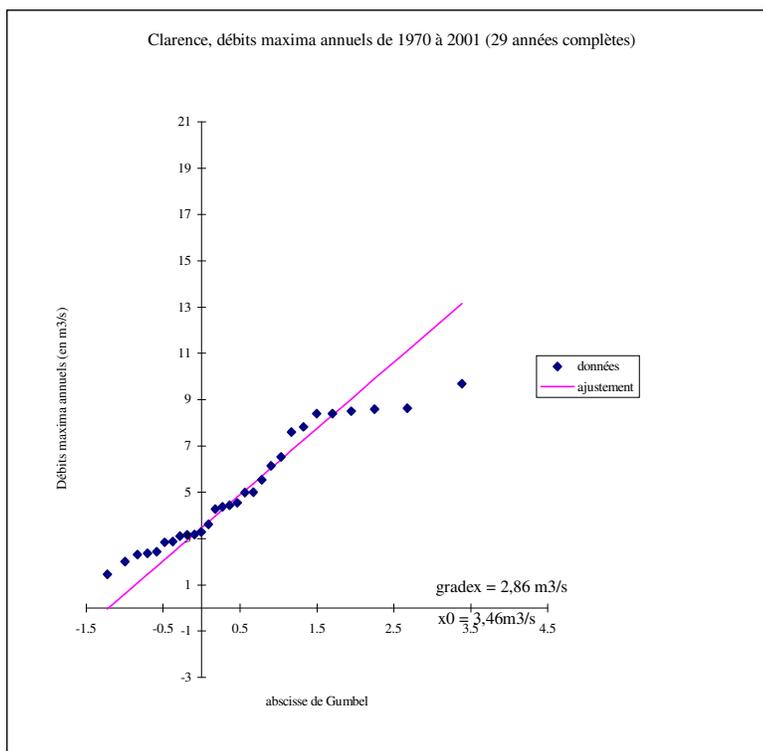
Les données de débits maxima annuels sont disponibles pour les années 1970 à 2001. L'ajustement statistique correspondant est illustré par le graphique en page suivante.

L'ajustement de Gumbel à cette station est donné par la Banque HYDRO¹.

Les données de débits correspondants ainsi que l'intervalle de confiance à 95% sont rassemblées ci-dessous :

T (période de retour)	Débit et intervalle de confiance à 95%
2	4,5 m ³ /s [3,9 ; 5,7]
5	7,8 m ³ /s [6,7 ; 10,0]
10	9,9 m ³ /s [8,3 ; 12,8]
20	12,0 m ³ /s [10,5 ; 14,7]
50	14,6 m ³ /s [12,4 ; 18,3]
100	16,6 m ³ /s [13,6 ; 21,3]

Tableau 1 : Débits caractéristiques de la Clarence à Robecq (d'après ajustement statistique)



Nota :

Abcisse de Gumbel	Période de retour
0,37	2 ans
1,50	5 ans
2,25	10 ans
4,60	100 ans

Figure 1 : Ajustement de Gumbel sur la Clarence à Robecq

¹ La Banque HYDRO est un serveur de l'Etat sur lequel sont disponibles les données des stations hydrométriques (valeurs de débits et hauteurs d'eau à des dates données) des cours d'eau français.

Pour des bassins versants comparables et de superficie différentes, il est fait l'hypothèse que les débits de pointe sont proportionnels à $S^{0,8}$.

$$Q_1/Q_2 = (S_1/S_2)^{0,8}$$

L'utilisation de cette station comme référence pour les calculs de débit sur la Calonnette est à considérer avec précautions. En effet :

- Robecq est situé dans un secteur géographique large et plat à l'aval du bassin versant à proximité du canal où le réseau hydrographique semble compliqué. Un écrêtement a probablement lieu avant l'arrivée dans la plaine à Robecq. Le débit à l'amont sur la Clarence est donc vraisemblablement plus important que celui à Robecq,
- La qualité des données de la station de Robecq est jugée douteuse par la Banque HYDRO en basses et hautes eaux (bonne en moyennes eaux).

La valeur calculée par l'ajustement de la Clarence à Robecq peut donc être considérée comme une « valeur plancher » du débit de la Calonnette.

3.3 Hydrogramme unitaire du Soil Conservation Service

L'hydrogramme unitaire donne le débit de ruissellement par unité de hauteur d'eau en excès H_e tombée sur le bassin versant. Cette méthode repose sur l'hypothèse de linéarité entre l'excès de précipitations et le ruissellement ainsi qu'une linéarité temporelle.

L'excès de précipitation $H_e(t)$ (mm) est défini à partir de la hauteur précipitée $H(t)$ (mm) par la relation :

$$H_e(t) = \frac{(H(t) - I)^2}{H(t) - I - S(t)}$$

où

- I est la perte initiale (mm), ici prise égale à 0 (cas défavorable d'une pluie de retour décennale suivant un événement pluvieux ayant saturé le sol);
- S est le potentiel maximum de rétention (mm), dépendant d'un coefficient CN ('curve number') caractéristique du bassin versant selon la relation :

$$S = \frac{25400 - 254CN}{CN}$$

Le coefficient CN choisi sur le bassin amont (1) est 70 tandis que la valeur 75 a été retenue sur les autres bassins versants (bassins versants mixtes forêt/zones cultivées).

La pluie de projet $H(t)$ retenue, commune pour l'ensemble des bassins versants, est une pluie synthétique triangulaire respectant les hauteurs précipitées décennales pour les temps de concentration des bassins versants :

- $h(t=36\text{min}) = 21 \text{ mm}$ (bassin versants intermédiaires, Cf. 3.1) ;
- $h(t=87 \text{ min}) = 28 \text{ mm}$ (bassin versant du Becq, Cf 3.1).

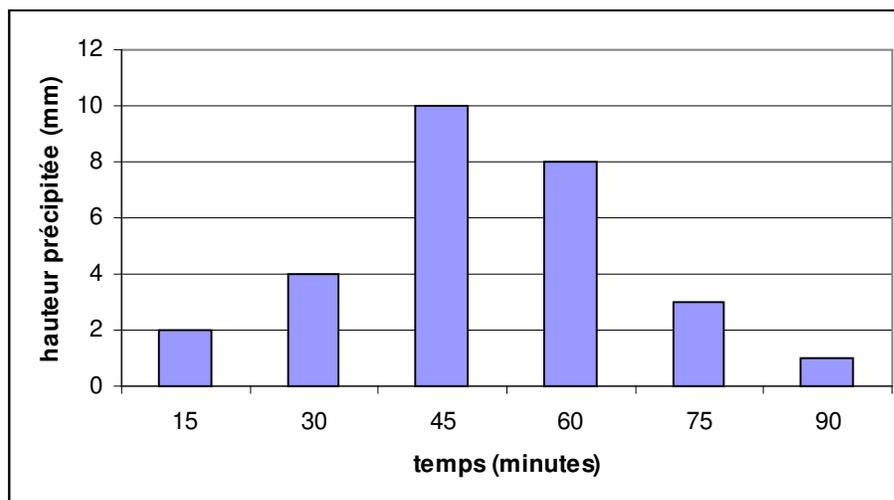


Figure 2 : Pluie décennale synthétique

Cette méthode a été implémentée grâce au logiciel HEC-HMS de l' US Army Corps of Engineers.

3.4 Résultats

Les résultats obtenus par les différentes méthodes pour le débit décennal sont consignés dans le tableau suivant :

Bassin versant	Rationnelle	SOCOSE	CRUPEDIX	Ajustement à Robecq	Hydrogramme unitaire SCS
(1) Lapugnoy	3,9 m ³ /s	0,21 m ³ /s	0,36 m ³ /s	0,20 m ³ /s	1,5 m ³ /s
(2,3,4) intermédiaires	3,2 m ³ /s	0,20 m ³ /s	0,25 m ³ /s	0,14 m ³ /s	1,3 m ³ /s
(5) Becq	5,3 m ³ /s	0,46 m ³ /s	0,62 m ³ /s	0,34 m ³ /s	2,2 m ³ /s

Tableau 2 : Débits de pointe décennaux

Les résultats obtenus par les méthodes SOCOSE, CRUPEDIX et ajustement à Robecq donnent des débits faibles du même ordre de grandeur tandis que la méthode rationnelle conduit à des débits importants, les résultats de la méthode par hydrogramme unitaire étant intermédiaires. On choisit ces derniers car les résultats sont les plus vraisemblables (la méthode rationnelle a tendance à surestimer les débits).

La figure 3 représente les hydrogrammes décennaux obtenus pas la méthode de l'hydrogramme unitaire.

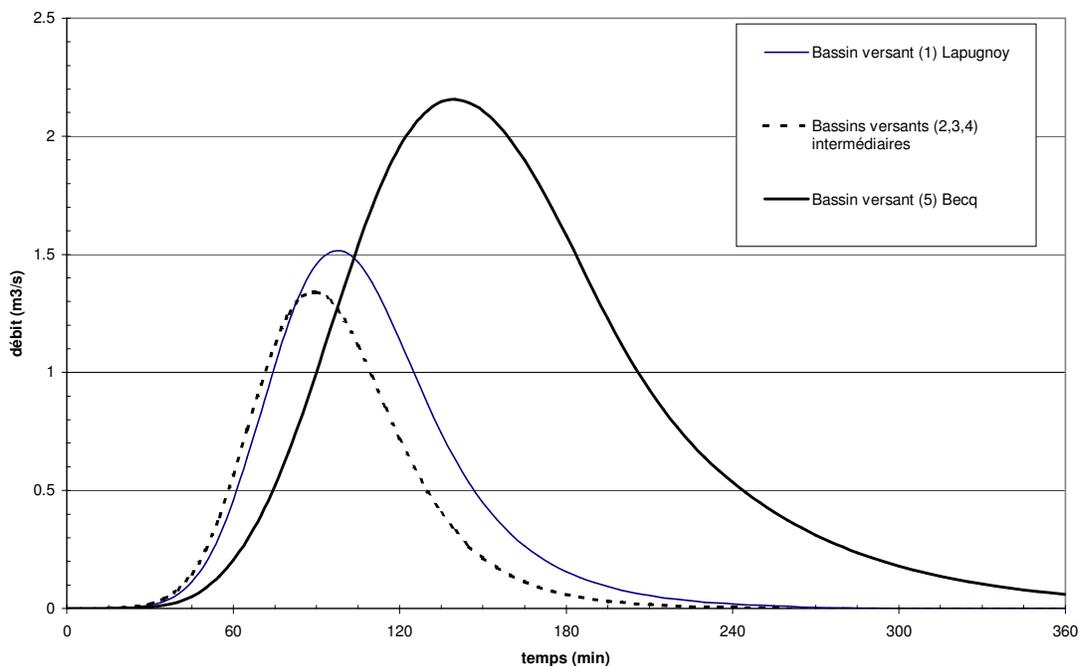


Figure 3 : Hydrogrammes décennaux obtenus par la méthode de l'hydrogramme unitaire

Le modèle hydraulique réalisé en régime permanent avec le logiciel HEC-RAS donne une ligne d'eau proche des laisses de crues d'août 2002 pour un débit d'environ moitié du débit décennal, soit une période de retour d'environ 5 ans pour la crue de 2002. Cette période de retour semble peu élevée compte tenu des dégâts causés, mais caler un modèle avec une crue plus faible permet de se placer en sécurité, en particulier vis à vis du manque de données hydrologiques fiables.

En supposant que ces laisses correspondent à des crues biennales à quinquennales, il est légitime de choisir les débits trouvés par la méthode de l'hydrogramme unitaire comme débits décennaux.

Bassin versant	Hydrogramme unitaire SCS
(1) Lapugnoy	1,5 m³/s
(2,3,4) intermédiaires	1,3 m³/s
(5) Becq	2,2 m³/s

Figure 4 : Débits de pointe décennaux retenus

3.5 Limitations et incertitudes

3.5.1 Pluviométrie

Le hyétogramme synthétique utilisé est basé sur les statistiques pluviométriques de la station de Lille-Lesquin, faute de stations aux alentours de la zone d' étude avec des séries de mesure suffisamment longues.

Afin d' estimer la sensibilité à ce paramètre, une estimation des hauteursprécipitées pour les durées caractéristiques des bassins versants étudiés a été réalisée avec les coefficients de Montana moyens pour la zone pluviométrique I (tiers nord de la France : $a_1 = 5,90$; $b_1 = 0,59$)

$H(36 \text{ min}) = 26 \text{ mm}$ (à comparer aux 21 mm retenus basés sur la pluviométrie de Lille) ;

$H(87 \text{ min}) = 37 \text{ mm}$ (à comparer aux 28 mm retenus basés sur la pluviométrie de Lille).

Ainsi, l' incertitude sur la pluviométrie engendrerait des incertitudes significatives sur le grand bassin versant du Becq, de temps de concentration estimé à 87 minutes.

3.5.2 Ruissellement

En absence de station de mesure des débits sur la Calonnette, l' estimation des débits repose sur des hypothèses sur le ruissellement dont résultent des incertitudes importantes.

Le coefficient de ruissellement (CN) dépend des paramètres suivants pour une zone identique même du point de vue de la culture :

- des caractéristiques du sol ;
- de l'occupation du sol ;
- de la nature et de l'état du couvert végétal ;
- de la pente ;
- de l'état de saturation antérieur.

Les variations de valeurs de CN peuvent donc être importantes, la valeur donnée est une valeur moyenne.

Ainsi les coefficients CN choisis sont : 70 sur le bassin amont (forêt) et 75 sur les autres bassins versants (bassin versant mixte forêt/zones cultivées).

Ces valeurs correspondent à des moyennes pour les occupations des sols. Néanmoins, un $CN=65$, qui correspond à la valeur minimale recommandée de ruissellement sur les zones cultivées (sols à grande capacité d' infiltration, bassin versant plat) réduirait par exemple le débit maximal décennal estimé sur le Becq de $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ à $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

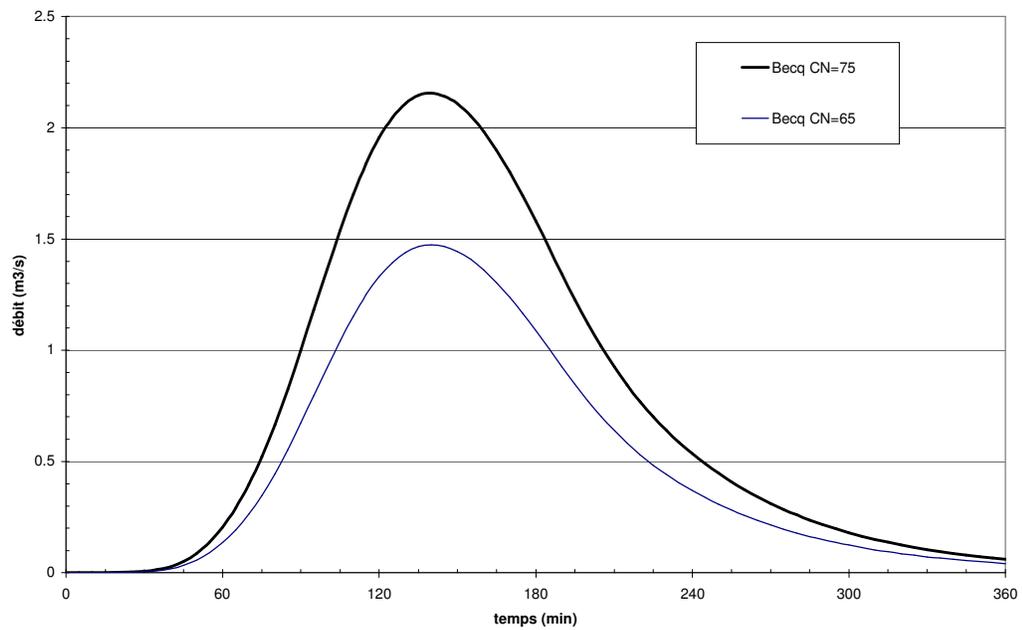


Figure 5 : Influence de l' estimation de ruissellement sur l' hydrogramme décennal du Becq

3.5.3 Autres limitations

Cette étude hydrologique a ignoré les échanges éventuels entre la Clarence et la Calonnette, mais il est possible que ces deux cours d' eaux interagissent en cas de crue importante (phénomène soulevé à Labeuvrière).

Pour conclure, il faudrait une topographie plus détaillée autour du linéaire de la Clarence et de la Calonnette. Elle permettrait de lever le doute existant sur le fonctionnement lors d'une crue exceptionnelle (centennale).

4 MODELISATION

4.1 Modélisation de la Calonnette en état actuel

4.1.1 Orientations de modélisation

Le modèle de la Calonnette a été construit depuis l'amont de la rue haute à Lapugnoy, à l'orée du bois des Dames où se concentre un important ruissellement sur et sous la chaussée. Il se poursuit ensuite à la traversée de Lapugnoy, Labeuvrière, Chocques et Gonnehem et intègre les ruissellements des bassins versants intermédiaires de type agricoles et le bassin versant du Becq avant de rejoindre le cours de la Clarence.

La Calonnette a la particularité d'être souterraine et busée sur des longues parties de son cours, notamment à Lapugnoy et Labeuvrière mais aussi sous des entrées de propriétés entre ces deux communes et sous les remblais des départementales, voie SNCF, autoroutière, nationale et communale. Lorsque sa section n'est pas suffisante (ce qui correspond à un écoulement en charge), une partie des écoulements transite par la chaussée.

Données topographiques :

Le modèle a été construit à partir des données topographiques disponibles sur le réseau de Labeuvrière et sur les ouvrages de franchissement fournies par les DDE de Houdain et Lillers et des levés topographiques effectués au mois d'Avril 2003 par le cabinet de géomètres experts DEBREYNE-LAPOUILLE.

Il s'agit de :

- 18 profils en travers régulièrement répartis sur le linéaire de la Calonnette de Lapugnoy à l'aval de Gonnehem (16 profils intégrés dans le modèle, les autres étant utilisés pour la recherche de solutions) ;
- 11 ouvrages de franchissement : ponts, busages, y compris les plans du réseau de Labeuvrière (passage en conduite de la Calonnette) et du projet de déviation de la DDE.

Dans la suite du rapport, les cotes seront données en mètres NGF IGN69.

Conditions aux limites :

L'hydrogramme décennal déterminé à l'amont du bassin versant à Lapugnoy est introduit en entrée du modèle. Les apports des bassins versants intermédiaires sont introduits dans le modèle par le biais de plusieurs points d'injection, ainsi que les apports du ruisseau de Becq et de ceux de la Clarence dont le débit est pris égal à $5 \text{ m}^3/\text{s}$ (ordre de grandeur du débit moyen journalier décennal de la Clarence à Chocques avant la confluence avec la Calonnette d'après le Contrat de Rivière de la Clarence).

Une courbe de tarage a été établie à l'aval du pont de Gonnehem par le calcul des hauteurs normales dans cette section de passage avec une pente de 0,12% et un coefficient de Strickler égal à 35. Cette courbe de tarage est utilisée comme condition aval du modèle.

4.1.2 Sensibilité du modèle

4.1.2.1 A la condition aval

Un test de sensibilité à la condition aval a été mené afin de déterminer si le choix de celle-ci ne pouvait pas influencer les hauteurs d'eau calculées directement à l'aval du modèle. La courbe de remous engendrée par cette courbe de tarage a donc été évaluée en surélevant les hauteurs de la courbe de tarage de 40 cm (ce qui correspond à une surélévation du débit de 4 m³/s pour le débit décennal de la Clarence).

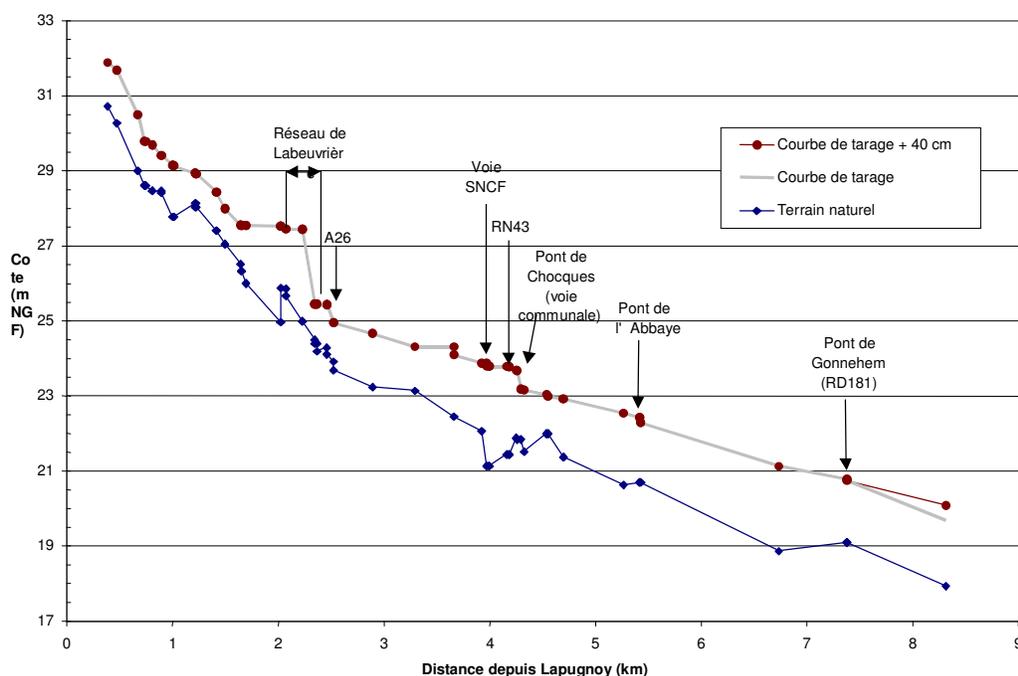


Figure 6 : Impact du choix de la condition aval

L'impact du choix de la courbe de tarage sur le calcul des hauteurs d'eau dans le modèle est négligeable. En effet, on constate que la courbe de remous engendrée ne se propage que jusqu'au pont de Gonnehem et n'atteint pas la zone concernée par l'étude. Une surélévation de 40 à l'aval du modèle provoque une surélévation nulle à partir du pont de Gonnehem.

4.1.2.2 Impact de la Clarence

Un test du débit de base de la Clarence a été mené. La valeur du débit introduit pour modéliser la Clarence passe de 5 à 10 m³/s.

On observe, sur la figure 4 ci-après, que l'influence de la Clarence sur la Calonne ne se fait ressentir que sur quelques dizaines de mètres jusqu'à l'ouvrage sous la RN43. Dans la suite, nous prendrons un débit de base permanent dans la Clarence égal à 5 m³/s, ce qui est de l'ordre de grandeur du débit moyen journalier décennal de la Clarence à Chocques avant la confluence avec la Calonne (d'après le Contrat de Rivière de la Clarence).

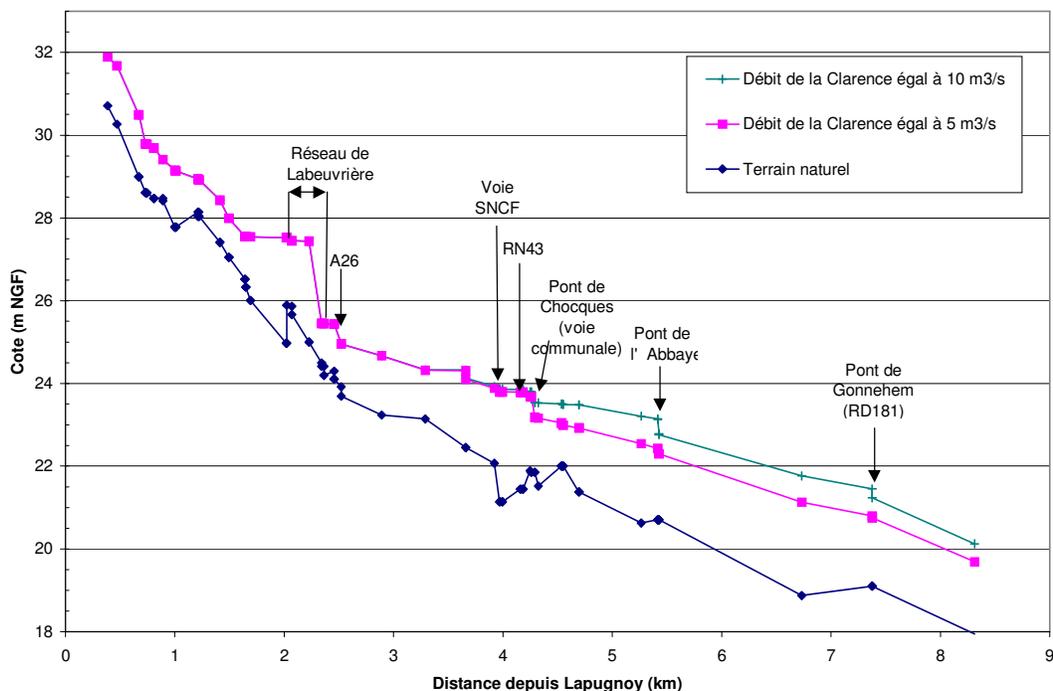


Figure 7 : Influence de la Clarence

4.1.3 Modélisation de la situation actuelle

En l'absence de données fiables pour déterminer précisément la période de retour de l'événement d'août 2002, nous avons utilisé les repères de crue de cet événement pour juger de la cohérence des résultats du modèle en supposant que sa période de retour était égale à 5 ans.

Le modèle ne peut être calé en hauteur d'eau, mais les ordres de grandeur des hauteurs calculées sont acceptables.

La rugosité du lit mineur de la Calonne est ainsi comprise entre 16 et 20 sur la Calonne, et égale à 25 sur la Clarence.

4.2 Impact de la déviation de Labeuvrière

Description de la déviation envisagée :

La déviation modélisée correspond au plan des travaux envisagés par la DDE. Il s'agit d'une conduite de diamètre 1 m mise en parallèle avec le réseau existant à Labeuvrière, sur toute la partie busée de la Calonnette (depuis la rue Paul Vaillant Couturier jusqu'à l'ouvrage de franchissement de la voie SNCF). Cette conduite longe la voie ferrée sur 230 m et a pour longueur totale 280 m.

PK (origine des PK en P1)	Description du lieu	Surélévations par rapport à la situation actuelle (en m)
1,64	Amont de Labeuvrière	0
1,69	P6 : amont de Labeuvrière	-0,2
2,02	P7 : Entrée du réseau de Labeuvrière	-0,8
2,4	Amont immédiat de l'A26	+0,3
2,89	P8 : aval de l'A26	+0,2
3,92	P11 : amont voie SNCF	+0,1
4,25	P12 : amont voie communale de Chocques (entrée dans Chocques)	+0,1
5,26	P15 : pont de l'Abbaye	0
7,38	P17 : Pont de Gonnehem	0

Tableau 3 : Impact de la déviation sur les hauteurs d'eau

P1 est situé au début de la rue haute de Lapugnoy au droit de l'intersection avec le chemin formant un triangle à proximité du château d'eau.

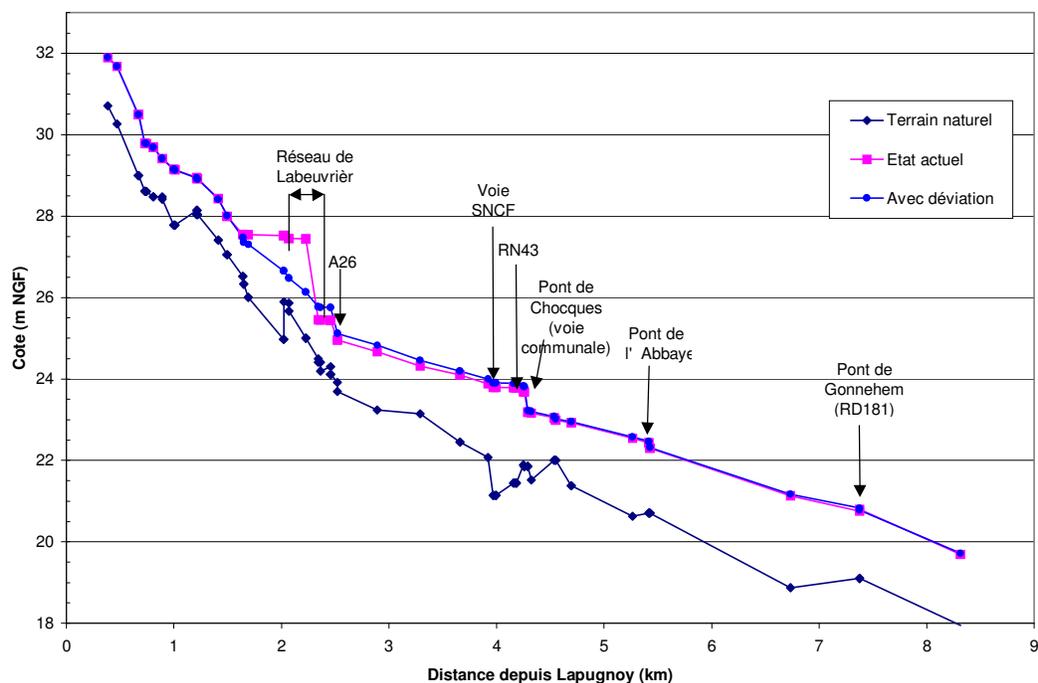


Figure 8 : Impact de la déviation du réseau de Labeuvrière sur la ligne d'eau

On constate que l'impact de la déviation du réseau de Labeuvrière est très intéressant pour le quartier de la rue Paul Vaillant Couturier puisqu'elle provoque un abaissement de la hauteur d'eau à l'amont de la commune de l'ordre de 80 cm et évite le débordement de la Calonnette dans les rues de Labeuvrière.

Cependant, le franchissement de l'autoroute A26 est mis en charge par le biais de cet aménagement ; cela a plusieurs conséquences :

- une surélévation de la hauteur d'eau à l'amont immédiat de l'autoroute d'environ 30 cm ;
- une surélévation de la hauteur d'eau à l'aval de l'autoroute jusqu'au pont de la départementale à Chocques qui est due à une augmentation du débit (rapport égal à 2,25) dans le franchissement mis en charge et qui atteint 10 cm à l'entrée de Chocques.

Les simulations en crue décennale à l'entrée du réseau de Labeuvrière et à l'entrée dans la commune de Chocques montrent que :

- un volume d'environ 15 000 m³ supplémentaire transite en même temps que la crue dans la Calonnette avec la déviation en crue centennale alors qu'il était « stocké » dans les rues de Labeuvrière et les zones de débordement dans l'état actuel. Ce « stockage » avait pour conséquence de mettre en charge le réseau de Labeuvrière avant la commune et évitait la mise en charge des ouvrages sous l'autoroute.

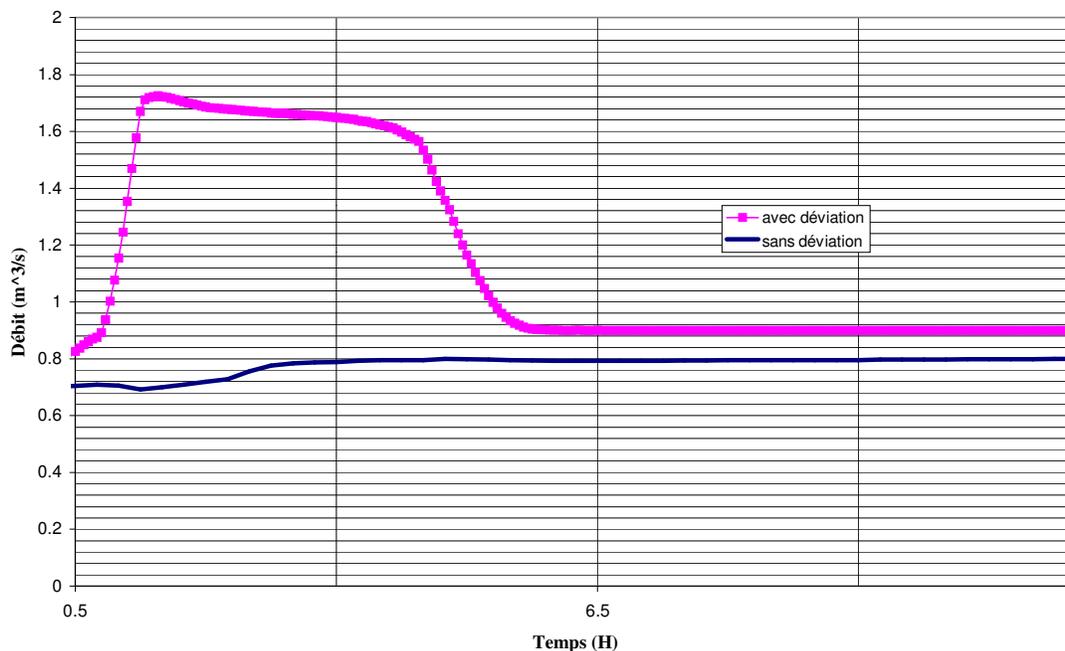


Figure 9 : Hydrogrammes décennaux à l'amont de l'entrée du réseau de Labeuvrière

- l'hydrogramme décennal à Chocques est aplati avec un débit de pointe plus important qu'en état actuel et sa base est plus large. Cela signifie que la déviation provoque une surélévation de la hauteur d'eau à Chocques pendant une période plus longue.

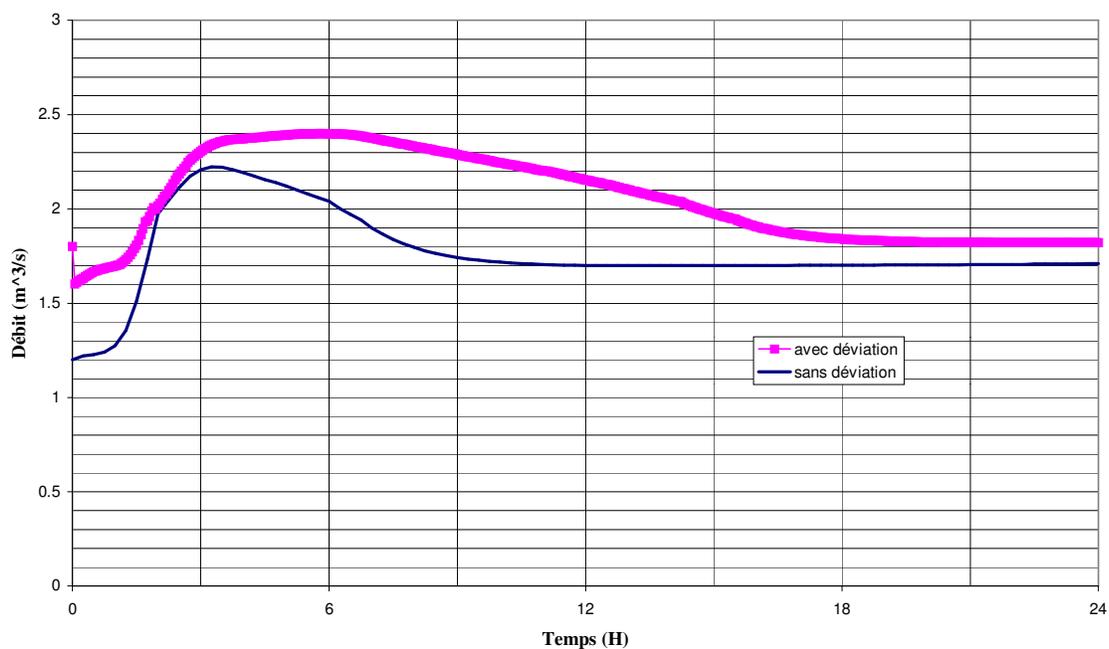


Figure 10 : Hydrogrammes décennaux à l'entrée de Chocques à l'aval de la RN43

4.3 Impact de zones d'expansion des crues

Afin de limiter les impacts négatifs de la déviation de Labeuvrière sur les communes situées à l'aval, la combinaison de celle-ci avec une ou plusieurs retenues de surstockage peut être intéressante. Elles permettront de maintenir le volume de crue temporairement dans une zone peu vulnérable avant de le restituer au réseau lorsque celui-ci est capable de l'accepter sans dommage sur les habitations à l'aval.

Plusieurs sites sont envisageables et étudiés dans les paragraphes suivants.

De manière générale, il est intéressant de stocker l'eau en tête de bassin versant pour éviter la concomitance des flux sur la Calonnette (cependant, cette modification peut engendrer une concomitance non souhaitée avec la Clarence) et pouvoir éventuellement gérer les temps d'arrivée du débit de pointe.

Les sites sont prévus pour écrêter une crue décennale, cependant il est nécessaire de considérer la crue centennale pour un dimensionnement des organes de sécurité durant la phase projet.

4.3.1 Lapugnoy

A l'amont du bassin versant de la Calonnette, d'importants ruissellements sont observés dans les secteurs à fortes pentes du bois des Dames.

L'emplacement envisagé est situé totalement à l'amont du bassin versant de la Calonnette. Le débit n'y est pas encore très important et le volume disponible est faible, mais l'écrêtement engendré permet de ralentir une partie des écoulements et de diminuer les hauteurs d'eau dans la rue basse de Lapugnoy d'environ 10 cm en crue décennale.

L'aménagement testé est constitué d'une digue de faible hauteur (environ 2 m de haut) avec :

- un déversoir de sécurité à une hauteur de 1,7 m et d'une largeur d'environ 4 m ;
- un orifice de section 0,1 m².

Le volume de stockage obtenu est d'environ 1000 m³.

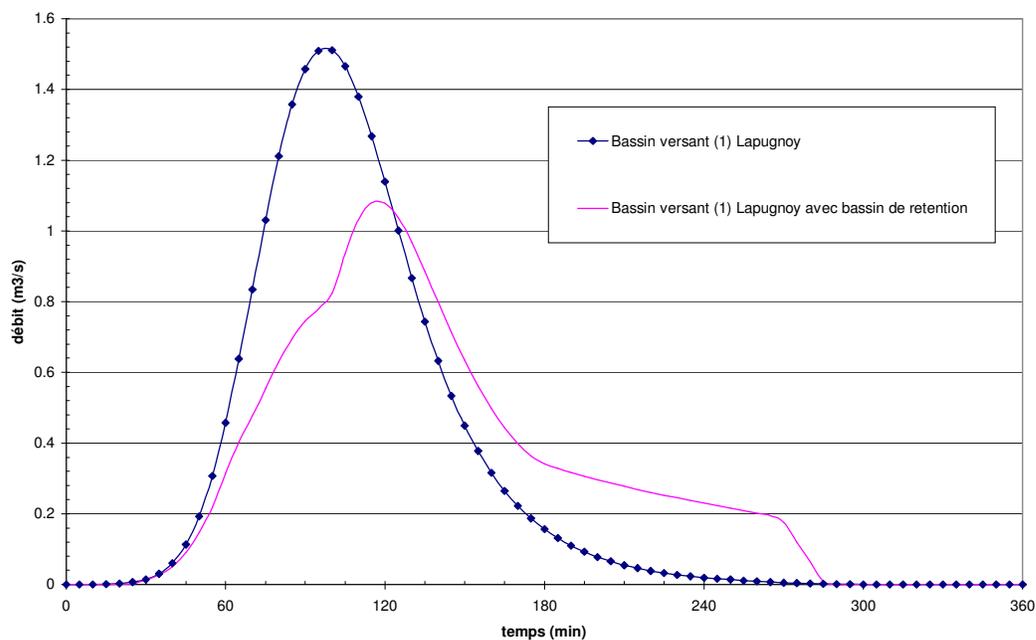


Figure 11 : Impact du stockage de Lapugnoy sur l'hydrogramme décennal

L'emplacement de cet aménagement est cependant délicat, puisque le talweg est occupé par un chemin qui se retrouverait coupé. Il peut donc être envisagé d'effectuer le stockage à l'est du chemin en débroussaillant la forêt existante en amont des parcelles cultivées.

4.3.2 Labeuvrière : amont de la rue Verte (site prévu au Contrat de Rivière de la Clarence)

Le Contrat de Rivière de la Clarence prévoyait la mise en place d'un bassin de retenue de 7 000 m³ à l'amont de Labeuvrière dans l'objectif de lutter contre les inondations à partir de la crue décennale.

Il s'agit d'un bassin de 14 170 m², dont le fond est à la cote 26,64 m. Le seuil, long de 40 m environ, est à la cote 27,36 m tandis que le sommet des digues est situé à 28,60 m NGF. Un déversoir de sécurité est à prévoir pour une crue exceptionnelle.

Le bassin étudié ci-après est plus volumineux.

Ce site a donc été envisagé afin de déterminer si un volume plus important permettait de répondre au double objectif de compensation de l'impact de la déviation de Labeuvrière vers l'aval en même temps que la lutte contre les inondations.

Les résultats de la simulation obtenus sont peu concluants (figure 11) : l'abaissement de la ligne d'eau résultant du fonctionnement du bassin prévu est conséquent dans le réseau de Labeuvrière et en amont immédiat de l'autoroute mais beaucoup plus faible entre l'A26 et Chocques. Un doublement de la surface du bassin ne parvient pas à compenser l'impact de la déviation en aval de Labeuvrière et notamment à Chocques.

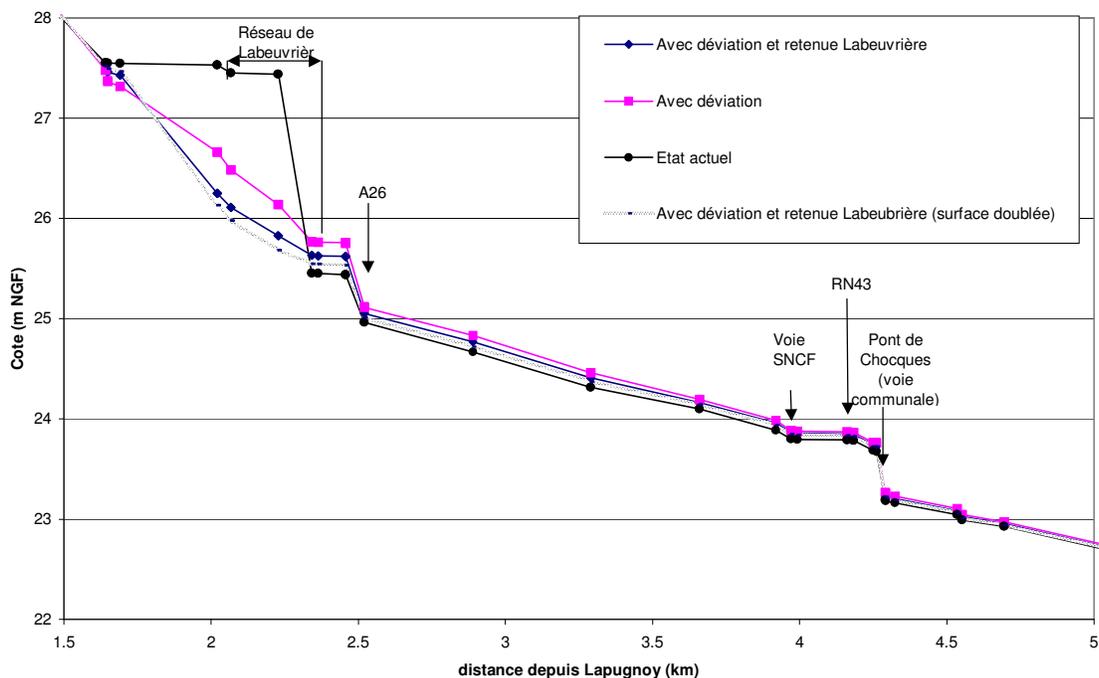


Figure 12: Impact conjugué de la déviation et du bassin de rétention prévu au contrat de rivière

PK (origine des PK en P1)	Description du lieu	Surélévations par rapport à la situation actuelle (en m)	Surélévations par rapport à la situation actuelle (en m) surface doublée
1,64	Amont de Labeuvrière	-0,03	-0,03
1,69	P6 : amont de Labeuvrière	-0,10	-0,10
2,02	P7 : Entrée du réseau de Labeuvrière	-1,30	-1,40
2,4	Amont immédiat de l'A26	+0,20	+0,10
2,89	P8 : aval de l'A26	+0,10	+0,05
3,92	P11 : amont voie SNCF	+0,07	+0,05
4,25	P12 : amont voie communale de Chocques (entrée dans Chocques)	+0,06	+0,04
5,26	P15 : pont de l'Abbaye	+0,03	+0,02
7,38	P17 : Pont de Gonnehem	+0,03	+0,02

Tableau 4 : Impact conjugué de la déviation et du bassin de Labeuvrière

En revanche, le bassin prévu au contrat de rivière donne des résultats satisfaisant en l'absence de déviation de la Calonnnette (figure 12). Il permet en effet de lutter efficacement contre les inondation à Labeuvrière (abaissement de la hauteur d'eau à l'entrée de Labeuvrière de plus de 60 cm) sans engendrer de réhaussement de la ligne d' eau sur l' aval. Cependant, un doublement de sa surface ne parvient pas à réduire les risques d' inondation à Chocques par rapport à l' état actuel.

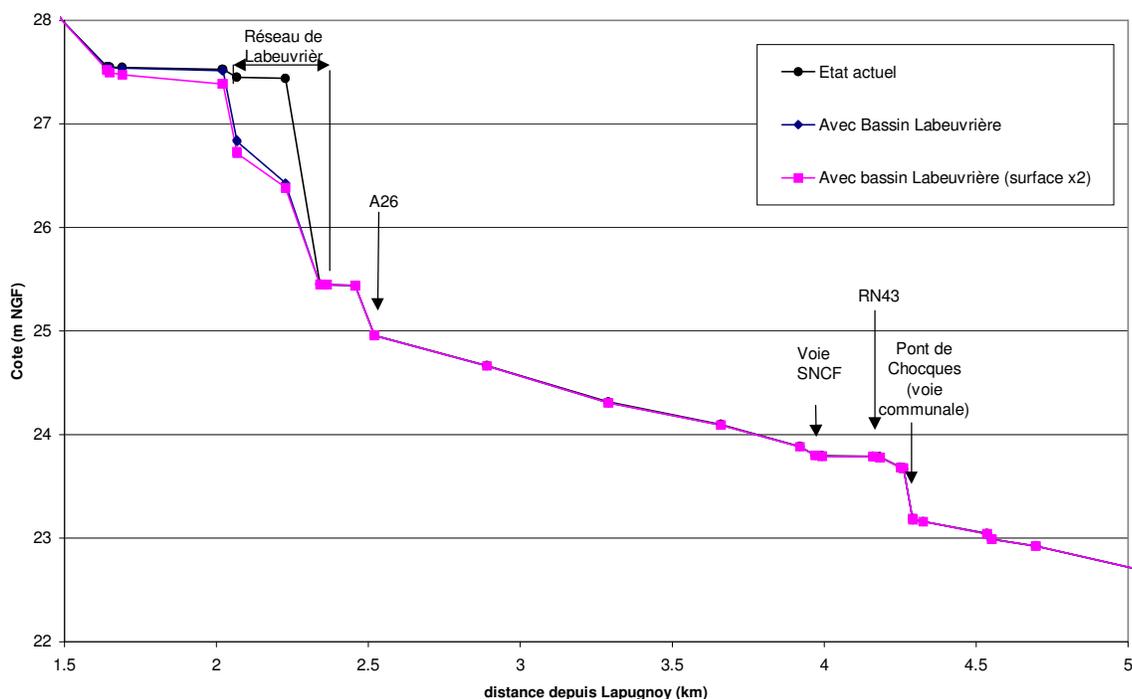


Figure 13 : Impact du bassin de rétention prévu au contrat de rivière

4.3.3 Labeuvrière (amont A26)

Dans l'hypothèse où la déviation du réseau de Labeuvrière est mise en place, la zone considérée est partiellement inondée. Il peut donc être intéressant d'y effectuer un surstockage en cas d'événements pluviométriques exceptionnels.

Cependant la configuration topographique est telle qu'il faut faire attention à l'impact de ce surstockage sur les habitations à l'amont immédiat qui se trouvent à petite distance. En effet, la zone est particulièrement plate, les habitations ne sont pas surélevées, un surstockage pourrait avoir les conséquences suivantes :

- inondations des habitations par l'aval depuis la zone de surstockage ;
- remontées de nappe dues à sa mise en charge directement à l'aval.

La topographie disponible ne permet pas de conclure sur l'impact d'un tel stockage sur les habitations à l'amont en rive gauche de la Calonnnette puisque le semis de

points fournis ce couvre pas cette zone. La modélisation a été effectuée en considérant que les débordements étaient localisés aux alentours de l'amont immédiat de l'autoroute uniquement, zone qui continuerait à servir de zone d'expansion naturelle.

La déviation de Labeuvrière a cependant un impact sur cette zone, puisqu'elle provoque une surélévation de la hauteur d'eau qui met en charge les ouvrages de décharge sous l'autoroute (plus 30 cm, Cf. 4.2). De fait, la zone serait donc plus inondée que dans l'état actuel en cas de mise en place de la déviation.

Nous ne préconisons donc pas la création d'un bassin de surstockage à cet endroit étant donné qu'il comporte des risques pour les habitations à l'amont, accentués par la mise en charge des ouvrages de l'autoroute A26.

4.3.4 Chocques (amont voie SNCF)

Ce site, situé face à l'usine Air Liquide, a la particularité d'être en remblai. La possibilité de l'utiliser pour un stockage est donc envisageable avec un déblaiement des matériaux. Cette proposition a été faite par la mairie de Chocques, propriétaire du site actuellement en friches.

Description :

La Calonnette est longée par un chemin sur sa berge et par le « plateau » formé par la zone en friches par une hauteur d'environ 2,5 m de moyenne.

Pour optimiser le fonctionnement d'un éventuel bassin, la cote de déblaiement doit être supérieure à la cote du fond du lit mineur (23,14 m) pour éviter des remontées de nappe, et même supérieure aux eaux moyennes, et supérieure à la cote des berges afin de favoriser la vidange en fin de stockage (sinon la mise en place d'un tuyau de vidange est nécessaire).

En état actuel, le chemin n'est pas inondé par les eaux de la Calonnette, il faudrait donc aménager un point bas qui permettrait le remplissage d'un bassin à l'arrière de celui-ci.

L'aménagement proposé est un bassin de retenue rectangulaire orienté perpendiculairement à la Calonnette, d'une longueur de 250 m et d'une largeur de 100 m, soit une surface de 2,5 ha. La cote du terrain naturel est en moyenne 26,5 m NGF et il conviendrait d'excaver à la cote 23,9 m NGF, ce qui représente un volume approximatif de déblai de 65 000 m³. La cote de la crue décennale en état actuel atteint 24,34 m NGF et avec la déviation à Labeuvrière 24,46 m NGF. En plaçant le seuil à 24,20 m, le bassin permet de stocker 6 000 m³ et de rabaisser la ligne aux cotes actuelles sur l'aval et notamment à Choques.

Le seuil est en dessous du chemin longeant la Calonnette, situé à 25 m NGF. Il conviendra donc de prévoir une passerelle ou un pont pour le franchissement du seuil de remplissage du bassin sauf si la fréquentation du chemin permet un passage à gué inaccessible en crue.

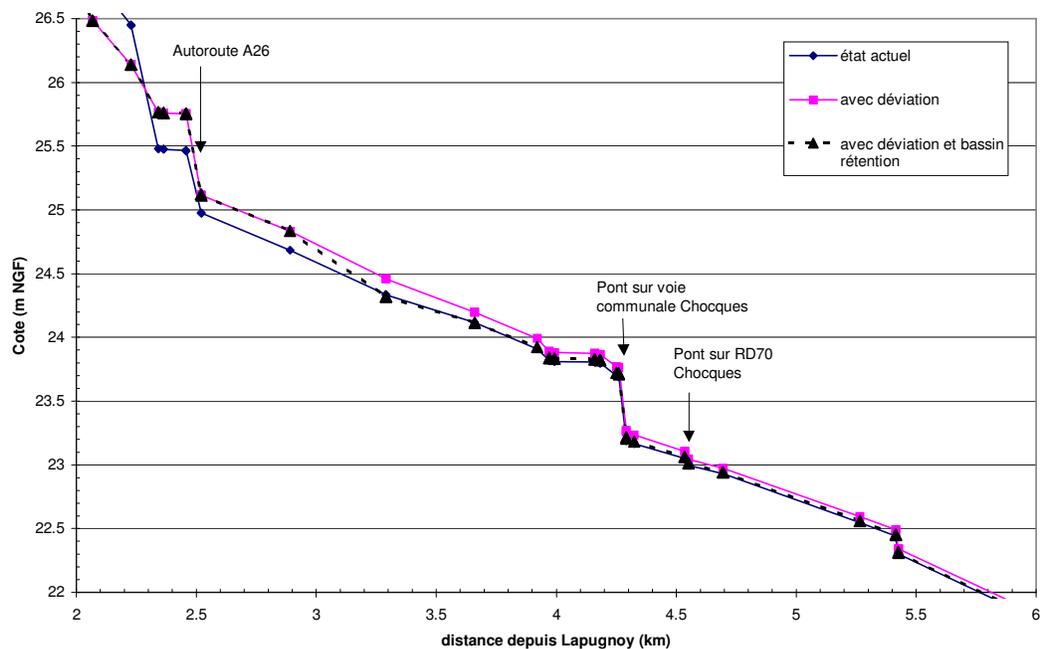


Figure 14 : Impact du bassin de rétention en amont de la voie SNCF à Chocques

Remarque sur le déblaiement :

Dans le coût de déblaiement de matériaux, il faut tenir compte non seulement du transport et du chargement et déchargement des matériaux mais aussi des analyses des sols afin de déterminer si leur épandage ou une réutilisation à des fins de génie civil est possible ou si une mise en décharge est nécessaire.

Le coût peut varier considérablement suivant la nature du matériau et la quantité de déblai à traiter est conséquente.

Un minimum de 10 € par m³ déblayé est à prévoir dans l'hypothèse favorable où les matériaux peuvent être stockés à proximité immédiate du site de déblaiement. D'après les riverains, les remblais considérés contiennent une forte part de pollution de stock qui rendrait donc impossible un simple stockage.

Une mise en décharge est nettement plus onéreuse et dépend pour beaucoup de l'éloignement de la décharge.

4.3.5 Chocques (amont RN43)

Cet emplacement situé entre la voie SNCF et la RN43 sert en partie de zone d'expansion naturelle des crues de la Calonnette. En rive gauche, la cote du sol est plus importante et ne permet pas un débordement, suite au remblaiement d'une ancienne décharge. Là encore un déblaiement pourrait permettre un surstockage du volume de crue, mais avec les mêmes contraintes que pour le site précédent.

Ce secteur a l'avantage d'être à l'amont et loin de toutes habitations. La mise en place d'une digue permettrait de retenir une partie des eaux avant leur arrivée à Chocques

Ce site n'a pas été simulé : sa superficie est faible, coincée entre les deux remblais ; l'impact attendu est donc faible en terme de volume. De plus, le semis de points fourni ne couvre pas la zone naturelle d'expansion ne visualisant que la zone de l'ancienne décharge remblayée qu'il conviendrait de déblayer pour la mise en place d'un bassin avec les coûts de mise en décharge associés.

4.3.6 Surstockage sur le ruisseau du Becq

En dernier recours, il nous a semblé intéressant d'envisager la possibilité de ralentir les eaux du Becq dont le débit de pointe décennal est environ égal à $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

En effet, son bassin versant n'est pas négligeable par rapport à celui de la Calonnette et les écoulements qui en proviennent se jettent dans la Calonnette peu avant Chocques ce qui accentue les problèmes à l'entrée dans la commune.

Le bassin versant du Becq a l'avantage, contrairement à celui de la Calonnette, d'être plus large et moins pentu. Il pourrait être envisagé d'utiliser le remblai routier de la voie communale menant à Labeuvrière ou le remblai de la voie ferrée comme digue pour stocker de l'eau à l'amont en modifiant les ouvrages de franchissement ou d'y adosser une digue pour éviter les problèmes de stabilité de ces remblais dont la conception n'a pas été prévue pour ce type d'utilisation.

Une simulation de l'impact de la zone de surstockage en amont immédiat de la voie ferrée a été effectuée, moyennant des hypothèses simplificatrices sur sa géométrie. Le radier du pont est situé en dessous de la cote 25 m NGF et le surstockage peut être envisagé jusqu'à la ligne de niveau 27,5 m NGF, qui détermine une surface de 21 ha. Seuls des terrains à vocation agricole sont présents sur cette zone. En supposant une loi cote-surface linéaire et en remplaçant le franchissement de la voie SNCF par une buse de diamètre 1 m, la cote maximale de stockage ne dépasse pas les 26 m NGF (soit une zone inondée limitée à 8 ha) et l'hydrogramme décennal du Becq est réduit sensiblement :

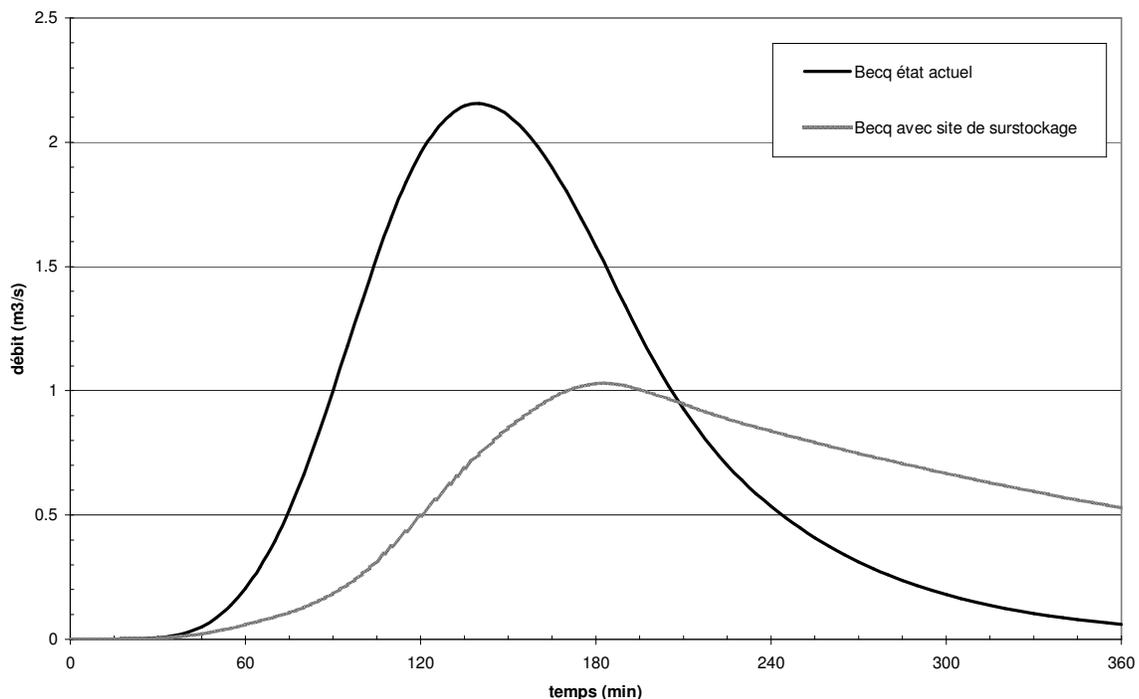


Figure 15 : Impact d' un surstockage sur le Becq sur la crue décennale

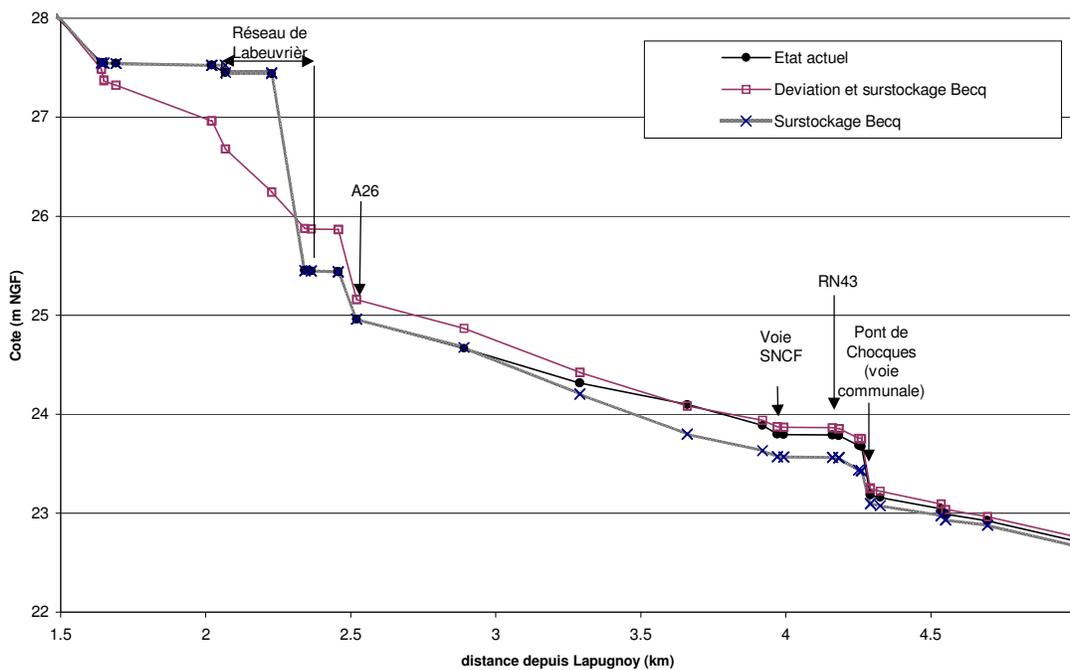


Figure 16 : Impact d' un surstockage sur le Becq, avec et sans déviation à Labeuvrière

PK (origine des PK en P1)	Description du lieu	Surélévations par rapport à la situation actuelle (en m)	Surélévations par rapport à la situation actuelle (en m)
		Sans déviation	Avec déviation
1,64	Amont de Labeuvrière	0	0
1,69	P6 : amont de Labeuvrière	0	-0,20
2,02	P7 : Entrée du réseau de Labeuvrière	0	-0,80
2,4	Amont immédiat de l'A26	0	+0,30
2,89	P8 : aval de l'A26	0	+0,20
3,92	P11 : amont voie SNCF	-0.25	+0,05
4,25	P12 : amont voie communale de Chocques (entrée dans Chocques)	-0.25	+0,07
5,26	P15 : pont de l'Abbaye	-0.05	+0,04
7,38	P17 : Pont de Gonnehem	-0.05	+0,04

Tableau 5 : Impact d' un surstockage sur le Becq, avec et sans déviation à Labeuvrière

L' aménagement d' un site de surstockage en amont immédiat de la voie ferrée sur le bassin versant du Becq permet d' envisager une protection conséquente de Chocques en absence de déviation à Labeuvrière. L' abaissement de la ligne d' eau calculé à Chocques est d' environ 20 cm en amont de la voie communale du Maréchal Juin et d' environ 8 cm en aval.

En revanche, ce site de surstockage ne parvient pas à compenser le rehaussement de la ligne d' eau induit par la déviation de Labeuvrière.

Les gains en terme de débits et de hauteurs d' eau doivent être vérifiés avec une meilleure connaissance de la zone de stockage potentielle lors des différentes phases du projet.

5 LUTTE CONTRE LE RUISSELLEMENT ET L'EROSION

Lors des enquêtes de terrain et rencontres avec les élus et riverains (février 2003), aucun problème d'érosion précis n'a été soulevé.

Cependant, le bassin versant est soumis à de forts ruissellements qui se produisent dans les zones boisées à l'amont mais aussi sur les terres agricoles qui constituent la majeure partie du bassin versant. De nombreux drainages de parcelles existent autour de la Calonnette qui sert d'exutoire.

Ces ruissellements entraînent des déplacements de limons vers la Calonnette qui contribuent à son envasement.

Afin de limiter ces transferts de matériaux, la mise en place de bordures enherbées ou de haies est utile à l'aval des parcelles. Elles permettent de ralentir les écoulements à la sortie des parcelles (les frottements étant plus importants sur de l'herbe que sur une terre nue) et d'y retenir les matériaux.

Ainsi, le risque de coulées boueuses est limité en cas de forts événements pluvieux.

Les cartes figurants en annexe situent les secteurs dans lesquels il serait intéressant de mettre en place un aménagement dit d'hydraulique douce. De manière générale, il est intéressant de les situer :

- à l'amont des voies de circulation ;
- à l'amont et le long des drains ;
- à l'amont de la Calonnette.

Ainsi, les limons sont conservés sur la parcelle plutôt que de transiter dans le réseau.

L'échelle de restitution est le 1/10 000.

Une échelle plus grande (cadastre, parcellaire) serait souhaitable pour établir de manière plus fine les parcelles concernées par les zones d'érosion intense ou les passages de fond de thalweg. Cependant, le fond de plan cartographique disponible étant le 1/25 000, il n'est pas possible de positionner avec plus de précision l'emplacement des aménagements à envisager.

D'autres aménagements sont possibles tels que des diguettes qui permettent à l'exploitant de conserver son limon, mais accentue en même temps l'inondabilité de la parcelle.

Une occupation du sol plus détaillée pourra être obtenue dans le cadre de la concertation envisagée par les acteurs locaux dans le cadre d'une gestion globale des phénomènes d'érosion sur le bassin versant de la Clarence.

Le choix d'aménagements de lutte contre l'érosion passe nécessairement par ce type de réunion de concertation.

6 DEPOLLUTION

Cette partie a été traitée par la société AQUASCOP.

6.1 Objectif de l'étude

Le ruisseau de la Calonnette est situé dans la partie nord du département du Pas-de-Calais (62). Il prend sa source dans le « Bois des Dames » au sud-ouest de la commune de Labeuvrière. C'est un affluent rive droite de la Clarence.

Dans sa partie amont, il longe la rue Verte. Il est ensuite régulièrement busé pour franchir différents ouvrages (routes, voies ferrées, autoroute A26) et également au niveau de la commune de Labeuvrière.

Cette commune subit d'importants problèmes d'inondations en amont de l'autoroute A26 et souhaite engager des travaux afin d'y remédier. De plus, ce cours d'eau semble souffrir d'une pollution ancienne d'origine industrielle.

La présente étude consiste donc en une expertise des sédiments présents dans la Calonnette. Pour cela deux stations ont été retenues :

- station amont : en amont de la station d'épuration et de l'usine « ICI France SA de Chocques » mais en aval de l'autoroute A26 ;
- station aval : en aval de la station d'épuration et de la voie SNCF et en amont de la route N43.

Lors de notre visite du site, le 24 février 2003, nous avons également réalisé quelques mesures *in situ*.

6.2 Mesures in situ

Des mesures *in situ* des eaux du ruisseau ont été réalisées à chacune des stations. Les paramètres température, pH et conductivité ont été mesurés.

La température de l'eau varie de 9,5°C à la station amont à 9,3 à l'aval. Il s'agit de valeurs normales pour cette période de la saison (février).

Le pH est neutre, il varie de 7,5 à 7,3.

La conductivité est très élevée et augmente entre les deux stations : 1099 µS/cm à l'amont, 1327 µS/cm à l'aval. Une forte minéralisation et/ou des apports polluants caractérisent ce ruisseau.

6.3 Qualité des sédiments

Les échantillons de sédiments ont été prélevés depuis le bord à la station amont et depuis la passerelle à la station aval. Chacun d'entre eux correspond au mélange de 3 prises unitaires réalisées en différents points de la station considérée, les rendant ainsi représentatifs des dépôts locaux.

Les analyses effectuées au Laboratoire Départemental d'Hydrologie et d'Hygiène d'Angers (LD2H) ont porté sur les paramètres pris en compte dans l'arrêté du 8 janvier 1998 relatif aux prescriptions applicables aux épandages de boues, soit :

- **valeur agronomique** : matière sèche, matière organique, C organique, N organique, Azote ammoniacal, pH eau, phosphore total, potassium total, magnésium total, calcium total
- **éléments traces** : Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn
- **autres éléments métalliques** : Co, Fe, Mn, Mo, As, Se, B
- **HPA et PCB (micropolluants organiques)**

Les résultats analytiques obtenus sont cités ci-dessous ou présentés en annexe.

Lors des prélèvements nous avons observé les éléments suivants :

- la surface du sédiment est recouverte d'une fine couche de limon à la station amont. Ils sont ensuite constitués essentiellement de granules de vases et dans une moindre mesure de sables grossiers et un peu de litière. Rapidement, les sédiments présentent une couleur noire caractéristique d'une situation d'anoxie. Une légère odeur s'en dégage.
- à la station aval, on observe également une couche de limon en surface. Les sédiments sont ensuite constitués de terre, de sables grossiers et de quelques pierres fines. Notons la présence en quantité importante de vers de vase (diptères Chironomidés), qui ont la capacité de proliférer au sein d'un milieu fortement pollué alors que la plupart des autres invertébrés ont déjà déserté. Leur présence indique une pollution importante. La zone d'anoxie est ensuite rapidement atteinte, celle-ci est très développée et est à l'origine d'une forte odeur désagréable.

L'épaisseur de la couche de sédiments est très importante, pouvant être supérieure à 1 mètre à la station aval.

□ Teneurs en eau et en matières organiques

Echantillon	Matières sèches en %	Matières organiques en %
Station amont	58	4,9
Station aval	32,3	8,8

Tableau 6 : Teneur en eau et en matières organiques dans les sédiments de la Calonnette (données AQUASCOP, février 2003)

Le taux d' humidité (induit des teneurs en matières sèches) est élevé, notamment à la station aval. Les sédiments ne sont pas très compacts, ils peuvent être facilement remis en suspension ce qui peut causer des dépôts importants de particules lors d'interventions dans le ruisseau.

Les teneurs en matières organiques varient entre les deux sites. Elles correspondent à des valeurs de richesse organique plutôt faibles.

□ **Eléments nutritifs**

Echantillon	Carbone organique	Azote Keijldahl	rapport C/N	Phosphore total
Station amont	24	0,98	25	5,4
Station aval	56	2,7	21	6,2

Tableau 7 : Teneurs des sédiments de la Calonnette en éléments nutritifs (en g/kg MS) (données AQUASCOP, février 2003)

Là encore des différences importantes sont observées entre les deux points de prélèvement. Notamment en ce qui concerne les teneurs en carbone qui apparaissent moyenne en amont et élevée à l'aval si l'on se réfère aux données indiquées dans l'étude réalisée par ROFES (1994).

La quantité d'azote est faible à l'amont et moyenne à l'aval.

Le rapport C/N est dans les deux cas supérieur à 10 et témoigne ainsi de l'origine allochtone et d'une accumulation de matière organique mal décomposée. En effet, lors du prélèvement, la présence de feuilles (entières ou en débris) à la surface des sédiments a été notée.

Les teneurs en phosphore total apparaissent très élevées, étant supérieures à celles de l'azote. Elles semblent indiquer une pollution.

□ **Métaux**

Afin d'interpréter la qualité des sédiments vis-à-vis des métaux nous avons utilisé différentes références :

- valeurs de référence de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie à partir desquelles est calculé l'indice de pollution ($I = \text{valeur mesurée} / \text{valeur de référence}$),
- valeurs de référence adoptées dans la charte des DIREN (SGAL, 1984),
- seuils de classe de qualité des sédiments proposées dans le cadre d'une étude inter-Agences de l'Eau (Babut, 1997),
- valeurs de l'arrêté du 8/01/98 concernant l'épandage de boues.

Ces valeurs sont présentées en annexe.

Il apparaît, vis-à-vis des valeurs de référence de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie, qu'il y a une contamination du sédiment par de nombreux micropolluants en particulier à la station amont. La pollution est :

- nette pour l'arsenic, le mercure, le plomb et le zinc,
- importante pour le cadmium et le cuivre.

A la station aval, la pollution est nette vis-à-vis du cadmium, du cuivre et du zinc.

Les autres valeurs de référence (SGAL, 1984 et Babut, 1997) reprennent à peu près le même classement à l'exception :

- de l'arsenic dans les sédiments de la station amont qui selon SGAL (1984) est présent en quantité normale,
- du nickel qui d'après les valeurs de Babut (1997) est présent en quantité importante aux deux stations.

Vis-à-vis de la possibilité d'épandage des sédiments issus de la Calonnette, nous prenons en considération les valeurs limites de concentration dans les sols (arrêté du 8 janvier 1998). En effet, lors d'épandage de matériaux issus de curage de cours d'eau, il est considéré qu'il s'agit d'un apport de terres sur le sol récepteur. Les valeurs « boues » sont réservées aux boues issues de station d'épuration qui sont beaucoup plus fluides et qui ne représentent qu'une couche très fine après épandage.

Il apparaît que ces seuils sont nettement dépassés pour le cadmium (x7 en amont ; x3 en aval) et le zinc (x2,3 en amont ; x1,4 en aval) mais également dans une moindre mesure pour le cuivre, le mercure et le plomb à la station amont.

□ Hydrocarbures

Les hydrocarbures ont tendance à s'accumuler dans les sédiments, ils ne subissent pas de dégradation. Leur présence diminue le pouvoir autoépurateur de l'eau en altérant les processus de respiration des micro-organismes.

A la station amont, les valeurs seuils de non contamination établies par l'Agence de l'Eau Artois-Picardie sont dépassées essentiellement pour le Benzo(3,4) pyrène (6 fois la valeur de non contamination) et dans une moindre mesure pour le Fluoranthène. Malgré tout, elles restent inférieures aux teneurs limites mentionnées dans l'arrêté du 8 janvier 1998.

A la station aval, les teneurs en hydrocarbures sont inférieures au seuil de détection (0,25 mg/kg MS). Il ne semble donc pas y avoir contamination des sédiments. Signalons toutefois que des traces d'hydrocarbures ont été observées (voir photographie) à la surface de l'eau à cette station. Vis-à-vis de l'arrêté, l'épandage de ces sédiments est autorisé.

□ PCB

Concernant les PCB, les valeurs mesurées aux deux stations sont inférieures aux teneurs limites mentionnées dans l'arrêté du 8 janvier 1998.

6.4 Comparaison aux résultats antérieurs

□ Les analyses effectuées lors de travaux de curage de la Calonnette en 1990 (étude Agence de l'Eau Artois-Picardie), faisaient déjà état d'une contamination des sédiments par des métaux tels que le zinc, le plomb et le cadmium, et dans une moindre mesure : cuivre, chrome, nickel et mercure.

Cette étude a mis également en évidence une pollution importante d'origine urbaine (organique, azotée et phosphorée), mais également industrielle localisée essentiellement à l'aval du rejet d'Air Liquide avec de fortes concentrations en matières organiques. Dans la présente étude, c'est également à la station aval que nous avons enregistré les plus fortes valeurs en carbone organique dans les sédiments.

□ Un prélèvement de sédiments a été réalisé le 28 août 2002, à l'initiative de la mairie de Chocques, en aval du pont de la route N43. Les valeurs mesurées sont du même ordre de grandeur que celles présentées dans ce rapport concernant le cadmium, le mercure, le plomb et le zinc.

6.5 Proposition de gestion des sédiments

Les analyses des sédiments de la Calonnette ont mis en évidence la présence d'une forte contamination par les métaux lourds et en particulier le cadmium et le zinc.

6.5.1 Réglementation et catégories

□ Les valeurs limites de concentration mentionnées dans l'**arrêté du 8 janvier 1998** concernant les prescriptions techniques pour l'épandage de boues sont nettement dépassées.

D'après cet arrêté, il n'est donc pas possible en cas du curage de ce cours d'eau, d'épandre les matériaux sur des terres agricoles. La valorisation de ces matériaux n'est pas possible sans risque de contamination de la faune et de la flore. Ils devront être stockés en décharge.

□ Selon le « **guide pratique sur les curages** » (VNF, 1998), le classement des sédiments en 3 catégories est le suivant :

- les sédiments issus de la station amont sont classés en **catégorie 3** vis-à-vis du cadmium et du zinc,
- ceux de la station aval sont en **catégorie 2**, pour les mêmes métaux.

Les conditions d'application de la catégorie 2 permettent de valoriser ou de stocker les produits de dragage entrant dans cette catégorie sans connaissances particulières sur les sites où ils seront valorisés ou stockés. Seul le régalage (dépôt d'une hauteur de plus de 30 cm sur la parcelle) sur des terres agricoles alimentaires est à proscrire.

La valorisation ou le stockage des produits de la catégorie 3 nécessite la mise en place d'une étude de faisabilité relative à la destination du produit de dragage. Cette

étude permettra de donner des éléments d'aide à la décision et d'orienter le choix pour réaliser un devenir des produits de dragage respectueux de l'environnement et économiquement supportable.

6.5.2 Stockage des sédiments

Pour le stockage des matériaux issus du curage, ceux-ci peuvent être acheminés vers une décharge ou bien stockés à proximité du cours d'eau. Dans ce deuxième cas, il est recommandé de choisir des terrains appartenant au domaine public.

Les modalités de stockage dépendront fortement de la sensibilité du site :

- milieu protégé : le site retenu n'a pas de lien direct avec des zones sensibles telles que les nappes, les cours d'eau ;
- milieu sensible : le site retenu a des liens directs avec les eaux souterraines (présence de couches perméables comme le calcaire) ou avec les eaux superficielles ;
- usages sensibles : on entend par usage les activités développées sur un site (alimentation en eau potable, protection de zone ZNIEFF, ZICO...)

Par exemple, en cas de milieu sensible et d'usages sensibles, lors de la confection d'un site de dépôt à proximité du cours d'eau, les matériaux nécessaires à l'édification des digues pourront être pris sur place après décapage de la terre végétale qui sera utilisée pour couvrir le dépôt. Le terrain est décaissé sur une épaisseur suffisante pour obtenir le volume requis pour les digues. Généralement, le fond de fouille est conçu de façon à présenter une pente permettant un écoulement des eaux de ruissellement ou d'égouttage des boues. Ces eaux doivent faire l'objet d'un renvoi vers une station d'épuration ou l'objet d'une demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau. Un film plastique surmonté d'une couche de 10 cm de graviers est disposé en fond de fouille avant la mise en place de la géomembrane. Une fois les boues devenues suffisamment consistantes pour supporter le poids des engins, une couverture limono-argileuse peut être mise en place avant un apport de terre végétale. Le site peut alors être réaménagé en effectuant des plantations arbustives.

Afin de savoir si la percolation d'eau à travers les sédiments curés est susceptible d'entraîner les métaux lourds, des tests de lixiviation peuvent être réalisés.

Signalons que les berges de la Calonnette, sur les deux secteurs étudiés, sont accessibles à des engins. Le curage pourra être pratiqué à l'aide d'une pelle mécanique. La pelle charge ensuite directement des camions qui acheminent les boues vers un site de dépôt. De plus, le cours d'eau n'est pas très large (environ 1,5 m), le curage peut donc se faire à partir d'une seule berge.

Le coût de déblaiement lors d'un curage est d'environ 10€/m³ auquel il faut ajouter les coûts de transports qui dépendent de la distance de la décharge.

La mise en place d'un système de protection aval (bâches...) devra être nécessaire pour éviter le déplacement de la pollution mise en suspension.

Signalons également que compte tenu de l'importance de la couche anoxique observée dans les sédiments et de l'odeur qui s'en dégage, des précautions seront à prendre afin de limiter les nuisances olfactives.

7 CONCLUSION

Le bassin versant de la Calonnette est boisé à l'amont et essentiellement agricole, mais fortement urbanisé le long du lit mineur.

La Calonnette est busée et sa situation par rapport aux zones urbanisées rend celle-ci particulièrement vulnérable vis à vis des inondations. En particulier, les busages de la Calonnette aux entrées de Lapugnoy, Labeuvrière et Chocques sont insuffisants et les écoulements en crue transitent par les rues.

Impact de la déviation du réseau de Labeuvrière :

L'amélioration de la situation actuelle à Labeuvrière a été envisagée par une déviation du réseau busée dont l'état et la complexité ne permettait pas la rénovation. Cette solution à l'échelle du bassin versant apporte plusieurs effets :

- une amélioration notable des écoulements dans la commune de Labeuvrière permettant de diminuer le risque d'inondation ;
- une augmentation du risque d'inondation à l'aval du réseau (amont et aval de l'autoroute A26) jusqu'à la commune de Chocques.

Une compensation de ces effets est donc nécessaire. Elle a été envisagée par la mise en place de bassins de retenue ou prairies inondables sur différents sites qui ont été suggérés par les communes concernées. L'étude de ces différents sites a conduit à en exclure certains dont la situation n'est pas appropriée.

Etude des sites de stockage potentiels :

Ainsi, la zone à l'amont de l'autoroute à Labeuvrière est située à l'aval de zones urbanisées et pourrait conduire à l'inverse de l'effet désiré en provoquant des remontées de nappe. Les sites proposés à Chocques, quant à eux, sont actuellement en remblais, l'impact hydraulique de ces sites est intéressant, cependant les coûts de déblaiement des matériaux sont dissuasifs pour les volumes mis en jeu ici par rapport au volume de stockage potentiel (65 000 m³ de déblai pour 6 000 m³ d'eau stockée).

Cependant d'autres sites possèdent des aspects bénéfiques :

- à l'amont de Lapugnoy dans le Bois des Dames : un petit stockage d'environ 1000 m³ permet de diminuer la hauteur d'eau dans la rue basse de Lapugnoy d'environ 10 cm ;
- bassin de retenue à Labeuvrière prévu au contrat de rivière de la Clarence : ce bassin est situé à l'amont de la commune dans la rue Verte. Son impact ne permet pas de compenser les effets de la déviation de Labeuvrière à Chocques, il est situé trop à l'amont et décharge seulement le réseau de Labeuvrière. Cependant, seul, sans mise en place de la déviation, il permet de diminuer les inondations à Labeuvrière ;

- bassin de retenue sur le ruisseau du Becq : le Becq se jette dans la Calonnnette avant l'entrée dans Chocques ; ralentir les apports de celui-ci peut donc permettre de limiter les inondations à l'entrée de la commune.

La meilleure solution pour améliorer la situation des communes de Labeuvrière et Chocques semble donc être l'abandon du projet de déviation au profit de la mise en place du bassin prévu au Contrat de Rivière combiné à un bassin sur le Becq qui améliorerait la situation actuelle à Chocques.

La présente étude a permis d'écartier des sites non propices à la mise en place d'aménagements de stockage. Les suites à donner sont les suivantes pour aboutir à la réalisation de l'un ou l'autre de ces projets :

- une étude de faisabilité nécessitant en particulier des éléments topographiques et géotechniques complémentaires ;
- une étude d'avant-projet avec l'étude du problème de dépollution des sites ;
- une étude de projet.

Cas particulier de Gonnehem :

La situation à Gonnehem est, quant à elle, fortement dépendante des écoulements de la Clarence puisque l'effet des aménagements sur la Calonnnette ne s'y fait pas ressentir. Outre l'entretien régulier des digues de la Clarence pour éviter leur rupture qui est à l'origine d'inondations sur la commune, les sites de stockage prévus sur la Clarence à l'amont permettront d'améliorer la situation à Gonnehem. Dans le cas contraire, il pourra être envisagé de créer un lit majeur par un endiguement parallèle à la Clarence dans la plaine agricole qui permettra de retenir l'eau à distance respectable des habitations.

Lutte contre le ruissellement et l'érosion :

La lutte contre le ruissellement et l'érosion passe par l'aménagement de l'ensemble du bassin versant agricole et nécessite une phase de concertation particulière avec les exploitants concernés et les riverains.

Les cartes présentées permettent cependant d'avoir une idée des aménagements d'hydraulique « douce » à envisager sur le bassin versant. : bandes et bordures de champs enherbées, haies, diguettes...

De tels aménagements ont l'avantage de permettre de conserver le limon sur la parcelle et de limiter son transit dans le réseau de la Calonnnette. Ceci répond à plusieurs objectifs :

- le sol conserve ainsi ses qualités agricoles
- on pérennise les aménagements réalisés (moins d'entretien pour des bassins par exemple)

- on aggrave moins la situation vis à vis d'un envasement déjà difficile à traiter pour les stocks actuels vu la pollution des boues anciennes ; en effet à moyen ou long terme, l'envasement progressif pourrait nécessiter la mise en place d'aménagement uniquement pour préserver la situation actuelle vis à vis des inondations.

Dépollution :

Les prélèvements effectués sur la Calonnette confirme ce que les riverains et les communes savaient déjà à savoir que la pollution par des métaux est importante dans les sédiments de la Calonnette et que ces sédiments sont remis en suspension lors des crues et se déplacent vers l'aval.

Le risque est certain pour la santé humaine le long de la Calonnette puisqu'on trouve des jardins potagers en bordure de la Calonnette, en particulier à l'entrée de Chocques.

Il est donc impératif de tenir compte de cet état des lieux avant d'envisager des travaux de curage qui pourraient remettre les particules en suspension. D'autres méthodes de dépollution de sol (plantes...) existent, mais elles sont plus lourdes et plus onéreuses surtout pour une dépollution de lit mineur.

ANNEXES

**ANNEXE 1 : COMPTE-RENDU DES VISITES DE TERRAIN
(FEVRIER 2003)**

Mairie de Lapugnoy, lundi 3 février 2003, 10h

Dysfonctionnements :

La rue basse, située au point bas entre la Clarence et la Calonnette, est inondée par ruissellement. En août 2002 (nuit du 27 au 28), les inondations se sont produites avant le débordement de la Clarence.

Description du réseau :

A l'amont du bassin versant de la Calonnette et à l'amont de la commune de Lapugnoy, l'eau de ruissellement provient des champs et bois.

La Calonnette est matérialisée à partir de l'amont du château d'eau de Lapugnoy, dans la rue Haute, où le ruissellement est dirigé vers une conduite de diamètre 300 mm à l'aide d'avaloirs et de grilles en travers de la rue. Elle passe sous la voie ferrée et rejoint la rue basse où une deuxième conduite la rejoint en provenance de l'amont de la route. Elle se poursuit tout le long de la rue basse par un diamètre de 800 mm et arrive au lotissement des Blancs Champs (Rivière Fleurie). Une deuxième conduite amène au même endroit les flux de la salle des fêtes par un diamètre 300 mm qui aboutit dans le fond de la Calonnette ; et l'ensemble rejoint l'ouvrage de franchissement de la voie ferrée (buse de diamètre 1000 mm en série avec un aqueduc).

A l'aval de la voie ferrée, la Calonnette s'écoule à surface libre pour la première fois depuis sa source en temps normal et arrive sur la commune de Labeuvrière.

En période de crue de la Calonnette, la buse est en charge et le diamètre 300 mm dont la cote de fond est la même se trouve lui aussi en charge. L'eau remplit alors toute la conduite.

Les conduites sont noyées par l'aval et le ruissellement à l'amont se fait alors sur la chaussée au dessus. La rue basse comporte un point bas dans lequel l'eau stagne.

Plus à l'aval, à l'arrivée aux Blancs Champs, le flux se divise en deux, une partie poursuit tout droit et l'autre se dirige vers la Résidence des Blancs Champs où elle s'infiltré dans les sous sols de trois maisons.

Les bois à l'amont de la commune sont très humides, l'eau ruisselle en permanence (sources) qu'il pleuve ou non.

Deux étangs existent à l'aval des bois, ils sont pleins en permanence et le débit de débordement rejoint un chemin puis la rue haute et le réseau pluvial de la commune.

Aménagements : projets et propositions

Un bassin de rétention, fini en 2002, a été construit dans les bois à l'amont. Son débit de fuite est busé jusqu'à la Clarence. Cet aménagement a sensiblement arrangé la situation vis-à-vis des inondations. L'ONF cherche à récupérer des terrains à proximité pour y restaurer les fossés rebouchés par les riverains. Une proposition de bassin de rétention est faite à cette endroit.

Mairie de Labeuvrière, lundi 3 février 2003, 14h.

Dysfonctionnements :

Les inondations surviennent à l'amont de la commune lors de la mise en charge de la Calonnette. L'eau passe alors au-dessus du ponceau à l'entrée du réseau de Labeuvrière et s'écoule dans les rues jusqu'au passage sous l'autoroute qui bloque le flux dans un champ à l'amont de celui-ci.

Description du réseau :

La Calonnette est à ciel ouvert de la commune de Lapugnoy aux premières maisons de la rue Paul Vaillant Couturier. Sur le tronçon, trois fossés reviennent des versants sud et une buse depuis le lotissement. De plus, les champs y sont drainés.

Les fossés concentrent les ruissellements des champs au pied des talus le long de la RD 181^E.

La Calonnette busée dans Labeuvrière effectue un parcours chaotique passant d'un diamètre 500, à un 800 et enfin à un 600 mm. Ces différents tronçons sont parfois à contre pente et son tracé présente deux angles. De plus, des inondations dans les caves se produisent soit par remontées de nappe, soit par des fuites dans le réseau dues à son mauvais état.

L'eau pluviale de la commune y est injectée en plusieurs points.

La Calonnette atteint ensuite la voie ferrée qu'elle traverse par un franchissement de dimensions importantes et débouche à ciel ouvert. Elle effectue une boucle dans laquelle se jette deux fossés provenant de chacune des rives (droit et gauche) et qui sert de « bassins » avant le franchissement de l'autoroute A26 par deux buses : un diamètre 800 et un diamètre 1000 à contre-pente.

De l'autre côté de l'autoroute, la Calonnette s'écoule à ciel ouvert au milieu des champs et des usines jusqu'à la commune de Chocques.

Propositions et projets

Une étude de déviation de la Calonnette a été menée par la DDE de Houdain ; le projet permettait de faire passer la Calonnette en bordure de la voie ferrée, de manière à soulager le réseau existant en très mauvais état qui se situe sous les propriétés, lequel ne servirait plus qu'à récupérer les eaux pluviales de la commune. Les deux réseaux se rejoindraient à l'actuel ouvrage sous la voie ferrée.

La commune de Labeuvrière propose en contre-partie d'utiliser un terrain à l'amont de l'autoroute A26 comme zone de stockage, la zone concernée étant actuellement inondée de manière naturelle.

Mairie de Chocques, mardi 4 février 2003, 9h

Dysfonctionnements

Les inondations s'effectuent par l'amont. Le débordement de la Calonnette à l'aval de la RN43 a lieu lorsque la Calonnette est mise en charge, l'eau passe alors au-dessus du ponceau et inonde la rue et les habitations avant de s'écouler par l'impasse en face qui constitue un point bas.

Description du réseau

La Calonnette longe, à surface libre, l'usine d'incinération, la station d'épuration de Labeuvrière et l'usine Air Liquide où elle est rejointe par le ruisseau du Becq. Puis, elle passe sous la voie ferrée, puis sous la nationale 43 et arrive aux premières habitations.

Elle est busée à partir de cet endroit et passe sous les habitations ; elle s'écoule à nouveau à ciel ouvert jusqu'au pont sous la départementale et sous une propriété, débouche à ciel ouvert à l'arrière de plusieurs maisons qu'elle longe et se jette dans la Clarence endiguée.

Le dernier ouvrage fait une quinzaine de mètres de long et est complètement envasé. La commune de Chocques a envisagé de le curer, mais sa longueur et son envasement le rende dangereux d'accès pour les employés municipaux.

Les eaux de ruissellement de la RN43 se jettent dans la Calonnette.

A l'amont de la RN43, l'ancienne décharge a été comblée et surélevée, il y a une dizaine d'années, ainsi que les friches sur la rive opposée à Air Liquide à l'amont de la voie ferrée.

Aménagements : projets et propositions

Il est prévu au Contrat de Rivière de rehausser les berges de la Clarence et de mettre des palplanches.

M. le Maire propose son curage en plus de ces mesures (puisque le dernier curage remonte à 1943).

La commune de Chocques est propriétaire des friches à l'amont de la voie ferrée et de la zone entre la voie ferrée et la nationale ; elle suggère d'y mettre des bassins de rétention. La première est surélevée et nécessiterait un terrassement, la seconde est régulièrement inondée en rive droite de la Calonnette.

Mairie de GONNEHEM, mardi 4 février, 14h

Dysfonctionnements

Les inondations de Gonnehem ont eu lieu par rupture des digues de la Clarence à l'aval de Chocques et par surverse par-dessus le pont de l'Abbaye. La Clarence étant surélevée par rapport au lit majeur, l'eau qui s'en écoule ne revient pas dans la Clarence, elle traverse les habitations et rejoint des fossés à l'ouest.

Description du réseau

La Clarence est endiguée depuis la sortie de Chocques pratiquement jusqu'au canal.

Elle arrive au pont de l'Abbaye qui est en-dessous des digues (environ 80 cm), puis rejoint la commune où un pont permet à la RD181 de la franchir au niveau des digues. Elle poursuit son cours jusqu'au canal qu'elle traverse en siphon (4 siphons de 2 m de diamètre).

Aménagements : projets et propositions

Une partie des digues de la Clarence ont été rénovées en 2002 dans l'urgence aux abords de l'école par la communauté de communes Artois-Lys, et plus à l'amont, suite à la rupture d'août 2002, par la commune de Gonnehem et des agriculteurs.

Le reste des digues serait à rénover pour éviter de nouvelles ruptures dues à des brèches ou à des trous de rongeurs.

La commune de Gonnehem propose d'aménager des bassins de rétention sous la forme de casiers de débordement en mettant en place une deuxième série de digues dans le lit majeur. Les exploitants riverains sont intéressés et d'accord pour céder du terrain.

ANNEXE 2 : CARTE DE SITUATION DU BASSIN VERSANT

ANNEXE 3 : PRESENTATION DU LOGICIEL CARIMA

Le logiciel CARIMA/SOGREAH distribué par le LHF (CALcul de Rivières MAillées) permet de modéliser les écoulements dans les cours d'eau. Les calculs sont menés en régime transitoire (avec introduction d'un hydrogramme à l'amont).

La description d'un système hydrographique complet est possible, avec différents apports par des affluents ou prise en compte de plusieurs bras de rivière, divers cours d'eau confluents reliés à la rivière principale soit par une confluence naturelle soit par des ouvrages. CARIMA prend en compte aussi bien les défluences que les confluences (réseaux dendritiques).

Le logiciel simule les fonctionnements unidimensionnels en utilisant les équations complètes de Barré de Saint Venant. Il modélise également des effets pseudo-bidimensionnels (équations simplifiées, sans terme d'inertie) ; ce qui offre la possibilité de représenter le débordement (ou le ressuyage) du ou des lits majeurs. On tient ainsi compte, notamment de la fonction d'expansion et d'écrêtement des crues du lit majeur.

Les équations sont résolues en régime transitoire et fluvial selon la méthode implicite de Preissmann.

Equations utilisées

Les équations classiques de l'écoulement unidimensionnel à surface libre formulées par Barré de Saint Venant sont :

► l'équation de continuité

$$\frac{1}{B} \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial t} = 0$$

► l'équation dynamique

$$\frac{\partial Q}{\partial t} - \frac{QB}{A} \frac{\partial y}{\partial t} + \frac{\gamma B Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\gamma B Q^2}{A^2} \frac{\partial A}{\partial x} + gA \frac{\partial y}{\partial x} + gAS_f = 0$$

où x est la distance longitudinale,

t est le temps,

y(x,t) est la cote du plan d'eau,

V(x,t) la vitesse moyenne dans le profil en travers,

Q(x,t) le débit,

B(x,y,t) la largeur du chenal au plan d'eau,

A la section mouillée,

g l'accélération due à la pesanteur,

- β le coefficient de quantité de mouvement (coefficient de Boussinesq),
- γ le coefficient de perte de charge par convergence/divergence,
- S_f la perte de charge linéaire par frottement (pente de frottement).

Principaux choix de modélisation

La rivière et son champ d'inondation sont représentés par un ensemble de points de calcul reliés par des tronçons constituant un maillage soumis à trois régimes de base:

- ▶ écoulement unidimensionnel suivant le ou les lits mineur de la rivière. Les points 1-D correspondants sont reliés par des tronçons dit 1-D où l'on tient compte des termes d'inertie (en DU/Dt). Ces points peuvent être des profils de rivière, ou des ouvrages qu'il est possible de décrire en charge
- ▶ écoulement dans le champ d'inondation représenté par des liaisons dites 2D régies par des équations simplifiées (sans terme d'inertie). L'écoulement entre deux points est supposé obéir à une loi de perte de charge par frottement (du type Manning Strickler) ou bien à une loi d'ouvrage. Les points correspondants sont des casiers ou zones de stockage définies par des lois hauteur-surface, des points dit 2D-simples (qui ne sont pas des points physiques mais plutôt des entités topologiques)
- ▶ les points singuliers, comme les seuils, vannes... sont modélisés par les pertes de charge qu'ils engendrent au niveau d'un tronçon (1-D ou 2-D). Il est également possible de définir des consignes de débit pour modéliser barrages et pompes. La liste des singularités disponibles dans CARIMA est détaillée ci-après.

L'état hydraulique est décrit par la donnée des variables :

- ▶ niveau de la surface libre en chaque point du maillage unidimensionnel $Y(t)$
- ▶ débit en chaque point de calcul $Q(t)$
- ▶ débit pour chaque tronçon du champ d'inondation (par exemple entre casiers) $Q(t)$

Singularités

Les singularités suivantes sont prédéfinies dans CARIMA :

- ▶ orifices, sous formes de simples vannes, de clapet anti-retour,
- ▶ déversoirs, seuils rectilignes ou inclinés, digues fusibles,
- ▶ poches de stockage,
- ▶ ouvrages régulateurs, vannes automatiques (fonction de régulation définie par l'utilisateur, vanne d'écart de niveau constant, vanne BIVAL pour laquelle le niveau de consigne est à l'aval), barrages à niveau imposé, tronçons de débit de

consigne ou tronçons d'écrêtement de débit, tronçons régulant le débit en fonction de cotes imposées,

- ▶ passage en siphon pour modéliser les éléments en conduites (tenant compte, notamment de pertes de charges linéaires),
- ▶ pertes de charges spécifiques à des tronçons de différents types (piles de pont...).

Validation

CARIMA est un logiciel de référence dans son domaine ; il a été utilisé et validé par ses créateurs sur un grand nombre de bassins hydrographiques, de rivières, de fleuves soumis à l'action de la marée, de deltas, de systèmes d'irrigation et de drainage avec des conditions hydrologiques très diverses.

Il a également été évalué de façon satisfaisante en 1993 par l'ASCE (American Society of Civil Engineers, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, vol 119), organisme indépendant, grâce à des essais de laboratoire sur différentes configurations de canaux et de vannes.

**ANNEXE4 : CARTES DE LUTTE CONTRE LE RUISSELLEMENT
ET L'EROSION**

**ANNEXE5 : RESULTATS D'ANALYSES ET ILLUSTRATIONS DE
LA PARTIE « DEPOLLUTION »**

REFERENCES POUR APPRECIER LA QUALITE DES SEDIMENTS

✓ Le tableau ci-après présente les **valeurs de référence** utilisées en l'absence de normes :

- SGAL, 1984 : référentiel adopté dans la charte des DIREN cité dans DIREN, 1997,
- AELB : valeurs de référence adoptées par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne,
- AEAP : valeurs de référence adoptées par l'Agence de l'Eau Artois-Picardie,
- AESN : valeurs de référence adoptées par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie,
- Babut, 1997 : seuils de la seconde classe de qualité des sédiments proposés dans le cadre d'une étude Inter-Agences de l'Eau. La classe 1 correspond à la plus basse concentration chronique fiable sans effet, affectée d'un facteur de sécurité, la classe 2 correspond à la plus basse concentration chronique fiable sans effet.

Éléments métalliques (mg/kg poids sec)	Valeur de référence pour des sédiments de bonne qualité (SGAL, 1984)	Concentrations de référence au niveau national (Minist. Env. 1993) Valeur de référence (AELB)	Valeur de référence (AEAP)	Valeur de référence (AESN)	Classe 1 de qualité des sédiments (Babut, 1997)	Classe 2 de qualité des sédiments (Babut, 1997)	arrêté du 8/01/98 valeurs sols	arrêté du 8/01/98 valeurs boues
Aluminium*								
Arsenic	15	-	3 à 5	5	< 0,7	< 7	-	
Cadmium	1	0,5	1 à 2	0,75	< 0,7	< 4,2	2	15**
Chrome	40	25	30 à 45	15	< 5,2	< 52	150	1000
Cuivre	30	20	15 à 25	12,5	< 1,9	< 19	100	1000
Fer	-	-	10000	7500	-	-	-	-
Manganèse	-	-	250	175	-	-	-	-
Mercure	0,2	0,1	0,14 à 0,2	0,1	< 0,13	< 0,7	1	10
Nickel	25	10	10	12,5	< 1,6	< 16	50	200
Plomb	40	20	40 à 150	30	< 4,1	< 41	100	800
Zinc	150	75	100 à 380	75	< 124	< 271	300	3000

* : il n'y a pas de valeur de référence pour l'aluminium, c'est en effet le troisième composant de l'écorce terrestre, le métal le plus abondant dans celle-ci. Sa teneur moyenne dans la croûte terrestre est de 81 300 g/T.

** : 10 mg/kg MS à compter du 1^{er} janvier 2004

✓ Le calcul de l'**indice de pollution** permet de définir un niveau de contamination du sédiment suivant le classement de référence au niveau national :

$$I = \text{Valeur mesurée} / \text{Valeur de référence}$$

Classes de qualité selon l'Agence de l'Eau Artois -Picardie :

Indice de pollution	Niveau de contamination
$1 < I < 2$	Absence de pollution
$2 < I < 4$	Pollution sensible
$4 < I < 8$	Pollution nette
$8 < I < 16$	Pollution importante
$I > 16$	Pollution très importante

ORIGINE DES METAUX

Le *cadmium* est utilisé en métallurgie dans de nombreux alliages avec le cuivre, le plomb, l'aluminium, l'argent et le nickel. Il est également utilisé dans l'industrie de traitement de surfaces, la fabrication des céramiques, l'industrie des colorants, l'industrie photographique et dans les réacteurs nucléaires.

Le *chrome* est un élément anormal de l'eau ; il provient habituellement du rejet d'eaux usées industrielles. A l'état pur, il est assez peu utilisé dans l'industrie, mis à part la fabrication des aciers spéciaux. Ses dérivés sont en revanche très utilisés. Les eaux résiduaires de tanneries peuvent contenir de fortes quantités de chrome.

Le *cuivre* ne se trouve naturellement dans les eaux de surface qu'à de très faibles concentrations. Sa présence en quantité non négligeable est due essentiellement à des rejets d'eaux usées. Le cuivre métallique est utilisé dans tous les domaines de l'électricité, pour des appareils de chauffage et dans de nombreux alliages. Les sels de cuivre sont utilisés dans l'industrie textile, les tanneries, l'industrie photographique, les traitements de surface, la céramique, les insecticides ...

Le *fer* contenu dans les eaux superficielles peut avoir une origine tellurique, mais le plus souvent il provient du lessivage des terrains et de pollutions minières ou métallurgiques.

Le *manganèse* n'existe pas à l'état libre dans la nature ; par contre, ses sels sont très communs et très largement répandus. Les roches comme le granite en contiennent. Le métal et ses sels sont utilisés en métallurgies, pour les batteries dites sèches, en verrerie et céramique, en peinture et vernis, encres et teintures, allumettes et dans l'agriculture.

Le *mercure* compte parmi les éléments rares de l'écorce terrestre. Il existe dans la nature à l'état natif sous forme de gouttelettes de mercure pur disséminées dans le minerai. L'érosion des roches explique sa présence naturelle dans les eaux de surface. Toutefois, cette teneur reste très faible. Il peut avoir également des origines industrielles.

Suivant les teneurs en *plomb* des minerais contenus dans le sol, les eaux de surface contiennent naturellement du plomb. Néanmoins, la présence de plomb dans les eaux est due généralement à des rejets d'eaux usées ou à l'action de l'eau sur les canalisations en plomb. Ces eaux usées proviennent des industries d'extraction et de traitement de plomb, des fabriques de poudre et d'explosifs, des fabriques de colorants...

Le *sélénium* peut être présent en quantités relativement importantes dans le sol de certaines régions et alors apparaître dans les eaux superficielles après lessivage du terrain. C'est par sa présence éventuelle dans la nourriture qu'il est le plus fréquemment ingéré par l'homme pour lequel il présente un effet toxique élevé. D'un point de vue industriel, on le trouve dans les fabriques de peinture, de colorants, de verres. Il est également utilisé comme composant dans l'industrie des semi-conducteurs, des cellules photoélectriques, des alliages et dans certains insecticides.

Le *zinc* en règle générale n'est présent qu'en très petite quantité dans les eaux de surface. On le trouve à l'état naturel dans certaines roches et minerais dont il est extrait. L'industrie utilise ce métal dans des domaines aussi divers que : la galvanisation, les alliages, les déplacements des métaux précieux, l'imprimerie, la teinture... Les sels de zinc sont également largement utilisés.