

INSTITUTION INTERDEPARTEMENTALE  
NORD – PAS-DE-CALAIS  
POUR L'AMENAGEMENT DE LA VALLEE  
DE LA SENSEE

---

Etude de faisabilité de la baisse du  
niveau d'eau du canal de la Scarpe  
amont en vue de prévenir et de gérer  
les inondations du Douaisis

**Rapport de phase 3 : Propositions de  
scénarios d'aménagement**

**Rapport provisoire**

01633914 | janvier 2015 | v1







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 : BST  
Responsable d'affaire : VVL  
N°affaire : 01633914  
Fichier : 33914-scarpe-baisse-phase3-v1.docx

Version	Date	Etabli par	Vérfié par	Nb pages	Observations / Visa
1	02/02/2014	VVL	MCM	24	Première édition

## TABLE DES MATIÈRES

1	RAPPEL DES CONCLUSIONS DE LA PHASE 2 .....	2
2	RAPPEL DES OBJECTIFS DE LA PHASE 3 .....	3
3	ECHANGES AVEC VNF .....	4
3.1	Réunion à l'UTI Deûle-Scarpe .....	4
3.2	Précisions apportées par VNF lors de la réunion du 17 décembre 2014 .....	4
3.2.1	Contraintes sur la gestion des niveaux d'eau liées à la prolifération des algues et plantes aquatiques.....	4
3.2.2	Gestion des vannes de dérivation.....	5
3.2.3	Astreinte et supervision.....	5
3.2.4	Modernisation en cours des équipements .....	5
3.3	Régulation actuelle.....	6
4	VISITE DES SITES .....	7
5	REGULATION PROPOSEE PAR HYDRATEC .....	9
5.1	Principe de la limitation de débit en aval d'Athies .....	9
5.2	Cas particulier du bief de Biache.....	10
5.3	Cas particulier du bief de Brebières basse tenue.....	11
5.4	Autres biefs .....	12
5.4.1	Bief de Fampoux.....	12
5.4.2	Bief de Vitry .....	13
5.4.3	Bief de Brebières Haute Tenue.....	14
5.4.4	Bief de Corbehem.....	15
5.5	Volume de stockage obtenu.....	16
6	EQUIPEMENTS NECESSAIRES A LA NOUVELLE REGULATION PROPOSEE.....	17
6.1	Instrumentation complémentaire et travaux sur site.....	17
6.2	Supervision .....	17
6.3	Télésurveillance .....	18
6.4	Récapitulatif du coût d'investissement .....	18
6.5	Simulation des coûts annuels de maintenance .....	18
7	MOYENS D'EXPLOITATION NECESSAIRES A LA NOUVELLE REGULATION PROPOSEE .....	20
7.1	Besoins supplémentaires de personnel en astreinte et en veille.....	20
7.2	Chiffrage des coûts d'exploitation liés à la nouvelle régulation .....	21
7.2.1	Charge de personnel .....	21
7.2.2	Frais de fonctionnement .....	22
8	SYNTHESE DES COUTS .....	23
9	PROTOCOLE DE FONCTIONNEMENT .....	24

# 1 RAPPEL DES CONCLUSIONS DE LA PHASE 2

La génération et la propagation relativement rapides des crues fortes de la Scarpe canalisée ainsi que l'existence en aval d'apports plutôt de type urbain arrivant peu de temps après la pluie dans le canal, empêchent de disposer de temps pour prévoir l'importance de la crue et réaliser une vidange partielle anticipée des biefs. En effet, en supposant malgré tout que la prévision soit réalisable, les simulations hydrauliques de phase 2 ont démontré que le déclenchement d'un abaissement préventif des biefs suite à un évènement pluvieux génèrerait une importante augmentation de débit en aval contradictoire avec l'objectif de diminution du risque inondation.

La phase 2 de l'étude retient donc une autre solution qui consisterait à limiter le débit transitant à aval d'Athies en cas de forte crue, de période de retour supérieure à 10ans. Ce scénario permet de ralentir la crue avant son arrivée dans Douai, de diminuer de l'ordre de  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  le débit maximal et de diminuer la cote d'eau de 8 cm au niveau du bief des 4 canaux. Cette gestion ne provoque ni débordement, ni dépassement des PHEN au passage de la crue de référence de juillet 2005, mais elle permet de stocker de l'ordre de  $35\,000 \text{ m}^3$ .

## 2 RAPPEL DES OBJECTIFS DE LA PHASE 3

L'objet de cette phase est de déterminer sur la base d'une analyse de l'existant, les moyens opérationnels nécessaires et les protocoles à mettre en œuvre afin de détecter la crise, de l'anticiper en activant la baisse du niveau du canal et de la gérer de manière dynamique en veillant tout particulièrement à ne pas transférer le risque vers d'autres secteurs.

A partir de l'analyse des conditions d'apparition d'une crise, du bilan de la gestion de l'évènement de juillet 2005 et de l'état des lieux du potentiel et du matériel actuel, il s'agit de proposer les moyens opérationnels à mobiliser et les protocoles à suivre pour détecter la crise et alerter, pour anticiper la crise, pour gérer dynamiquement la crise et la sortie de crise.

Concrètement il s'agit de :

- proposer une instrumentation adéquate de prise de niveau, en précisant leur nature, positionnement, coût d'investissement et de fonctionnement...
- déterminer les investissements à prévoir : besoins en informatique et les moyens de pilotage centralisé, commandes à distance nécessaires à la réactivité, etc.
- définir l'organisation globale à mettre en place et les nouvelles missions définies,
- déterminer les moyens humains nécessaires et les coûts de fonctionnement.

## **3 ECHANGES AVEC VNF**

### **3.1 REUNION A L'UTI DEULE-SCARPE**

Le 17 décembre 2014 l'équipe en charge de la phase 3, composée d'un ingénieur hydraulicien et d'un ingénieur électro-mécanicien, s'est rendue à l'UTI Deule-Scarpe pour présenter à VNF le scénario de gestion envisagé pour limiter les débits en aval d'Athies et avoir un échange technique sur le sujet, et également pour avoir des éléments sur les équipements en place et sur l'organisation actuelle de VNF pour la gestion du niveau des biefs.

Hydratec a tout d'abord présenté le principe de scénario qui consiste à limiter l'abaissement des clapets à une position prédéterminée sur chaque ouvrage en aval d'Athies, de l'écluse de Fampoux à l'écluse de Couteaux. Ce « bridage des clapets » permettrait en effet un surstockage d'eau dans les biefs et par conséquent un écrêtement de la crue. En cas de montée d'eau trop importante dans un bief le clapet correspondant serait « débridé » avec à nouveau un abaissement progressif du clapet sur consigne de niveau local amont à ne pas dépasser. Il s'agit donc de mettre en place une nouvelle régulation plus complexe que l'actuelle, qui est une régulation classique de niveau d'eau sur consigne de niveau amont, obtenue par ouverture/fermeture du clapet en fonction de l'écart à la consigne.

### **3.2 PRECISIONS APPORTEES PAR VNF LORS DE LA REUNION DU 17 DECEMBRE 2014**

#### **3.2.1 Contraintes sur la gestion des niveaux d'eau liées à la prolifération des algues et plantes aquatiques**

VNF a particulièrement souligné l'effet des plantes aquatiques et du faucardage sur les niveaux constatés des biefs. Du fait du très faible trafic fluvial à l'heure actuelle, le développement des plantes et algues n'est plus limité par le passage des bateaux ce qui impacte considérablement les niveaux pendant la période allant du mois d'avril à début novembre.

Deux campagnes de faucardage sont en général déclenchées chaque année :

- une première campagne début juin,
- une seconde campagne à partir de mi-août.

Les deux biefs les plus particulièrement affectés apparaissent comme étant ceux de Fampoux-Biache et de Biache-Vitry. Pour éviter les risques de débordements dans ces biefs VNF est amené à baisser la cote de consigne puis à la remonter après faucardage. L'amplitude de ces baisses peut atteindre jusqu'à 40 cm. Pour éviter alors les problèmes de tirants d'eau en cas de chargement à quai, VNF remonte provisoirement la consigne.

### 3.2.2 Gestion des vannes de dérivation

Ces vannes ne sont pas ouvertes en crues et la gestion des niveaux est entièrement réalisée à l'aide des clapets. Seules quelques vannes sont légèrement entrouvertes et laissées en position fixe pour éviter des accumulations d'algues en amont des ouvrages.

### 3.2.3 Astreinte et supervision

VNF estime à juste titre que le scénario proposé nécessite une supervision du fonctionnement du tronçon Athies-Corbehem. En effet, il faudra en cas de crues être capable de vérifier en temps réel le bon fonctionnement de la régulation. Au vu des enjeux et notamment du risque de débordement en amont du bief si le clapet n'était pas correctement rouvert une fois la consigne de « débridage » atteinte, VNF estime également qu'une vidéosurveillance serait nécessaire.

Sur le plan de l'organisation de l'astreinte VNF indique qu'actuellement, ses moyens ne sont pas dimensionnés pour gérer les dysfonctionnements éventuels de la nouvelle régulation envisagée. En effet actuellement la surveillance courante et l'astreinte sont organisées ainsi :

- pas de présence continue sur site,
- intervention sur alarme des agents itinérants en poste ou d'astreinte,
- si défaut réglé par acquittement simple l'agent d'exploitation gère le dysfonctionnement sinon il fait appel au technicien spécialisé en maintenance qui est d'astreinte. Le déplacement sur site d'un agent d'astreinte prend 20 à 30mn environ, sauf intempéries.

1 agent d'exploitation est d'astreinte sur le secteur St Nicolas-Vitry et 2 agents d'exploitation sont d'astreinte de Brebières Haute Tenue à Couteaux.

Par ailleurs VNF n'a pas de local technique sur le site de Fampoux.

### 3.2.4 Modernisation en cours des équipements

La modernisation en cours des équipements électromécaniques et des automatismes est réalisée progressivement par l'UTI en régie. Elle a été faite sur Brebières Haute Tenue. Elle est en cours sur Brebières Basse Tenue et sur Biache. Elle est prévue à terme à Couteaux et Vitry. Des travaux d'améliorations sont également prévus à Corbehem (système de surveillance, capteur).

La liste indicative des travaux de modernisation engagés par VNF est la suivante (exemple de Vitry) :

- Le changement de la sonde de mesure de niveau amont et de son câble.
- La pose d'une sonde de mesure de niveau à l'aval et de son câble.
- Les raccordements entre le câble de sonde et le câble allant à l'armoire se fera dans une boîte de dérivation.
- Le matériel de mesure de niveau reprendra le principe de l'existant, transmetteur de niveau ultrasonique +transducteur fréquence 744khz et devra être compatible avec le matériel existant:
  - o tension d'alimentation 12 à 30 VCC
  - o température ambiante -20 à +50 °c
  - o plage de mesure de 0,3m à 15m
  - o mémoire RAM statique 1MO, mémoire flash EPROM 512KB
  - o affichage à cristaux liquide
  - o sortie 4...20mA

- communication RS 232 (Modbus RTU m ASCII), RS485
  - la programmation se fera par programmeur séparé ou par logiciel Dolphin plus
- Tous les nouveaux transmetteurs de niveau ultrasonique devront être posés à l'intérieur des armoires montage type « rack ».
- La confection et la pose de support de sonde, en acier galvanisé pour l'aval
- La fixation des différents supports et carters se fera par chevilles mécaniques.
- Le remplacement des transmetteurs d'alarme actuel par du matériel compatible Softool équipés de :
  - boîtier CPU 7 emplacements pour cartes communication et entrées/sorties
  - fonction serveur et report d'alarme
  - carte Modem TRC
  - carte Ethernet
  - batterie 12vcc 12AH
  - parafoudre BT 230v
  - parafoudre PSTN RTC
  - câble USB
  - carte RS 485
  - carte analogique 4AI

Ils serviront aussi de télécontrôle.

- Le mode de communication sera l'Ethernet entre le télécontrôle, l'écran tactile, le routeur et l'automate, ce qui obligera le changement de l'automate par un modèle compatible techniquement.
- L'API devra être programmable par le logiciel PL7 pro version 4.5 utilisé par le SN Nord Pas de Calais.
- L'équipement des automates avec des cartes Ethernet, 4/20ma (toutes les entrées analogiques devront être raccordées à l'automate) et des câbles nécessaires pour le fonctionnement avec les télécontrôles et les transmetteurs ultrasoniques des sondes.
- Cet équipement devra comprendre un routeur ADSL qui fera fonction de « switch »:
  - fixation sur rail din
  - protection IP20
  - alimentation de 10 à 60VDC isolation complète

### 3.3 REGULATION ACTUELLE

Les mesures de niveaux sont retransmises par liaison téléphonique ou radio.

L'information récupérée sur la position du clapet est le pourcentage d'ouverture.

La régulation comprend une zone morte de +2/-2cm par rapport à la cote de consigne. L'analyse des variations de niveaux montre que la régulation en place est très fine est permet de gérer les niveaux de manière très précise.

## 4 VISITE DES SITES

Après ce premier échange avec VNF la journée a été consacrée à la visite des sites et des écluses concernées, avec un accent particulier sur les aspects électro-mécaniques et automatismes. Les sites visités ont été les suivants :



*photo 1 Site de Corbehem*



*photo 2 Site de Brébières Basse Tenue*



*photo 3 Site de Biache*



*photo 4 Site de Fampoux*

## 5 REGULATION PROPOSEE PAR HYDRATEC

### 5.1 PRINCIPE DE LA LIMITATION DE DEBIT EN AVAL D'ATHIES

La détermination des débits maxima pouvant transiter dans les biefs via les clapets des écluses a montré que c'est l'écluse d'Athies qui avait la capacité la plus faible. Le débit maximal calculé au niveau NNN avec le clapet complètement abaissé donne un débit de 16,4 m<sup>3</sup>/s.

<b>Ecluse</b>	Cote NNN pratiquée (m NGF)	Cote basse du clapet totalement abaissé (m IGN69)	Largeur (m)	Hmax (m)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)
St-Nicolas	<b>55.02</b>				
St-Laurent	<b>53.21</b>	<b>51.53</b>	6.4	1.68	24.7
Athies	<b>50.85</b>	<b>49.32</b>	4.9	1.53	16.4
Fampoux	<b>48.99</b>	<b>47.55</b>	5.9	1.44	18.1
Biache	<b>46.28</b>	<b>44.43</b>	5.02	1.85	22.4
Vitry	<b>43.69</b>	<b>42.16</b>	5.7	1.53	19.1
Brebières HT	<b>41.01</b>	<b>39.25</b>	5.8	1.76	24.0
Brebières BT	<b>36.67</b>	<b>34.31</b>	5.2	2.36	33.4
Corbehem	<b>32.93</b>	<b>30.69</b>	5.15	2.24	30.6
Couteaux	<b>29.94</b>	<b>28.44</b>	5.41	1.5	17.6

L'idée est donc de maintenir les clapets situés en aval pour ne faire passer que ce débit, le sur-débit se stockant naturellement au-dessus du NNN. La différence entre le niveau du clapet ainsi régulé et le niveau du clapet abaissé serait très variable suivant le bief considérée.

<b>Ecluse</b>	Cote de régulation du clapet pour 16,4 m <sup>3</sup> /s (m IGN69)	Cote du clapet totalement abaissé (m IGN69)	Hauteur du clapet régulé/position du clapet totalement abaissé
Fampoux	<b>47.64</b>	<b>47.55</b>	<b>0.09</b>
Biache	<b>44.78</b>	<b>44.43</b>	<b>0.35</b>
Vitry	<b>42.31</b>	<b>42.16</b>	<b>0.15</b>
Brebières HT	<b>39.64</b>	<b>39.25</b>	<b>0.39</b>
Brebières BT	<b>35.2</b>	<b>34.31</b>	<b>0.89</b>
Corbehem	<b>31.45</b>	<b>30.69</b>	<b>0.76</b>

On voit que ce seraient les clapets de Biache, Brebières HT et BT et Corbehem qui seraient à maintenir relativement haut (dont surtout Brebières BT et Corbehem), alors que le maintien des clapets en position relevée serait moins conséquent à Fampoux, Vitry et Couteaux.

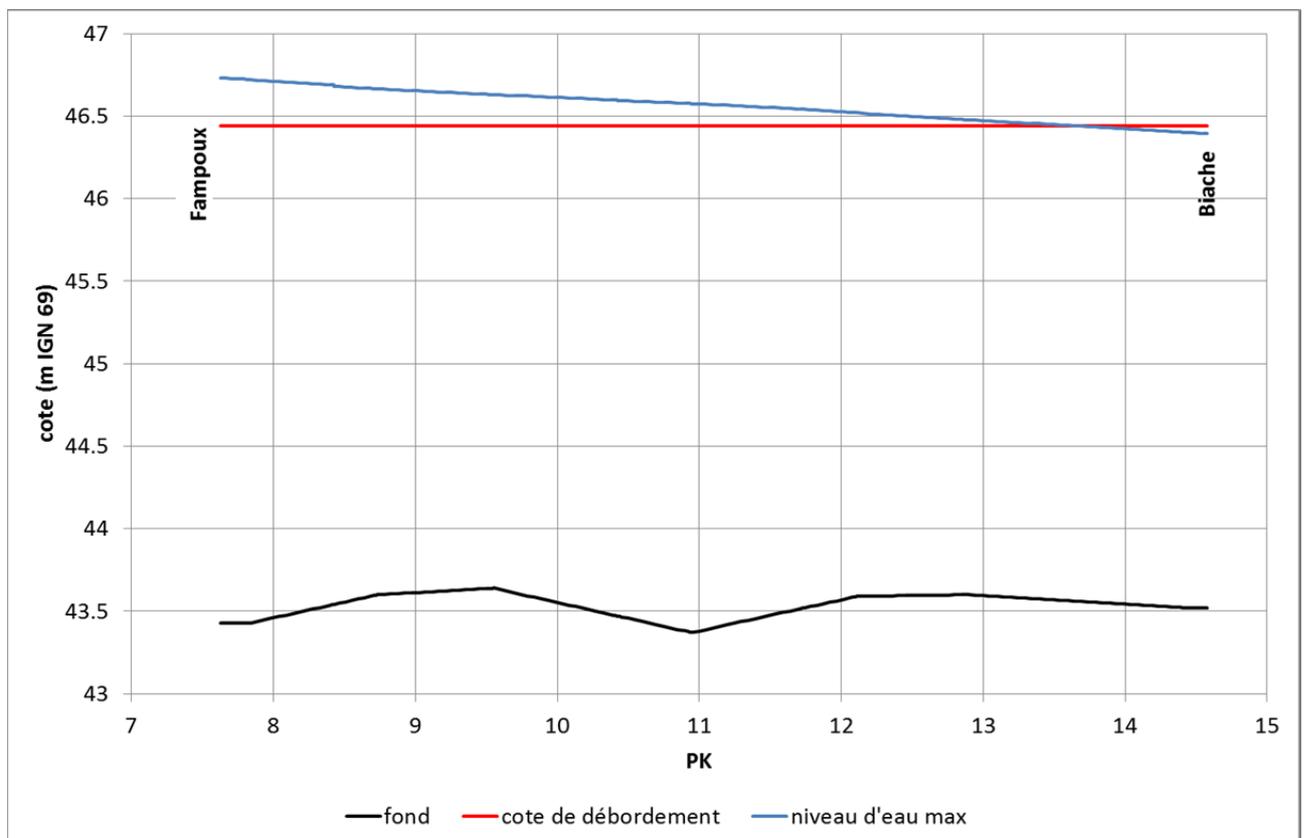
Cependant le volume d'eau stocké est également corrélé à la longueur du bief. C'est pourquoi la régulation sur le bief de Brebières BT, bien que le clapet soit très relevé, stockera relativement peu d'eau du fait de sa faible longueur.

## 5.2 CAS PARTICULIER DU BIEF DE BIACHE

Le bief de Biache pose des contraintes très élevées :

- Il est déjà tenu à un NNN pratiqué supérieur de 8cm au NNN théorique (46.28m NGF pour 46.20m NGF),
- Les niveaux caractéristiques et d'alarme sont très proches du NNN pratiqué :
  - o Alarme niveau haut égal à NNN pratiqué + 4 cm
  - o Niveau haut de gestion égal à NNN pratiqué + 7 cm
  - o PHEN égal à NNN pratiqué + 12 cm
  - o Cote de débordement égale à NNN pratiqué + 16 cm
- Les chambres de vérin de l'écluse sont juste au-dessus du NNN pratiquées,
- Des écarts de niveau importants entre l'amont et l'aval sont régulièrement constatés dès que les algues et plantes aquatiques se développent, ce qui oblige chaque année à tenir la consigne le plus souvent plus basse que souhaitée.

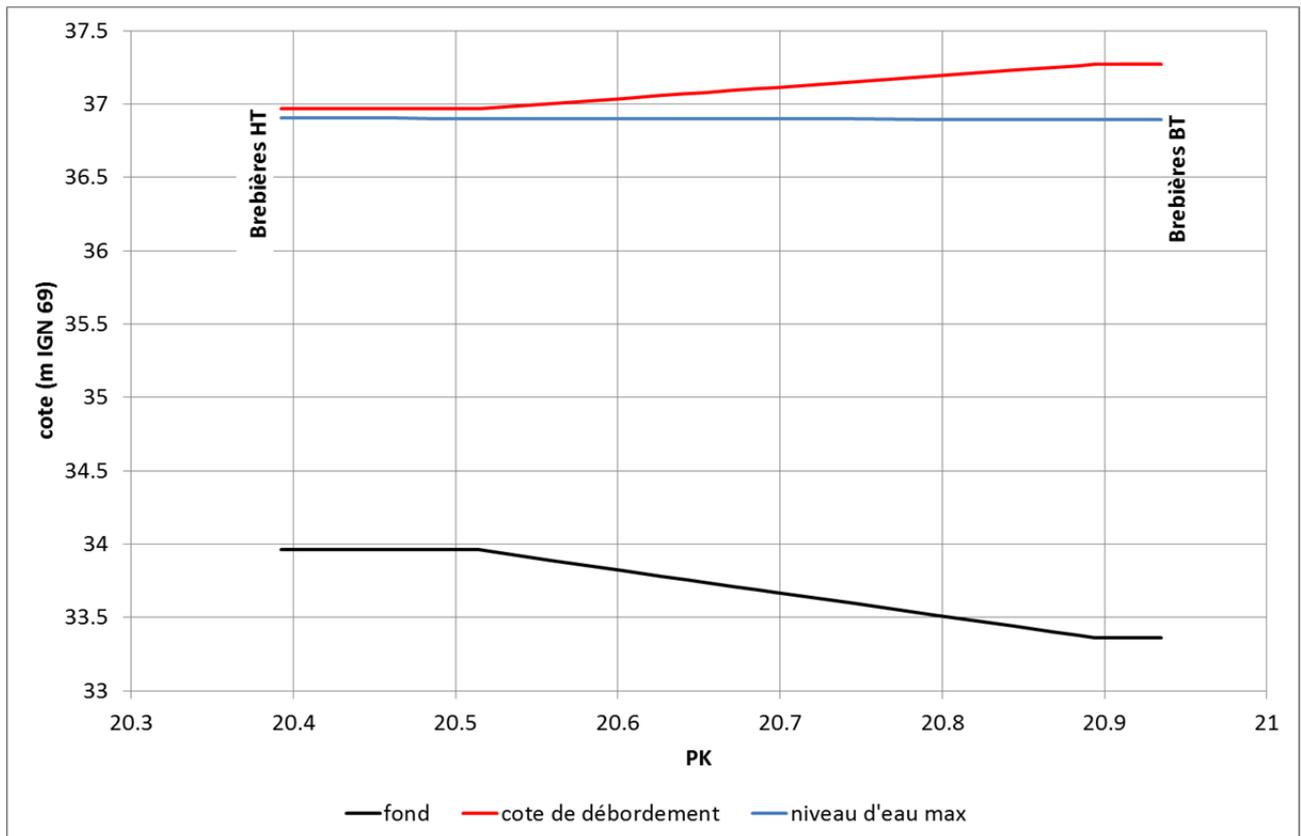
Les calculs de ligne d'eau de la phase 2 donnent le profil en long suivant (niveaux maximum au passage de la crue type juillet 2005) :



On s'aperçoit que sur ce bief la régulation ne peut être adoptée faute de produire des débordements importants sur la quasi-totalité de la longueur du bief. Le bief de Biache sera donc exclu de l'aménagement de régulation proposé mais intégré au dispositif de supervision et de video-surveillance.

### 5.3 CAS PARTICULIER DU BIEF DE BREBIERES BASSE TENUE

Les calculs de ligne d'eau de la phase 2 donnent le profil en long suivant (niveaux maximum au passage de la crue type juillet 2005) :



Le niveau d'eau en régulation atteindrait la cote 36.91 m NGF environ soit à peine 6 cm sous la cote de débordement. Ce niveau est supérieur à l'alarme actuelle de niveau haut (36.82 m NGF) et au niveau haut de gestion (36.87 m NGF).

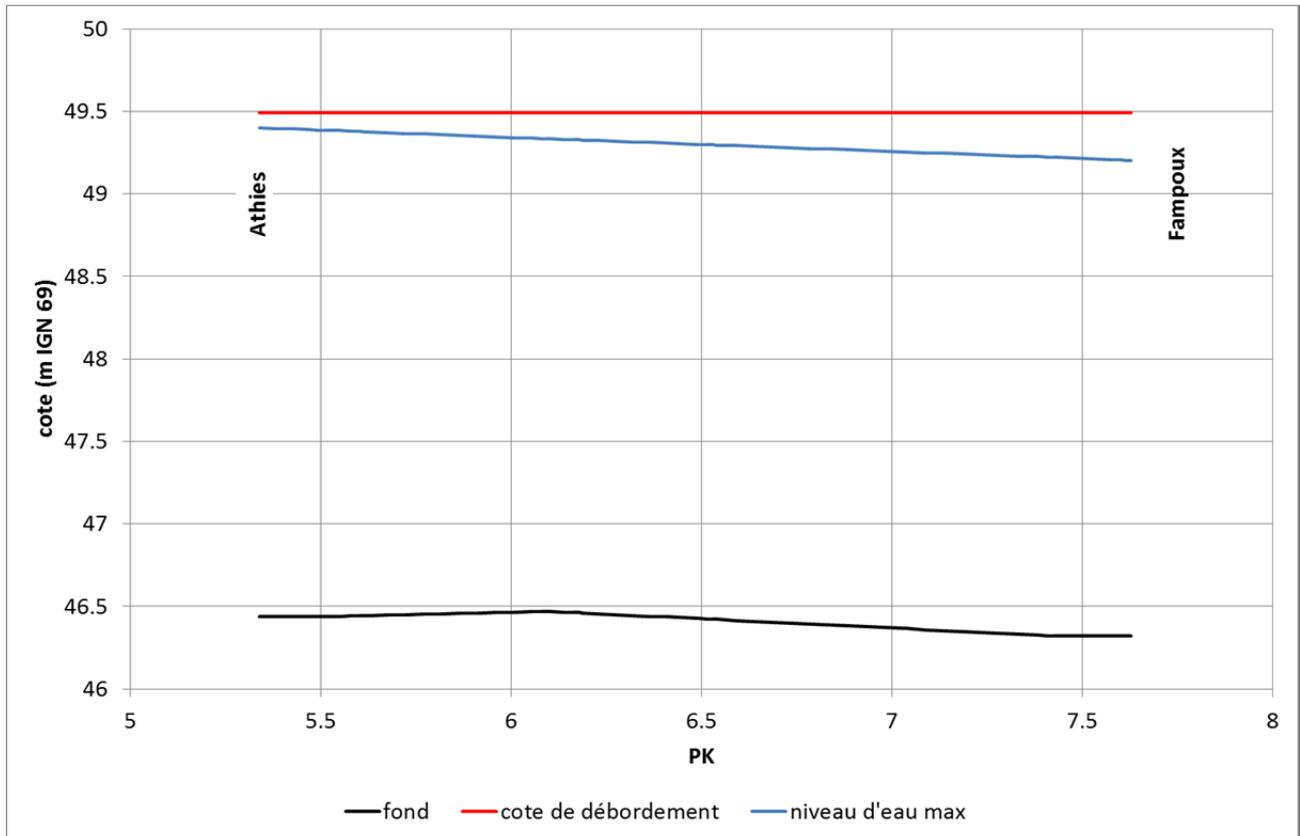
Par ailleurs du fait de sa courte longueur, ce bief n'amène que peu de stockage d'eau.

Pour ces deux raisons nous suggérons également de ne pas l'inclure dans le dispositif de régulation proposé mais cependant de l'intégrer au dispositif de supervision et de vidéo-surveillance.

## 5.4 AUTRES BIEFS

### 5.4.1 Bief de Fampoux

Les calculs de ligne d'eau de la phase 2 donnent le profil en long suivant (niveaux maximum au passage de la crue type juillet 2005) :

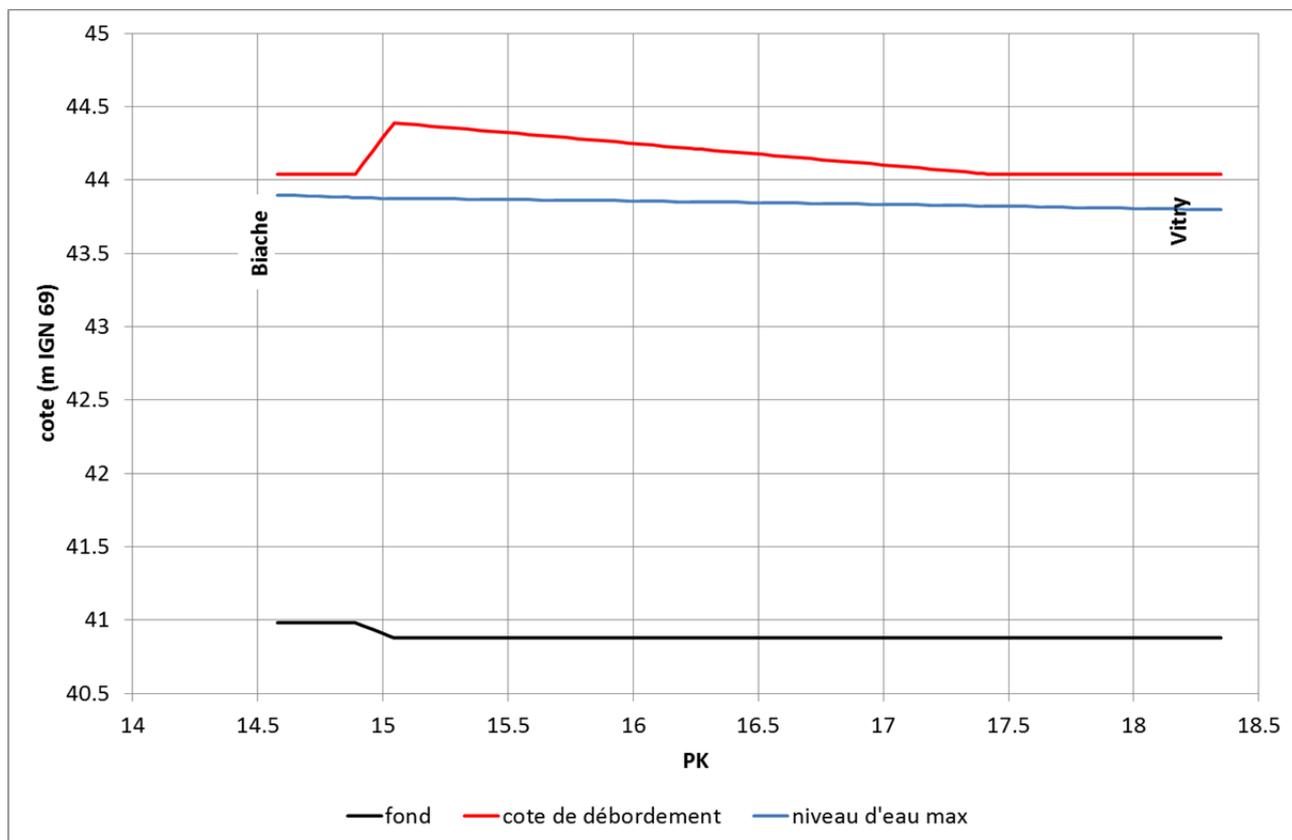


Le niveau d'eau en régulation atteindrait la cote 49.40 m NGF environ soit 9 cm sous la cote de débordement. Ce niveau est proche du niveau des PHEN (49.39 m NGF).

Le dépassement de ce niveau de 49.40m NGF mesuré en aval de l'écluse de Athies devra conduire au débridage du clapet de Fampoux. Le débridage aurait donc lieu juste après le passage en mode 2 de fonctionnement de la gestion hydraulique, alors que la cellule de gestion hydraulique de VNF aura déjà été alertée et qu'une cellule de crise interne au service aura si besoin été mise en place, ce qui est plus tardif que pour les autres biefs concernés (cf. 5.4.2 à 5.4.4). Rappelons toutefois que ce clapet n'est que légèrement bridé (arrêt du clapet régulé à +9cm au-dessus du radier).

## 5.4.2 Bief de Vitry

Les calculs de ligne d'eau de la phase 2 donnent le profil en long suivant (niveaux maximum au passage de la crue type juillet 2005) :

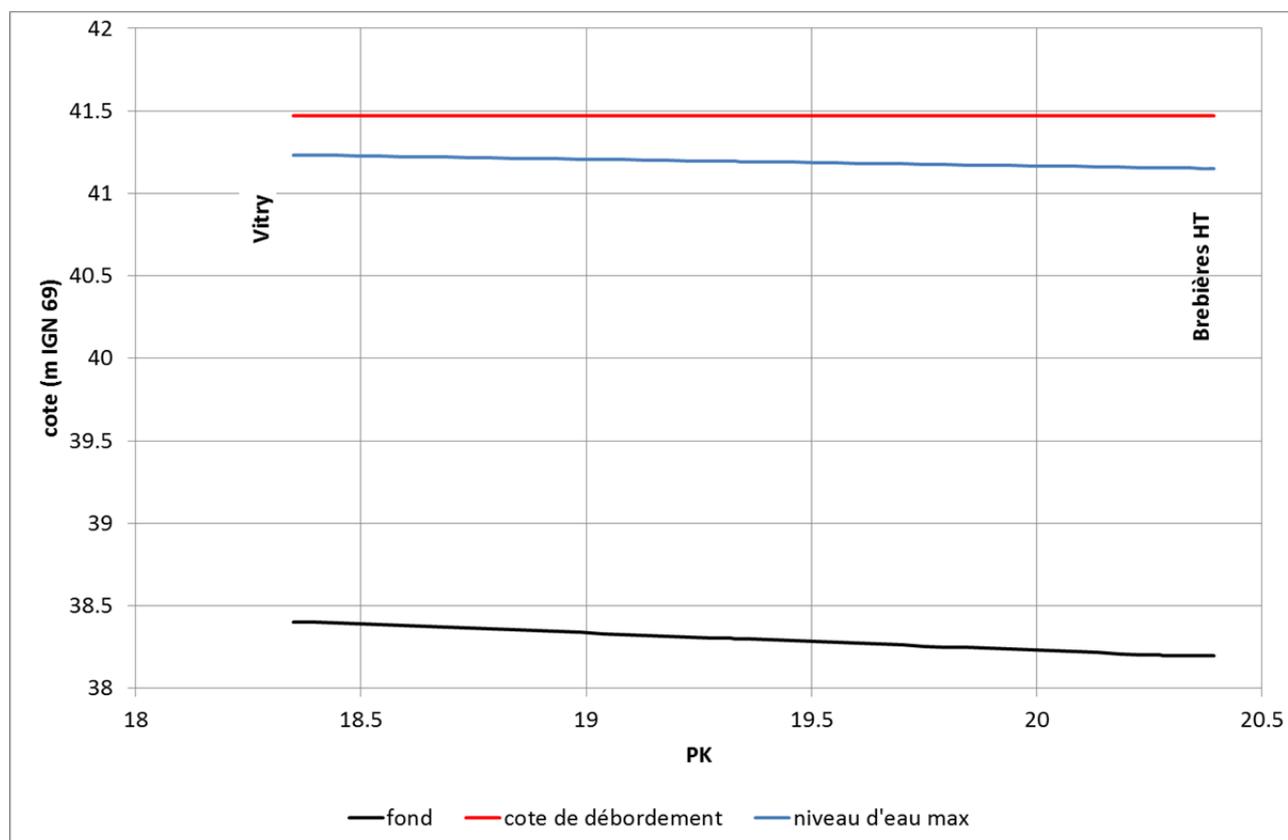


Le niveau d'eau en régulation atteindrait la cote 43.90 m NGF environ soit 14 cm sous la cote de débordement. Ce niveau est très légèrement supérieur à l'alarme niveau haut actuelle (43.89 m NGF) mais légèrement inférieur à l'alarme niveau haut de gestion (43.94m NGF) qui déclenche la crise de niveau 1.

Le dépassement d'un niveau mesuré en aval de l'écluse de Biache qui pourrait être calé entre le niveau haut de gestion à 43.94m NGF et les PHEN égales à 43.99m (à titre indicatif 43.97m NGF) devra conduire au débridage du clapet de Vitry. Le débridage aurait donc lieu en mode 1 de fonctionnement de la gestion hydraulique, alors que la cellule de gestion hydraulique de VNF aura déjà été alertée.

### 5.4.3 Bief de Brebières Haute Tenue

Les calculs de ligne d'eau de la phase 2 donnent le profil en long suivant (niveaux maximum au passage de la crue type juillet 2005) :

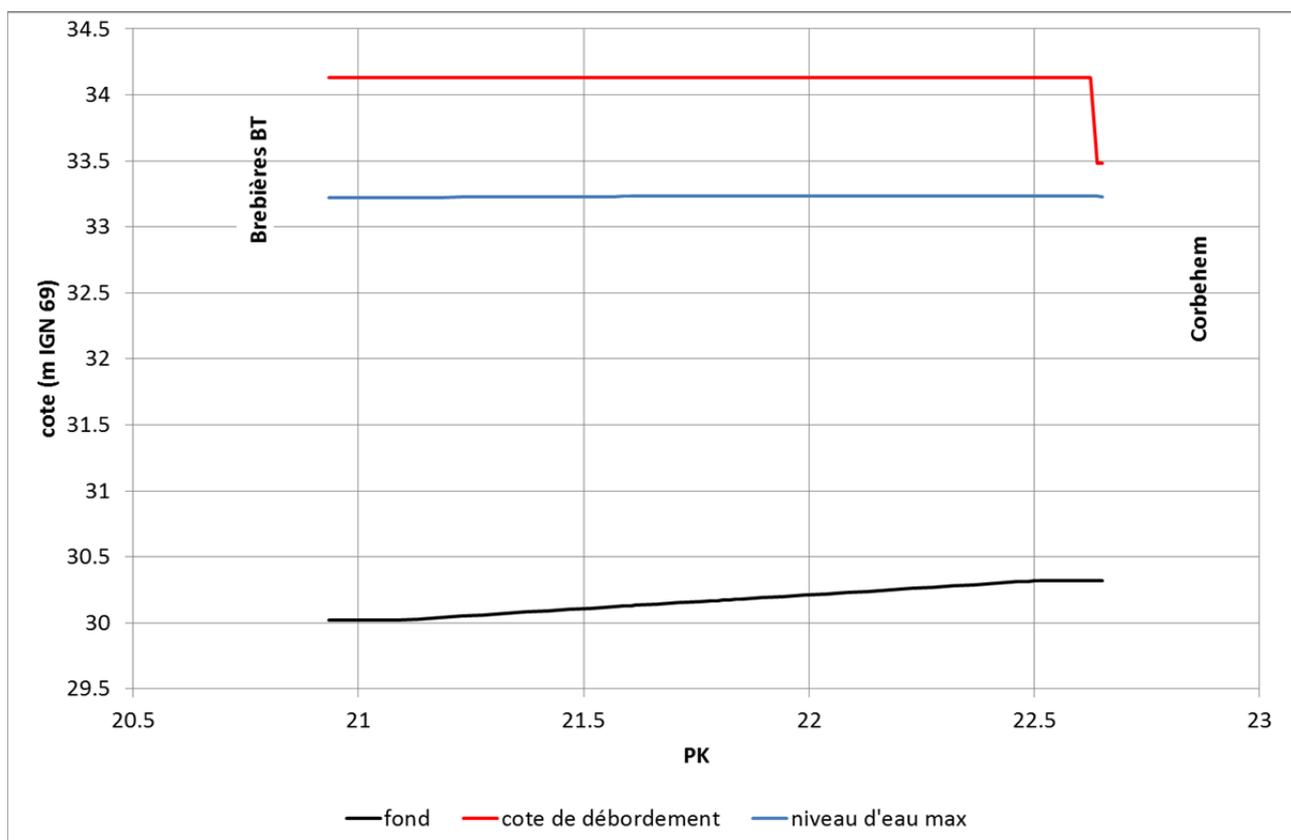


Le niveau d'eau en régulation atteindrait la cote 41.24 m NGF environ soit 22 cm sous la cote de débordement. Ce niveau est très légèrement supérieur à l'alarme niveau haut actuelle (41.21 m NGF) mais inférieur à l'alarme niveau haut de gestion (41.41m NGF) qui déclenche la crise de niveau 1.

Le dépassement d'un niveau mesuré en aval de l'écluse de Vitry qui pourrait être calé entre le niveau haut de gestion à 41.41m NGF et les PHEN égales à 41.51m (à titre indicatif 41.46m NGF) devra conduire au débridage du clapet de Brebières HT. Le débridage aurait donc lieu en mode 1 de fonctionnement de la gestion hydraulique, alors que la cellule de gestion hydraulique de VNF aura déjà été alertée.

#### 5.4.4 Bief de Corbehem

Les calculs de ligne d'eau de la phase 2 donnent le profil en long suivant (niveaux maximum au passage de la crue type juillet 2005) :



Le niveau d'eau en régulation atteindrait la cote 33.22 m NGF environ soit 26 cm sous la cote de débordement. Ce niveau est supérieur à l'alarme niveau haut actuelle (33.13 m NGF) mais inférieur au niveau haut de gestion (33.33m NGF).

Le dépassement d'un niveau mesuré juste en amont de l'écluse de Corbehem (car pour ce bief contrairement aux autres sites, le point bas de premier débordement est immédiatement en amont de l'écluse) qui pourrait être calé entre le niveau haut de gestion à 33.33m NGF et les PHEN égales à 33.43m (à titre indicatif 33.48m NGF) devra conduire au débridage du clapet de Corbehem HT. Le débridage aurait donc lieu en mode 1 de fonctionnement de la gestion hydraulique, alors que la cellule de gestion hydraulique de VNF aura déjà été alertée.

## 5.5 VOLUME DE STOCKAGE OBTENU

En activant ce nouveau mode de régulation sur les biefs de Fampoux, Vitry, Brebières HT et Corbehem on obtient le stockage d'environ 21 000 m<sup>3</sup> d'eau pour un évènement type juillet 2005.

Bief	DH amont (cm)	DH aval (cm)	Surface bief (m <sup>2</sup> )	Volume gagné (m <sup>3</sup> )
Athies - Fampoux	6	8	55 330	3 900
Fampoux - Biache			175 790	0
Biache - Vitry	3	5	84 300	3 160
Vitry - BHT	11	13	47 860	5 770
BHT - BBT			11 900	0
BBT - Corbehem	15	28	39 030	8 410
			<b>Total :</b>	<b>21 240</b>

## 6 EQUIPEMENTS NECESSAIRES A LA NOUVELLE REGULATION PROPOSEE

### 6.1 INSTRUMENTATION COMPLEMENTAIRE ET TRAVAUX SUR SITE

Les travaux de modernisation en cours ou programmés sont considérés comme achevés à terme, permettant ainsi à chaque site d'être équipé de sondes de niveau amont et aval et d'un capteur de position laser sur le vérin du clapet.

Sur chacun des quatre sites concernés par une adaptation de la régulation (Fampoux, Vitry, Brebières HT, Corbehem) il s'agit donc :

- de reprogrammer l'automate pour mettre en place cette nouvelle régulation : la prestation comprend la prise en main, la modification de la programmation et les essais,
- d'ajouter un écran d'affichage de la position du clapet et du niveau mesuré au droit du point de débordement (en général le niveau en aval de l'écluse amont précédente sauf pour Corbehem où il s'agit de visualiser le niveau local amont).

La modification de la régulation essais compris est évaluée à 5 000 € HT par site, soit 20 000 € HT de coût de programmation et instrumentation.

De plus sur ces sites mais aussi à Athies, Biache et Brebières BT, il est nécessaire de connecter les installations à l'ADSL de façon à pouvoir transmettre les informations d'alarme et de niveaux vers le PC de supervision, qui renverra sur chaque site régulé l'information de niveau nécessaire au débridage du clapet. Une provision de 5 000 € HT par site est prévue pour connexion du local technique au réseau public comprenant tranchée, chambres de tirage, fourreaux, etc. ) pour une distance d'environ 50m au réseau public, soit 35 000 € HT de coût de raccordement.

### 6.2 SUPERVISION

Comme indiqué en 3.2.3 il faudra en cas de crues être capable de vérifier en temps réel le bon fonctionnement de la régulation. Ceci sera possible via un poste de supervision installée à l'UTI de Douai.

L'abonnement ADSL est estimé à 500 € annuel par site soit 4000 € HT/an pour les sept sites d'Athies à Corbehem et pour le PC de supervision localisé à l'UTI.

Un PC complet avec logiciel de supervision devra être fourni, y compris formation à son utilisation. Ce montant est d'environ 3 000 €. Un supplément de 1000 € est ajouté pour fourniture de mobilier et suggestion de stockage des données.

Pour le renouvellement régulier de la formation, la mise à jour du logiciel et le renouvellement du PC de supervision prévoir 1000 € par an.

## 6.3 TELESURVEILLANCE

Comme indiqué en 3.2.3 au vu des enjeux d'inondations locaux et notamment du risque de débordement en amont du bief si le clapet n'était pas correctement rouvert une fois la consigne de « débridage » atteinte, une vidéo-surveillance apportera une sécurité utile à la vérification du bon fonctionnement des clapets et de la régulation.

Le prix va dépendre du niveau de surveillance souhaité. Il est suggéré que les matériels suivants soient installés sur les six sites d'Athies à Corbehem, afin d'avoir une vision sur l'ensemble des sites en aval d'Athies y compris les deux sites conservant la régulation actuelle :

- une caméra de vidéosurveillance fixe = 2 500 €
- une caméra de vidéosurveillance mobile = 3 000 €
- deux mats basculants de vidéosurveillance 5m = 4 000 €
- un écran de visualisation = 1 500 €
- provision pour divers et câblage = 4 000 €
- matériel d'enregistrement : 1 000 €

Le coût d'investissement de télésurveillance est donc de 16 000 € HT par site et globalement de 96 000 € HT.

Le coût moyen annuel de maintenance est estimé à 3 800 € HT par an (7%/an des matériels hors câblage et mâts).

## 6.4 RECAPITULATIF DU COUT D'INVESTISSEMENT

Le montant total d'investissement est évalué à 150 000 € HT et se décompose ainsi :

Adaptation de la régulation	20 000 € HT
Travaux de raccordement à l'ADSL	35 000 € HT
Supervision	4 000 € HT
Télésurveillance	96 000 € HT
<b>Total des coûts d'investissements</b>	<b>155 000 € HT</b>

## 6.5 SIMULATION DES COUTS ANNUELS DE MAINTENANCE

Le coût de la maintenance de la télésurveillance démarre à 3%/an en début de vie du matériel puis grimpe de 1%/an jusqu'au renouvellement après 10 ans. Les couts d'investissement et de maintenance sont synthétisés dans le tableau suivant sur une durée de 20 ans.

Coût des équipements (€ HT)						
Année	Adaptation de la régulation	Travaux de raccordements	Supervision et abonnements ADSL	Télé-surveillance	Total	Remarques
	20 000	30 000	3 000	96 000	149 000	investissement initial
1			5 000	1 620	6 620	
2			5 000	2 160	7 160	
3			5 000	2 700	7 700	
4			5 000	3 240	8 240	
5			5 000	3 780	8 780	
6			5 000	4 320	9 320	
7			5 000	4 860	9 860	
8			5 000	5 400	10 400	
9			5 000	5 940	10 940	
10			5 000	54 000	59 000	Renouvellement des caméras
11			5 000	1 620	6 620	
12			5 000	2 160	7 160	
13			5 000	2 700	7 700	
14			5 000	3 240	8 240	
15			5 000	3 780	8 780	
16			5 000	4 320	9 320	
17			5 000	4 860	9 860	
18			5 000	5 400	10 400	
19			5 000	5 940	10 940	
20			5 000	54 000	59 000	Renouvellement des caméras

## 7 MOYENS D'EXPLOITATION NECESSAIRES A LA NOUVELLE REGULATION PROPOSEE

### 7.1 BESOINS SUPPLEMENTAIRES DE PERSONNEL EN ASTREINTE ET EN VEILLE

L'utilisation pratique de la supervision et de la télésurveillance nécessite des moyens en personnel. VNF dispose déjà de techniciens supérieurs et d'agents pouvant effectuer les futures opérations d'exploitation en régie et possède donc toutes les compétences humaines nécessaires. En revanche un temps supplémentaire de mobilisation de personnel sera requis, et donc par voie de conséquence des moyens supplémentaires en personnel.

En période courante il suffira qu'un technicien supérieur soit en « astreinte supervision » en dehors des heures de travail usuelles de jour, c'est-à-dire après 18h et avant 8h, ainsi que week-end et jours fériés.

Une astreinte couvrant la semaine complète nécessite 1,5 jour de repos compensateur par semaine d'astreinte. Sur la base de deux interventions hebdomadaires en astreinte sur site, de deux heures plus 1h de déplacement aller/retour, le repos compensateur des interventions hebdomadaires s'élève à environ 1 jour par semaine. Le total hebdomadaire de repos compensateur s'élève alors à 2.5 jours par semaine. Sur la base de 208 jours de travail effectif par an d'un agent, la totalité des repos compensateurs de l'astreinte supervision courante et des interventions courantes correspond donc à  $2.5 \times 52 / 208 = 0.625$  ETP environ.

En période de pré-alerte orageuse significative (c'est-à-dire pour des périodes de vigilance orage sévère à fort ou violent) nous préconisons de mettre en place une veille permanente à l'UTI de l'agent en astreinte supervision. Le nombre d'évènements orageux en pas de Calais est d'environ 50 à 55 par an dont nous pouvons estimer plus de la moitié des évènements sont faibles à modérés ou localisés et moins de la moitié sévères à forts ou violents et étendus.

En première approche nous estimons que cette veille en supervision sera à mettre en place 25 à 30 jours par an sur la base des informations météoFrance vigilance orage et vigilance pluie intense (a priori à partir du niveau départemental pré-alerte jaune), ou éventuellement des informations vigilance orage de la société « Keraunos » (a priori à partir du niveau d'alerte 2/4 qualifiant le risque marqué d'orage. En revanche le risque 1/4 qualifiant la prévision d'orages faibles à modérés justifie impérativement l'astreinte car des averses importantes sont possibles mais n'impose pas forcément la veille au PC).

En période d'alerte orageuse sévère nous préconisons de mettre en place une veille permanente à l'UTI de l'agent en astreinte supervision mais aussi de compléter l'astreinte usuelle des agents d'exploitation par une veille de terrain qui mobiliserait deux agents d'exploitation en contact avec l'agent superviseur. Un agent couvrirait le secteur amont de Vitry (Vitry inclus) d'une part et l'autre agent le secteur en aval aval de Brebières HT.

En première approche nous estimons que cette veille renforcée en supervision et sur le terrain sera à mettre en place 10 à 15 jours par an sur la base des informations météoFrance vigilance orage et vigilance pluie intense (a priori à partir du niveau alerte orange), ou éventuellement des informations vigilance orage de la société « Keraunos » (a priori à partir du niveau d'alerte 3/4 qualifiant le risque sévère d'orage violent à extrême).

Ces préconisations de veille pourront et devront être ajustées en fonction du retour d'expérience de VNF au cours des premières années d'instauration de la supervision.

La totalité des repos compensateurs de la veille supervision pendant 25 à 30 jours/an qui est assimilable à une intervention permanente hors ouvertures usuelles de l'UTI correspond à 0.5 ETP environ (0.44 à 0.53 ETP exactement).

L'astreinte et la veille supervision totalisent donc 1.1 ETP de technicien supérieur en moyenne.

La totalité des repos compensateurs de la veille terrain pendant 10 à 15 jours/an de deux agents, qui est assimilable à une intervention permanente hors ouvertures usuelles de l'UTI, correspond à 0.35 à 0.5 ETP d'agent.

A ces temps de repos compensateur qui constitue une charge nouvelle pour VNF qu'il faut compenser, s'ajoutent les indemnités payables aux agents.

L'équipe d'électriciens actuellement en place du l'UTI est composé de 5 personnes y compris deux automaticiens. Avec un technicien supplémentaire l'équipe comptera 6 personnes ce qui est un minimum pour permettre une rotation correcte des personnes en astreinte. Si cet effectif était amené à diminuer, il ne pourrait pas permettre la tenue en continu de l'astreinte et des veilles envisagées dans le présent rapport.

## 7.2 CHIFFRAGE DES COÛTS D'EXPLOITATION LIES A LA NOUVELLE REGULATION

### 7.2.1 Charge de personnel

L'estimation du coût d'astreinte et de veille supplémentaires est basée sur :

- Le salaire annuel rapporté à la durée cumulée des repos compensateur assimilée à une durée ETP,
- Les indemnités d'astreintes, calculées sur la période d'astreinte.

Les hypothèses prises en compte pour les charges salariales sont issues des hypothèses VNF pour l'APS CSNE, actualisées à 2015. Pour un technicien supérieur la charge salariale est prise égale à 56 000 €/an. Pour un agent on considère 34 000 €/an.

L'indemnité d'un agent technique en astreinte est d'environ 150 € par semaine et de 35 € en période de repos. L'indemnité globale de l'astreinte supervision est donc estimée à  $52*150+52*2.5*35=12\ 350$  € HT.

L'indemnité hebdomadaire d'un agent d'exploitation en intervention soir ou nuit est de 11 € à 22 € par heure suivant le moment de la semaine, et donne un total d'environ 2100 € par semaine complète. Pour 10 à 15 jours d'intervention de deux agents l'indemnité totale ira de 6 000 à 9000 € HT par an.

Charges de personnel	ETP	Charge salariale	Indemnités	Total
Astreinte supervision (toute l'année)	0.625	35 000 €	12 350 €	47 350 €
Veille supervision (30 à 35 jours/an)	Min 0.44	25 000 €		25 000 €
	Max 0.53	30 000 €		30 000 €
Veille terrain (10 à 15 jours/an)	Min	12 000 €	6 000 €	18 000 €
	Max	18 000 €	9 000 €	27 000 €
<b>Total annuel</b>	<b>Min</b>	<b>72 000 €</b>	<b>18 350 €</b>	<b>90 350 €</b>
	<b>Max</b>	<b>83 000 €</b>	<b>21 350 €</b>	<b>104 350 €</b>

Le coût moyen annuel en charges de personnel s'élève à 97 350 €.

## 7.2.2 Frais de fonctionnement

Il faut ajouter aux charges de personnel les frais de fonctionnement. On y inclut :

- 5 600 €/an de frais de véhicule,
- 6 300 €/an de charges de bureau,
- 1 100 €/an de charges de bureautique,
- 1 000 €/an de charges diverses,
- Total : 14 000 €/an de frais de fonctionnement.

Le total charges de personnel et frais de fonctionnement s'élève donc à 110 000 €/an.

## 8 SYNTHÈSE DES COÛTS

Le coût d'investissement initial s'élève à 155 000 € HT.

Le coût d'exploitation-maintenance (hors coût de renouvellement) se décompose en :

- 2 600 € à 7 000 € HT de coût de maintenance annuelle pour une moyenne de 4 800 € HT,
- 4 000 € HT par an d'abonnements ADSL,
- entre 90 000 € et 105 000 € de charge de personnel d'exploitation,
- 14 000 € HT/an de frais de fonctionnement,
- soit un coût d'exploitation total compris entre 110 000 € et 130 000 € HT pour un coût moyen annuel de 120 000 € HT.

Le coût de renouvellement de la video-surveillance est estimé à 54 000 € HT tous les 10 ans.

Il est aisé de constater que c'est le coût d'exploitation qui fait l'essentiel du coût de la solution proposée.

## 9 PROTOCOLE DE FONCTIONNEMENT

Le fonctionnement ne nécessite pas de prise de décision particulière, le fonctionnement des clapets étant automatique et préprogrammé sur la base des cotes de régulation définie au paragraphe 5.

L'ensemble du fonctionnement serait pris en main par VNF et essentiellement l'UTI Deûle-Scarpe. La cellule de gestion hydraulique serait destinataire des informations recueillies par la supervision de l'UTI.

Le débridage des clapets ayant lieu en mode 1 voir en mode 2 de la gestion de crise, la cellule de gestion hydraulique serait alertée et associée au suivi à ce stade du processus de régulation des clapets.

Le protocole d'exploitation définira sur la base du présent rapport provisoire et des remarques à venir de VNF et du comité de pilotage de l'étude :

- l'astreinte de supervision (cf. paragraphe 8),
- une veille de supervision en pré-alerte jaune d'orage ou en cas de risque marqué d'orage,
- une veille de terrain en alerte orange d'orage ou en cas de risque sévère d'orage.

En ce qui concerne le « timing » des opérations de régulation du clapet rappelons que :

- la régulation des clapets est inchangée tant qu'un débit inférieur à 16.4 m<sup>3</sup>/s transite par la Scarpe, qui a une période de retour supérieure à 10 ans,
- l'arrêt des clapets en position régulée a lieu pour une période de retour supérieure à 10 ans, mais a priori avant le passage en mode 1 de fonctionnement de la gestion hydraulique et donc avant l'entrée en gestion de crise niveau 1,
- le débridage des clapets de Vitry, Brebières Haute Tenue et Corbehem a lieu pendant le mode de fonctionnement de niveau 1, c'est à pendant la gestion de crise de niveau 1 ;
- le débridage du clapet de Fampoux a lieu pendant le mode de fonctionnement de niveau 2.

Un dysfonctionnement éventuel du débridage des clapets de Vitry, Brebières Haute Tenue et Corbehem ferait donc passer la crise en niveau 2 (risque de dépassement local des PHEN).

Un dysfonctionnement éventuel du débridage du clapet de Fampoux ferait donc passer la crise en niveau 3 (risque local de débordement).

La gestion de ces risques non nuls conduit à préconiser la mise en place d'une télésurveillance et d'une supervision associées à une astreinte permanente et une veille ponctuelle lors des périodes à risque. Ces moyens d'exploitation supplémentaires à ceux actuellement disponibles (astreinte supervision, veille supervision, veille terrain) sont décrits au chapitre 7 précédent.