



**ETUDE DE LA GESTION DES VANNES DU SIPHON
DE MANICAMP POUR LA RÉDUCTION DES
INONDATIONS SUR LE SECTEUR D'APPILLY**

TABLE DES MATIERES

1. Contexte	3
1.1. Problématique des inondations à Appilly	3
1.2. Éléments hydrauliques à considérer	3
1.3. Cadre et limites de l'étude	5
2. Préparation de la modélisation	7
2.1. Calage des paramètres sur la crue de 2020.....	7
2.2. Validation sur la crue de 2021.....	9
2.3. Création des hydrogrammes de calage.....	11
3. Etude et mise en place de consigne de régulation des crues à l'aide des vannes de Manicamp	12
3.1. Détermination des consignes de fermeture pour les crues rapides	12
3.2. Vérification des consignes de fermeture sur les crues lentes	16
3.3. Application et complétion des consignes de régulation aux deux cas d'études : crues de 2020 et 2021	17
3.4. Ouverture des vannes lors du dépassement de la hauteur 2,78 m à Condren	27
CONCLUSION	28

1. Contexte

1.1. Problématique des inondations à Appilly

Située en rive droite de l'Oise et plus particulièrement en rive droite du canal latéral à l'Oise, la commune d'Appilly (60) connaît depuis plusieurs années des périodes d'inondation importantes tant par la durée de l'événement que par les niveaux atteints. Les deux dernières années (mars 2020 et février 2021) les inondations observées dans le secteur ont impacté plusieurs bâtiments. On recensait ainsi une trentaine de maisons inondées pendant l'inondation de janvier – février 2021.

La situation de la commune d'Appilly est particulière car elle est séparée du lit mineur par les remblais de la voie ferrée et du canal latéral à l'Oise. Ce dernier est longé par un contre-fossé qui permet l'écoulement des eaux pluviales depuis le siphon de Manicamp (02) jusqu'à celui de Varesnes (60). Ces deux éléments sont des ouvrages traversants le canal, ayant pour finalité de rendre transparent celui-ci aux crues de l'Oise. Le remblai SNCF séparant en deux la zone d'inondation en rive droite, est quant à lui traversé par trois canalisations permettant le transfert des rus de Grandru et de Verglaux vers le contre-fossé.

Comme cela est expliqué dans la *Note de synthèse des propositions d'actions pour Appilly*, rédigé par l'Entente Oise-Aisne (mars 2021), le canal latéral à l'Oise empêche l'écoulement de la Rive vers l'Oise, déviant ce premier vers le contre-fossé. Celui-ci, de capacité limitée, ne permet pas la bonne évacuation vers le siphon de Varesnes de la Rive, des autres rus et ainsi que de l'Oise traversant le canal latéral par le siphon de Manicamp.

Dans cette même note, plusieurs propositions sont présentées afin de réduire l'importance des inondations sur la commune d'Appilly. Celle dont l'intérêt se porte ici, est la gestion par des consignes de régulation des vannes de Manicamp. L'utilisation de ces vannes a déjà été réalisée lors de la crue de 2021 où l'une d'entre elles a été fermée afin de limiter l'apport de l'Oise vers la rive droite.

L'étude d'impact de la gestion des vannes sur les inondations a été réalisée grâce au modèle Hydra du bassin versant de l'Oise disponible à l'Entente. Ce modèle hydraulique a été réalisé pour le compte du Service de prévision des crues SPC Oise Aisne et de l'Entente Oise-Aisne par le bureau d'étude Hydratec. Il s'agit d'un modèle 1D casiers et zooms 2D réalisé sur l'ensemble du bassin versant de l'Oise. Il a été calé sur les crues historiques de décembre 1993 et de février 1995 et vérifié sur plusieurs crues comme celle de mars 2001.

1.2. Éléments hydrauliques à considérer

Le site d'Appilly présente de nombreux ouvrages hydrauliques complexifiant la compréhension des écoulements. Différents points hydrauliques d'importance sont indiqués ici afin de mieux appréhender les écoulements et la problématique d'inondation.

a- Les casiers

La zone modélisée étant vaste et de topographie hétérogène, le domaine a été découpé en plusieurs casiers reliés entre eux par des liaisons de différentes natures (déversement, glissement, conduite). Chaque casier est créé avec une loi hauteur-volume déterminée par le logiciel grâce à la topographie, traduisant ainsi son remplissage.

b- Le siphon de Manicamp :

Cet ouvrage regroupe deux conduites de dimensions identiques traversant le canal de rive à rive. Elles sont complétées par deux vannes permettant de stopper les écoulements dans un sens comme dans un autre. Le calage des caractéristiques de cet ouvrage hydraulique a été réalisé grâce aux relevés de VNF réalisés de part et d'autre du siphon lors de la crue de 2021.

c- Le contre-fossé :

De pente faible, il draine les eaux pluviales vers l'aval jusqu'au siphon de Varesnes. Ses caractéristiques ont été déterminées suite au calage présenté en partie 2.1 *Calage sur la crue de 2020*.

d- La brèche dans le canal

Cette brèche permet le transfert d'une partie des eaux du contre-fossé vers le canal, afin de vidanger en partie la rive droite. Elle est représentée par une vanne dont les caractéristiques ont été déterminées suite au calage présenté en partie 2.1 *Calage sur la crue de 2020*.

e- Les canalisations permettant l'écoulement des rus

Ces trois canalisations permettent l'écoulement à travers le remblai SNCF des eaux provenant des rus de Grand ru et de Verglaux. De même, leurs caractéristiques ont été déterminées lors du calage présenté en partie 2.1 *Calage sur la crue de 2020*.



Figure 1 : Localisation des trois canalisations traversant le remblai SNCF

f- Les cours d'eau

L'Oise, le canal et la rive sont tous les trois représentés comme des cours d'eau à une dimension selon les caractéristiques déterminées par le bureau d'étude Hydratec lors du calage du modèle hydraulique. Le ru de Grandru a dû être rajouté pour cette étude par une injection d'un hydrogramme au niveau d'Appilly, afin de rendre compte de son apport sur les inondations dans la commune.

Pour mieux appréhender l'hydraulique en rive droite, les figures ci-dessous synthétisent les écoulements ainsi que les ouvrages hydrauliques à considérer.



Figure 2 : Récapitulatif des écoulements en rive droite lors d'une crue de l'Oise sans aucune action de réduction des inondations, fond cartographique Google map

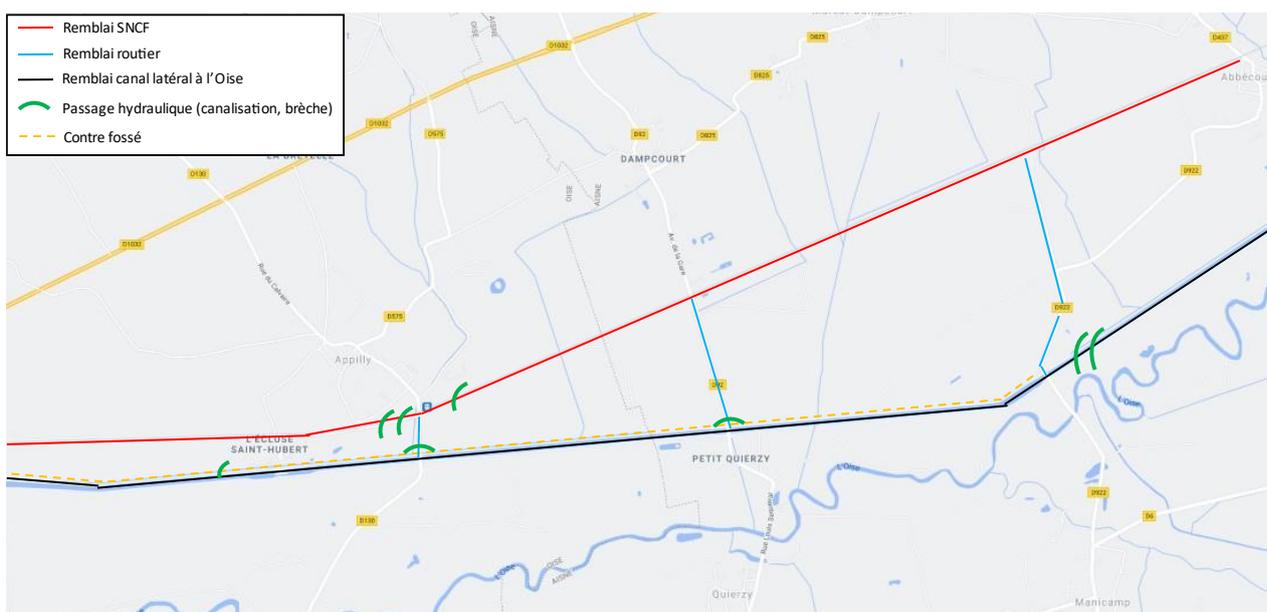


Figure 3 : Localisation des obstacles à l'écoulement et des ouvrages hydrauliques en rive droite du canal latéral à l'Oise, fond cartographique Google map

1.3. Cadre et limites de l'étude

La gestion des vannes qui sera testée ici est en lien avec l'action 3 : *Neutraliser la Rive – revisiter le libre écoulement des eaux* mentionnée dans la *Note de synthèse des propositions d'actions pour Appilly* (mars 2021). Cette action repose sur la fermeture d'une des deux vannes pendant la période hivernale du 1^{er} novembre au 31 mars, et la gestion de la seconde vanne selon des consignes déterminées afin de ne pas amplifier les niveaux des crues en rive gauche de l'Oise. La gestion de la seconde vanne s'appuiera sur la lecture des niveaux sur l'échelle limnimétrique du siphon de Manicamp ainsi que sur la station de mesure de Condren.

L'étude présentée s'intéressera à la régulation des crues pour des **niveaux d'eau inférieurs à 2,78 m**, ce qui représente les crues les plus récurrentes ayant un impact sur la commune d'Appilly comme cela a pu être observé ces deux dernières années. Au-delà de 2,78 m à Condren, il sera préconisé à ce stade de rouvrir les vannes et de se référer à l'arrêté du préfet de l'Aisne du 27 février 2012. Ce choix est motivé par le retour d'expérience de la crue de février 2021 où ce niveau fut atteint à Condren. Une vanne était alors fermée depuis janvier afin de diminuer l'impact de la crue à Appilly, tandis qu'une maison à Abbécourt a vu le niveau de l'eau atteindre son palier. Il s'agit du seul bâtiment connu en rive gauche qui a failli être inondé dans la zone d'influence du siphon.

La zone d'intérêt de l'étude se portera entre les stations de Condren et de Sempigny, comprenant la zone d'influence de la gestion des vannes, et s'attachera notamment à regarder l'augmentation des niveaux d'eau induite par la gestion de la vanne sur la rive gauche du canal latéral à l'Oise.

2. Préparation de la modélisation

Grâce aux différents services mobilisés lors des crues de 2020 et 2021, une large gamme de mesures a permis d'alimenter le modèle de manière satisfaisante. Une première étape a consisté à réaliser un calage des paramètres sur la crue de 2020, puis fut suivie d'une étape de validation sur la crue de 2021. Le modèle représentant correctement la réalité observée, des hydrogrammes de travail ont ensuite été construits afin de travailler sur les consignes de régulation optimales permettant de diminuer l'inondation en rive droite sans impacter les maxima observés en rive gauche. Cette partie vise à détailler ces différents points.

2.1. Calage des paramètres sur la crue de 2020

a- Retour sur la crue et données nécessaires pour le calage

En février mars 2020, l'épisode est caractérisé par plusieurs petites crues successives (5 montées des eaux plus ou moins marquées) à la station de Condren (station de référence) et notamment un pic significatif le 7 février (**2,61 m à la station**) et un autre le 14 mars (**2,65 m**). Les niveaux d'eaux atteignent au plus fort de l'inondation à Appilly **40,55 mNGF**, inondant 22 maisons et mettant au chômage partiel l'entreprise Framinex. La durée retenue pour la période d'inondation est de 7 semaines pour l'épisode de février-mars 2020. Lors de cet événement, les deux vannes sont restées ouvertes conformément à l'arrêté du préfet de l'Aisne du 27 février 2012.

b- Hydrogrammes injectés

Afin de reproduire au mieux l'événement, une injection d'un hydrogramme reconstituant la crue de 2020 a été réalisé pour Condren, ainsi que deux hydrogrammes représentant le Grandru et la Rive. Pour le premier il a été possible de s'appuyer sur les mesures réalisées à la station. Les deux autres ont dû nécessiter un travail de reconstitution à partir des données de pluies mesurées par un pluviomètre géré par Véolia à Chauny. En utilisant le module hydrologique du modèle Hydra, il n'a été possible de déterminer qu'un débit moyen pour ces deux hydrogrammes (les mesures de pluie étant journalières). On retiendra pour le **Grand ru un débit moyen de 0,5 m³/s** pour l'événement de 2020 et **de 2 m³/s le débit de la Rive**.

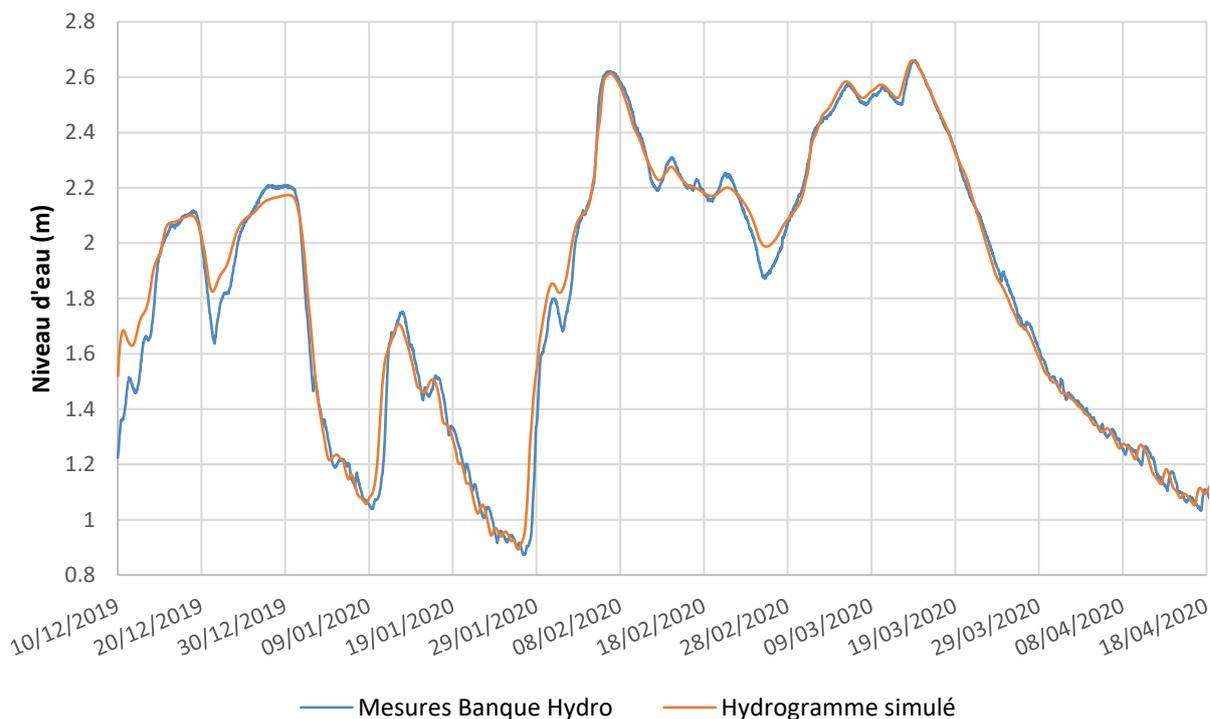


Figure 4 : Graphe représentant les hydrogrammes mesuré et simulé à la station de Condren pour la crue de février - mars 2020

c- Résultats du calage

Les différents éléments présentés précédemment ont été calés afin de restituer au mieux la crue observée. Au vu de la topographie de la commune d'Appilly, nous avons considéré que la crue devient une inondation au-delà de 40,00 mNGF. La durée de l'inondation obtenue avec le modèle est **de 7 semaines** (pour 7 observées), où la cote maximale est de **40,56 mNGF** (contre 40,55 mNGF observé).

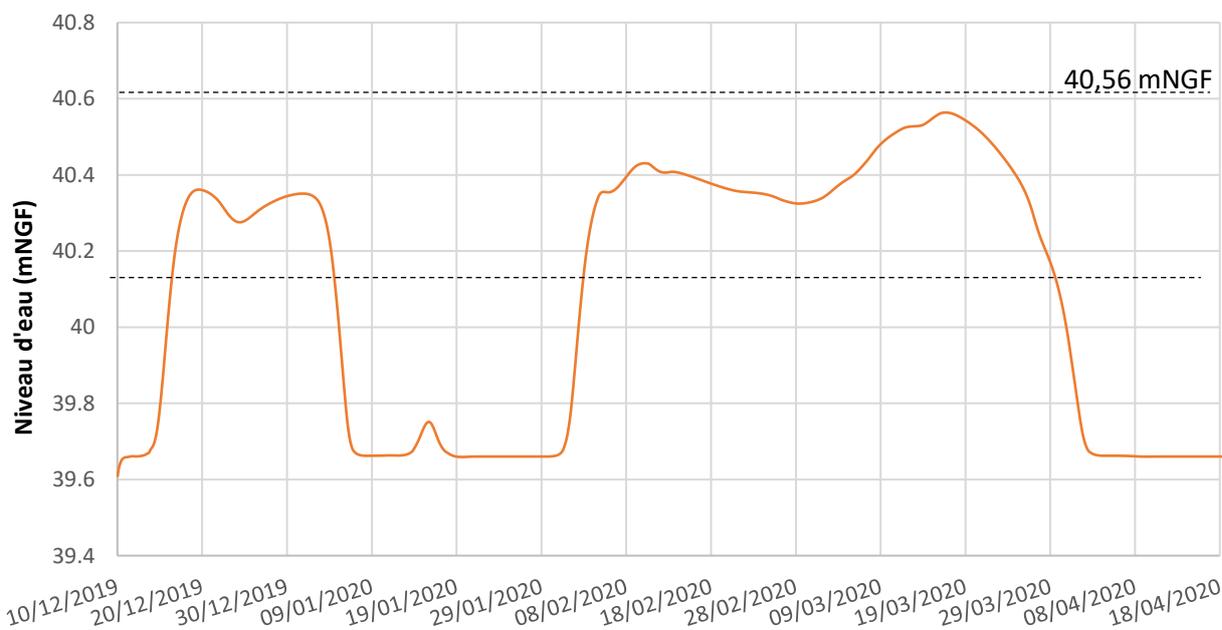


Figure 5 : Hydrogramme des niveaux d'eau simulé à Appilly pour la crue de 2020 avec le modèle calé

2.2. Validation sur la crue de 2021

a- Retour sur la crue et données nécessaires pour le calage

Comme l'explique la *Synthèse des propositions d'actions pour Appilly* (mars 2021), en janvier février 2021, l'épisode a été plus ramassé avec seulement trois montées des eaux à Condren mais dont la plus forte culmine à 2,78 m à Condren soit 218 m³/s (3 à 5 ans de période de retour). Afin de diminuer l'ampleur de l'inondation trois actions ont été mises en place ; ce sont :

- **La fermeture de la vanne de Grandru** sise en amont de la rue de Haudoirs et l'installation de ballots de paille en travers de la rue pour dévier le trop-plein du ru qui se serait engagé dans la rue (ballots installés le 21 janvier 2021 par la commune) ;
- **La fermeture d'une des deux vannes** au siphon de Manicamp pour limiter le débit descendant en rive droite du canal sur Appilly tout en maintenant une transparence de l'ouvrage (arrêté préfectoral du 20 janvier 2021 prorogé le 29 janvier 2021, fermeture le 20 janvier à 15h) ;
- **La mobilisation de pompes** dans un premier temps par la zone de défense (SDIS de l'Oise, de l'Aisne et du Nord, à partir du 28 janvier 2021) puis de moyens privés réquisitionnés par la Préfecture (du 30 janvier au 17 février 2021). Le débit annoncé par les constructeurs est un pompage de 1,7 m³/s.

Les niveaux ont atteint comme en mars 2020 la cote de 40,55 mNGF sur la place de la gare à Appilly. Toutefois, ce second événement plus intense fut également plus bref, la durée de l'inondation étant pour cet épisode de 4 semaines.

b- Hydrogrammes injectés et modélisation du pompage

De même que pour la crue de 2021, l'hydrogramme à Condren a été réalisé de façon à représenter au mieux celui mesuré par la station de la Banque Hydro. La différence par rapport à la crue de calage est la connaissance de la pluviométrie au pas horaire disponible à l'Entente pour cet événement. Un partenariat a en effet été créé avec Météo France afin de disposer des mesures radar de la pluie sur l'ensemble du bassin versant depuis juillet 2020. En utilisant le module hydrologique du logiciel Hydra, il a été possible d'estimer les hydrogrammes en débit de Grand ru et de la rive.

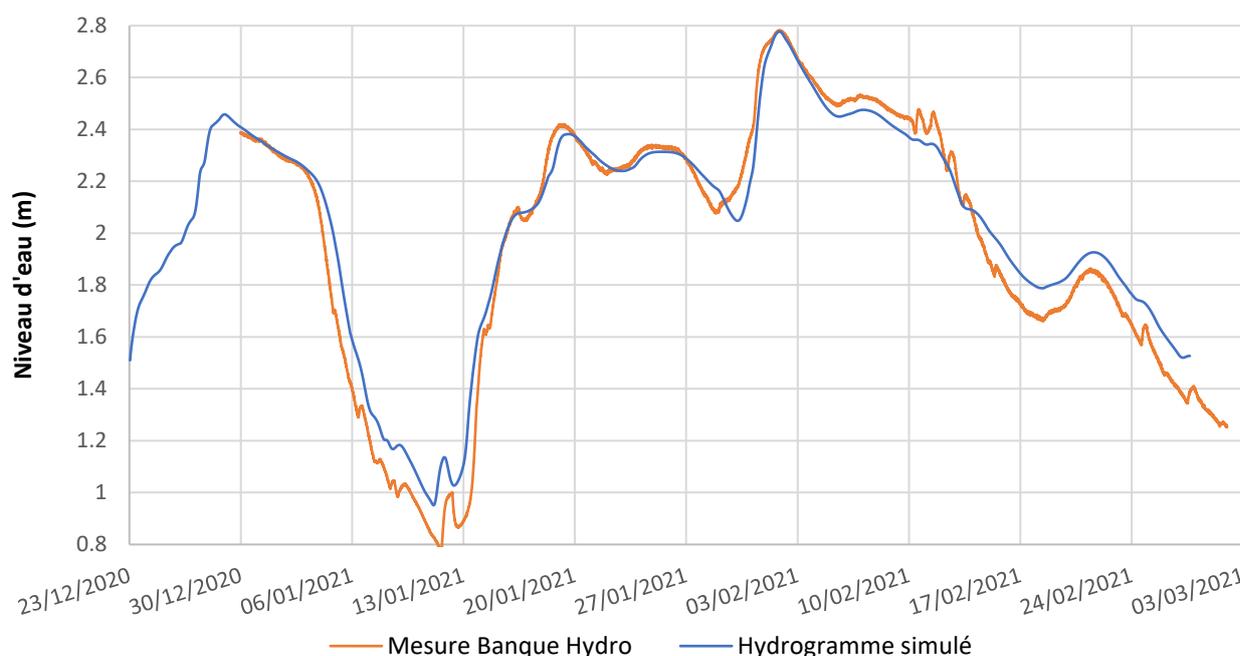


Figure 6 : Graphe comparatif des hydrogrammes en niveau à Condren mesuré et simulé pour la crue de 2021

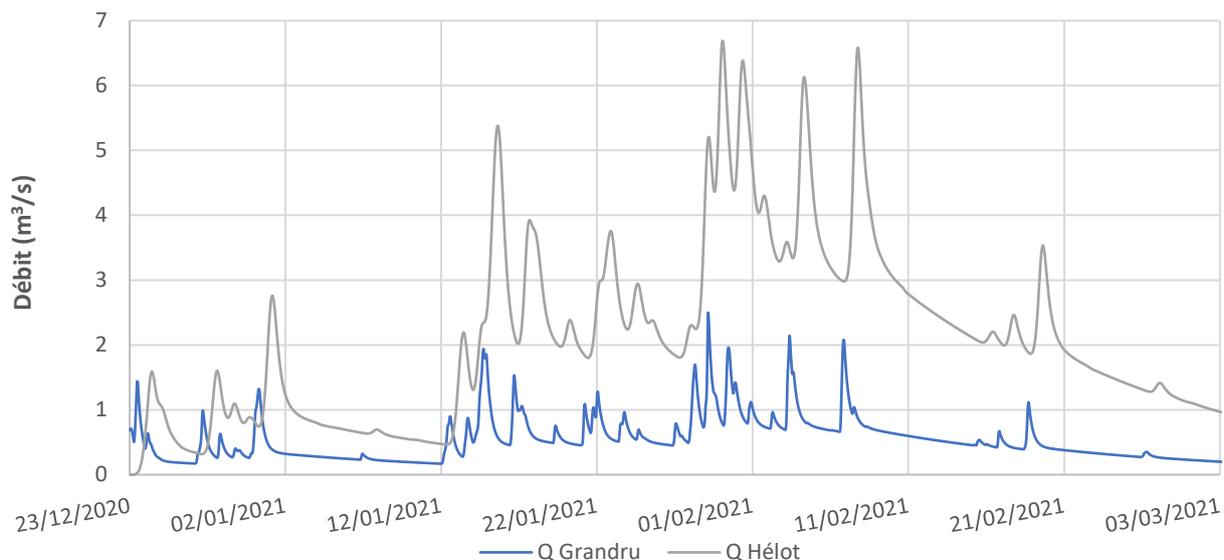


Figure 7 : Hydrogrammes de Grandru et de la Rive simulé pour la crue de 2021

Afin de prendre la dernière mise en action en 2021 pour réguler l'inondation, le pompage a été représenté dans le modèle. Il ne délivre cependant pas les $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$ annoncées par le constructeur en sortie de pompe. Cette valeur ne prend en effet pas compte des pertes de charge du tuyau réduisant le débit délivré. La simulation intègre le pompage à la date qui a été annoncée, de même pour la fermeture d'une des vannes.

c- Résultats du calage

Les différents paramètres calés sur la crue de 2020 ainsi que l'utilisation de la pompe et l'injection des hydrogrammes de Grandru et de la Rive, permettent d'obtenir des résultats en cohérence avec ce qui a été observé. Le niveau maximal simulé est de **40,59 mNGF** (contre 40,55 mNGF mesuré) pour une durée d'inondation de **4 semaines** (pour 4 semaines observées). Au vu de ces résultats le calage proposé pour la crue de 2020 est validé sur la crue de 2021.



Figure 8 : Hydrogramme des niveaux d'eau simulé à Appilly pour la crue de 2021 avec le calage réalisé sur la crue de 2020.

2.3. Création des hydrogrammes de calage

a- Hydrogrammes de travail injectés à Condren

Comme mentionné précédemment, l'étude vise à déterminer des consignes de régulation d'une seconde vanne en fonction des mesures réalisées à Condren et au siphon de Manicamp, en complétant la fermeture d'une vanne pendant la saison hivernale.

Du fait de la variabilité des hydrogrammes à Condren pour les crues de 2020 et 2021, nous avons choisi de travailler sur des hydrogrammes synthétiques de forme similaire différant dans le niveau maximal observé à Condren. Ainsi nous avons généré 5 hydrogrammes dont les cotes maximales sont : **2,30m, 2,50 m, 2,66 m, 2,70 m et 2,78 m**. A titre d'exemple, l'hydrogramme injecté en débit pour le cas 2,66 m à Condren est présenté plus bas.

Les caractéristiques des différents hydrogrammes de travail sont :

- Un débit de base correspondant au débit permettant l'inversion du courant au niveau du siphon de Manicamp dans le modèle ;
- Une durée de montée du pic ;
- Une durée de redescente ;
- Un débit de pointe permettant d'obtenir la cote recherchée à Condren dans le modèle ;
- Un pic unique afin de faciliter l'interprétation de l'optimal de gestion de la vanne.

Après analyse du modèle, le débit d'inversion est évalué à **59 m³/s**.

Dans la perspective de tester plusieurs situations, nous avons créé des hydrogrammes de crues courtes (temps de montée de 60 h et de même pour la redescente), et de crues de redescente plus longue (temps de montée de 60 h et 120 h de redescente). Dans la suite de l'étude, les crues de redescente longue seront nommées « crues lentes ».

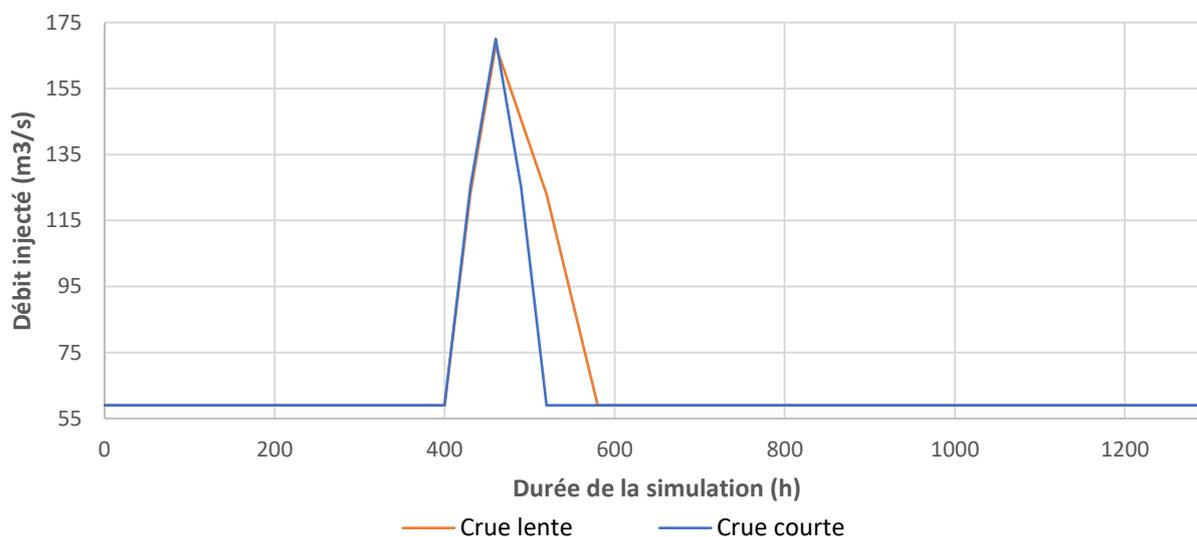


Figure 9 : Hydrogramme injecté pour l'étude d'un pic de 2.66 m à Condren

b- Hydrogramme des affluents

Les hydrogrammes de Grandru et de la Rive sont également injectés dans le modèle. Toutefois et au vu de leur forte réactivité, nous avons choisi de lisser leur apport en les considérant constant au débit utilisé pour la crue de calage de 2020. Cela revient à considérer un débit de **0,5 m³/s** pour le Grandru et de **2 m³/s** pour la Rive.

3. Etude et mise en place de consigne de régulation des crues à l'aide des vannes de Manicamp

Les consignes de gestion de la seconde vanne qui seront proposées ici visent à diminuer l'impact des inondations en rive droite du canal latéral à l'Oise, tout en évitant d'impacter les niveaux maximaux en rive gauche.

Il est important de rappeler que la fermeture d'une vanne au 1^{er} novembre aura forcément un impact sur les niveaux d'eau observés en rive gauche. En effet, un débit plus faible de l'Oise traversera le siphon pour rejoindre la rive droite augmentant ainsi ce qui descendra dans le lit mineur du cours d'eau. Dans chacun des cas étudiés, une comparaison au cas où aucune vanne n'a été fermée permettra d'estimer l'impact de la fermeture de cette vanne pendant toute la durée de la crue. **Quoi qu'il en soit, nous ne proposons la fermeture d'une vanne que si aucun impact sur des enjeux n'est à déplorer. C'est la gestion qui était en vigueur jusqu'en 2011 inclus.**

Les consignes de régulation de la seconde vanne seront déterminées à partir des crues courtes et vérifiées sur les crues lentes. Leur application se fera ensuite sur les deux crues historiques à disposition afin d'en vérifier la pertinence. La limite de leur utilisation sera également testée dans le cas où le niveau à Condren dépasse une cote seuil fixée.

3.1. Détermination des consignes de fermeture pour les crues rapides

a- Explications de la démarche

En fermant une vanne et à fortiori aussi la seconde, le débit de l'Oise traversant le canal sera diminué et renvoyé dans le lit mineur du cours d'eau, augmentant de fait les niveaux. Le choix de la fermeture de la seconde vanne ne peut alors être réalisé qu'après le passage du pic de la crue au siphon de Manicamp. La fermeture de cette vanne immédiatement après le pic de crue est prématurée du fait de l'onde créée par cette coupure de l'écoulement : l'abaissement de la vanne va stopper brutalement le débit traversant le canal, ce qui est propice à la création d'une onde. Celle-ci se propagera alors en aval et en amont. La superposition de celle-ci au pic de crue pose problème, car l'augmentation induite par l'onde viendra s'ajouter au pic de crue descendant l'Oise. Pour ces raisons, les consignes de fermeture sont réalisées après le passage des pics au siphon de Manicamp.

En s'appuyant sur la station de mesure à Condren et l'échelle limnimétrique au siphon de Manicamp, les consignes de fermeture prennent la forme suivante :

« Pour une cote du pic mesurée à Condren, la vanne de Manicamp sera fermée après avoir attendu la redescende de X cm après la mesure du pic à cette même vanne. »

Le choix de la hauteur d'abaissement avant la fermeture s'appuiera sur la comparaison des niveaux d'eau au cas où seule la 1^{ère} vanne est fermée. L'abaissement de la seconde vanne ne doit pas venir amplifier les niveaux d'eau observés. Les points d'intérêts retenus correspondent aux sites à enjeux que sont :

Chauny, Marizelle, Abbécourt, Manicamp, Quierzy (02) ; Varesnes, Couarcy, Brétigny, Pontoise-lès-Noyon, Sempigny, Appilly et Saint-Hubert (60).

Pour déterminer notre consigne, nous avons évalué la « **redescende de X cm** », dite **optimale**.

Nous avons ensuite déterminé une consigne dite **applicable**, plus contraignante que la consigne **optimale**, mais prenant en considération les difficultés de lecture possibles d'un opérateur des niveaux d'eau sur l'échelle limnimétrique de Manicamp. Elle correspond à l'arrondi au cm supérieur de la consigne **optimale**.

b- Exemple d'étude : cas 2,30 m à Condren

Pour déterminer la consigne de fermeture **optimale** de la seconde vanne, nous avons réalisé différents tests afin d'obtenir la consigne **optimale** recherchée. Il en ressort que celle-ci est une redescente de **3,2 cm**, pour le cas présent. La consigne de fermeture **applicable** sera alors considérée à **4 cm**. Ces résultats s'appuient sur l'étude des niveaux d'eau observés en rive gauche et présentés ci-dessous pour la crue courte de hauteur maximale 2,30 m à Condren.

	2 Vannes ouvertes (RE 2012)	1 vanne fermée	Avec Consigne fermeture optimale (3,2 cm)	Avec Consigne fermeture finale (4 cm)		Ecart RE 2012 / 1 vanne fermée	Ecart Consigne optimale / 1 vanne fermée	Ecart Consigne applicable / 1 vanne fermée
Chauny	43,78	43,78	43,78	43,78	Ecart(cm)	0	0	0
Marizelle	40,71	40,73	40,73	40,73		2	0	0
Abbécourt	41,41	41,42	41,42	41,42		1	0	0
Manicamp	41,11	41,13	41,13	41,13		2	0	0
Quierzy	40,59	40,61	40,61	40,61		2	0	0
Brétigny	39,30	39,31	39,31	39,31		1	0	0
Couarcy	38,38	38,38	38,39	38,39		0	0	0
Pontoise- lès-Noyon	38,12	38,12	38,12	38,12		0	0	0
Varesnes	39,15	39,16	39,17	39,17		1	0	0
Sempigny	37,50	37,50	37,50	37,50		0	0	0

Tableau 1 : Tableau des augmentations des niveaux d'eau en rive gauche du canal latéral à l'Oise selon différentes gestions pour la crue courte de hauteur 2,30 m à Condren

	2 Vannes ouvertes (RE 2012)	1 vanne fermée	Avec Consigne fermeture optimale (3,2 cm)	Avec Consigne fermeture finale (4 cm)		Ecart RE 2012 / 1 vanne fermée	Ecart Consigne optimale / 1 vanne fermée	Ecart Consigne applicable / 1 vanne fermée
Appilly	40,35	40,15	40,14	40,14	Ecart (cm)	-20	-1	-1
Saint Hubert	40,14	39,93	39,93	39,93		-20	-1	-1

Tableau 2 : Tableau des diminutions des niveaux d'eau en rive droite du canal latéral à l'Oise selon différentes gestions pour la crue courte de hauteur 2.30 m à Condren

Les trois graphes présentés ci-dessous permettent une compréhension plus aisée des gains et pertes apportés par la gestion des vannes. Sur le premier graphe, une augmentation du niveau d'eau est visible à la fermeture de la seconde vanne, témoin de l'onde induite.

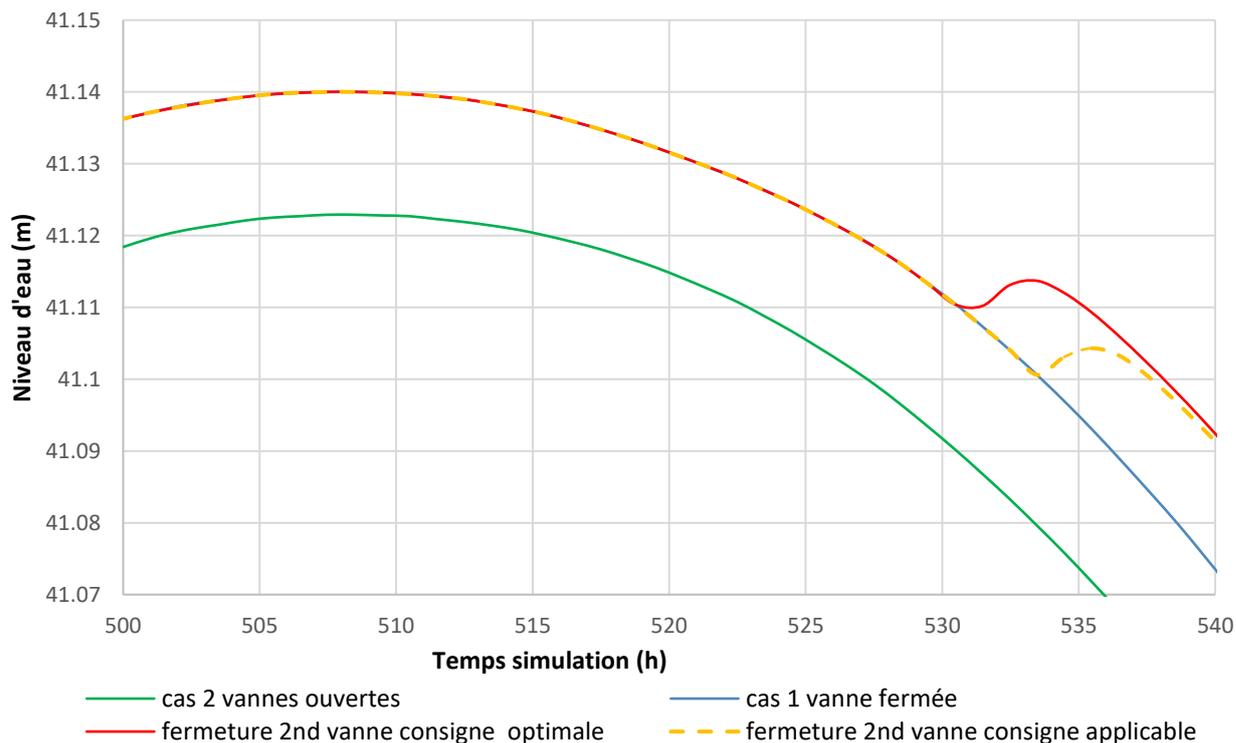


Figure 10 : Graphe comparatif des niveaux d'eau à la vanne de Manicamp en fonction de la gestion des vannes, pour le cas 2,30 m à Condren crue courte

Cette onde se propage jusqu'à Sempigny où elle rattrape le pic de crue, mais l'augmentation du niveau résultant est infinitésimale (inférieure à la précision de la mesure).

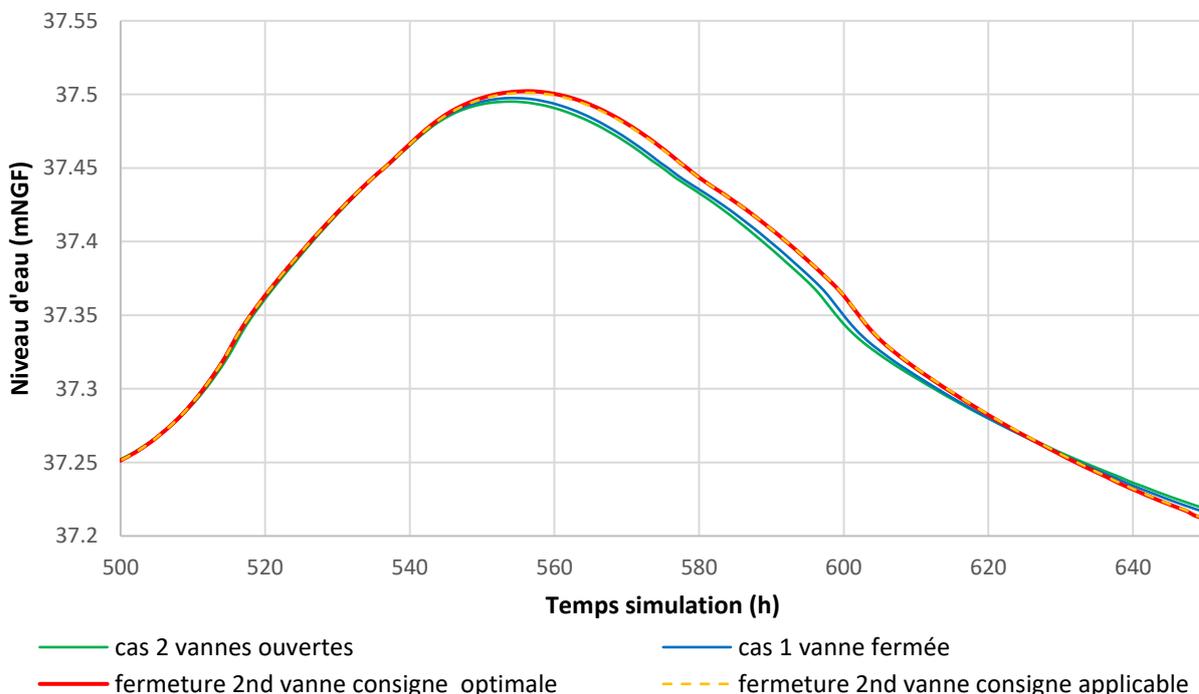


Figure 11 : Graphe comparatif des niveaux d'eau à Sempigny en fonction de la gestion des vannes, pour le cas 2,30 m à Condren crue courte

L'abaissement des niveaux par la seconde vanne reste néanmoins modeste (-1 cm) au vu de celui induit par la fermeture de la première vanne (-20 cm). Toutefois, la durée de l'inondation se trouve réduite, diminuant de presque la moitié.

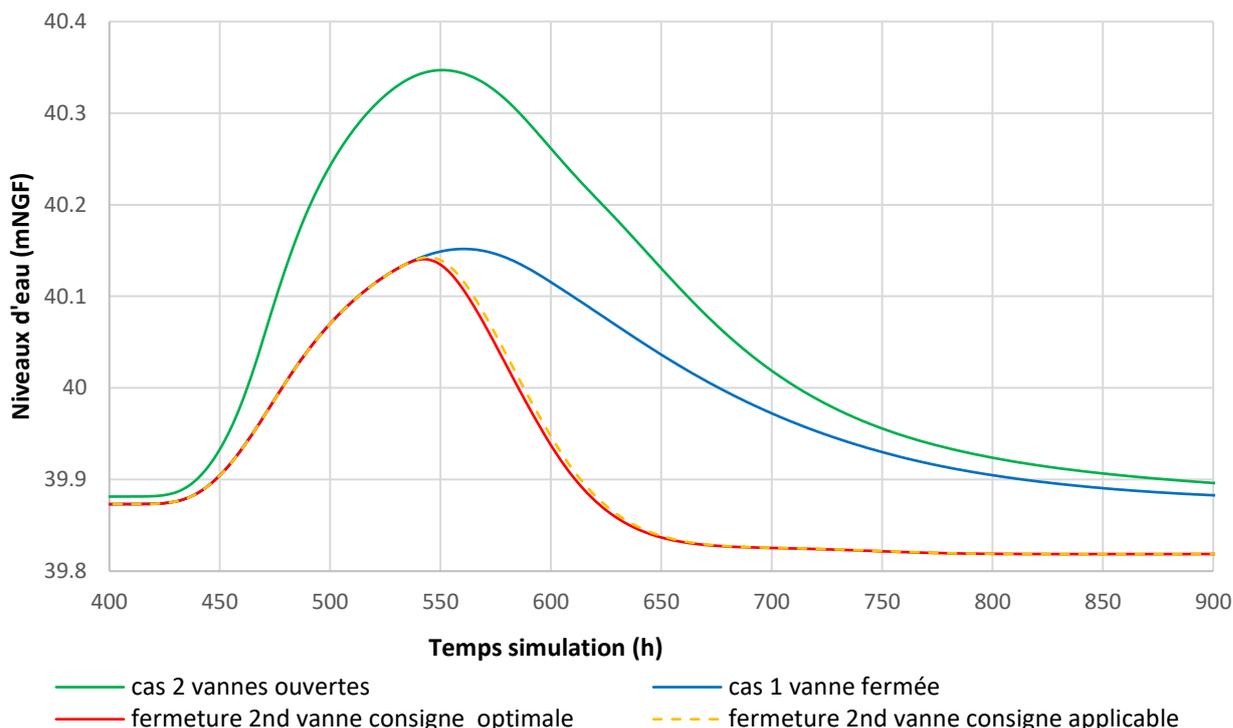


Figure 12 : Graphe comparatif des niveaux d'eau à Appilly en fonction de la gestion des vannes, pour le cas 2,30 m à Condren crue courte

c- Consignes de fermeture pour les différentes crues courtes

Le travail présenté ci-dessus a été réalisé de manière identique sur les différentes crues courtes de travail. Pour chacune des consignes de fermetures **optimales** présentées dans le tableau ci-dessous, les augmentations de niveaux maximums aux différents points étudiés sont inférieures à la précision de la mesure. Les diminutions obtenues à Appilly et Saint-Hubert par la seconde vanne par rapport à la fermeture de la première (**entre 1 et 3 cm**) est faible au regard de la réduction apportée par la première vanne seule (**entre 19 et 26 cm**) par rapport au règlement d'eau de 2012. La durée de l'inondation est cependant fortement réduite du fait de l'utilisation de cette seconde vanne, de près de la moitié de sa durée comme visible sur la figure 13.

Hauteur maximale à Condren (m)	Redescente optimale avant fermeture (cm)
2,3	-3,2
2,5	-3,3
2,66	-3,4
2,70	-4,8
2,78	-5

Tableau 3 : Synthèse des hauteurs de redescente du pic au siphon de Manicamp avant fermeture de la seconde vanne en fonction de la hauteur du pic à Condren

De ces résultats découlent les consignes **applicables** synthétisées de la façon suivante :

Pour des crues de niveaux maximaux **inférieurs à 2,66 m** à Condren, la fermeture de la seconde vanne peut se faire après une **redescente de 4 cm** du pic à Manicamp.
 Pour des crues de niveaux **entre 2,66 et 2,78 m** à Condren, la fermeture peut être faite après une **redescente de 5 cm** du pic à Manicamp.

3.2. Vérification des consignes de fermeture sur les crues lentes

L'étude s'est portée ensuite sur la validité de ces consignes sur des crues de temps de redescente plus long comme expliqué en partie 2.3. Ces consignes ont ainsi été testées sur ces crues de travail, et une recherche sur les consignes de fermeture *optimales* a été réalisée sur le modèle présenté dans la partie précédente.

Les résultats obtenus montrent qu'il est possible de fermer la seconde vanne plus tôt pour les crues lentes quelles que soient les hauteurs maximales mesurées à Condren. Ne sachant pas comment sera la décrue lors de l'arrivée du pic à Condren, nous conservons les consignes protégeant au mieux la rive gauche des augmentations de niveau d'eau. Les consignes de fermeture **applicables** présentées dans la partie précédente sont proposées comme étant applicables quel que soit le type de crue, et ne dépendant que du niveau maximal mesuré à Condren.

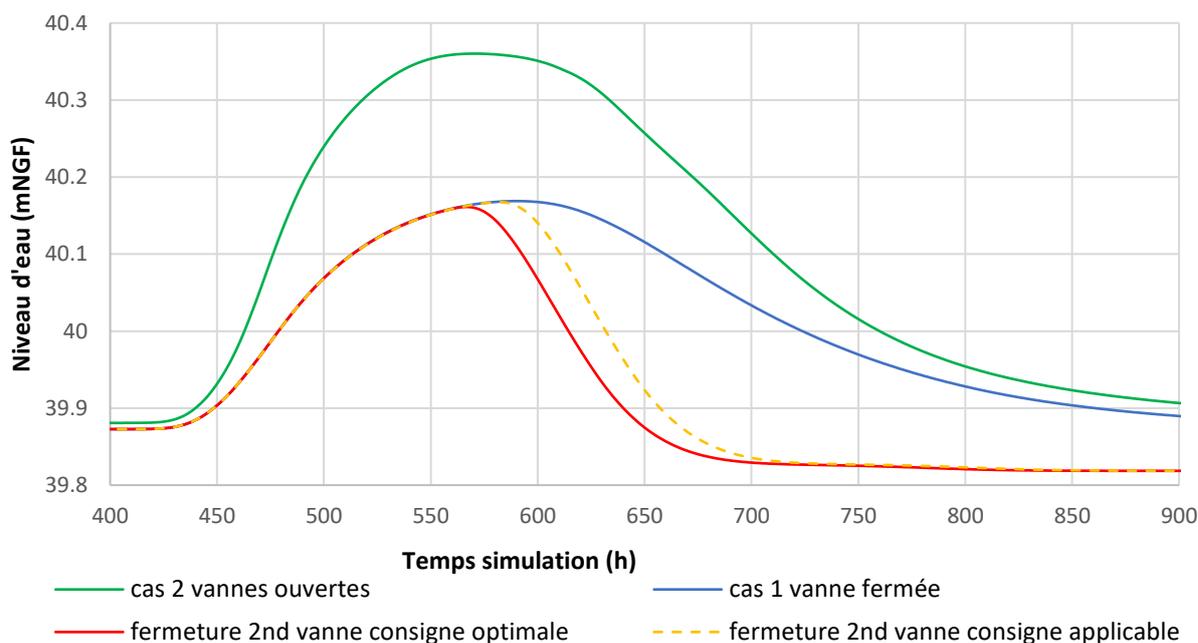


Figure 13 : Graphe comparatif des niveaux d'eau à Appilly en fonction de la gestion des vannes, pour le cas 2,30 m à Condren crue lente

Ci-dessous sont présentés les résultats de simulation ayant conduit à cette analyse.

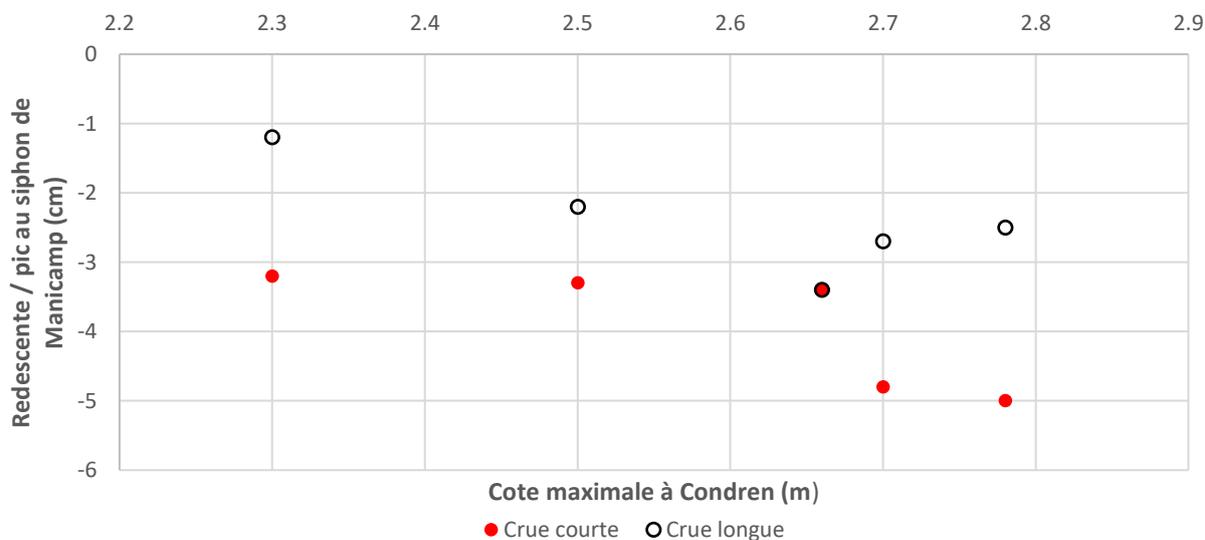


Figure 14 : Graphe comparatif des redescentes optimales avant fermeture de la seconde vanne de Manicamp en fonction de la hauteur maximale mesurée à Condren pour les crues courtes et les crues lentes modélisées.

3.3. Application et complétion des consignes de régulation aux deux cas d'études : crues de 2020 et 2021

Pour tester la robustesse de notre projet de consigne, nous les avons testées sur les crues de 2020 et 2021. Ces crues sont composées de plusieurs pics successifs d'intensités différentes posant la question de la gestion de la seconde vanne en cas de pics multiples.

L'idée étant de ne pas amplifier les niveaux des pics de crues régulées à l'aide de cette vanne, nous proposons les consignes de gestion suivantes :

1. Réouverture de la seconde vanne lorsque le niveau d'eau en rive droite de la vanne dépasse celui en rive gauche, c'est-à-dire qu'on participe à l'évacuation des flux se présentant en rive droite ;
2. Réouverture de la seconde vanne lorsque le niveau au siphon côté Oise dépasse le niveau atteint lors sa fermeture initiale.

En cas de pics successifs, le premier pic a donné une hauteur maximale H_0 en rive gauche et une hauteur, diminuée de X cm, H^- en-deçà de laquelle la seconde vanne est fermée. Ainsi, lorsque des pics successifs se présentent, la seconde vanne est fermée lorsque la cote en rive gauche descend sous H^- et ouverte lorsque la cote en rive gauche redépasse ce niveau (cf la consigne 2), ou bien que la cote H_0 est dépassée.

Si un pic ultérieur monte plus haut que pic initial, les valeurs H_0 et H^- s'appliquent sur ce nouveau pic.

a. Application à la crue de 2020

Présentation de la crue de 2020

La crue de 2020 a servi à illustrer les consignes de régulation sur un premier cas concret, afin d'en vérifier les choix et les bénéfices apportés. Pour rappel, la crue de 2020 a atteint le niveau maximal de 2,65 m à Condren. La régulation de la seconde vanne se ferait ainsi après une redescente de 4 cm du pic observé à Manicamp. On retrouve quatre pics se situant dans la gamme de régulation (2,30 m et 2,66 m). Cette succession de pics va permettre de mettre en application les consignes présentées précédemment sur un cas plus complexe que pour une crue composée d'un pic unique.

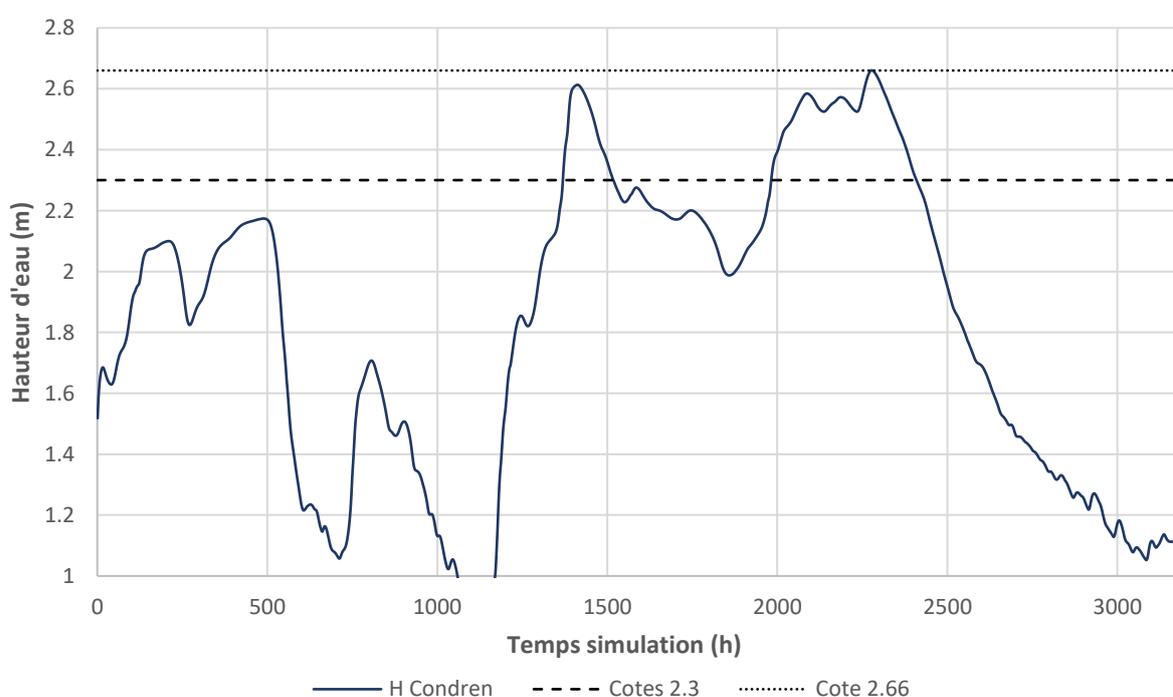


Figure 15 : Hydrogramme à Condren et bornes de régulation pour la crue de 2020

Consignes de régulation au siphon de Manicamp

Le déroulé de la gestion de la seconde vanne sur l'exemple de la crue de 2020 est le suivant :

- Au temps $T = 1465$ h sur le graphe ci-dessous, un premier pic est observé, correspondant au premier pic à Condren dans la zone de régulation représentée sur la figure précédente. Les deux grandeurs H_0 et H^- sont initialisées sur ce premier pic à Manicamp. Lorsque le niveau atteint H^- , la seconde vanne est d'abord fermée, puis lorsque ce niveau est réatteint par la suite elle est réouverte.
- Le second pic observé atteint un niveau plus élevé que le précédent, et les valeurs H_0 et H^- sont mises à jour. Lors de la fermeture de la seconde vanne, le niveau ne faisant qu'augmenter du fait de l'arrivée d'un nouveau pic, il est nécessaire de rouvrir la vanne lorsque l'on réatteint H_0 .
- Cette réouverture permet au niveau de redescendre ensuite jusqu'à la cote H^- alors effective, et la seconde vanne peut être fermée. Le niveau remonte de nouveau suite à l'arrivée d'un autre pic depuis Condren, il est nécessaire de rouvrir la vanne lorsque H_0 est réatteint.
- Le dernier pic de la crue est d'importance supérieure aux autres, les valeurs H_0 et H^- sont réactualisées. La fermeture de la seconde vanne peut se faire le niveau H^- est atteint. Sa réouverture est réalisée lorsque le niveau en rive droite du siphon est supérieur à celui en rive gauche.

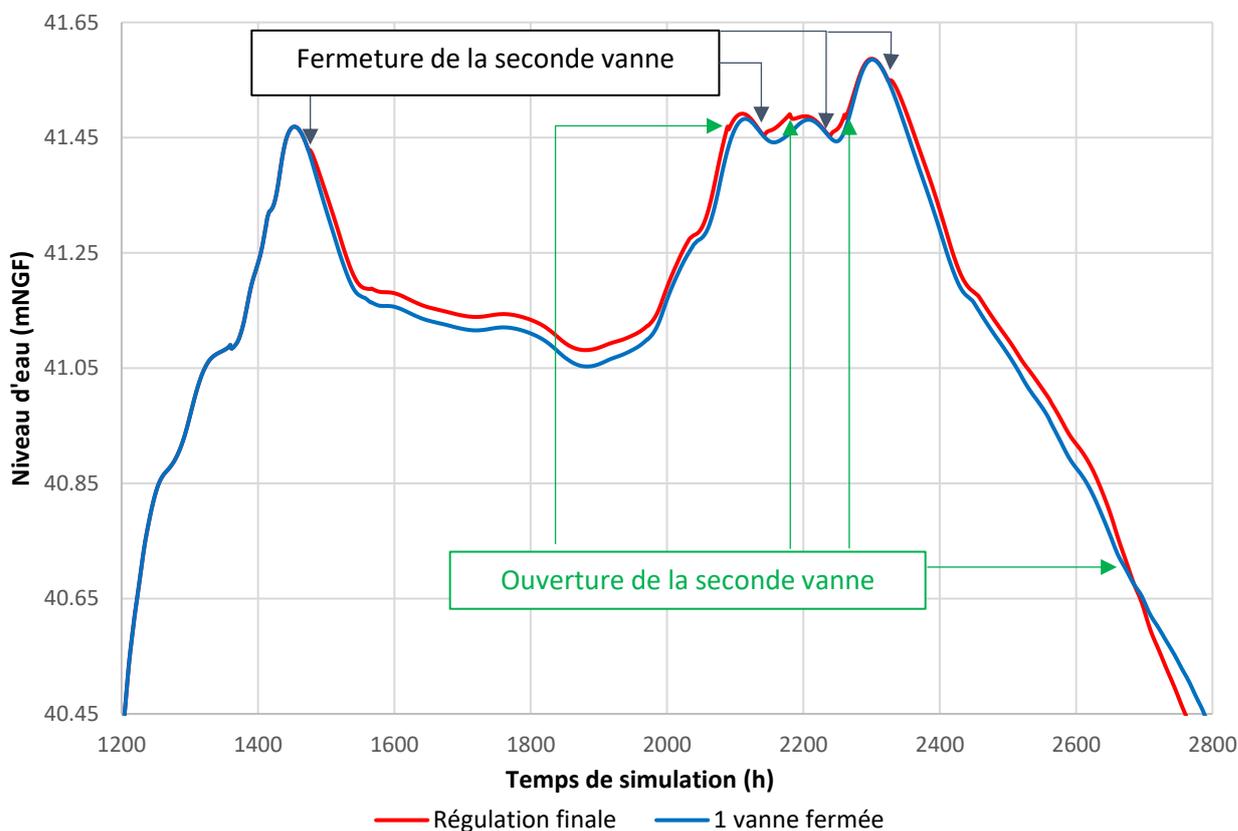


Figure 16 Graphe récapitulant les fermetures et ouvertures de la seconde vanne pour la crue de 2020

Impacts de la gestion de seconde vanne

Réduction des niveaux en rive droite du canal latéral à l'Oise

La gestion de la crue à l'aide des vannes de Manicamp permet de réduire de façon importante le niveau côté Appilly en limitant l'entrée de l'Oise qui participe au remplissage des casiers. Pour la crue de 2020 telle que modélisée, la réduction des niveaux est de l'ordre de 30 cm sur le maximum atteint sans régulation, les deux vannes participant de façon complémentaire à cette réduction. Le graphe ci-dessous montre que

l'essentiel de la diminution des niveaux est possible par la fermeture de la première vanne. La seconde vanne permet une légère diminution des niveaux mais joue un rôle particulièrement important dans l'accélération de la vidange des casiers en bloquant le flux venant de l'Oise.

Dans le modèle réalisé, l'utilisation des consignes de régulation proposées, auraient permis d'abaisser le maximum de l'inondation de 40,55 mNGF à **40,28 mNGF** à Appilly sur l'exemple de 2020, et de réduire la durée de l'inondation supérieure à 40 mNGF pour le deuxième événement de crue de 7 semaines à **2,5 semaines**.

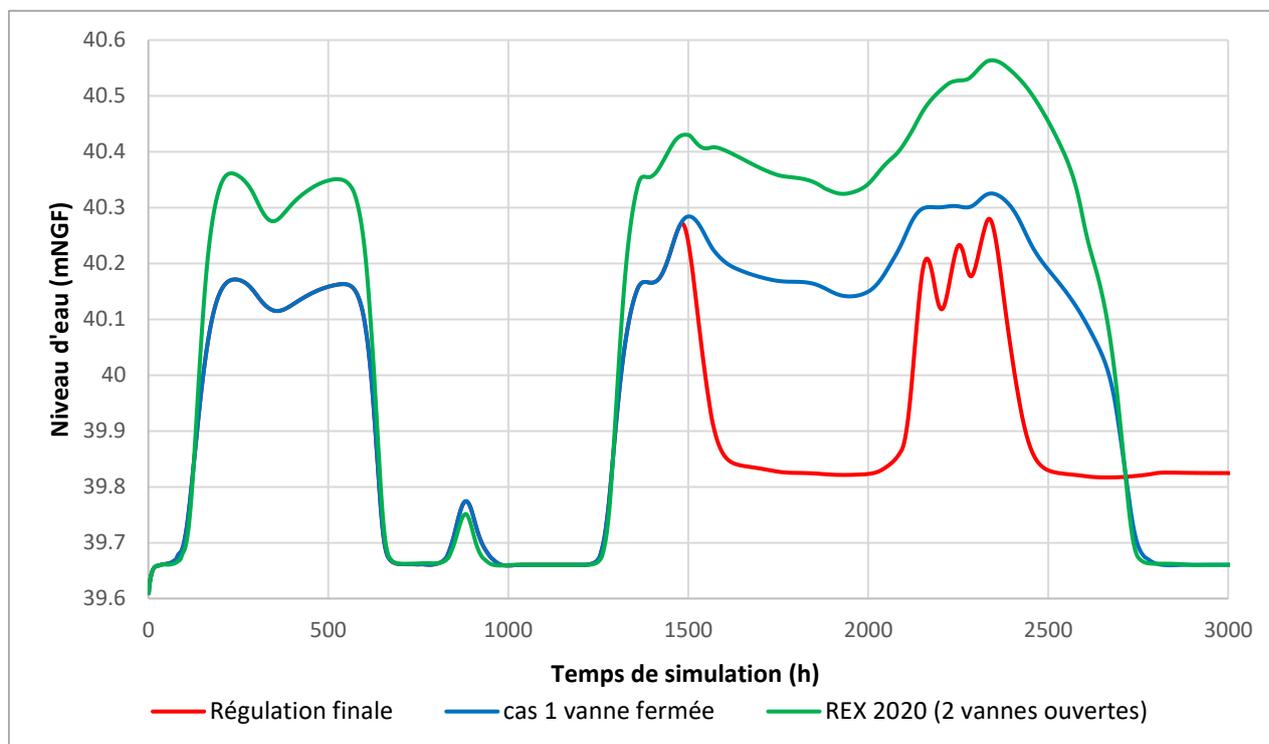


Figure 17 : Graphe comparatif des niveaux d'eau à Appilly pour la crue de 2020 selon les différents cas de régulation

	RE 2012 (2 vannes ouvertes)	1 vanne fermée	Avec Consignes fermetures	Ecart (en cm)	Ecart RE 2012 / 1 vanne fermée	Ecart 1 vanne fermée / Consignes fermeture	
Sur le premier pic régulé					Sur le premier pic régulé		
Appilly	40,43	40,28	40,27		-15	-1	
Saint Hubert	40,30	40,07	40,06		-23	-1	
Sur le second pic régulé					Sur le second pic régulé		
Appilly	40,53	40,30	40,23		-23	-7	
Saint Hubert	40,35	40,08	40,03		-27	-5	
Sur le troisième pic régulé					Sur le troisième pic régulé		
Appilly	40,56	40,33	40,28		-24	-5	
Saint Hubert	40,39	40,11	40,08	-28	-3		

Tableau 4 : Tableau récapitulatif des niveaux d'eau à Appilly et Saint Hubert pour les différentes simulations réalisées pour 2020

Augmentation des niveaux d'eau en rive gauche du canal latéral à l'Oise

L'intérêt de la réduction des niveaux au secteur d'Appilly doit être constamment mis au regard de l'augmentation des niveaux en rive gauche du canal latéral à l'Oise. Il est évident que la fermeture d'une vanne au 1^{er} novembre tel que préconisé aura pour effet d'augmenter le niveau en rive gauche en empêchant le remplissage des casiers de la rive droite. Cette augmentation reste inférieure à 3 cm sur l'ensemble des communes servant de points de repère, contre une réduction supérieure à 15 cm côté Appilly.

La fermeture de la seconde vanne quant à elle n'amplifie pas ou peu les maximaux de ces points de repère. Les maximaux sur la durée totale de la simulation ne sont pas amplifiés (cf tableau ci-dessous).

	RE 2012 (2 vannes ouvertes)	1 vanne fermée	Avec consignes fermeture		Ecart RE 2012 / 1 vanne fermée	Ecart 1 vanne fermée / consignes fermeture
Sur le premier pic régulé						
Chauny	44,34	44,34	44,34	Ecart (en cm)	0	0
Marizelle	41,14	41,17	41,17		3	0
Abbécourt	41,82	41,84	41,84		2	0
Manicamp	41,42	41,45	41,45		3	0
Quierzy	40,95	40,97	40,97		2	0
Brétigny	39,75	39,78	39,78		2	0
Couarcy	40,81	40,83	40,83		2	0
Pontoise- lès-Noyon	38,71	38,73	38,73		2	0
Varesnes	39,66	39,69	39,69		2	0
Sur le second pic régulé						
Chauny	44,26	44,26	44,26	Ecart (en cm)	0	0
Marizelle	41,15	41,17	41,18		2	1
Abbécourt	41,82	41,84	41,85		2	1
Manicamp	41,43	41,47	41,47		3	1
Quierzy	40,96	40,98	40,98		2	1
Brétigny	39,79	39,81	39,81		2	0
Couarcy	38,82	38,82	38,82		0	0
Pontoise- lès-Noyon	38,80	38,80	38,80		0	0
Varesnes	39,70	39,72	39,72		2	0
Sur le troisième pic régulé (correspondant au maximum de crue)						
Chauny	44,34	44,34	44,34	Ecart (en cm)	0	0
Marizelle	41,24	41,26	41,27		2	0
Abbécourt	41,91	41,92	41,92		1	0
Manicamp	41,54	41,57	41,57		3	0
Quierzy	41,03	41,05	41,05		2	0

Brétigny	39,89	39,90	39,90		2	0
Couarcy	38,92	38,93	38,92		0	-1
Pontoise-lès-Noyon	38,91	38,91	38,90		0	-1
Varesnes	39,80	39,82	39,81		2	0

Tableau 5: Tableau récapitulatif des niveaux d'eau obtenus pour les différentes simulations de la crue de 2020 pour la rive gauche au canal latéral à l'Oise

Réduction des écarts de niveaux d'eau entre les rives de l'Oise

L'intérêt des fermetures des vannes est également de tendre vers un équilibre des niveaux entre les rive droite et gauche. Pour la crue de 2020, il a été possible d'observer des niveaux plus importants à Appilly qu'au point de référence Brétigny. Dans le modèle, l'utilisation des consignes proposées permet de réduire cet écart entre 20 et 30 cm.

	RE 2012 (2 vannes ouvertes)	1 vanne fermée	Avec consignes fermeture
Sur le premier pic régulé			
Appilly	40,43	40,28	40,27
Brétigny	39,55	39,56	39,56
Ecart (en cm)	89	73	71
Sur le second pic régulé			
Appilly	40,53	40,30	40,23
Brétigny	39,86	39,88	39,88
Ecart (en cm)	67	43	36
Sur le troisième pic régulé			
Appilly	40,56	40,33	40,28
Brétigny	39,97	39,99	39,99
Ecart (en cm)	59	34	29

Tableau 6 : Comparaison des niveaux d'eau entre Appilly et Brétigny pour la crue de 2020

b. Application à la crue de 2021

Présentation de la crue de 2021

La crue de 2021 a permis d'illustrer les différentes consignes de régulation à l'image de la crue de 2020 grâce aux différents pics observés à Condren. La nouveauté réside dans le fait que sur la série temporelle modélisée, deux événements de crue séparés sont observables, le premier s'arrêtant autour du temps 500 h sur le graphe ci-dessous, où les niveaux sont redescendus suffisamment bas à Condren. Cette crue permet également de mettre en avant le changement de consigne de fermeture du fait de l'importance de son pic principal, atteignant 2,78 m à Condren.

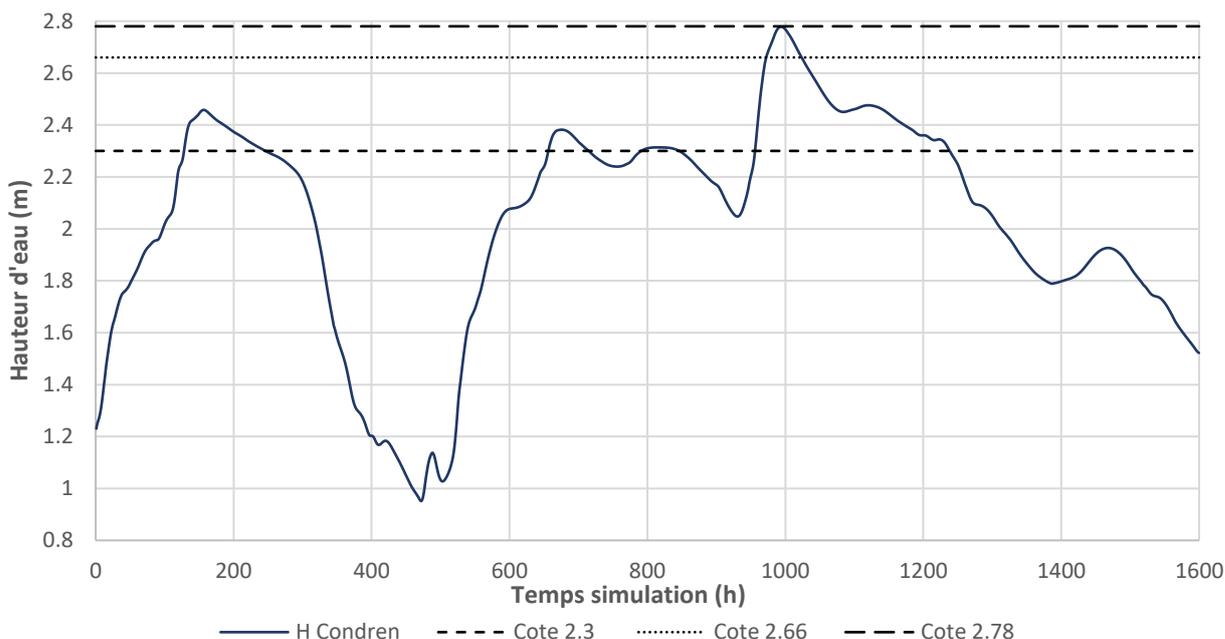


Figure 18 : Hydrogramme à Condren pour la crue de 2021 et cotes des niveaux maximaux à Condren pour la régulation

Consignes de régulation au siphon de Manicamp

Le déroulé de la gestion de la seconde vanne sur l'exemple de la crue de 2021 est le suivant :

- Au temps $T = 195$ h sur le graphe ci-dessous, un premier pic est observé, correspondant au premier pic à Condren dans la zone de régulation représentée sur la figure précédente. Les deux grandeurs H_0 et H^- sont initialisées sur ce premier pic à Manicamp. Lorsque le niveau atteint H^- , la seconde vanne est d'abord fermée. La crue descend ensuite suffisamment pour que le niveau en rive droite devienne supérieur à celui en rive gauche, permettant la réouverture de la vanne. Cet événement marque la fin du premier événement de crue et les valeurs H_0 et H^- seront réinitialisées sur le pic suivant.
- Avec le second pic observé les valeurs H_0 et H^- sont mises à jour. Lors de la fermeture de la seconde vanne, le niveau met un certain temps à redescendre sous H^- du fait de l'arrivée d'un nouveau pic descendant depuis Condren. Lorsque le niveau H^- est réatteint la vanne est alors réouverte.
- Le pic principal de la crue venant par la suite est d'importance supérieure aux autres, réactualisant alors les valeurs H_0 et H^- . Sa valeur maximale à la station de Condren (2,78 m) implique un changement dans la consigne de fermeture qui nécessite d'attendre une redescente de 5 cm après la mesure du pic à Manicamp. La fermeture de la seconde vanne peut se faire une fois le niveau H^- atteint. Sa réouverture qui n'est pas présentée ici est réalisée lorsque le niveau en rive droite du siphon devient supérieur à celui en rive gauche.

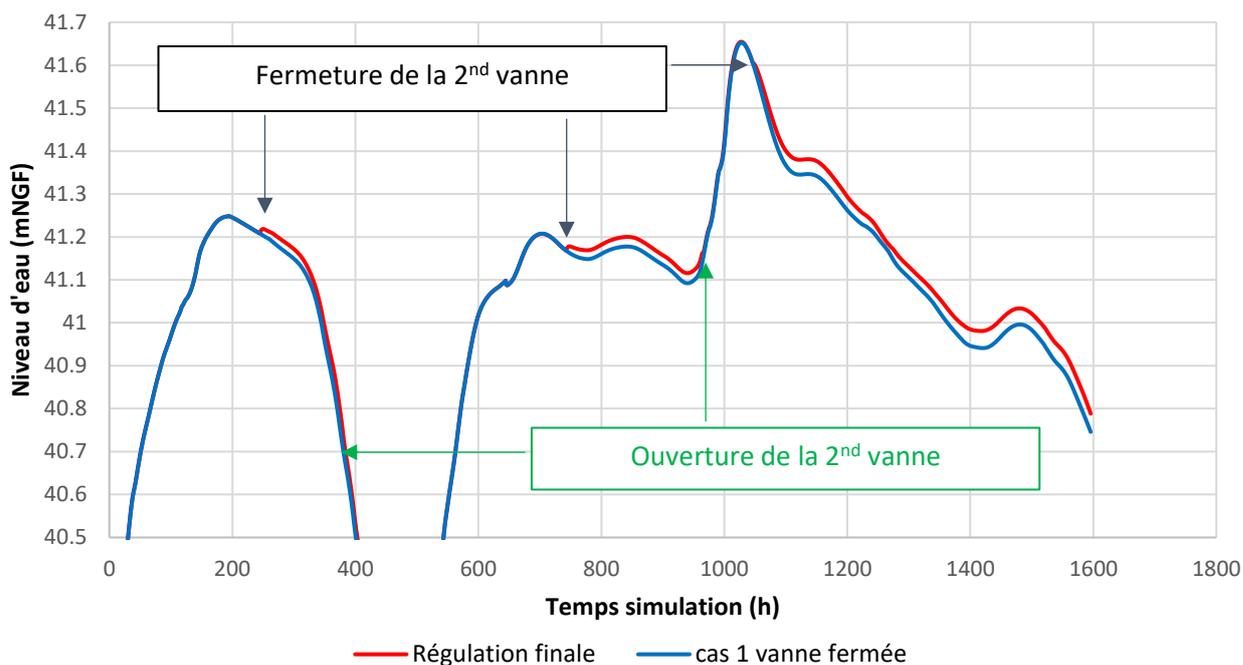


Figure 19 : Hydrogrammes des niveaux au siphon de Manicamp, en fonction des cas de régulation pour la crue de 2021

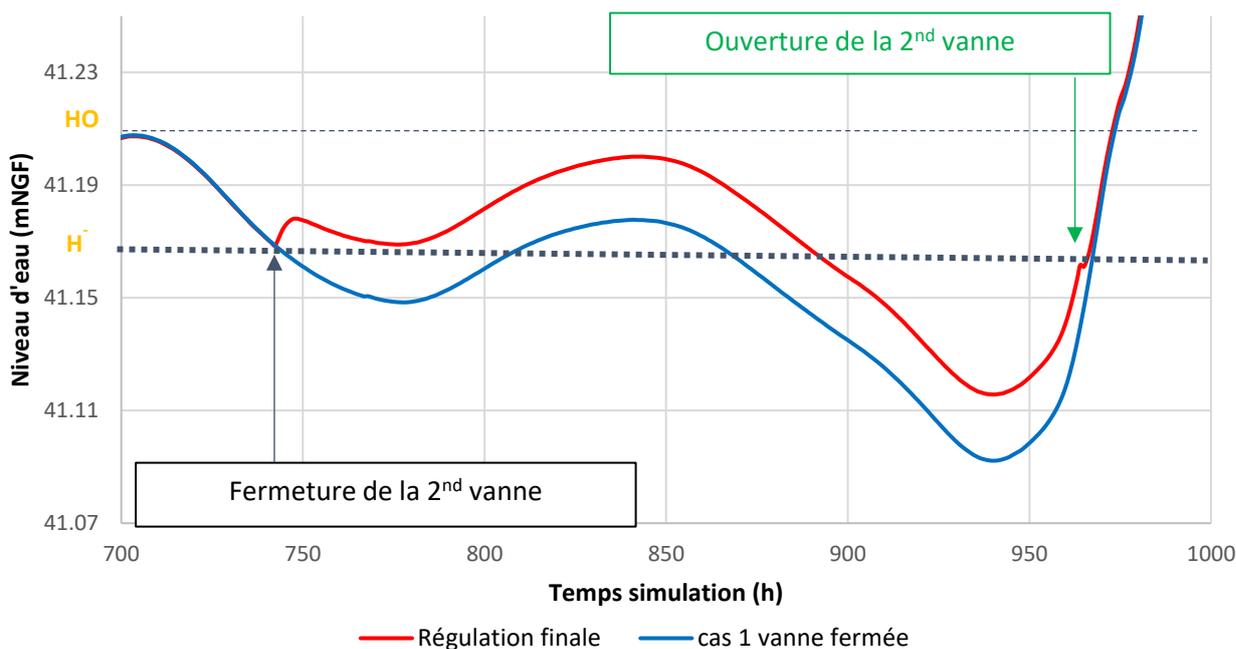


Figure 20 : Hydrogrammes des niveaux au siphon de Manicamp, en fonction des cas de régulation pour la crue de 2021 (Zoom)

Impacts de la gestion de seconde vanne

Réduction des niveaux en rive droite du canal latéral à l'Oise

De la même façon que pour la crue de 2020, l'utilisation des vannes permet de réduire de façon importante le niveau d'eau en rive droite du canal latéral à l'Oise. Pour la crue de 2021 telle que modélisée, la réduction des niveaux est de l'ordre de 35 cm sur le maxima atteint sans régulation, les deux vannes participant de façon complémentaire à cette réduction. Cette crue connaît de plus importantes variations de niveau à Appilly du fait de l'apport du ru de Grandru qui a été modélisé fidèlement (cf partie 2.2). Les variations de niveaux du Grand ru n'étant pas visibles au siphon, il n'est pas possible d'anticiper leur impact sur le secteur

d'Appilly par la gestion des vannes. Sur le graphe suivant, il apparaît que les moyens mis en œuvre pendant la crue (pompage et fermeture d'une vanne) ont permis de diminuer de façon plus importante les niveaux qu'avec les consignes de gestion proposées, mais nécessitent d'agir dans l'urgence.

Dans le modèle réalisé, l'utilisation des consignes de régulation telles que proposées, auraient permis d'abaisser le maximum de l'inondation de 40,89 mNGF à **40,63 mNGF** à Appilly sur l'exemple de 2021. Cette dernière cote est atteinte en partie à cause d'un pic de débit au niveau du Grand ru. La durée d'inondation supérieure à 40 mNGF est également réduite.

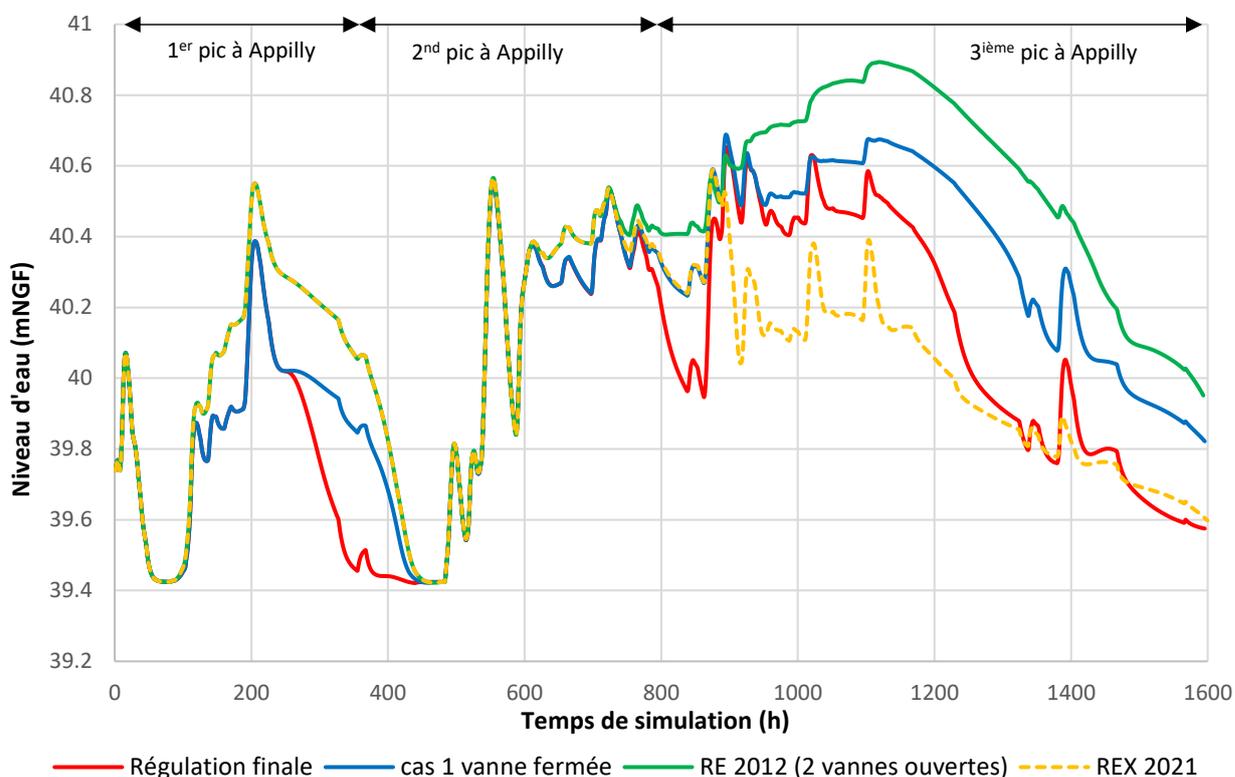


Figure 21 : Graphe comparatif des niveaux d'eau à Appilly pour la crue de 2021 en fonction des choix de gestion

	Régulation REX 2021	Régulation RE 2012 (2 vannes ouvertes)	1 vanne fermée	Avec consignes fermeture		Ecart REX 2021 / RE 2012	Ecart RE 2012 / 1 vanne fermée	Ecart 1 vanne fermée / consignes fermeture
Sur le premier pic régulé								
Appilly	40,55	40,55	40,39	40,39	Ecart (cm)	0	-16	0
Saint Hubert	40,20	40,20	39,94	39,94		0	-26	0
Sur le second pic régulé								
Appilly	40,57	40,57	40,56	40,56	Ecart (cm)	0	-1	0
Saint Hubert	39,76	39,76	39,63	39,47		0	-13	-15
Sur le troisième pic régulé								
Appilly	40,39	40,89	40,68	40,63	Ecart (cm)	-50	-22	-5
Saint Hubert	40,23	40,59	40,29	40,25		-36	-29	-4

Tableau 7 : Niveaux d'eau en rive droite du canal latéral à l'Oise pour la crue de 2021, selon le cas de gestion

Augmentation des niveaux d'eau en rive gauche du canal latéral à l'Oise

De même que pour la crue de 2020 la fermeture d'une vanne au 1^{er} novembre tel que préconisé a pour effet d'augmenter le niveau en rive gauche de façon modérée pour la crue de 2021 modélisée, d'une hauteur inférieure à 3cm. La gestion de la seconde vanne ne modifie pas quant à elle le niveau en rive gauche.

	Régulation REX 2021	Régulation RE 2012 (2 vannes ouvertes)	Cas 1 vanne fermée	Avec consignes fermeture		Ecart REX 2021 / RE 2012	Ecart RE 2012 / 1 vanne fermée	Ecart 1 vanne fermée / consignes fermeture
Sur le premier pic régulé								
Chauny	44,09	44,09	44,09	44,09	Ecart (cm)	0	0	0
Marizelle	40,92	40,92	40,94	40,94		0	2	0
Abbécourt	41,59	41,59	41,60	41,60		0	1	0
Manicamp	41,22	41,22	41,23	41,23		0	2	0
Quierzy	40,78	40,78	40,80	40,80		0	2	0
Brétigny	39,51	39,51	39,52	39,52		0	1	0
Couarcy	38,53	38,53	38,53	38,53		0	0	0
Sempigny	37,75	37,75	37,75	37,75		0	0	0
Pontoise-lès-Noyon	38,36	38,36	38,35	38,35		0	0	0
Varesnes	39,40	39,40	39,41	39,41		0	0	0
Sur le second pic régulé								
Chauny	43,99	43,99	43,99	43,99	Ecart (cm)	0	0	0
Marizelle	40,86	40,85	40,88	40,87		1	2	0
Abbécourt	41,52	41,52	41,53	41,53		0	1	0
Manicamp	41,18	41,18	41,19	41,19		0	2	0
Quierzy	40,73	40,72	40,74	40,74		1	2	0
Brétigny	39,45	39,44	39,45	39,45		1	1	0
Couarcy	38,49	38,49	38,49	38,49		0	0	0
Sempigny	37,68	37,67	37,68	37,68		1	0	0
Pontoise-lès-Noyon	38,27	38,26	38,26	38,26		1	0	0
Varesnes	39,34	39,33	39,34	39,34		1	1	0
Sur le troisième pic régulé								
Chauny	44,50	44,52	44,51	44,51	Ecart (cm)	-2	-2	0
Marizelle	41,32	41,29	41,32	41,32		2	2	0
Abbécourt	42,01	42,00	42,01	42,01		1	1	0
Manicamp	41,63	41,60	41,63	41,64		3	3	0
Quierzy	41,09	41,08	41,09	41,09		2	2	0
Brétigny	39,94	39,92	39,94	39,95		2	2	0
Couarcy	38,92	38,91	38,92	38,92		1	1	0
Sempigny	38,19	38,19	38,18	38,18		-1	-1	0
Pontoise-lès-Noyon	38,90	38,90	38,90	38,91		1	1	0
Varesnes	39,86	39,84	39,86	39,86		2	2	0

Tableau 8 : Tableau des niveaux d'eau en rive gauche du canal latéral à l'Oise pour la crue de 2021 selon les cas de gestion à Manicamp

Réduction des écarts de niveaux d'eau entre les rives de l'Oise

L'intérêt des fermetures des vannes est également de tendre vers un équilibre des niveaux entre les rive droite et gauche. Pour la crue de 2020, il a été possible d'observer des niveaux plus importants à Appilly qu'au point de référence Brétigny. Dans le modèle, l'utilisation des consignes proposées permet de réduire cet écart jusqu'à 30 cm. L'écart entre Appilly et Brétigny dans l'encadré « second pic régulé » présenté dans le tableau ci-dessous reste important quel que soit le cas de gestion des vannes, car le pic simulé à Appilly provient en grande partie d'une fluctuation importante du débit de Grandru dans le modèle.

	Régulation REX 2021	Régulation RE 2012 (2 vanne ouvertes)	1 vanne fermée	Avec Consignes fermetures
Sur le premier pic régulé				
Appilly	40,55	40,55	40,39	40,39
Brétigny	39,67	39,67	39,68	39,68
Ecart (cm)	88	88	71	71
Sur le second pic régulé				
Appilly	40,57	40,57	40,56	40,56
Brétigny	39,61	39,61	39,61	39,61
Ecart (cm)	96	96	94	94
Sur le troisième pic régulé				
Appilly	40,39	40,89	40,68	40,63
Brétigny	40,02	40,00	40,02	40,03
Ecart (cm)	37	89	65	60

Tableau 9 : Comparaison des niveaux d'eau entre Brétigny et Appilly pour la crue de 2021 selon les cas de gestion

3.4. Ouverture des vannes lors du dépassement de la hauteur 2,78 m à Condren

La gestion des vannes telle qu'expliquée dans le présent document ne s'applique pas pour toutes les amplitudes de crues. Suite au retour d'expérience de 2021, il semble important de ne pas appliquer cette gestion pour des crues de **niveaux supérieurs à 2,78 m** à Condren. A partir de ce niveau, le palier d'une maison située à Abbécourt se retrouve au niveau de la surface libre.

Afin de ne pas aggraver les inondations qui pourraient apparaître en bordure de l'Oise pour des niveaux à Condren supérieur à 2,78m, le choix proposé à ce stade est de rouvrir les deux vannes lorsque la cote mesurée dépasse cette valeur. En ce qui concerne la fermeture de la 1^{ère} vanne, il est préconisé de le réaliser lorsque la cote redescend en dessous de la cote à Manicamp lors de l'ouverture. Afin de rester cohérent avec le reste des consignes de régulation, la seconde vanne pourra être abaissée après une redescente de 5 cm au siphon de Manicamp (correspondant à la consigne pour des niveaux supérieurs à 2,66 m à Condren).

Afin de vérifier si cette consigne n'aggrave pas les inondations à Abbécourt, nous avons réalisé plusieurs simulations sur la crue de 2021, où le pic principal observé à Condren a été modifié afin d'atteindre **2,89 m**. La première vanne a été rouverte lorsque l'on obtenait 2,78 m à Condren (cote mesurée à Manicamp au même instant 41,23 mNGF dans le cas présent). Cette vanne a été rabaissée lorsque le niveau à Manicamp est repassé par la cote mesurée lors de la fermeture (41,23 mNGF). La seconde vanne l'a été lors de la redescente de 5 cm du niveau à Manicamp par rapport à cette cote (41,18 mNGF).

Il en ressort de ces tests qu'en rouvrant les deux vannes lors du dépassement de la consigne, le niveau d'eau en rive gauche est le même qu'une configuration où il n'aurait été fait aucune régulation avec les vannes. Dans le cas où la 1^{ère} vanne aurait été conservée abaissée, le niveau d'eau aurait été augmenté de 1 à 3 cm. Le gain est donc intéressant si l'on se situe sur des niveaux débordants en rive gauche.

CONCLUSION

A travers ces différents exemples, la régulation des vannes joue un rôle intéressant dans la diminution de l'impact du canal sur l'incidence des crues en rive droite dudit canal. Pour les deux crues historiques étudiées, la fermeture d'une vanne permet de diminuer les niveaux d'eau lors des pics de crues en rive droite, tout en augmentant faiblement les niveaux en rive gauche, sans atteindre pour autant la neutralité entre rives gauche et droite. L'utilisation de la seconde vanne permet de diminuer les temps d'inondation de façon significative sans incidence sur la rive gauche.

L'intérêt de cette régulation vient notamment du peu de moyens à mettre en œuvre pour son utilisation, et des gains intéressants associés ; la manœuvre du siphon, organe lié au canal, apparaît logiquement comme un moyen d'en atténuer les impacts. Cette méthode ne permet cependant pas d'empêcher les inondations à Appilly. Le choix réalisé durant l'hiver 2021 avec l'utilisation de pompes a permis de diminuer les niveaux de façon plus importante que ne l'aurait fait la simple gestion des vannes. Il est donc important de considérer des outils complémentaires à celui proposé ici, afin de réduire au mieux l'impact des crues sur la rive droite du canal latéral à l'Oise.

La régulation proposée peut paraître complexe de premier abord, mais elle ne s'appuie en réalité que sur l'observation de deux points précis : les niveaux d'eau à Condren et au siphon de Manicamp. Les consignes de régulation proposées dans cette étude sont les suivantes :

Au préalable

Fermeture d'une vanne au 1^{er} novembre au début de la saison hivernale et ouverture le 31 mars.

Lors de mesures de niveaux d'eau compris entre 2,30 m et 2,78 m à Condren

Fermeture de la seconde vanne

- 1- Si le pic mesuré est compris entre 2,30 et 2,66 m, la fermeture de la seconde vanne doit se faire après une **redescente de 4 cm** du pic à Manicamp ;
- 2- Si le pic mesuré est compris entre 2,67 et 2,78 m, la fermeture doit être faite après une **redescente de 5 cm** du pic à Manicamp

Ouverture de la seconde vanne

- 1- La seconde vanne peut être réouverte lorsque le niveau d'eau en rive droite de la vanne dépasse celui en rive gauche, c'est-à-dire que l'inversion du courant n'aura pas lieu lors de la réouverture de la vanne, l'Oise ne venant pas remplir les casiers ;
- 2- La seconde vanne lorsque le niveau au siphon côté Oise surpasse le niveau lors sa fermeture, afin de ne pas amplifier les niveaux.

Dans le cas de pics successifs

Le premier pic a donné une hauteur maximale H_0 en rive gauche et une hauteur, diminuée de X cm, H^- en-deçà de laquelle la seconde vanne est fermée. Ainsi, lorsque des pics successifs se présentent, la seconde vanne est fermée lorsque la cote en rive gauche descend sous H^- et ouverte lorsque la cote en rive gauche redépasse ce niveau (cf la consigne d'ouverture 2), ou bien que la cote H_0 est dépassée.

Si un pic ultérieur monte plus haut que le pic initial, les valeurs H_0 et H^- s'appliquent sur ce nouveau pic.

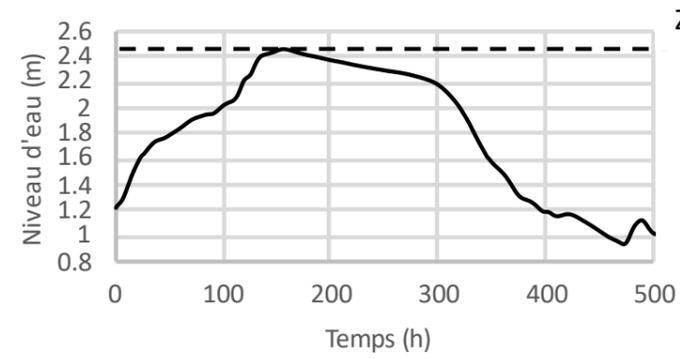
A la mesure de niveaux supérieur à 2,78 m à Condren

Les deux vannes sont ouvertes dans l'attente de réflexions à conduire, lors de la mesure du dépassement de cette cote à Condren. La cote au siphon est alors mesurée et conservée, elle sera assimilée à H_0 .

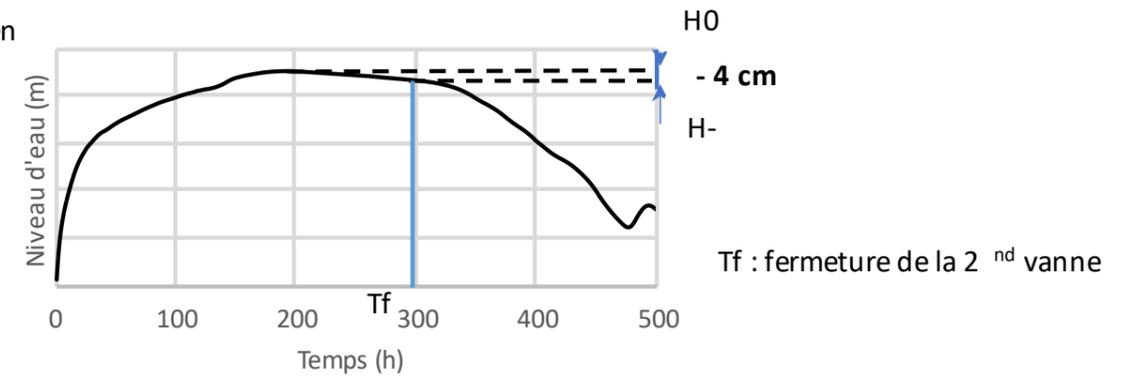
Lorsque le niveau redescend sous H_0 , il est possible de refermer une des deux vannes. La seconde pourra être fermée lorsque l'on passera sous H^- , i.e. pour une redescente de 5 cm par rapport à H_0 .

Pour une meilleure compréhension des consignes de fermeture, celles-ci sont présentées sur le schéma ci-dessous dans le cas de pics de crue seuls.

1^{er} cas : $2,3 < Z_{\max} < 2,66$ m

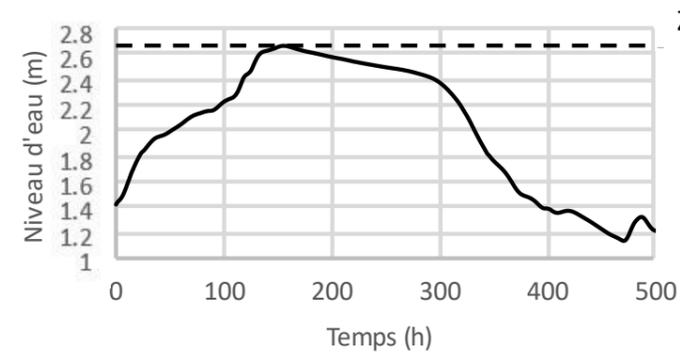


Hydrogramme mesuré à Condren

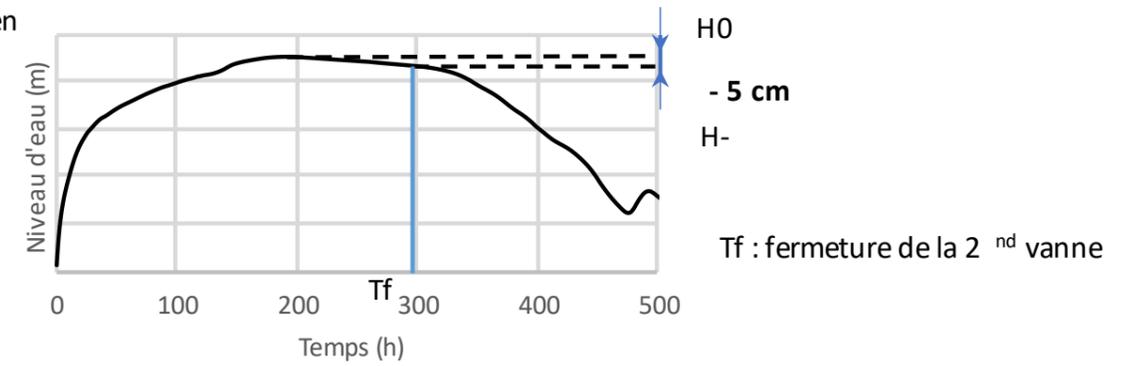


Hydrogramme mesuré à Manicamp

2^{ème} cas : $2,66 < Z_{\max} < 2,78$ m

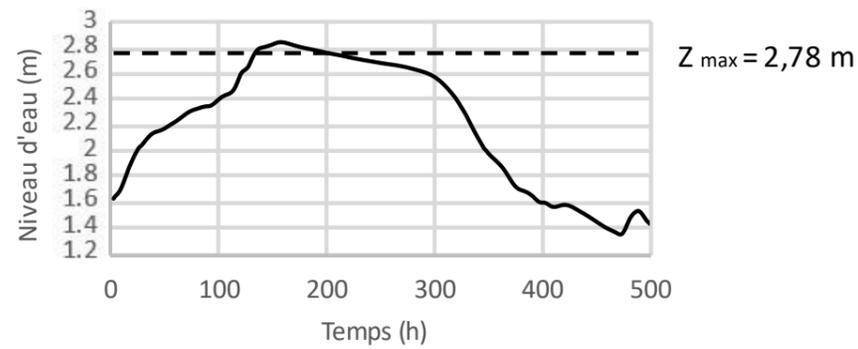


Hydrogramme mesuré à Condren

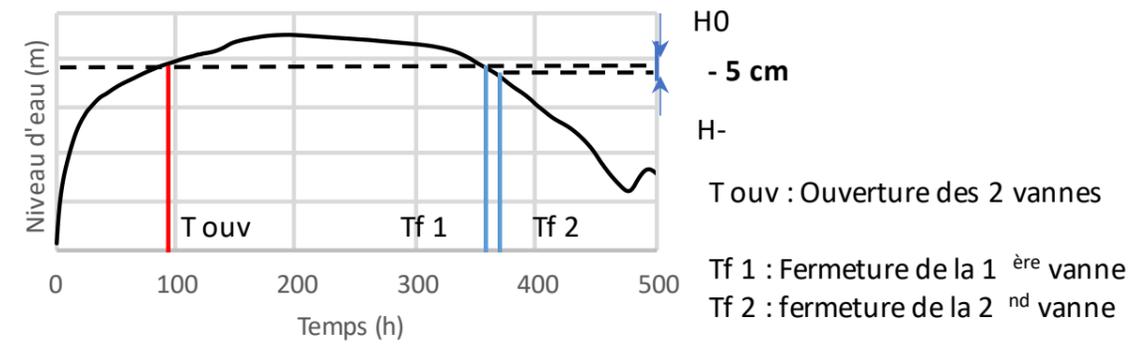


Hydrogramme mesuré à Manicamp

3^{ème} cas : $2,78 < Z_{\max}$



Hydrogramme mesuré à Condren



Hydrogramme mesuré à Manicamp

Figure 22 : Récapitulatif des consignes de fermeture des vannes pour des pics uniques