Traduction d'extraits du document *'Wasgebeurtenissen 11-16 november 2010. Beschrijving hydrologische gebeurtenissen' Waterboukundig laboratoriu: Boeckx, L.; Deschamps, M.; D'Haeseleer, E.; Vanneuville, W.; Viaene, P.; Van Eerdenbrugh, K.; Mostaert, F. April 2011*
Réalisé dans le cadre de la préparation de l'activité 'Inondations dans le bassin de la Senne - Concertation interrégionale pour des solutions durables - lundi 13 février 2012 à Halle'. Avec nos remerciements à la Commission Internationale de l'Escaut pour cette traduction.

4. Senne – canal

Description du système fluvial

Schématisation

Le canal de Charleroi et le Canal Maritime Bruxelles-Escaut constituent la connexion entre Charleroi, Bruxelles et l'Escaut Maritime. Les 102 km de ces deux canaux interconnectés coupent le bassin hydrographique de la Senne.

Tout au long des canaux, des interactions avec la Senne et les autres cours d'eau sont possibles. Ces interactions sont parfois réduites aux périodes de débits importants, à certains endroits l'échange est permanent. La connaissance des interactions avec la Senne est donc très importante.

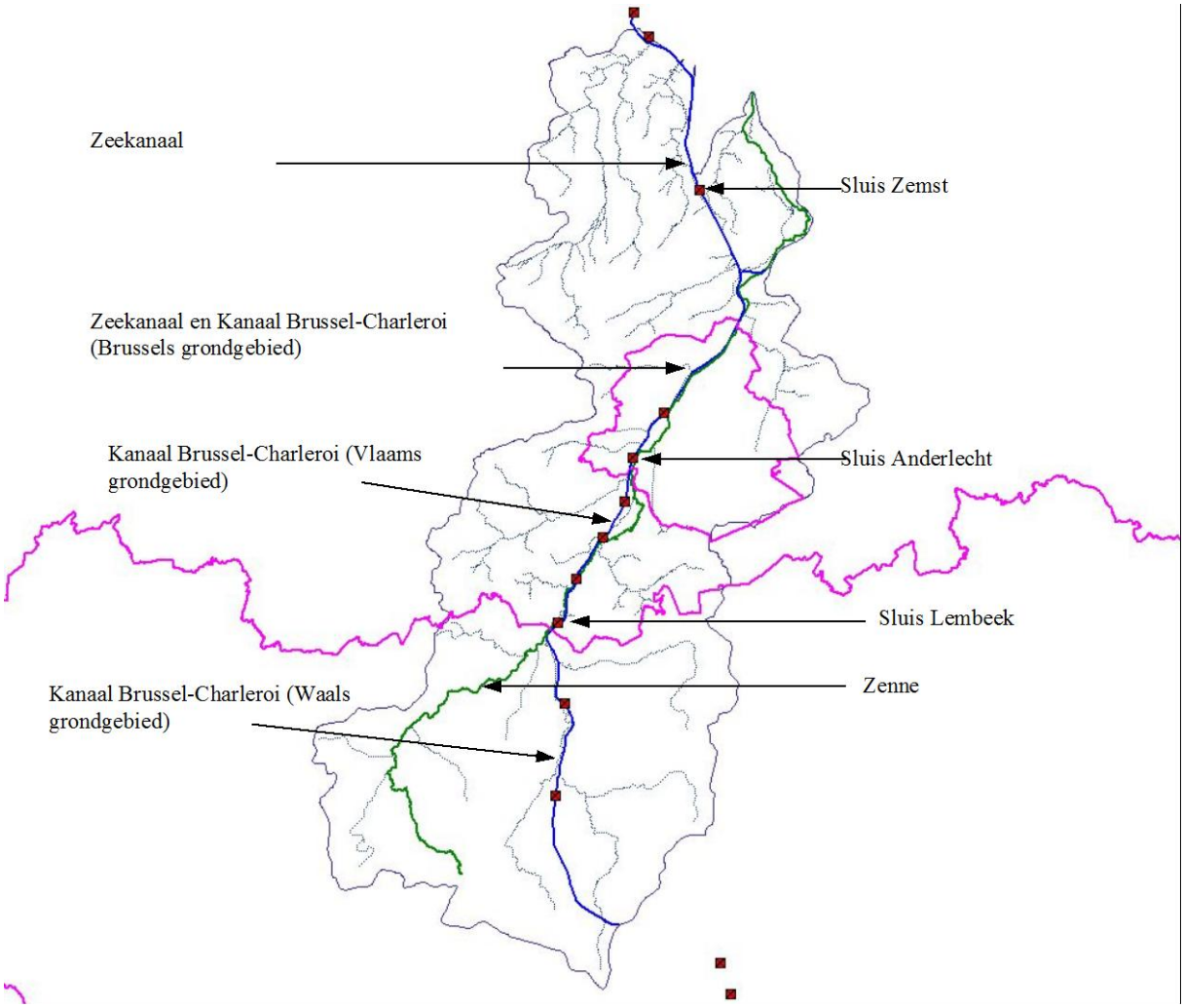


Figure 31 : Situation géographique de la Senne-du canal

La figure 32 schématise le système. Cette figure présente le canal à partir du Plan incliné de Ronquières jusqu'à l'Ecluse Maritime de Wintam. Toutes les écluses sont indiquées, à l'exception de l'Ecluse d'Ittre.

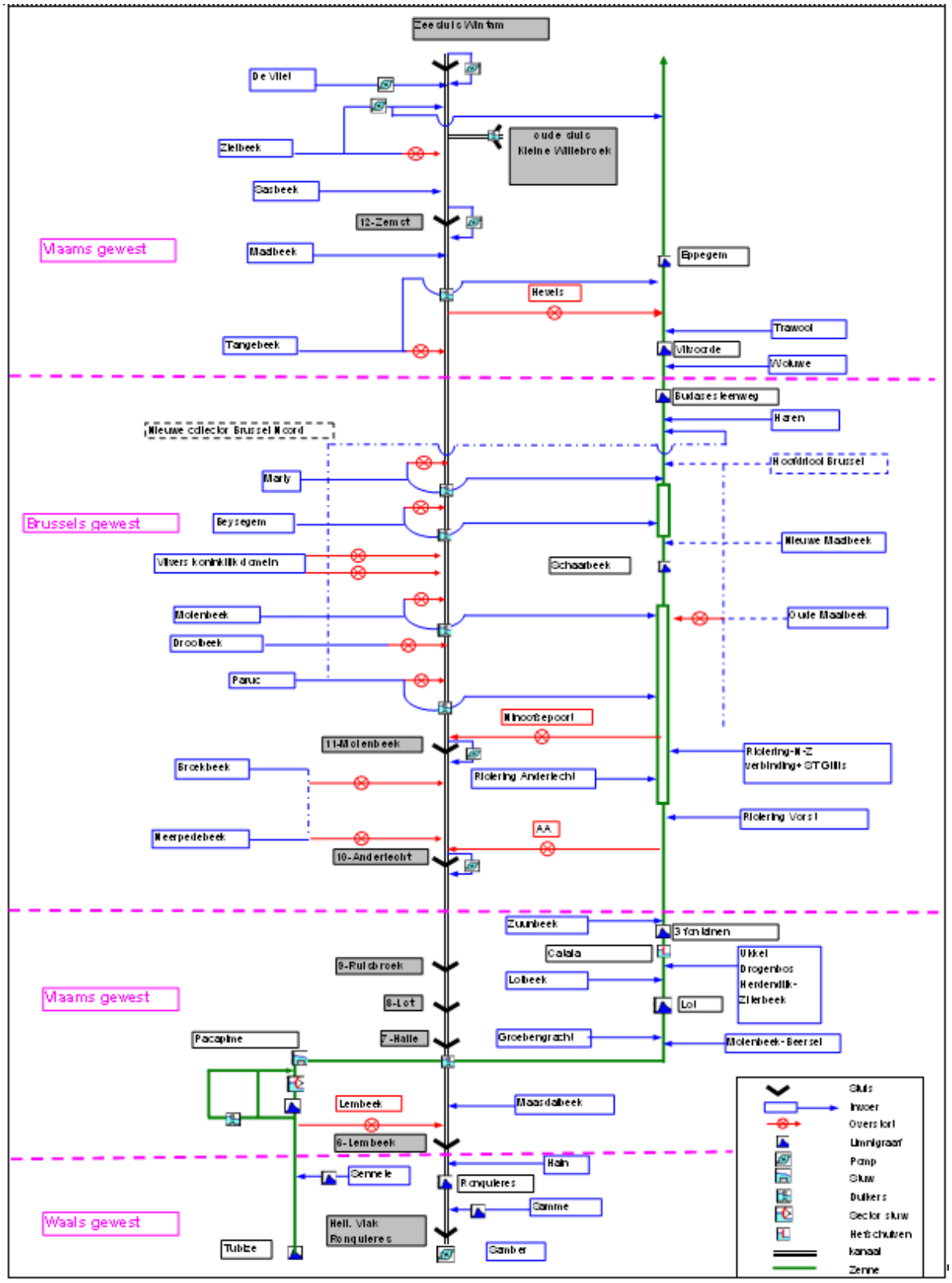


Figure 32 : Schématisation du système Senne-canal

Les principales stations de pompage évacuant les excédents d'eau des différents bassins versants vers le canal sont indiquées, ainsi que les stations de pompage utilisées pour les différentes écluses.

Le même schéma présente les éléments principaux de la Senne à partir de Tubize jusqu'à l'embouchure dans le Rupel. Les principaux barrages, les déversoirs, les différentes arrivées d'eau et les affluents sont présentés comme des points d'entrée.

On peut conclure de cette schématisation que les tracés du canal et de la Senne sont parallèles sans interactions importantes jusqu'à Lembeek, le point où les excédents d'eau de la Senne se jettent dans le canal via le déversoir. Plus en aval de la Senne se trouve la Senne ancienne qui autrefois constituait un by-pass.

A la hauteur de Halle, la Senne plonge en-dessous du canal via un siphon et continue son tracé en parallèle avec le canal jusqu'au déversoir d'AA où se trouve le deuxième point d'interaction important. Entre Anderlecht et Vilvorde se situent plusieurs autres déversoirs de la Senne vers le canal, mais ceux-ci sont d'une moindre importance.

Sur le tronçon entre Anderlecht et Vilvorde, en cas de débits importants, plusieurs déversoirs permettent de déverser dans le canal les excédents d'eau des sous-bassins situés sur la rive gauche. Depuis la mise en service de la station d'épuration de Bruxelles-Nord, l'eau y est conduite en cas de débits normaux.

L'évacuation le long du canal ne se fait pas via les écluses mais via les différents systèmes d'écoulement longitudinaux des écluses, contrôlés par des vannes coulissantes. Dans les situations extrêmes, l'eau peut passer par-dessus les portes des écluses. Les excédents d'eau conduits au canal par les différents déversoirs sont reversés dans la Senne en aval de Bruxelles via les vannes à pistons à Vilvorde. Normalement, lors d'une période de crue, un débit de tempête significatif n'est pas évacué en aval de l'écluse de Zemst.

En aval de Zemst, plusieurs arrivées d'eau secondaires se jettent dans le canal via des stations de pompage et des déversoirs (le Vliet, le Zielbeek). Plus en aval, le canal se connecte à l'Escaut Maritime via l'écluse de Wintam.

La figure 33 présente un schéma plus simplifié des interactions entre la Senne, le canal Charleroi-Bruxelles et le Canal Maritime.

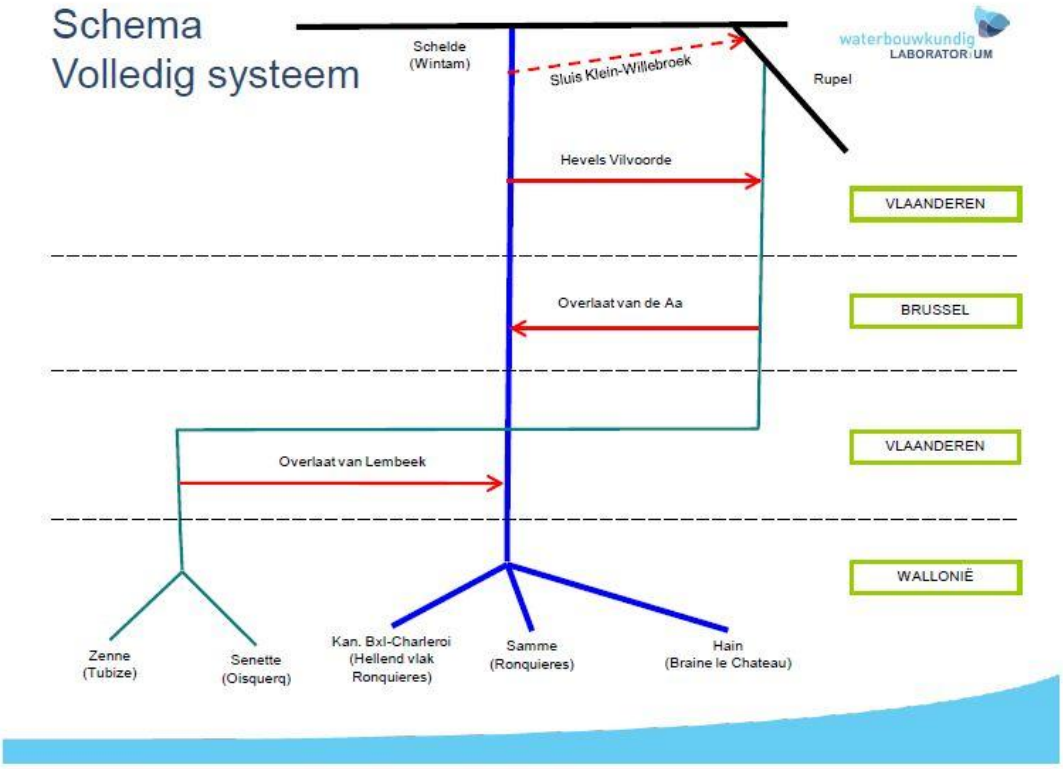


Figure 33 : aperçu schématique simplifié des interactions
Senne – Canal Charleroi- Bruxelles – Canal Maritime

Structures

Le déversoir de Lembeek

Le déversoir de Lembeek est un déversoir latéral conduisant les excédents d'eau de la Senne au canal. L'ouvrage a une longueur de 154 m et un niveau de débordement de 34,60 m ASL. Le niveau minimal de la Senne en amont du barrage se situe à 31,00 m ASL, et le niveau minimal du canal en aval à 33,40 m ASL. Le déversoir est connecté avec le canal moyennant un branchement de 225 m de long.
Le projet de débit de cette structure s'élève à 66 m³/s avec un niveau d'eau en amont de 35,00 m ASL. Le niveau d'eau maximal enregistré en amont est de 35,35 m ASL (14/11/2010 09 :00). Les débits correspondants sont estimés à 80-85 m³/s. (Voir également ci-après les commentaires sur les niveaux d'eau et des débits).

Figure 34 : déversoir de Lembeek

Déversoir d'Aa

La « prise d'eau de l'Aa » entre la Senne et le Canal de Bruxelles-Charleroi a été créée en 1925. Cette prise d'eau évacue les eaux de la Senne par un canal d'adduction, dit d'Aa, vers le canal Bruxelles-Charleroi en aval de l'écluse d'Anderlecht. La crête du déversoir se situe à 18,00 m ASL, sur le canal d'adduction se situent 4 vannes automatisées (2,50 m de large) ouvertes en permanence dès 1969 pour éviter le risque d'inondations en aval de la Senne (à Bruxelles).
Du fait que le niveau d'eau du tronçon canalisé est maintenu à 18,20 m TAW et que la crête du déversoir se situe à 18,00 m ASL, un barrage a été construit en amont du déversoir avec une crête de 18,20 m ASL.

Figure 35 : Déversoir de l'AA

Vannes à pistons à Vilvorde

Au bout du bassin de Vilvorde se trouvent des vannes à pistons, construites pour redéverser dans la Senne les excédents d'eau ayant alimenté le canal via plusieurs déversoirs. Les vannes sont mobilisées progressivement dès que les niveaux d'eau du canal dépassent les 13,31 m. Normalement, les vannes fonctionnent comme un déversoir, mais elles pourraient fonctionner comme un siphon pourvu que l'alimentation en air soit arrêtée (fermeture des couvercles de l'alimentation en air). La fonction de siphon permet d'évacuer un volume plus significatif d'eau.

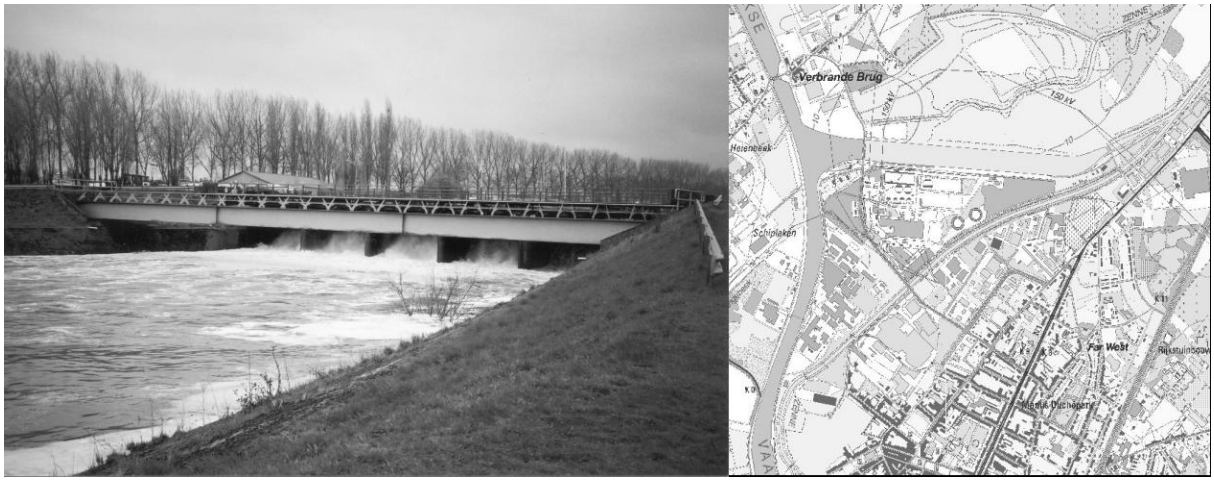


Figure 36 : vannes à pistons à Vilvorde

Mesures et enregistrements lors d'une crue

Les débits provenant de la Wallonie

Les données des voies navigables de la Wallonie sont mises à disposition gratuitement par le Service public de Wallonie, Direction générale opérationnelle Mobilité et Voies hydrauliques, Direction de la Gestion hydrologique intégrée, Service d'Etudes Hydrologiques (SETHY).

Les débits principaux (voir figure 38) entrant en amont du bassin de la Senne en Flandre sont ceux de la Senne à Tubize (Q1) et de le Sennette à Oisquercq (Q2). Ces 2 débits constituent ensemble les débits de la **Senne** à son point d'entrée en Flandre. Le débit maximal sur la Senne à Tubize est de 84,9 m³/s. Au niveau statistique, il s'agit d'un débit exceptionnel. Selon le SETHY, ce débit ne se produit qu' 1 fois tous les 1000 ans. Le débit maximal sur la Senette à Oisquercq est de 41,7 m³/s, un débit aussi exceptionnel (se produit moins d'1x au cours de 100 ans). La Senne avait donc un débit maximal approximatif de 120-125 m³/s à son point d'entrée en Flandre.

Le **canal de Charleroi** a dû affronter un débit maximal d'environ 40 m³/s à son point d'entrée en Flandre (mesure effectuée à Lembeek). Celui-ci est déterminé dans une grande mesure par la Samme à Ronquières (Q3) et le Hain à Braine-le-Château (Q4). La Samme se jette dans le canal de Charleroi à Ronquières (juste en aval du plan incliné). Entre cette embouchure et la frontière régionale se situe l'écluse d'Ittre influant le processus naturel du débit de la Samme. Entre l'écluse d'Ittre et la frontière régionale, le Hain se jette également dans le canal Bruxelles-Charleroi. Le Hain réagit plus naturellement et plus vite que la Samme. Il s'ensuit que le débit à Lembeek présente une courbe plus large. Le maximum de la courbe des débits se répartit plus largement et le débit se maintient plus longtemps à un niveau élevé. Par ailleurs, le Canal de Charleroi en amont de l'écluse à Lembeek a également débordé, générant également un écoulement ralenti des débits de la crue.

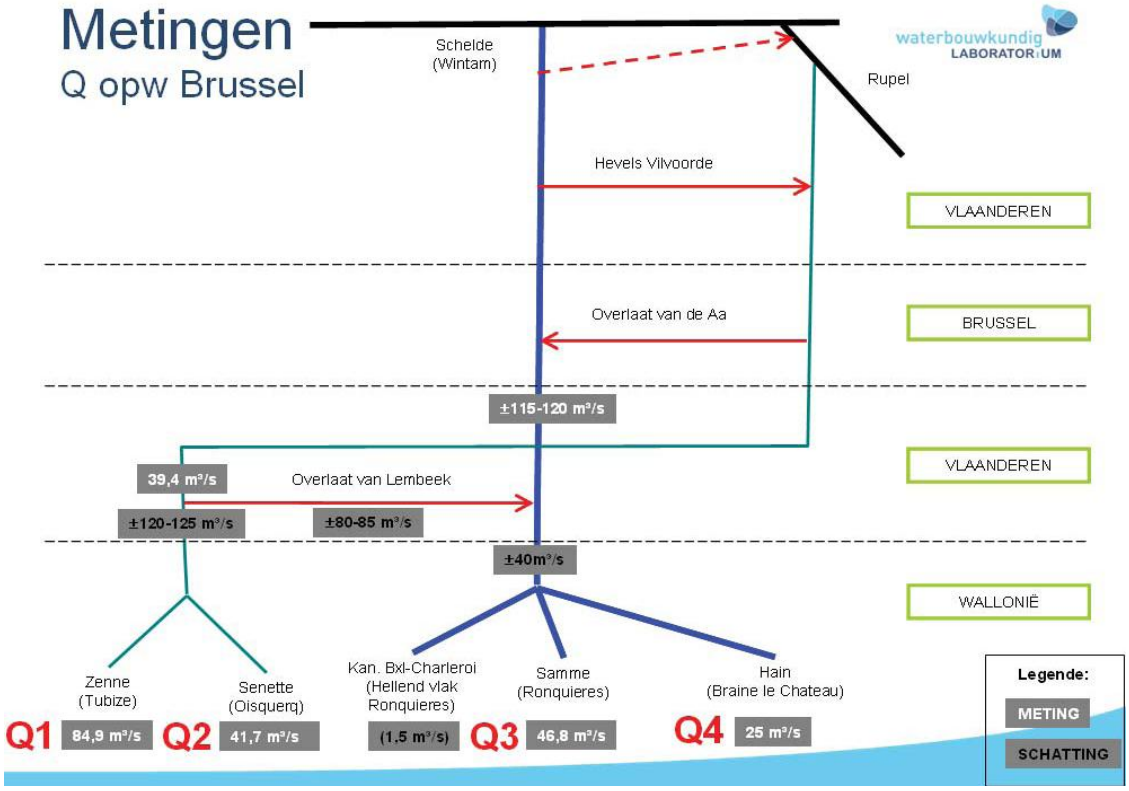


Figure 37 : Schématisation du système Senne-cana indiquant les mesures Q1 à Q4

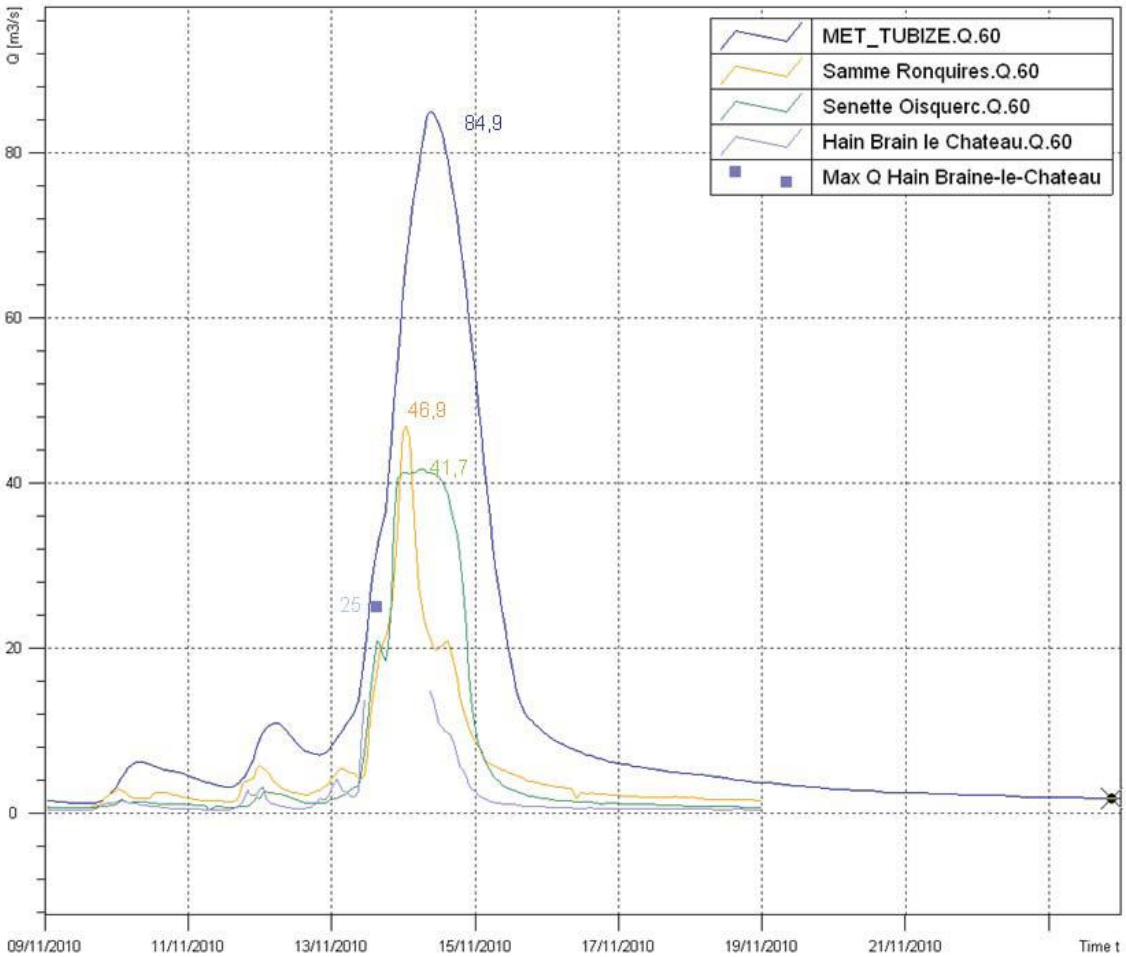


Figure 38 : aperçu des débits provenant de Wallonie : la Senne à Tubize (bleu foncé), la Samme à Ronquières (orange), la Senette à Oisquercq (vert) et le Hain à Braine-le-Château (bleu clair)

Que deviennent en Flandre des débits cités ci-dessus ?

Dès que la Senne entre en Flandre, une grande partie des débits sont déversés dans le canal de Charleroi via le déversoir de Lembeek. A cet endroit sur la Senne, en amont du barrage radial sur la Senne, un niveau d'eau de 35,36 m ASL a été mesuré le 14/11/2010 à 9h15. Le déversoir se situant à 34,60 m ASL, cela implique qu'un niveau de 75 cm a été atteint au déversoir. Le débit maximal du déversoir est estimé à 80-85 m³/s. En raison du niveau d'eau élevé du canal, il n'était pas question d'un déversoir libre. En aval de l'écluse à Lembeek, le déversoir de la Senne engendre une forte croissance des débits du canal de Charleroi. Par conséquent, un débit de pointe d'environ 115 m³/s a été atteint au Canal de Bruxelles-Charleroi à Ruisbroek. Ce débit est toutefois une (bonne) estimation : de tels débits élevés ne se produisaient pas avant, et donc aucun étalonnage n'est disponible pour ces débits élevés. La capacité des vannes en Flandres évacuant l'eau par les écluses de Lembeek, Halle, Lot et Ruisbroek est de 75 m³/s. Suite aux niveaux d'eau augmentés, un volume maximal de 90 m³/s a été évacué. Le niveau d'eau est donc monté dans les tronçons du canal entre Lembeek et Ruisbroek, et par ce fait une partie des eaux du Canal de Charleroi se sont donc déversés au-dessus des portes d'écluse pour passer d'un tronçon à l'autre. Malgré le déversement au-dessus des écluses et l'évacuation via les vannes, les niveaux d'eau locaux ont franchi ceux des digues. Ces niveaux d'eau plus élevés dans les tronçons Lembeek-Halle, Halle-Lot et Lot-Ruisbroek ont produit un débit franchissant le niveau de quelques digues en amont de Halle, Lot et Ruisbroek.

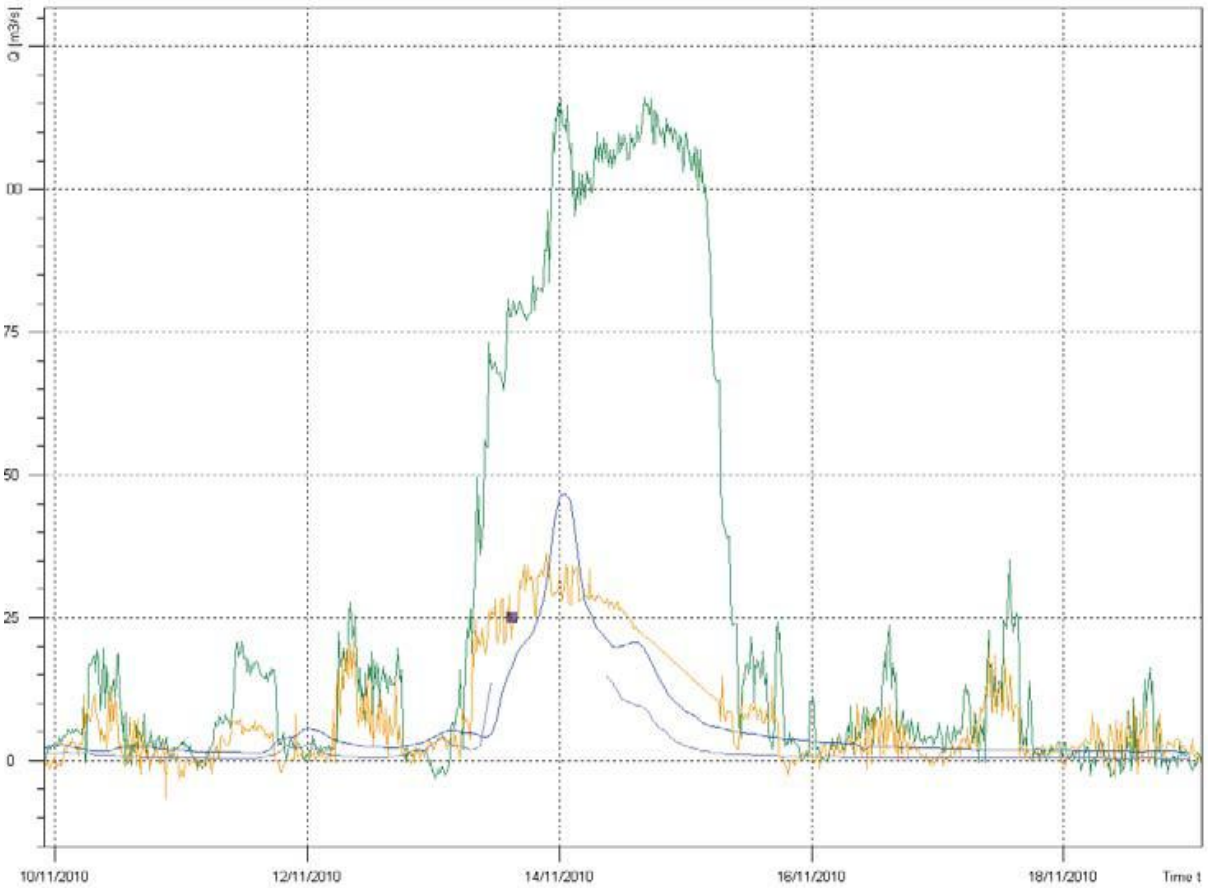


Figure 39 : Débits sur le Canal de Bruxelles-Charleroi : Ruisbroek (vert-estimé), Lembeek (orange), la Samme à Ronquières (bleu foncé), le Hain à Braine-le-Château (bleu clair)

Enfin, le débit de la Senne à Lot atteint, après le déversoir à Lembeek, une valeur maximale de 39,2 m³/s (voir la figure 40). La Senne a débordé sur la rive gauche ainsi que sur la rive droite, surtout dans les prés et sur les terres.

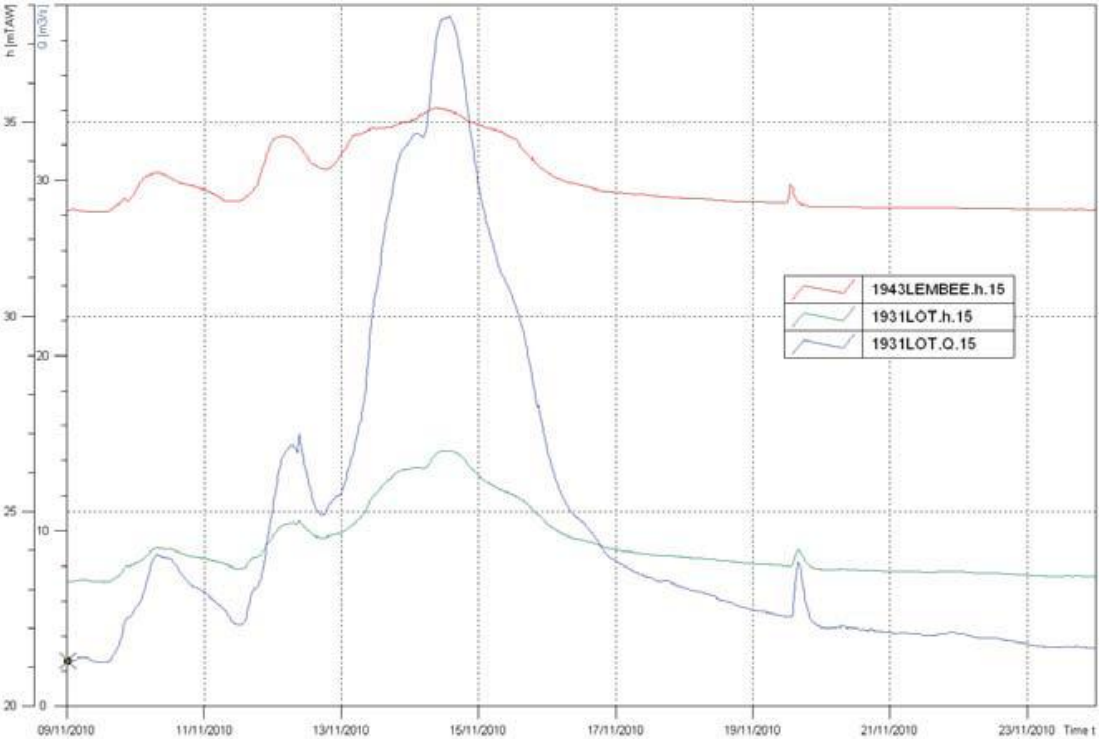


Figure 40 : niveaux d'eau et débits sur la Senne en Flandre en amont de Bruxelles : niveau de la Senne à Lembeek – en amont du barrage (rouge), niveau de la Senne à Lot (vert), débit de la Senne à Lot (bleu)

La figure 41 présente un flash des zones inondées le 14 novembre 2010. La carte a été réalisée sur base des images vidéo prises pendant un vol d'hélicoptère.

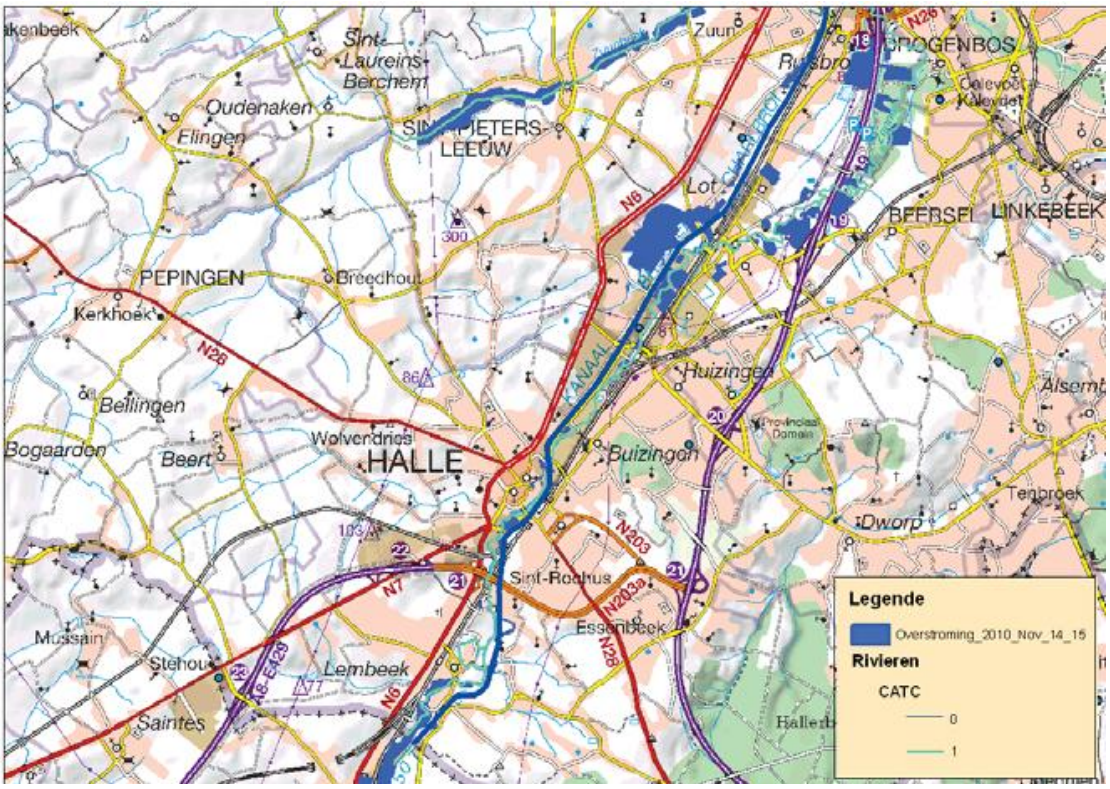


Figure 41 : Cartes des débordements de la Senne-du Canal de Charleroi du 14/11/2011 à 14h

Bruxelles ?

Dès que la Senne entre à Bruxelles venant de Flandre, elle a la possibilité de déverser une partie de son débit dans le Canal Maritime via l'évacuateur d'Aa. Il en résulte un débit supplémentaire dans le Canal. Le débit ayant passé l'évacuateur d'Aa est estimé à 10-15 m³/s. C'est grâce aux 4 ouvertures d'écoulement à l'écluse de Molenbeek (pas plus de 3 en amont) que la capacité d'évacuation est plus élevée qu'en Flandre en amont de Bruxelles. Il existe par ailleurs bon nombre de déversoirs en direction du canal en Région Bruxelloise. Les conséquences sont présentées dans la Figure 42.

Figure 42 : débordement de l'écluse d'Anderlecht (photo du haut) et du plateau de l'écluse du Molenbeek (photo du bas)

Après l'évacuateur d'Aa, le débit de la Senne à Bruxelles est limité (20-25 m³/s), permettant d'éviter des inondations localement à Bruxelles. Des débits supplémentaires s'ajoutent cependant à Bruxelles, suite aux grandes surfaces imperméabilisées et quelques affluents importants (Woluwe, Maalbeek,…).

En aval de Bruxelles ?

Juste en aval de Bruxelles se situe une station de mesure sur la Senne à Vilvorde. Le débit maximal sortant de Bruxelles par la Senne est de 59 m³/s. Comme précisé ci-dessus, le débit du Canal Maritime est en légère hausse à Bruxelles suite à quelques déversoirs de cours d'eau à l'ouest de Bruxelles. Pendant la période de crue, le débit maximal sortant de Bruxelles via le Canal de Bruxelles-Escaut était d'environ 115-125 m³/s. Les siphons à pistons à Vilvorde permettent de redéverser l'eau dans la Senne et de l'évacuer via des éclusages à vide de l'écluse de Wintam et Hingene en direction de l'Escaut.
Il faut limiter les évacuations via les siphons, tout en tenant compte du pont sur la Senne à Eppegem risquant d'être inondée en cas de débits élevés. Cette mesure risque d'avoir un effet refoulant sur les niveaux d'eau en amont du pont (risque accru d'inondation), mais c'est surtout le pont qui risque de subir des dommages (voir figure 43). Le débit maximal enregistré finalement dans la Senne à Eppegem s'élève à 115 m³/s. Ce débit correspond à un niveau d'eau se situant juste en dessous du pont…. Le niveau de vigilance à Eppegem a été dépassé du 13/11/2010 à 03 h00 au 15/11/2010 à 13h00. La hauteur des digues en aval de Bruxelles le long de la Senne est suffisante pour éviter les débordements, à condition d'une prise en compte du pont à Eppegem. Théoriquement, les siphons à Vilvorde permettent d'évacuer un volume plus important de débits vers la Senne, une intervention qui toutefois risque d'aboutir à des inondations dans la région en aval de Vilvorde.
Le Canal de Bruxelles-Escaut permet également d'évacuer des volumes importants d'eau, mais dans ce cas-là il faut prendre en compte la marée. Lors d'une marée haute sur l'Escaut Maritime et dans le Rupel, un déversement est en effet impossible.

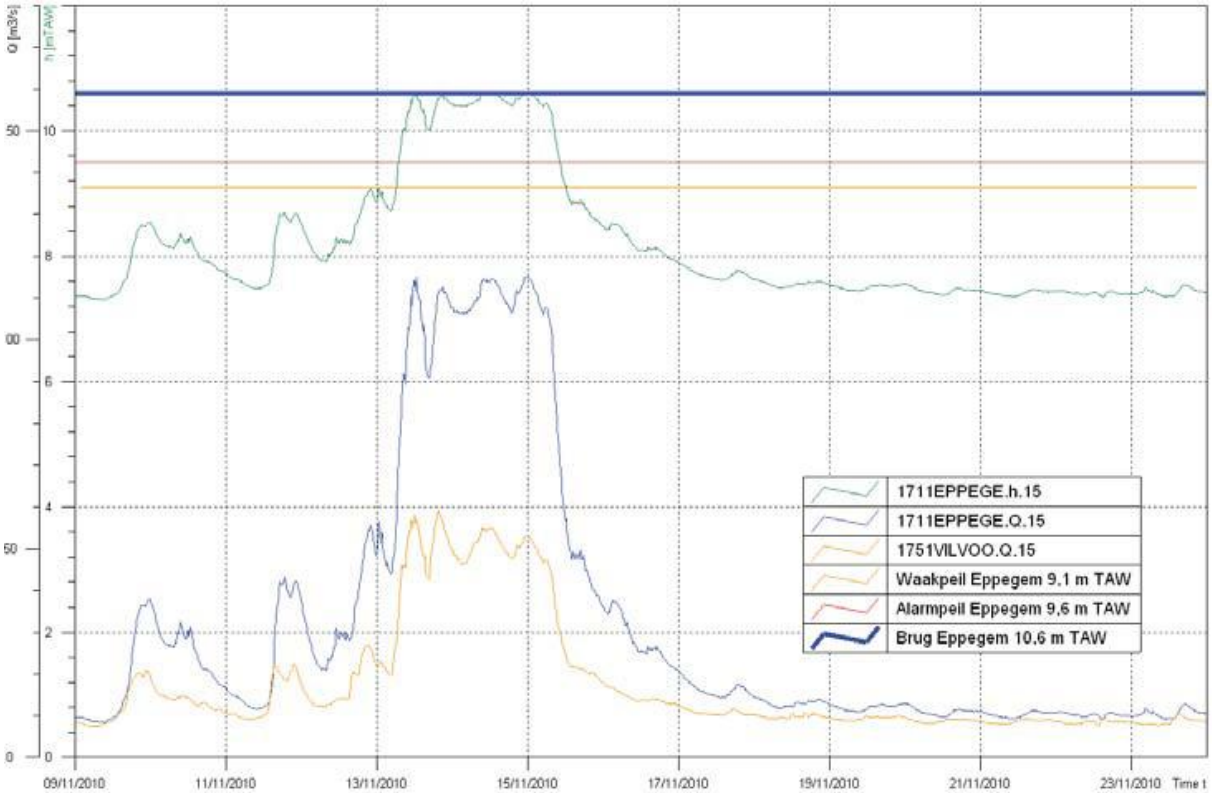


Figure 43 : Débits et niveaux d'eau sur la Senne en Flandre – en aval de Bruxelles. Niveau à Eppegem (vert), les débits à Eppegem (bleu) et à Vilvorde (orange)

Inondations

Pour avoir une bonne idée des inondations, un vol d'hélicoptère a été effectué au-dessus de la Senne et du Canal de Bruxelles-Charleroi les 14/11/2010 et 15/11/2010.

Ci-après se trouve un bilan des inondations à Lembeek, Halle, Lot et Ruisbroek, cartographiées par l'AGIV sur la base des vues prises lors des vols d'hélicoptère. Une combinaison de cette carte avec la couche des bâtiments cadastraux (CADMAP2010) relève environ 850 bâtiments touchés dans le bassin de la Senne. La cause est surtout à attribuer à la capacité d'évacuation limitée des siphons situés le long des écluses et à la nature extrême des débits de la Senne et de la Samme (débits en provenance de la Wallonie sur le canal de Bruxelles-Charleroi).

Enfin, quelques photos ont été ajoutées pour illustrer les cartes des inondations.

Figure 44 : Carte des inondations aux alentours de Lembeek (14/11/2010 14h)

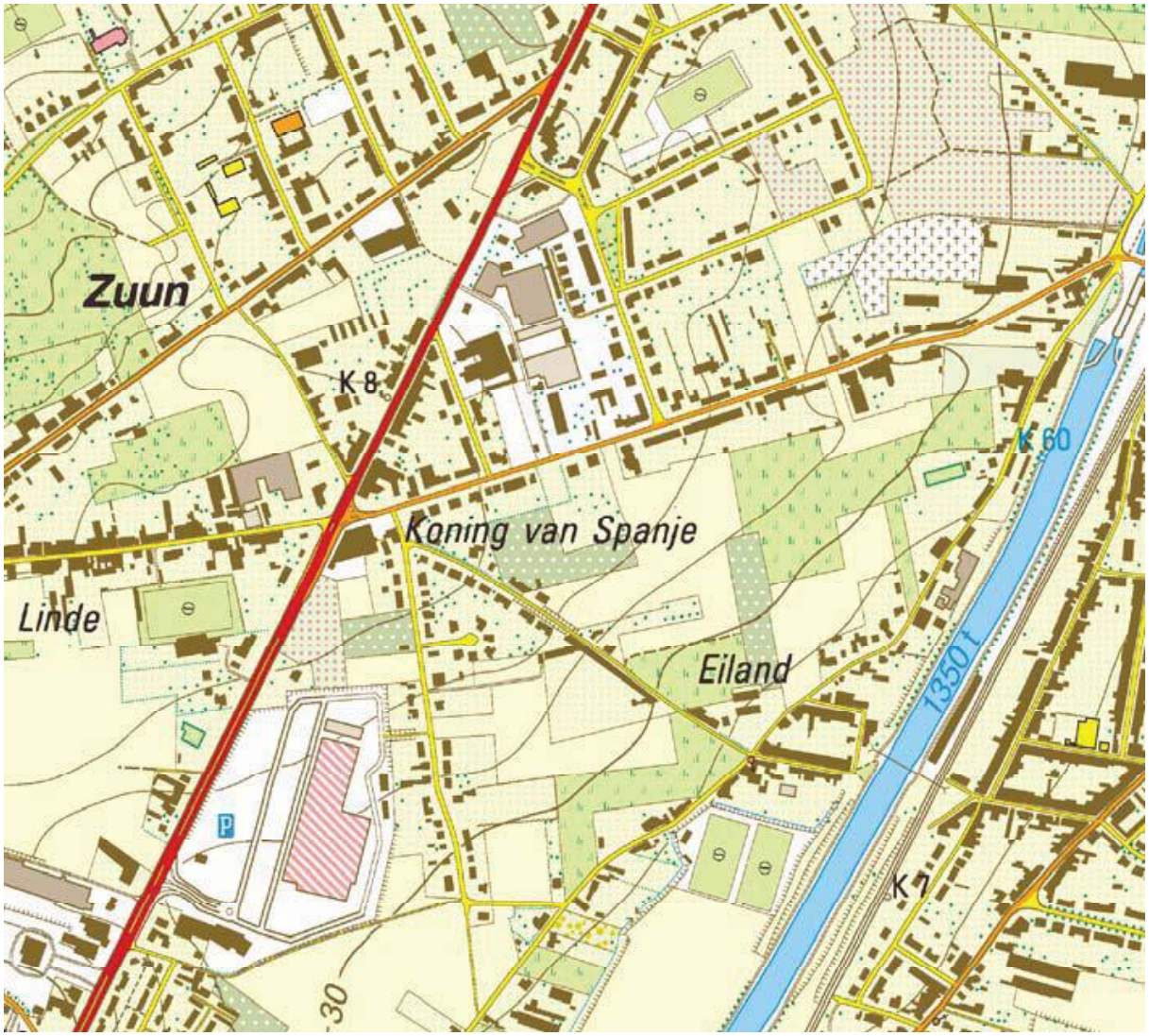
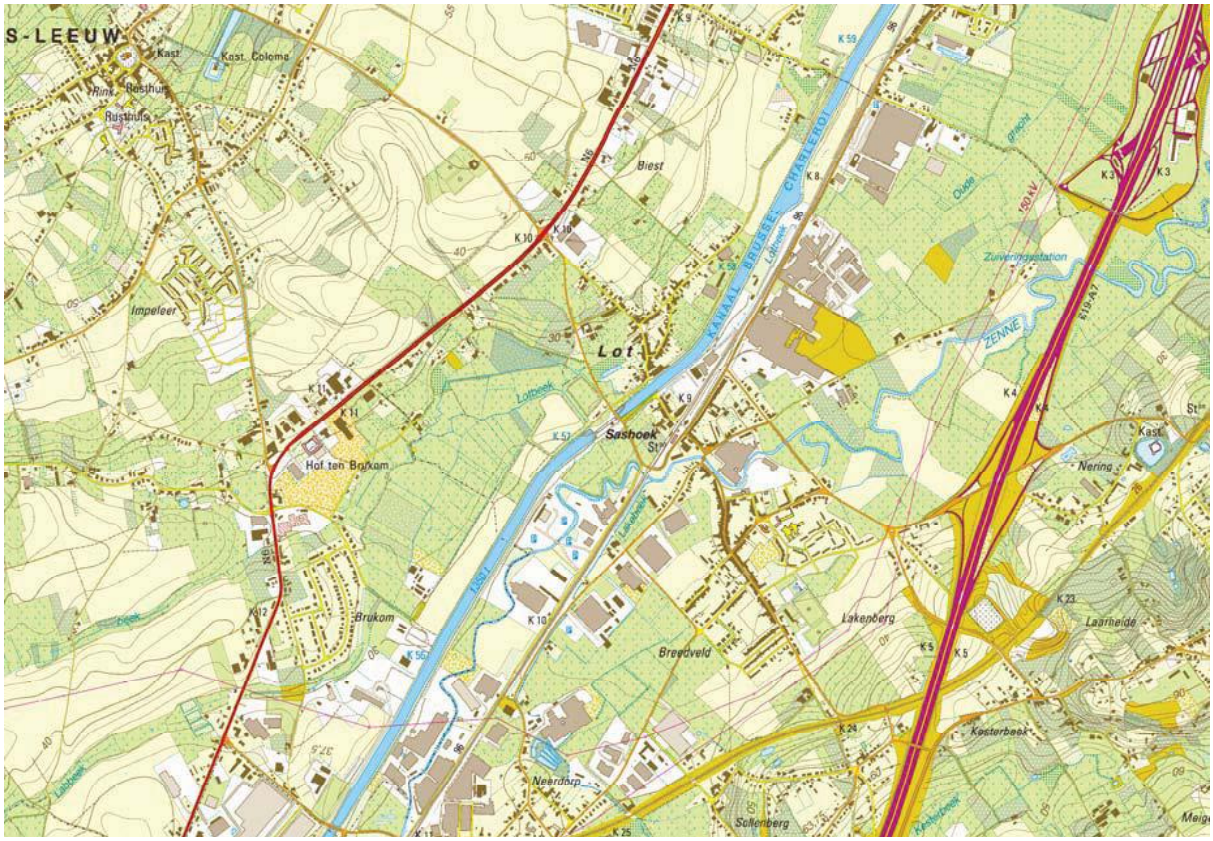


Figure 45 : Carte des inondations aux alentours de Ruisbroek (14/11/2010 à 14h)

Figure 46 : Photo de l'inondation en amont de Ruisbroek (Moulin de Ruisbroek) (14/11/2010 à 14h)



Légende

Inondation 2010_Nov_14_15

Rivières

CATC _____ **0**

_____ **1**

Figure 47 : Carte des inondations aux alentours de Lot (14/11/2010 à 14h)

Figure 48 : Photo de l'inondation autour de l'écluse de Lot (14/11/2010 à 14h)

Figure 49 : Carte des inondations aux alentours de Halle (14/11/2010 à 14h)

Figure 50 : Débordement du Canal de Charleroi en amont de l'écluse à Halle (14/11/2011)

Conclusions pour le système Senne-Canal Maritime

En novembre, le système Senne-Canal a été touché par un événement très exceptionnel. La période de récurrence de quelques cours d'eau en amont s'élevait, selon le SETHY, à quelques centaines d'années.

Suite aux effets combinés des débits élevés sur la Senne ainsi que sur le Canal de Charleroi à partir de la Wallonie, il a été impossible d'évacuer tous les volumes d'eau à l'aide des infrastructures existantes sans générer d'augmentation du niveau d'eau. Les inondations étaient inévitables.

Le niveau d'eau de la Senne en amont du barrage à Lembeek a atteint une valeur jamais vue auparavant de 35,36 m TAW, et donc le déversoir à Lembeek entre la Senne et le Canal de Charleroi a atteint un débit de pointe de 80-85 m^3/s.

Une rétention accrue des eaux de pluie dans les territoires situés en amont et une optimisation des infrastructures existantes (structures de réglage et zones d'inondation) permettra d'éviter ou d'atténuer les effets de ce genre d'événements extrêmes.