Les débits, les crues et les étiages des cours d'eau

> Vincent BRAHY et Stéphanie LANGE
avec la collaboration de Catherine RAMELOT

Les débits des cours d'eau présentent d'importantes fluctuations saisonnières, dont les conséquences sur l'environnement sont multiples. En période de sécheresse, les débits d'étiage s'accompagnent généralement d'une concentration de la pollution qui, conjuguée avec une augmentation de la température de l'eau, a des conséquences dommageables pour la faune et la flore aquatiques. Les débits importants qui résultent de précipitations intenses ou de longue durée sont, quant à eux, susceptibles de provoquer des crues et, dans certains cas, des inondations. Ces événements naturels peuvent engendrer des dommages importants et une modification de la qualité des eaux et des habitats rivulaires. La cause première de la modification des débits des cours d'eau demeure l'aléa météorologique, même si certaines activités humaines constituent un facteur déterminant. C'est le cas par exemple des prélèvements en eau et des modifications apportées aux caractéristiques intrinsèques des cours d'eau, des bassins versants ou des plaines alluviales. La gestion des crues et des étiages ne peut dès lors être envisagée que dans le cadre d'une gestion du risque, nécessitant le développement d'une approche globale, intégrée et coordonnée.

Etiages, crues et inondations : quelques définitions

Une crue correspond à une augmentation relativement brutale du débit et par conséquent de la hauteur du niveau d'eau d'un cours d'eau, suite à un apport important en eau consécutif à une période exceptionnelle de précipitations ou de fonte de neige. Une crue provoque des inondations généralement lorsque les eaux débordent du lit mineur et submergent les terres environnantes.
A l'inverse, un étiage correspond au niveau le plus bas atteint par un cours d'eau, lorsque tout écoulement de surface a cessé et qu'il n'est plus alimenté que par le débit de base en provenance des eaux souterraines. Les étiages sont dus à des sécheresses prolongées qu'aggravent des températures élevées. Une baisse du niveau des nappes au cours des saisons précédentes contribue aussi à la faiblesse des débits, ainsi que des prélèvements en eau trop importants, qui ont tendance à se multiplier en période de sécheresse.

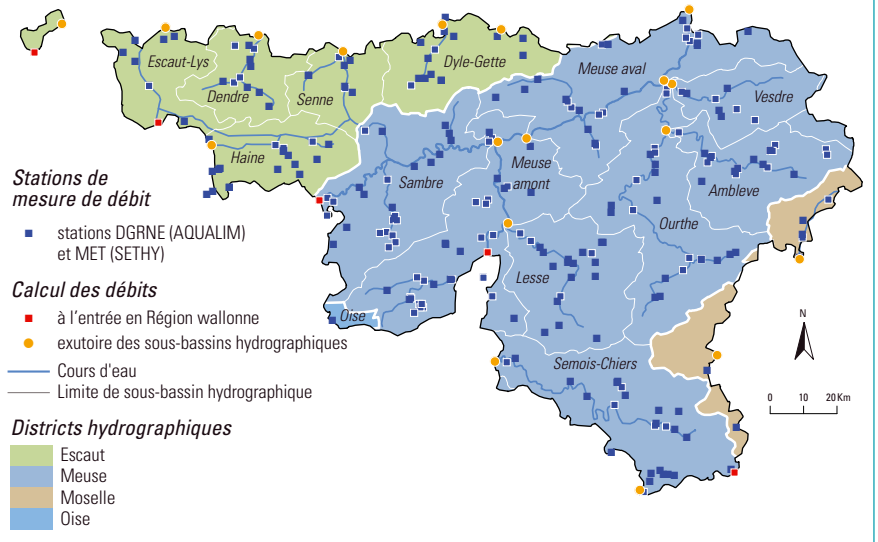
LA MESURE DES DÉBITS DES COURS D'EAU

Dans les pays tempérés, l'eau des fleuves et des rivières provient majoritairement des pluies recueillies par le bassin versant. L'eau qui tombe à la surface du sol peut prendre plusieurs chemins : elle peut s'évaporer et retourner dans l'atmosphère, s'infiltrer dans les sols vers les nappes phréatiques ou ruisseler à la surface du sol pour alimenter directement les cours d'eau. Les valeurs et les proportions de ces différents flux sont fort variables, car ils dépendent des caractéristiques du climat et du bassin versant : intensité et répartition des précipitations, température, relief, perméabilité du sol, type de couvert végétal…

Avec 18 000 km de linéaire de cours d'eau et un volume de transit annuel[1] représentant environ 5 000 millions de m^3, les eaux de surface représentent une ressource en eau très importante en Région wallonne. Elles sont notamment utilisées pour le transport fluvial et pour satisfaire une série de besoins domestiques, agricoles, industriels et touristiques [voir RES EAU 2]. Connaître les débits des cours d'eau est donc primordial pour prévoir la ressource en eau disponible ou anticiper les risques de crues, responsables des inondations.

La connaissance des débits et des hauteurs d'eau peut se faire via des mesures sur le terrain (limnimétrie) ou via l'utilisation de modèles mathématiques mettant en relation les données pluviométriques avec le régime hydrique des cours d'eau. La Région wallonne dispose de deux réseaux de mesures limnimétriques complémentaires et coordonnés, couvrant l'ensemble des bassins hydrographiques [↘ Carte EAU 6-1] :

Carte EAU 6-1 *Réseaux de surveillance des débits des cours d'eau en Région wallonne*



Sources : *DGRNE-DE (AQUALIM) ; MET-DGVH (SETHY)*

- le premier appartenant au Ministère de la Région wallonne, et plus particulièrement à la Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement – Division de l'Eau – Direction des Cours d'Eau non navigables (AQUALIM)[2] ;
- le deuxième relevant du Ministère wallon de l'Equipement et des Transports – Direction générale des Voies hydrauliques – Service d'Etudes hydrologiques (SETHY)[3].

Ces réseaux de mesures comprennent environ 360 appareils de mesures de hauteur d'eau et/ou de débit, tels que limnigraphes, débit mètre électro-accoustique et autres capteurs. Les objectifs liés à l'utilisation des données de ces réseaux de mesures sont les suivants :

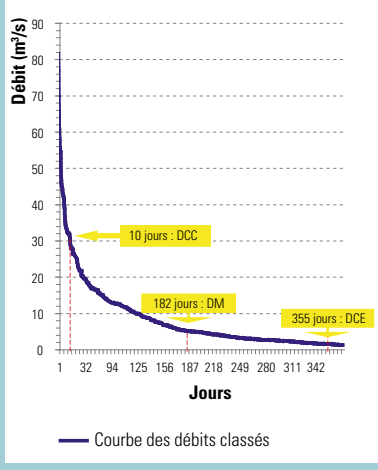
- La surveillance en temps réel du réseau hydrographique wallon ;
- La constitution et la maintenance d'une base de données hydrologiques ;
- L'étude des transferts d'eau de surface entre les bassins hydrographiques (via le traitement des données et l'utilisation de modèles adéquats) ;
- L'aide à la conception, au dimensionnement et à la gestion d'aménagements hydrauliques ;
- L'aide à la prévention contre les inondations par la connaissance actualisée des zones d'inondation ;
- Les expertises, conseils, études et fournitures de données par des organismes publics et privés ;
- La gestion des crises hydrologiques (crues, étiages) et l'annonce des crues ;
- L'aide à l'exploitation journalière des voies hydrauliques, des barrages-réservoirs et d'autres ouvrages via la diffusion d'informations (recommandations, consignes, alarmes et prévisions) ;
- L'autorisation de naviguer pour les kayaks durant la période estivale ;
- La gestion des prises d'eau (centrales hydroélectriques, étangs…).

Les statistiques hydrologiques comme indicateurs de suivi des débits

Via les mesures des débits effectuées par les 360 stations limnimétriques de la Région wallonne, on peut calculer des débits moyens journaliers. Ceux-ci sont utilisés pour établir des statistiques hydrologiques annuelles. Les cinq paramètres statistiques les plus fréquemment utilisés sont :

- *le débit médian* (DM), c'est-à-dire le débit journalier qui est dépassé 6 mois par an ;
- le *module*, c'est-à-dire le débit moyen annuel (somme des débits journaliers divisée par 365) ;
- le *débit caractéristique de crue* (DCC) qui correspond au débit journalier qui est dépassé 10 jours par an. Le DCC est une valeur considérée comme représentative des hautes eaux en hydrologie statistique ;
- le *débit caractéristique d'étiage* (DCE) qui correspond au débit journalier qui n'est pas atteint 10 jours par an. Le DCE est une valeur statistique utilisée pour caractériser l'importance des étiages d'un cours d'eau ;
- l'*événement de crue*, qui est enregistré au cours d'une année, chaque fois que les débits maxima observés sur un cours d'eau dépassent la valeur du percentile 75 des débits maxima annuels enregistrés sur minimum 10 ans. Selon la spécificité du cours d'eau, 5 à 15 jours sépareront deux événements de crue consécutifs.

On peut repérer le DM, le DCC et le DCE sur la courbe des débits classés, qui correspond au classement des débits par ordre décroissant sur une année considérée.



En outre, une méthode d'extrapolation permet de déterminer les débits aux points d'entrée et aux exutoires des principaux cours d'eau des sous-bassins, ainsi qu'aux confluences de ces cours d'eau quand aucune station de mesure n'existe à ces endroits précis. [↘ Carte EAU 6-1]

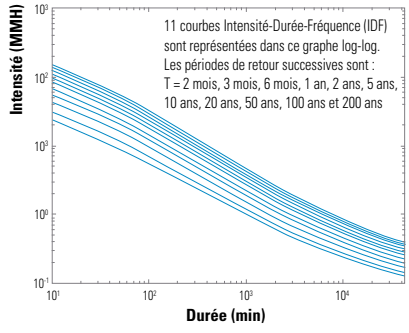
LES PRINCIPAUX FACTEURS RESPONSABLES DE LA VARIATION DES DÉBITS

Les débits des cours d'eau dépendent principalement de trois types de facteurs : les aléas climatiques (durée et intensité des précipitations, fonte des neiges, période de dégel…), les caractéristiques des cours d'eau et des bassins versants (type de sols et de sous-sols, topographie…) et certaines activités humaines (imperméabilisation des sols, prélèvements en eau, navigation, occupation des sols par l'agriculture…).

Les aléas météorologiques

L'intensité, la durée et la fréquence des précipitations sont des paramètres indispensables pour déterminer le comportement probable du régime des eaux, non seulement en termes de valeur instantanée (débit de crue, débit d'étiage), mais aussi en termes de débit moyen. Les relations existantes entre ces trois paramètres sont représentées par des courbes IDF (Intensité-Durée-Fréquence) qui donnent la probabilité de diverses intensités de pluie pour diverses durées en un lieu donné. Elles représentent, en outre, certaines fréquences d'occurrence (ou période de retour) exprimées en mois ou en années. Depuis fin 2006, ces courbes sont disponibles pour l'ensemble de la Région wallonne[4]. Elles révèlent notamment que plus la durée des précipitations est longue, plus leur intensité est faible. [↘ Fig EAU 6-1]

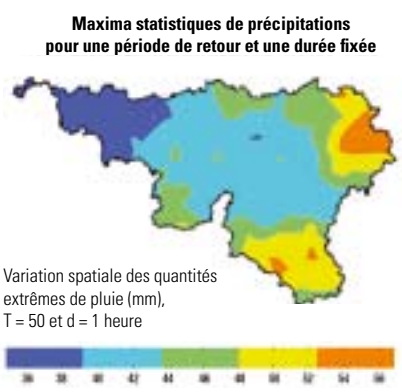
Fig EAU 6-1 *Exemple de courbe d'intensité-durée-fréquence (IDF) pour la Meuse à Namur*



Sources : *IRM ; MET-DGVH (projet IDéFix)*

La répartition spatiale des précipitations est également un élément déterminant, qui dépend notamment du relief. A l'échelle du bassin versant, les pluies sont en général plus abondantes sur les pentes et sur les plateaux que dans le fond de la vallée. A l'échelle régionale, les volumes de précipitations les plus importants sont enregistrés au sud et à l'est, au niveau des hauts plateaux ardennais (plateau des Hautes Fagnes, plateau de Recogne...) [voir RW PRES 1]. [↘ FIG EAU 6-2]

FIG EAU 6-2 *Répartition de la pluviométrie au sein sur l'ensemble du territoire en Région wallonne (2004)*



Sources : *UCL-GERU (programme PIRENE) ; MET-DGVH-SETHY*

La compaction et l'imperméabilisation des sols favorisent le ruissellement

Bien que les variations de débits soient des phénomènes naturels, les modifications apportées par l'homme aux caractéristiques intrinsèques des cours d'eau et des bassins versants constituent souvent des éléments déterminants. C'est particulièrement vrai en période de crues, lorsque le ruissellement de l'eau à la surface du sol augmente la vitesse avec laquelle les eaux rejoignent le fond des vallées. Par conséquent, tous les facteurs qui influencent la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol modifient aussi le régime hydrique des cours d'eau. Il s'agit pour l'essentiel :

- des propriétés du sol (texture, structure, teneur en eau) et du type de couvert végétal ;
- de l'urbanisation croissante du territoire, qui implique une imperméabilisation des sols et un drainage rapide des eaux vers l'aval, via notamment le réseau d'égouttage [voir SOLS 6] ;
- de l'assolement des terres et de certaines pratiques agricoles, qui peuvent engendrer des phénomènes de compaction et d'érosion [voir SOLS 3 et SOLS 6] ;
- de certains aménagements hydrauliques, comme l'assèchement des zones humides et le drainage par exemple.

La réduction de la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol résulte généralement de la combinaison de plusieurs de ces facteurs. Au niveau régional, il faut néanmoins relativiser l'importance de l'urbanisation car si l'imperméabilisation des sols qui en résulte conduit effectivement à un ruissellement important et à des vitesses d'écoulement élevées, les volumes d'eau impliqués sont beaucoup moins importants que ceux issus des terres agricoles. Selon certains experts, une terre de culture pourrait laisser ruisseler jusqu'à 20 % de la pluie au cours d'une forte averse[5].

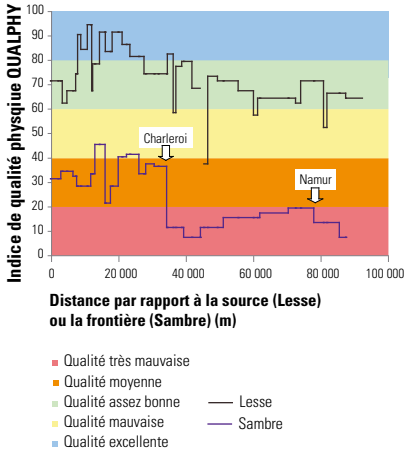
L'aménagement des cours d'eau comme élément perturbateur du régime hydrologique

L'aménagement des cours d'eau et les modifications apportées à leur morphologie (rectification du linéaire, construction d'ouvrages d'art...) sont également susceptibles de modifier le régime des eaux.

L'occupation des sols dans le lit majeur, le régime hydrologique et l'état du lit, des rives et des berges sont les principales composantes de l'environnement physique du cours d'eau. La qualité de cet environnement doit faire l'objet d'une évaluation, au même titre que la qualité biologique et physico-chimique de l'eau, afin de situer l'état des masses d'eau wallonnes par rapport aux objectifs de la directive-cadre européenne sur l'eau. L'outil d'évaluation utilisé en Région wallonne est le modèle QUALPHY[6]. Celui-ci permet, d'une part, de mesurer le degré d'altération de la qualité physique des cours d'eau par rapport à une situation de référence et d'autre part, d'offrir un outil d'aide à la décision lors de l'aménagement et de la restauration d'un cours d'eau [voir FFH 3]. Un exemple est donné ci-dessous pour la Lesse et la Sambre.

L'évolution de l'indice QUALPHY de la Sambre de l'amont vers l'aval traduit l'importance des pressions anthropiques exercées sur ce cours d'eau. On notera en particulier une forte dégradation de la qualité hydromorphologique de la Sambre entre Charleroi et Namur, à cause principalement de l'artificialisation des berges. La Lesse présente, quant à elle, des meilleurs indices de qualité sur la majorité des tronçons investigués. [↘ FIG EAU 6-3]

FIG EAU 6-3 *Evolution de la qualité physique de la Sambre et de la Lesse le long de leur parcours en Région wallonne*



Sources : *MRW-DGRNE-CRNFB ; Ulg (Aquapôle)*

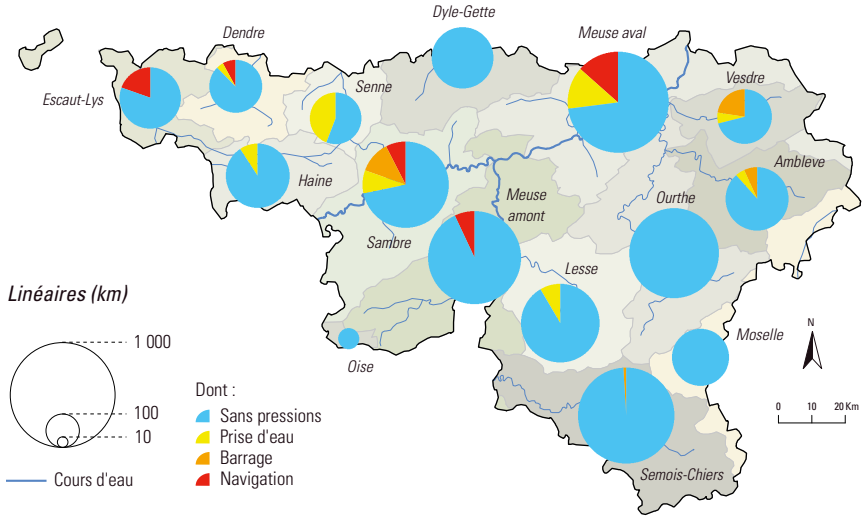
La Meuse et la Sambre ont été canalisées sur une partie importante de leur parcours en Région wallonne, en créant des biefs successifs séparés entre eux par des barrages-écluses, dont certains sont équipés de centrales hydro-électriques [voir RES EAU 2]. L'objectif principal de ces ouvrages est de garantir un tirant d'eau suffisant pour la navigation, en maintenant un niveau d'eau constant dans chaque bief. Les régimes hydriques annuels de la Meuse et de la Sambre sont peu affectés par ces installations, même si leur fonctionnement provoque de légères fluctuations de débits en cours de journée.

En outre, un soutien d'étiage est assuré pour la Sambre[7] en période de sécheresse grâce aux lâchers d'eau des barrages de l'Eau d'Heure. Le fonctionnement des barrages réservoirs ou des barrages à vocation hydroélectrique peut engendrer une homogénéisation de la variabilité saisonnière des débits et/ou des variations

brusques de débit lors des phénomènes d'éclusées ou de lâchers. Ces derniers peuvent par exemple influencer les débits de l'Eau d'Heure ou de la Warche de manière très importante. [↘ Fig EAU 6-4]

La navigation fluviale nécessite des travaux d'entretien assez réguliers (curage et dragage), qui permettent aussi de limiter la montée du niveau des cours d'eau lors des épisodes de crues [voir EAU 5]. Signalons néanmoins que les travaux de curage ou de rectification des cours d'eau amène une incision du lit (abaissement du lit mineur) qui entraîne parfois une coupure de l'alimentation en eau des annexes hydrauliques du cours d'eau (bras morts...), ce qui limite les potentialités d'inondations de la plaine alluviale et le maintien en bon état de conservation des habitats alluviaux [voir FFH3].

Carte EAU 6-2 *Pressions exercées sur la régulation des débits des cours d'eau dans les sous-bassins hydrographiques*



Les pressions exercées sur la régulation des débits n'influencent pas toujours la totalité de la masse d'eau, certains affluents étant parfois épargnés. Dans ce cas, les longueurs de linéaires affectés peuvent être surestimées.

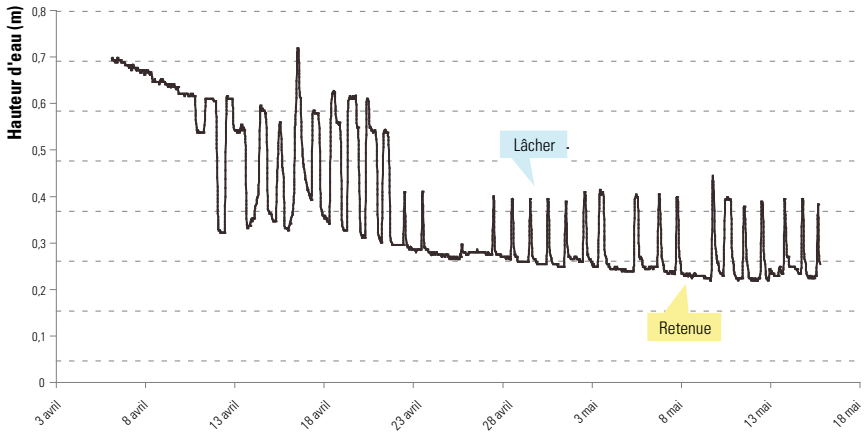
Source : *MRW-DGRNE-DE (Observatoire des eaux de surface, 2004)*

Les prélèvements doivent se faire en respectant un débit minimum dans les cours d'eau

Les prélèvements effectués dans les cours d'eau pour produire de l'eau de distribution, refroidir certaines installations industrielles, produire de l'hydroélectricité ou alimenter des étangs de pisciculture ou de loisirs, peuvent parfois entraîner une modification très importante du débit des cours d'eau. Les autorisations de prises d'eau délivrées par la Direction des eaux de surface veillent néanmoins à limiter les volumes de prélèvements, particulièrement en périodes de sécheresse, de manière à maintenir le débit minimum nécessaire à la préservation de l'équilibre écologique du cours d'eau (débit réservé) [voir RES EAU 2].

Les pressions qui occasionnent un impact significatif sur l'hydrologie des cours d'eau concernent surtout les prises d'eau potabilisables et industrielles, les grands barrages et les transferts d'eaux dans les canaux. Ces pressions ont fait l'objet d'une évaluation pour l'ensemble des ouvrages répertoriés en Région wallonne, dans le cadre de l'état des lieux des districts hydrographiques . Les sections les plus affectées sont essentiellement situées dans les sous-bassins hydrographiques[8] de la Dendre, de la Sambre, de la Vesdre et de la Meuse aval. [↘ Carte EAU 6-2]

Fig EAU 6-4 *Influence des retenues d'eau et des lâchers des barrages de Robertville et de Bütchenbach sur le niveau d'eau de la Warche* (à Thioux)*



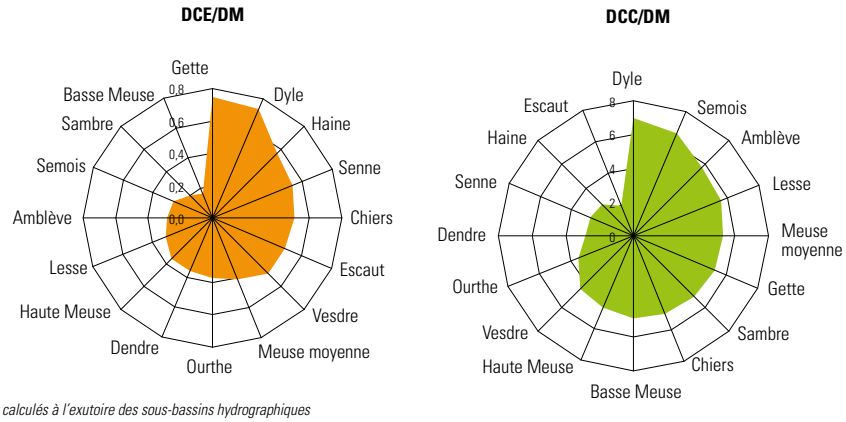
** mesuré toutes les heures*

Source : *MRW-DGRNE-DE (AQUALIM)*

LES DÉBITS CARACTÉRISTIQUES DES PRINCIPAUX COURS D'EAU

Les valeurs des débits mesurés en temps réel dans les deux réseaux limnimétriques peuvent être consultées via Internet. L'historique des données est également disponible[9]. Seules les statistiques annuelles relatives aux débits médians[10], aux débits caractéristiques d'étiage et aux débits caractéristiques de crue, calculés à l'exutoire des principaux sous-bassins hydrographiques, seront présentées dans ce chapitre.

FIG EAU 6-6 *Rapports entre les débits caractéristiques de crues (DCC) et d'étiage (DCE) et les débits médians* (DM) des principaux cours d'eau en Région wallonne (année 2005)*



** calculés à l'exutoire des sous-bassins hydrographiques*
Source : *MET-DGVH-SETHY*

Les débits des cours d'eau ont tendance à diminuer ces dernières années

En 2005, les débits médians (DM) des principaux cours d'eau wallons (calculés à l'exutoire des sous-bassins) sont compris entre 0,8 m^3/s sur la Grande Gette et 93 m^3/s sur la Basse Meuse. Une diminution importante des débits est observée entre les années 2001/2002 et 2005, une période pendant laquelle les volumes des précipitations sont parmi les plus faibles de cette dernière décennie. Les diminutions varient entre 25 et 65 % selon les cours d'eau. [↘ FIG EAU 6-5]

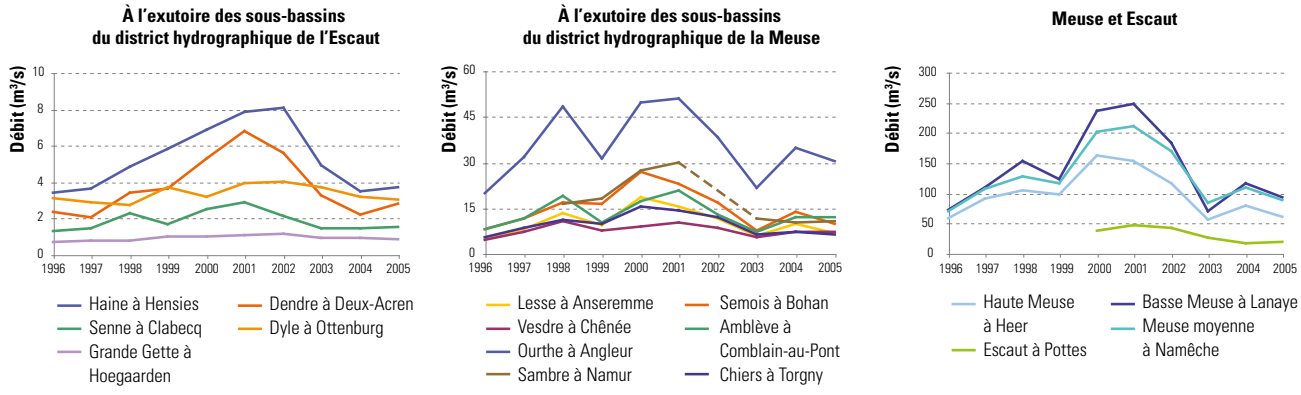
L'observation des débits moyens annuels de la Meuse (à Waulsort) sur une période de temps beaucoup plus longue (1970-2006) indique que les augmentations et les diminutions des débits suivent une évolution cyclique. En outre, on ne semble pas observer, en première approximation, de tendance générale à la diminution des débits sur le long terme.

Les débits caractéristiques d'étiage (DCE) sont quant à eux compris entre 0,6 m^3/s sur la Grande Gette et 36 m^3/s sur la Meuse moyenne. La faiblesse des débits en période de sécheresse dépend des conditions climatiques et de l'intensité des prélèvements, mais aussi des possibilités d'alimentation du cours d'eau par les eaux souterraines (profondeur de la nappe, porosité des aquifères, modes d'écoulement...). On constate ainsi que la plupart des cours d'eau du district hydrographique de l'Escaut (Gette, Dyle, Haine...) possède un DCE qui représente plus de 50 % du DM (nappes étendues à forte inertie), alors que certains cours d'eau du district de la Meuse (comme la Lesse) présentent un rapport DCE/DM inférieur à 30 % (nappes peu profondes à faible inertie et écoulement rapide (karsts) p. ex.). [↘ FIG EAU 6-6]

On observe également, comme pour les débits médians, une diminution ces dernières années des DCE des principaux cours d'eau en Région wallonne. [↘ FIG EAU 6-7]

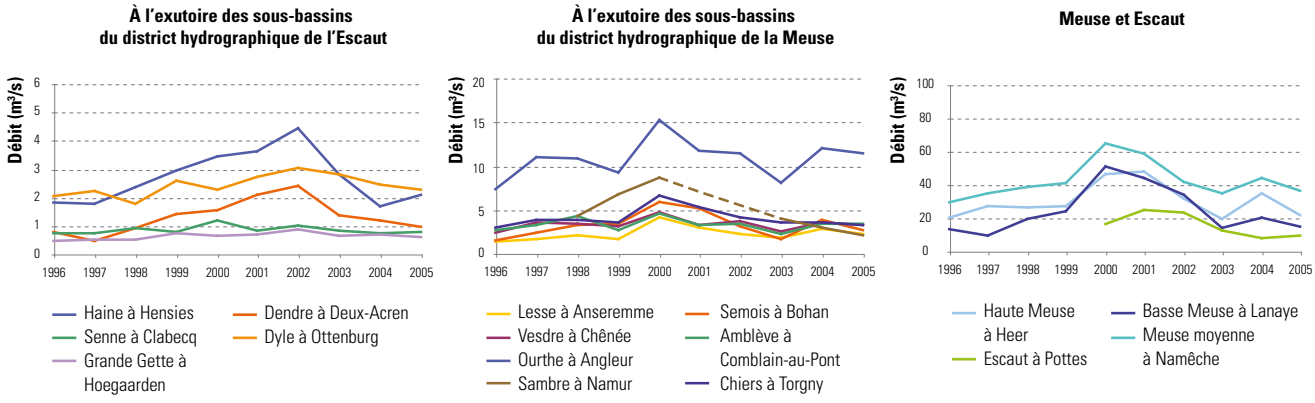
En 2005, les débits caractéristiques de crue (DCC) sont compris entre 2,1 m^3/s sur la Grande Gette et 493 m^3/s sur la Basse Meuse. Ils sont en général 2 à 7 fois plus importants que les débits médians. Leur importance est fonction des caractéristiques des précipitations, des bassins versants et des cours d'eau. [↘ FIG EAU 6-6] [↘ FIG EAU 6-8]

FIG EAU 6-5 *Débits médians annuels des principaux cours d'eau en Région wallonne*



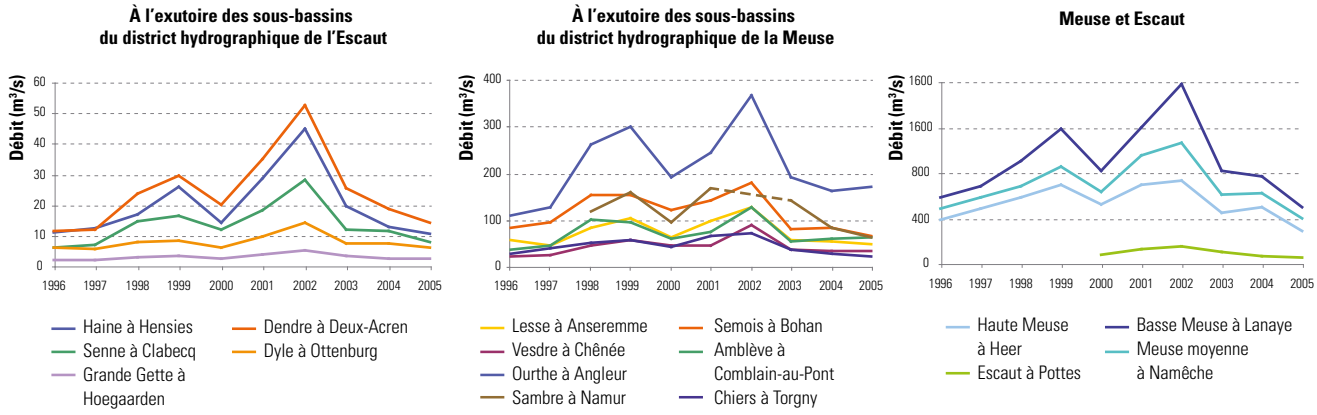
Source : *MET-DGVH-SETHY*

FIG EAU 6-7 *Débits caractéristiques d'étiage annuels des principaux cours d'eau en Région wallonne*



Source : *MET-DGVH-SETHY*

FIG EAU 6-8 *Débits caractéristiques de crue annuels des principaux cours d'eau en Région wallonne*



Source : *MET-DGVH (SETHY)*

L'alimentation en eau des canaux

La navigation fluviale nécessite le maintien d'une hauteur d'eau constante dans les canaux. Ce maintien est assuré par des prélèvements en eau effectués dans la Sambre et la Meuse.
Avant son entrée en Région wallonne (à Erquelinnes), la Sambre alimente déjà le canal de l'Ourq. Des prélèvements sont ensuite effectués pour alimenter le canal Charleroi-Bruxelles et le bief de partage entre ce canal et le Canal du Centre. Sur son parcours dans le sous-bassin de la Sambre, les volumes entrant et sortant du canal Charleroi-Bruxelles (entre Viesville et Marchienne) sont identiques étant donné qu'aucun affluent ne s'y jette.
En ce qui concerne le canal du Centre, l'ascenseur de Strépy-Thieu et les ascenseurs historiques ne nécessitent pratiquement pas d'apport d'eau supplémentaire pour leur fonctionnement. Les autres ouvrages sur le canal servent principalement à maintenir un niveau constant dans les différents biefs.
Les eaux de la Meuse sont, quant à elles, utilisées pour alimenter le canal Albert et le canal de Lanaye.

Volumes totaux annuels moyens en hm³ (1993-2002)				
	Entrée		Sortie	
Sous-bassin de la Sambre				
Canal de Charleroi-Bruxelles	Marchienne	6,6	Viesville	6,6
Sous-bassin de la Senne				
Canal de Charleroi-Bruxelles	Ronquières	13,9	Clabecq	81,0
Sous-bassin de la Meuse				
Canal Albert	Monsin	1063,5	Eben-Emael	914,7
Canal de Lanaye*	Lanaye	232,1	Lanaye	232,1

** La période de mesure pour ce canal est de 7 ans (1996-2002) au lieu de 10 ans car aucune donnée n'était disponible auparavant.*

Signalons enfin que le régime hydrologique de la Senne a été fortement influencé par la construction du canal Charleroi-Bruxelles, étant donné que les deux affluents de la Senne (la Samme et le Hain) se jettent maintenant directement dans le canal.

LA GESTION DES COURS D'EAU EN PÉRIODE D'ÉTIAGE

Les conséquences des étiages prolongés

Les périodes de sécheresse provoquent en général une modification de l'écoulement, qui se traduit par une réduction de la vitesse du courant et du débit des cours d'eau. Ces modifications entraînent une diminution de la capacité de dilution des substances rejetées dans le milieu aquatique. Les concentrations en polluants sont alors susceptibles de dépasser des valeurs considérées comme dangereuses pour la faune et la flore aquatiques mais aussi pour la qualité de l'eau potable [voir EAU 2 et EAU 4]. La réduction de la vitesse et de la profondeur de l'eau influence aussi le transport et la dégradation de la matière organique, la sédimentation des particules et l'oxygénation de l'eau, de façon souvent défavorable. En effet, en période d'étiage, l'écoulement de l'eau tend à devenir laminaire et les turbulences sont atténuées, ce qui empêche l'eau de se recharger correctement en oxygène dissous.

En outre, la solubilité de l'oxygène diminue avec l'augmentation de la température de l'eau[11]. La désoxygénation de l'eau s'accompagne aussi en général d'une augmentation du pH qui, en plus de son effet limitant sur certains organismes [voir EAU 3], peut conduire à une augmentation rapide des teneurs en ammoniac toxique dans le milieu.

La diminution des débits et l'altération de la qualité de l'eau vont modifier le développement des communautés végétales (producteurs primaires), avec en général une augmentation de la production d'algues. Les proliférations d'algues filamenteuses peuvent ensuite entraîner des nuisances potentielles de différentes natures : esthétiques, physiques ou chimiques (anoxie, invasion du lit, eutrophisation…). Au niveau de la faune aquatique, la phase d'étiage s'accompagne souvent d'une diminution du nombre et de la diversité des peuplements d'invertébrés. En outre, la dégradation des propriétés physico-chimiques des cours d'eau risque d'entraîner des réactions physiologiques graves pour les poissons, qui peuvent souffrir d'hyperthermie ou d'asphyxie [voir FFH 11]. Il existe très peu d'études en Région wallonne analysant les effets spécifiques des conditions d'étiage sur le fonctionnement et la récupération des écosystèmes aquatiques.

Néanmoins, certaines dispositions sont prises afin de minimiser les conséquences éventuelles des périodes de sécheresse. Un soutien d'étiage est ainsi assuré pour la Sambre (et indirectement pour la Meuse à patir de Namur), via la gestion du complexe des barrages de l'Eau d'Heure[12]. A l'origine, il s'agit plutôt d'un soutien d'usage (pour la navigation) que d'un soutien à la qualité physico-chimique et biologique du cours d'eau.

En période d'étiage, les administrations concernées transmettent leurs consignes aux titulaires des prises d'eau (industries, centrales hydroélectriques, producteurs d'eau…). Les prélèvements peuvent faire l'objet de restrictions, voire d'interdictions dans certaines situations extrêmes. En ce qui concerne la Meuse par exemple, les prélèvements autorisés sont communiqués d'une part, à Electrabel qui pourra ensuite adapter la puissance de la centrale nucléaire de Tihange et d'autre part, à VIVAQUA qui ajustera les volumes d'eau potabilisable prélevés à Tailfer. Les transferts d'eau effectués par canaux entre districts hydrographiques sont, quant à eux, soumis à un contrôle très strict, afin de maîtriser les prélèvements d'eau en fonction des débits.

En ce qui concerne les risques de pollution, les autorisations de rejets d'eaux usées industrielles tiennent compte du débit d'étiage du cours d'eau, ainsi que des caractéristiques et de la vocation du cours d'eau (piscicole, potabilisable…). Les autorisations accordées aux gestionnaires des centrales électriques font référence à une valeur de débit minimum du cours d'eau en dessous de laquelle les rejets d'eau de refroidissement sont interdits. Il n'existe pas de valeur seuil de débit renseigné pour les autres types d'industries mais celles-ci doivent interrompre temporairement leurs rejets lorsque la période d'étiage le justifie.

En période de sécheresse, des actions sont également prises sur les cours d'eau navigables et les canaux afin de limiter la consommation d'eau pour la navigation. Ces mesures visent

notamment à regrouper les bateaux ou à limiter les éclusages. La circulation des petites embarcations (kayaks, canoës…) sur les cours d'eau non navigables est également strictement réglementée pour des raisons essentiellement de conservation de la nature[13]. Les mesures de débits sont dès lors transmises tous les jours à la DNF qui précise les tronçons où la navigation en kayak est interdite, lorsque les valeurs de débits sont inférieurs aux seuils fixés par la législation[14].

LA GESTION DES CRUES ET DES INONDATIONS

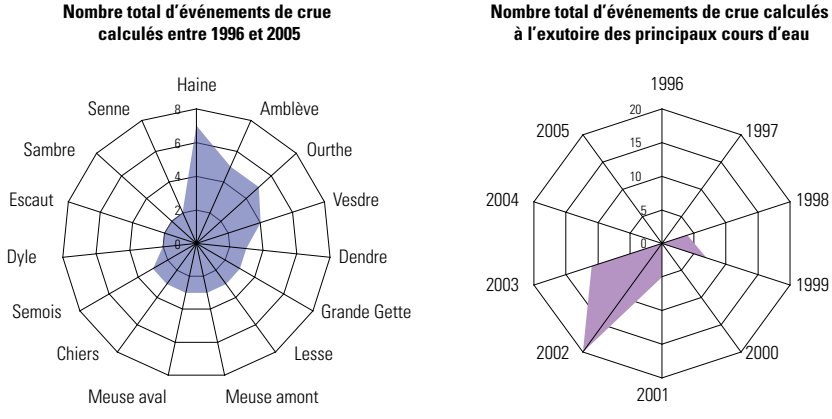
Il existe différents types d'inondation dont les causes peuvent être d'origine naturelle ou anthropique[15]. Les inondations par débordement de cours d'eau, relativement fréquentes en Région wallonne, font suite à des crues, lorsque le flux d'eau à évacuer dépasse la capacité d'écoulement du lit mineur. Le cours d'eau déborde alors de son lit et les eaux peuvent venir submerger les terres voisines situées dans son lit majeur.

Les événements de crues résultent pour l'essentiel de précipitations exceptionnelles en intensité et/ou en durée, de la fonte importante de neige ou de glace, d'embâcles/débâcles de matériaux flottants et/ou du déversement d'eau en provenance d'ouvrages hydrauliques (digue, barrage). La combinaison de plusieurs de ces facteurs est fréquemment observée dans les faits, le rôle joué par la pluie ruisselant à la surface des bassins versants étant toutefois largement prédominant.

Au cours des 10 dernières années, des événements de crue se sont produits régulièrement sur les cours d'eau wallons[16]. Sans tenir compte de leur intensité, ils ont été particulièrement nombreux en août 2002[17] et janvier 2003, plus spécifiquement sur la Haine, l'Amblève, l'Ourthe et la Vesdre [↘ Fig EAU 6-9]. La Région wallonne n'a pas connu de crues importantes et généralisées ces dernières années, mais des inondations localisées dues principalement à des coulées boueuses provenant d'orages violents associés à des précipitations particulièrement intenses, ont été observées en 2005 (Tournaisis, la Roche-en-Ardenne) et en 2006 (Tournaisis, Grez-Doiceau et Chaumont-Gistoux).

Les facteurs qui expliquent le débordement du cours d'eau et la submersion des terres environnantes sont à la fois naturels (type de sols, morphologie du bassin versant, couvert végétal…) et anthropiques. Ces derniers font référence majoritairement aux activités humaines qui influencent l'infiltration de l'eau dans les sols, la vitesse de ruissellement des eaux, la capacité d'écoulement des cours d'eau et les conditions de débordement des fleuves et des rivières dans leur plaine alluviale.

Fig EAU 6-9 *Nombre d'événements de crue* des principaux cours d'eau en Région wallonne par année et par sous-bassin hydrographique (1996-2005)*

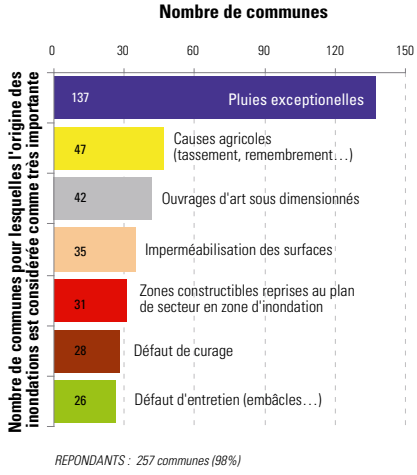


** voir encart ci-avant pour la définition d'un événement de crue*
Source : *MET-DGVH-SETHY*

Les pluies sont perçues comme la cause principale des inondations

Une enquête menée auprès des communes a permis d'apprécier les origines probables des inondations survenues en Région wallonne entre 1982 et 2002. Plus d'une commune sur deux considèrent que les pluies exceptionnelles sont la première cause des inondations. Quand l'origine n'est pas climatique, elle est alors attribuée à l'influence de divers facteurs locaux, comme les conséquences de certaines pratiques agricoles, le sous-dimensionnement d'ouvrages d'art et plus rarement, le défaut de curage et d'entretien des cours d'eau. [↘ Fig EAU 6-10]

Fig EAU 6-10 *Perception de l'origine des inondations par les cours d'eau non navigables en Région wallonne (période 1982-2002)*

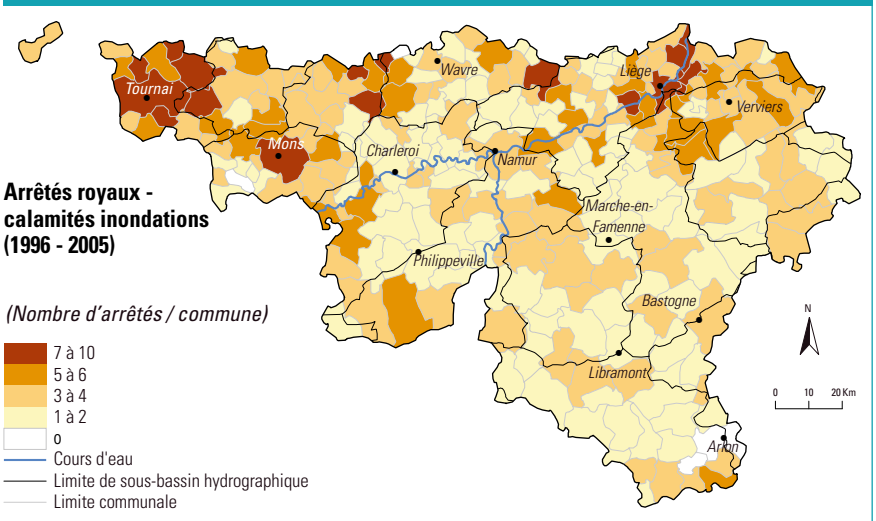


Source : *MRW-DGRNE-DE (enquête DCENN 2002)*

98 % des communes wallonnes ont été touchées par des inondations ces dix dernières années

Le débordement des cours d'eau et le ruissellement des eaux ont provoqué, en période de pluies intenses, des inondations généralisées causant des dégâts importants dans un grand nombre de communes. Au total, de 1996 à 2005, les inondations ont été reconnues au moins une fois comme une calamité publique dans 258 des 262 communes wallonnes. Les sous-bassins les plus concernés sont ceux de l'Escaut-Lys, de la Haine, de la Meuse aval et de la Vesdre [↘ Carte EAU 6-3]. Selon une

CARTE EAU 6-3 *Communes wallonnes reprises dans un arrêté royal considérant comme une calamité publique les dégâts provoqués par les inondations (période 1995-2005)*



Sources : *Moniteur belge ; MRW-DGRNE-DE ; MET-DGVH-SETHY*

enquête[18] menée en 2001, deux tiers des communes auraient été affectés par des inondations issues du débordement d'un cours d'eau, et la moitié par des inondations causées par le ruissellement d'eau provenant de terres agricoles (coulées boueuses).

Une carte des «points noirs» pour mieux gérer les risques d'inondation

L'enquête menée par la DCENN auprès des communes sur les origines des inondations a permis d'établir une cartographie des «points noirs». Ces endroits sont touchés de façon récurrente par des perturbations ou des dégâts importants à des biens, du fait d'inondation par débordement de cours d'eau et ce, sans que les conditions pluviométriques ne soient toujours exceptionnelles. Les «points noirs» sont répertoriés dans des couches cartographiques et décrits très précisément dans des tables d'attribut. Ces couches sont mises en relation avec les cartes des zones d'inondation (voir ci-après), ce qui permet notamment de proposer une action ciblée et rapide sur le terrain.

Les dommages réels causés par les inondations dépendent de la vulnérabilité de la zone d'inondation

Les aléas météorologiques à l'origine des inondations sont des phénomènes incontrôlables. Ce n'est pas le cas pour l'étendue et l'intensité des dommages occasionnés, car ceux-ci dépendent majoritairement des activités humaines : déforestation des bassins versants, réduction du gabarit des rivières, suppression des plaines inondables, drainage inadéquat des eaux de ruissellement et, surtout, extension de l'habitat dans des zones où les risques d'inondation sont importants.

Les inondations font partie des catastrophes naturelles les plus fréquentes et les plus dommageables, en termes de victimes et de dégâts. Le coût des dommages causés par les inondations survenues en Europe entre 1991 et 1995 a été estimé a plus de 99 milliards d'euros. En Belgique, une étude de l'IRGT (2001) a dressé un inventaire des coûts financiers engendrés par les inondations survenues dans le bassin de la Meuse en 1995. Les coûts directs (dommages matériels, intervention des secours…) ont été estimés à environ 25 millions d'euros et les coûts indirects (pertes d'exploitation, préjudice causé au tourisme…) à 0,15 million d'euros. Plus récemment, à titre d'exemple, l'inondation causée par la Mehaigne en août 2002 a engendré environ 3,5 millions d'euros de dommages.

Les inondations peuvent également avoir des effets significatifs sur la santé humaine, à la fois physique et psychologique. Les impacts potentiels sur la santé sont visibles quand les eaux transportent des polluants ou sont mélangées avec des eaux de drainage contaminées. Une exposition prolongée à ces eaux peut induire un certain nombre de maladies (gastroentérites, irritation de la peau et des yeux, asthme…). Les conséquences peuvent aussi être psychologiques ou liées à un stress intense. Les impacts paysagers et environnementaux des crues et des inondations ne sont pas non plus à négliger (dégâts à la végétation, laisses de crue, dispersion de polluants et de déchets divers…).

La plupart des études traitant des conséquences des inondations ne considèrent que les impacts négatifs auxquels elles attribuent une valeur monétaire. Les inondations peuvent néanmoins avoir certains effets positifs, notamment en termes d'environnement (recharge des aquifères, dépôts d'alluvions fertiles, conservation des habitats aquatiques et alluviaux…). On estime actuellement en Europe que 2 000 sites Natura 2000 sont situés dans des zones où la fréquence des inondations est importante. Pour certaines espèces et certains habitats, il est essentiel que certaines de ces zones soient régulièrement inondées avec des eaux non contaminées.

Planification, coordination et intégration sont les maîtres mots

A défaut de pouvoir prévenir totalement les phénomènes d'inondation, il est possible de réduire les risques pour la vie humaine, l'environnement et les biens économiques. Les problèmes d'inondations ont souvent été résolus dans une perspective trop étroite, en instaurant uniquement des mesures de protection (digues…) ou en apportant des réponses d'urgence, alors que cette problématique nécessite une approche globale, coordonnée et intégrée sur le long terme.

Vu la répétition des inondations ces dernières années et l'importance des dommages qu'elles

TAB EAU 6-1	*Les actions du Plan wallon de prévention et de lutte contre les inondations et leurs effets sur les sinistrés (Plan P.L.U.I.E.S)*
DT1	Cartographier les zones d'inondation
DT2	Aménager les plaines alluviales et les terrains longeant les cours d'eau
DT3	Adopter un règlement d'urbanisme intégrant les mesures favorisant la prévention des inondations
DT4	Informer les communes et les habitants en matière de réglementation et de recommandations d'aménagement du territoire
DT6	Accélérer les demandes de permis pour l'implantation et l'exploitation des centres regroupement des boues de dragage et de curage
ARET1	Identifier les points noirs sur les cours d'eau non navigables
ARET2	Gérer les travaux d'entretien des cours d'eau non navigables de manière coordonnée
ARET 3	Préserver et restaurer des zones humides
ARET4	Créer des zones à inonder, en particulier en tête de bassins
ARET5	Construire des bassins de retenue en milieu agricole
ARET6	Gérer la remontée des nappes en lien avec «l'après-mine»
ARET7	Planter et entretenir des haies
ARET8	Optimaliser les pratiques agricoles en vue de limiter l'érosion des sols et le ruissellement[20] [voir AGR]
ARET9	Augmenter les couvertures intercultures
ARET10	Développer le réseau limnimétrique sur les cours d'eau non navigables pour améliorer la procédure d'alerte
ARET11	Collaborer avec les Contrats de rivière [voir FFH 3]
ARET12	Réorienter la politique de l'égouttage au sein des PASH [voir EAU 1]
ARET13	Gérer le démergement
ARET14	Préserver les bras morts
EQT1	Développer le réseau de télémesure et de la gestion des alertes de crues
EQT2	Etudier la pertinence de construire des bassins écrêteurs
EQT3	Réduire l'imperméabilisation des sols (revêtements discontinus et/ou perméables) et les vitesses de ruissellement sur le réseau routier
EQT4	Poursuivre les travaux de dragage et de curage
EQT5	Créer des centres de regroupement des produits de dragage et de curage
EQT6	Construire des ouvrages de protection locale des zones habitées (parois amovibles, berges p. ex.)
PL1	Intégrer les priorités de lutte contre les inondations dans les programmes triennaux des communes
PL2	Equiper les communes en matériel d'intervention, de nettoyage ou de prévention
COOP1	Intensifier les coopérations intra-belges
COOP2	Impliquer la Région dans la gestion de crises à différents niveaux (protection civile, armée...)
COOP3	Intensifier les coopérations internationales

produisent, la Région wallonne a lancé, début 2003, la mise en œuvre du Plan P.L.U.I.E.S (plan de Prévention et de Lutte contre les Inondations et leurs Effets sur les Sinistrés). Ce plan a pour but principal de proposer un ensemble de mesures transversales et cohérentes ciblées sur les facteurs structurels générateurs de ces dommages[19]. Le plan P.L.U.I.E.S s'articule autour de cinq objectifs techniques, à savoir :

- améliorer la connaissance du risque «inondation» ;
- diminuer et ralentir le ruissellement des eaux sur les bassins versants ;
- aménager les plaines alluviales et le lit des rivières ;
- diminuer la vulnérabilité à l'inondation en zones inondables ;
- améliorer la gestion de crise en cas de catastrophe.

Il comprend 30 actions concrètes relevant des 5 domaines de compétence des Ministres en charge. [↘ TAB EAU 6-1]

Les actions retenues dans le plan P.L.U.I.E.S donnent la priorité à une approche globale des inondations, par sous-bassin hydrographique, intégrant non seulement le cours d'eau et son lit majeur mais aussi le bassin versant dans sa totalité. Certaines de ces actions sont détaillées ci-dessous :

La cartographie des zones d'inondation (DT1)

La Région wallonne a dégagé un budget d'environ 5 millions d'euros pour réaliser, entre janvier 2004 et juin 2007, la cartographie des zones d'inondation sur l'ensemble du territoire wallon[21]. Deux types de cartes seront mis à disposition des communes, au fur et à mesure de leur réalisation :

- la carte de l'aléa d'inondation[22], reprenant les territoires susceptibles d'être soumis à des inondations par débordement de cours d'eau ;
- la carte du risque de dommages, exprimant les dommages potentiels que pourraient subir les éléments vulnérables[23].

Parallèlement à l'outil cartographique, un *Règlement régional d'urbanisme applicable aux périmètres de risque naturel majeur d'inondation par débordement de cours d'eau*, en voie de finalisation, conditionnera l'octroi de permis (d'urbanisme, de lotir ou d'environnement) dans les périmètres soumis à l'aléa d'inondation. La Région wallonne disposera ainsi de deux outils (cartographique et réglementaire) qui permettront de traiter les demandes de permis en zone d'inondation, de cibler les mesures de protection des cours d'eau, de faciliter l'intervention des services de secours et de donner aux compagnies d'assurances des informations objectives pour élaborer leur politique de dédommagement.

Le développement des réseaux d'observation (EQT1 et ARET10)

L'atténuation des problèmes causés par les crues et les inondations doit être envisagée dans le cadre d'une gestion des risques, qui suppose une bonne connaissance des processus hydrologiques. Cette connaissance nécessite notamment le développement et l'amélioration continue des réseaux limnimétriques.

Le nombre d'appareils de mesure du réseau AQUALIM a été multiplié par 20 au cours de ces quarante dernières années. Cette évolution s'est accompagnée de profondes transformations en termes d'acquisition des données[24]. Les échelles limnimétriques ont été progressivement remplacées par des limnigraphes à flotteur (de type OTT) permettant un enregistrement en continu des hauteurs d'eau sur un support papier et ensuite, à partir de 1992, par des unités portables d'acquisition de données (UPAD) qui transmettent la hauteur d'eau en temps réel par ligne téléphonique ou GSM. [↘ Fig EAU 6-11]

D'autres projets ont également été développés pour améliorer la connaissance des cours d'eau et la gestion des risques de crues et d'inondations. Citons par exemple l'actualisation de l'Atlas des cours d'eau non navigables de la Région wallonne[25] et le projet ERRUISSOL[26] qui vise à constituer une base de données cartographiques et numériques relative aux risques de ruissellement et d'érosion des sols [voir SOLS 2].

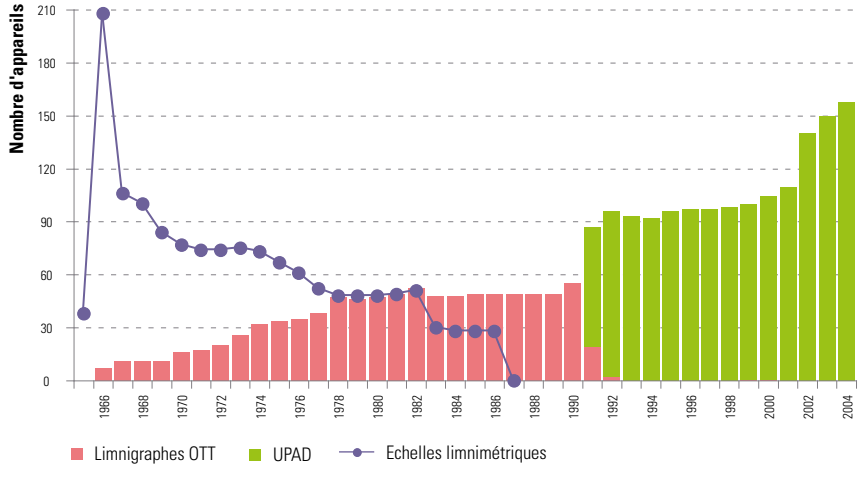
L'état d'avancement du plan P.L.U.I.E.S au 31 décembre 2006 et ses perspectives

Depuis l'entrée en vigueur du plan P.L.U.I.E.S le 1er janvier 2003, les principales actions qui ont déjà été menées concernent :

- la cartographie de zones d'aléa d'inondation pour 6 sous-bassins hydrographiques ;
- la délivrance de 9 permis d'exploiter pour des centres de regroupement de produits de dragage et de curage, dont trois sont actuellement en activité (Vraimont, Saint-Ghislain et Erquelinne) [voir DEC 3] ;
- la création d'une capacité de stockage supplémentaire de 120 000 m³ ;
- le dragage de 618 800 m³ sur les voies navigables, en ce compris les travaux d'approfondissement qui permettent d'accroître les capacités d'écoulement en cas de crue ;
- la protection de 4 sites par des parois amovibles dans les sous-bassins Semois-Chiers et Meuse aval ;
- l'étude de la pertinence des ouvrages de protection locale pour 5 sites ;
- la finalisation de 4 études de pertinence pour la réalisation de bassins écrêteurs (pour les sous-bassins Ourthe, Amblève et Dendre) ;
- le lancement de 3 nouvelles études visant à améliorer la capacité d'écrêtage des ouvrages dans les sous-bassins de la Vesdre et de la Sambre ;
- le renouvellement de 12 stations de pompage de démergement[27] ;
- la mise en service de 2 nouvelles zones à inonder et la réalisation d'études pour 10 autres zones ;
- la mise en application des 15 Plans d'Assainissement par Sous-bassin Hydrographiques (PASH) [voir EAU 1] ;
- l'inventaire d'environ 87 % des zones humides associés au réseau Natura 2000, pour 90 sites à l'étude ;
- la réalisation de 3 études de bassins charbonniers dans le cadre de la gestion de «l'après-mine» (3 autres études sont en cours) ;
- l'initiation de 7 actions de coopération intra-belges et 13 actions de coopération internationales ;
- la mise en œuvre de 3 nouveaux plans d'intervention dans la gestion de crise (5 autres plans sont en cours d'adaptation et 1 est en cours d'élaboration).

Au 15 janvier 2007, sont déjà parues les cartes d'aléa d'inondation par débordement de cours d'eau pour dix sous-bassins hydrographiques (Senne, Dendre, Dyle-Gette, Escaut, Haine, Oise, Ourthe, Sambre, Meuse amont et Meuse-aval). Elles représentent 37 % du territoire et 57 % de la population wallonne, soit près de 2 millions d'habitants. Le planning prévoyant la réalisation de l'ensemble des cartes d'aléa pour fin juin 2007 est respecté. Les cartes de risque de dommages des sous-bassins Dyle-Gette et Senne sont en cours de réalisation.
Le bilan dégage aussi de nouvelles priorités pour le futur. Celles-ci ont trait à la problématique du ruissellement routier (efficacité des bassins d'orage), à la poursuite de la réalisation et de la diffusion des cartes des zones d'inondation par débordement de cours d'eau et à la possibilité d'étendre cette cartographie aux autres types d'inondation (ruissellement de surface, réseau d'égouttage défaillant...). Un état d'avancement du plan P.L.U.I.E.S sera très prochainement disponible via le site internet de la Direction générale des Voies hydrauliques, sous la forme d'un tableau reprenant les différents indicateurs d'avancement.

Fig EAU 6-11 *Evolution du réseau de mesure limnimétrique de la Direction des cours d'eau non navigables en Région wallonne*



Source : *MRW-DGRNE-DE (AQUALIM)*

Enjeux et perspectives

Les débits des fleuves et des rivières peuvent subir d'importantes fluctuations saisonnières qui dépendent essentiellement des aléas climatiques et des caractéristiques du bassin versant (type de sol, couverture végétale…). Le régime hydraulique des cours d'eau subit néanmoins l'influence de nombreuses activités humaines (prélèvements, imperméabilisation des sols…) qui peuvent jouer, à des degrés divers, un rôle dans l'intensité et la durée d'événements extrêmes (étiages, crues et inondations) dont les conséquences sur l'environnement sont multiples.

Dans une perspective à plus long terme, il faut également prendre en considération l'effet des changements climatiques, qui auront pour conséquences probables, sous nos latitudes, d'exacerber les épisodes hydrologiques extrêmes (augmentation de la fréquence et de l'ampleur des inondations) [voir AIR 1].

La problématique des étiages n'est pas assez prise en compte dans la gestion des cours d'eau

La prévention et la gestion des étiages ne sont pas des éléments traités dans l'état des lieux de la directive-cadre européenne sur l'eau, alors que ces deux points soulèvent des questions importantes liées à la gestion globale de l'eau en Région wallonne. En effet, lorsque le débit d'un cours d'eau diminue et devient trop faible, il peut devenir un facteur déterminant dans la dégradation de certains écosystèmes aquatiques, l'alimentation en eau potable, ainsi que dans la pratique de certains loisirs aquatiques.

La plupart des actions entreprises en Région wallonne pour atténuer les conséquences néfastes des périodes d'étiage sont essentiellement curatives (contrôle des prélèvements en eau, soutien d'étiage…), alors qu'il conviendrait aussi d'intervenir en amont, afin de réduire les facteurs aggravant les effets de la sécheresse (surconsommation d'eau, chenalisation des cours d'eau, gestion inadaptée des ouvrages hydrauliques, disparition de la ripisylve, concentration des rejets de polluant…). Ces interventions doivent également viser à reconstituer un niveau des nappes phréatiques suffisamment correct, de manière à maintenir un débit de base le plus élevé possible (nécessaire notamment pour la viabilité de certaines espèces aquatiques).

Avant de soutenir l'étiage des cours d'eau, il convient d'instaurer préalablement des bonnes pratiques de consommation et de contrôler davantage l'usage de l'eau. Ces mesures permettront de préserver davantage la qualité des cours d'eau (et leur potentialité de récupération), ainsi que celle des hydrosystèmes qui leur sont associés (zones humides…). D'autres pistes de réflexion peuvent être proposées, comme :

- l'amélioration des ouvrages existants permettant de prélever l'eau à différents niveaux par rapport à la thermocline ;
- la mise en place de débits de sauvegarde pour préserver la survie et la qualité à long terme du système en maintenant ses qualités de récupération ;
- le développement d'une échelle de sensibilité aux étiages, en lien avec la morphologie des cours d'eau (à intégrer éventuellement au sein des réseaux de mesure de la qualité hydrobiologique) ;
- le repérage des régions à déficit hydrologique récurrent à l'aide d'un indice d'étiage et la réalisation d'une cartographie des points noirs ;
- l'approfondissement des connaissances sur le rôle des étiages vis à vis de la biodiversité ;
- la restauration de milieux tourbeux dans certaines zones afin de mieux réguler le régime hydrique des cours d'eau ;
- …

Entretenir la conscience du risque naturel d'inondation au sein de la population

Les inondations sont des phénomènes naturels inéluctables dont les conséquences sont en général aggravées par les activités humaines. La résolution des problèmes causés par les inondations ne peut être envisagée que dans le cadre d'une gestion des risques, qui suppose une connaissance approfondie des processus hydrologiques[28] et des enjeux en présence.

Deux tendances indiquent qu'il y a une augmentation des risques d'inondation en Europe et des dommages économiques et environnementaux qui y sont associés. Premièrement, l'ampleur et la fréquence des inondations vont probablement augmenter en raison des changements climatiques et de l'évolution de l'urbanisation. Deuxièmement, la vulnérabilité des zones inondables s'est accrue ces dernières années en raison du nombre croissant de personnes et de biens économiques situés en zones à risques. La gestion des mutations territoriales et le réaménagement des fonds de vallées constituent dès lors deux éléments clés de la gestion des risques.

Jusqu'il y a peu, la politique régionale en matière d'inondation s'était limitée à la seule conduite de travaux hydrauliques dans le lit mineur des cours d'eau (curage, dragage, rectification des tracés, rehaussement des berges…), sans aucune vision globale et intégrée, notamment à cause d'une division excessive des compétences. Un changement de stratégie est maintenant initié en Région wallonne grâce à la mise en œuvre, depuis janvier 2003, du plan P.L.U.I.E.S. Pour la première fois, la gestion des risques liés aux inondations est envisagée de manière transsectorielle et à l'échelle des bassins versants.

Cependant, malgré une avancée significative, la mise en application de ce plan souffre encore de certaines carences. Celles-ci ont trait essentiellement au manque de centralisation des données (réseaux de mesures indépendants : MET, DGRNE, IRM), à l'absence de quantification des impacts économiques, sociaux et environnementaux des inondations, à la faible participation citoyenne, au maintien du cloisonnement des compétences ou encore au manque de moyens financiers. Dès lors, des mesures complémentaires devront être prises, afin de permettre notamment l'unicité de la gestion de l'eau, l'intégration effective de la problématique des inondations au niveau de tous les secteurs d'activités concernés, l'instauration d'une véritable culture de risques au sein de la société et une évaluation coûts-bénéfices des actions entreprises.

En particulier, il conviendra aussi de soutenir les travaux de recherche sur les composantes de la gestion des risques liés aux inondations (projet européen FLOODsite[29] p. ex.) et d'établir un calendrier des actions à entreprendre pour se conformer à la nouvelle directive européenne «Inondation».

Une directive européenne en préparation pour mieux évaluer et gérer les risques d'inondations

Entre 1998 et 2004, l'Europe a subi plus de 120 inondations d'importance majeure, provoquant la mort d'environ 700 personnes, le déplacement d'un demi-million de sinistrés et des dégâts estimés à 30 milliards d'euros. Les inondations sont des phénomènes naturels qui ne peuvent pas être évités mais l'activité humaine contribue à en augmenter la probabilité et les effets désastreux. Etant donné que la plupart des bassins hydrographiques en Europe sont partagés entre plusieurs pays, une action concertée à l'échelle de la Communauté européenne devrait améliorer la protection contre les inondations.
Face à ces constats, l'Union européenne a proposé début 2006 une directive[30] dont l'objectif est de réduire et de gérer les risques qu'engendrent les inondations sur la santé humaine, l'environnement, les infrastructures et les biens. L'approche qui est actuellement proposée est graduelle. Elle commence par une évaluation préliminaire des risques d'inondation dans chaque sous-bassin hydrographique, suivie, dans les cas où cela se justifie, de la cartographie des zones d'inondation et des dommages potentiels, puis de la production et de la mise en œuvre de plans de gestion des risques d'inondation. L'approche proposée est relativement souple car elle tient compte du travail déjà effectué aux niveaux national et local. En outre, elle permet à chaque Etat membre de déterminer les objectifs de protection adéquats, les mesures à prendre pour atteindre ces objectifs et les calendriers de mise en œuvre des plans de gestion, en conservant néanmoins un minimum de synchronisation avec la mise en œuvre de la directive-cadre sur l'eau.
La Région wallonne a anticipé cette future directive européenne en mettant en œuvre les actions du plan P.L.U.I.E.S dès 2003.

Remerciements

Nous remercions pour leur collaboration et/ou relecture :

Didier DEGLIN, Vincent DESCY,
Didier de THYSEBAERT, Paul DEWIL,
Claude FAUVILLE, Sébastien GAILLEZ,
Catherine HALLET, Vincent GUISSARD,
Emilie KEVERS, Jean-Paul LEDANT, Philippe MEUS,
Francis ROSILLON et Jean-Luc VASEL.

Sources principales

BERTRAND, G. 2004. La gestion *des risques liés aux inondations. Quelle politique en Région wallonne ?* Mémoire de fin d'études, Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire, Université Libre de Bruxelles, 84 p.

Institut Royal pour la Gestion durable des Ressources naturelles et la Promotion des Technologies propres (IRGT). 2001. *Crues et inondations en Belgique. Evaluation des coûts non tangibles.* Les Cahiers de l'IRGT, n°6, 47 p. (http://www.irgt-kint.be/html/publica_irgt_fr.php)

KEVERS, E. 2003. *La gestion du risque d'inondation en Région wallonne (Belgique) : de la compétence régionale à la considération locale.* Mémoire de fin d'études, Université des Sciences et Technologies de Lille, 116 p.

SOUCHON, Y., PHILIPPE, M., COHEN, P., MARIDET, L. & WASSON, J.G. 1996. *Rôle et impact des étiages dans les cours d'eau. Les sécheresses menacent-elles les communautés végétales et animales des cours d'eau ?* Rapport final. CEMAGREF – Ministère français de l'Aménagement, du Territoire et de l'Environnement. 82 p.

SULMON, R.P. & PERSOONS, E. 2004. *Caractérisation des incertitudes des mesures hydrologiques.* Rapport final de Convention PIRENE, 50 p.

(1) Différences moyennées sur la période 1996-2005 entre les volumes d'eau totaux entrant et sortant du territoire wallon (MET-DGVH-SETHY).

(2) http://mrw.wallonie.be/dgrne/aqualim/

(3) http://voies-hydrauliques.wallonie.be/xsl/hydro/sethy.html

(4) Courbes établies par l'IRM dans le cadre du projet IDéFix (MET-DGVH-SETHY) à partir des caractéristiques des précipitations obtenues sur des séries temporelles de longue durée.

(5) Autrement dit, 5 ha de terres cultivées permettent le ruissellement d'un même volume d'eau que 1 ha de surface totalement imperméabilisée.

(6) L'indice de qualité du milieu physique QUALPHY est calculé en intégrant environ 50 paramètres descripteurs estimés sur le terrain au niveau du lit majeur, du lit mineur et des berges. Voir : GUYON, F., COGELS, X. & VANDERBOGHT, P. 2006. *Développement et application d'une méthodologie globale de la qualité hydromorphologique des masses d'eau de surface définies en Région wallonne*. Rapport final convention DGRNE-Aquapôle- Mars 2006, 74 p.

(7) Et indirectement pour la Meuse, en aval de Namur.

(8) Etat des lieux des districts hydrographiques : http://environnement.wallonie.be/directive_eau/pg_menu/rapfaitiers.asp?Menu=2

(9) http://mrw.wallonie.be/dgrne/aqualim/aqualim et http://voies-hydrauliques.wallonie.be/hydro/annuaireintro.do

(10) L'avantage de l'utilisation de médianes par rapport à des moyennes est de pouvoir éliminer l'effet de valeurs exceptionnelles.

(11) A titre d'exemple, la concentration en O_2 dissous à saturation est de 10 mg/l à 15°C. Elle n'est plus que de 9 mg/l à 20°C.

(12) Les lâchers du complexe des barrages de l'Eau d'Heure sont déterminés à partir du système intégré WACONDAH *(WAter CONtrol Data for Hydrology and water management* (ftp://ftpext.met.wallonie.be/pub/voies-hydrauliques/hydro/wacondah.pdf)).

(13) Arrêté du Gouvernement wallon du 30 juin 1994 réglementant la circulation des embarcations et des plongeurs sur et dans les cours d'eau (M.B. du 09/08/1994, p. 20194)

(14) http://kayak.environnement.wallonie.be/index.htm

(15) On distingue notamment les inondations par débordement de cours d'eau, les inondations par ruissellement de surface, les inondations par stagnation des eaux pluviales, les inondations par remontée des nappes et les inondations par dysfonctionnement des réseaux de collecte et d'égouttage.

(16) Les deux réseaux limnimétriques sont équipés de systèmes d'alerte automatiques et manuels (AQUACRUE, WACONDAH) permettant d'avertir les gestionnaires en période de crue et d'inondation.

(17) Surtout sur la Mehaigne et le Train.

(18) BIELDERS, C.L., RAMELOT, C. & PERSOONS, E. 2003. Farmer perception of runoff and erosion and extent of flooding in the silt-loam belt of the Belgian Walloon Region. *Environmental Science & Policy*, 6, 85-93.

(19) http://environnement.wallonie.be/de/dcenn/plan_pluies/index.htm

(20) La PAC réformée contribue à lutter contre les effets des inondations, à travers des mécanismes de découplage et d'éco-conditionnalité (Règlement 1698/2005 relatif au soutien au développement rural). De nombreuses mesures agri-environnementales contribuent également à limiter le ruissellement ou à stocker les crues dans la plaine alluviale.

(21) Convention de recherche entre la Région wallonne et le centre Crescendeau-Aquapôle de l'Université de Liège : http://cartographie.wallonie.be/NewPortailCarto/PDF/Projet_zones_inondation_Doc_Expl.pdf.

(22) L'aléa d'inondation par débordement de cours d'eau comprend les zones dans lesquelles des inondations sont susceptibles de se produire, de façon plus ou moins importante et fréquente, suite au débordement «naturel» de cours d'eau. La carte de l'aléa inondation représente donc des zones où il existe un risque d'inondation même aux endroits où aucune inondation n'est historiquement connue. Inversément, l'absence d'une zone d'aléa sur la carte ne peut pas garantir qu'une inondation ne s'y produira jamais.

(23) c'est-à-dire les éléments sensibles aux inondations, implantés dans des zones soumises à l'aléa d'inondation.

(24) Le réseau dispose également d'un logiciel de suivi des crues (AQUACRUE) qui permet un appel horaire des stations dont le seuil d'alarme a été atteint ou dépassé de manière à suivre l'évolution des crues en temps réel.

(25) http://environnement.wallonie.be/cartosig/atlascenn/

(26) http://cartographie.wallonie.be/NewPortailCarto/PDF/ERRUISSOL.pdf

(27) Les travaux de démergement consistent à collecter et à pomper les eaux usées et les eaux pluviales qui ne peuvent pas être évacuées à cause des affaissements de terrains résultant de l'activité minière (régions de Liège et du Borinage).

(28) Ceci implique notamment la révision périodique des courbes IDF (Intensité-Durée-Fréquence) pour les pluies et des courbes QDF (Débit-Durée-Fréquenceà pour les débits des cours d'eau.

(29) http://www.floodsite.net

(30) Ce projet a fait l'objet d'un accord politique lors du Conseil des Ministres européens du 27 juin 2006. L'adoption définitive est prévue pour fin juin 2007.