



Troisièmes Plans de gestion

Document de référence

TargetedQ_otherAspectsReference

Document de référence : TargetedQ_otherAspectsReference

Indicate whether **ecological flows** have been derived for all water bodies at risk of failing the Environmental Objectives due to abstractions, flow diversions or impoundments.

Voir [document méthodologique débit P95 en fin de ce document \(annexe 1\)](#)

Indicate whether projected **climate changes** have been assessed and taken into account in the third RBMP and PoM.

Voir chapitre 4 des PGDH3 Résumé des pressions et incidences importantes des activités humaines sur l'état des eaux de surface et souterraines , page 105 – point I.9 « changement climatique et ressources en eau ».

The **Floods Directive** requires the development of the Flood Risk Management Plans to be carried out in co-ordination with the review of the RBMPs. Indicate whether the objectives and requirements of the Floods Directive have been considered in the third RBMP and PoM.

Prise en compte dans les PGDH3 des objectifs de la Directive inondations au chapitre 1 Généralités, page 31-32 – point III-3 Relations avec la Directive relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation.

Indicate whether specific **win-win measures** in terms of achieving the objectives of the WFD and Floods Directive, drought management and use of Natural Water Retention Measures (NWRM) have been included in the PoM.

Liste des mesures des PGDH3 permettant aussi d'atteindre les objectifs de la Directive inondation en termes de prévention et d'atténuation des risques d'inondation par ruissellement ou par débordement :

Numéro mesure des PGDH3	Intitulé	Effet win-win DCE/DRI
5	Gestion des eaux claires parasites dans les réseaux d'assainissement	Diminution des débits d'eaux usées dans les cours d'eau
16	Certibeau comme outil d'amélioration de la gestion des eaux usées et pluviales	Diminution des débits d'eaux usées dans les cours d'eau
22	Rendre plus cohérente la politique d'aménagement du territoire avec la gestion de l'eau	Diminution des volumes ruisselés par limitation de l'artificialisation des sols
29	Couvert végétalisé le long des cours d'eau	Diminution des volumes ruisselés et des apports en matières en suspension vers les cours d'eau
34	Lutte contre l'érosion des sols en zone agricole et contre les apports de sédiments dans les cours d'eau	Diminution des volumes ruisselés et des apports en matières en suspension vers les cours d'eau
47	Continuité latérale des cours d'eau	Création de zones d'immersion temporaire pour lutter contre les inondations

Indicate whether the design of new and existing **structural measures**, such as flood defences, storage dams and tidal barriers, have been adapted to take into account WFD Environmental Objectives

Les mesures de création de zones d'immersion temporaire pour lutter contre les inondations et les risques de pénurie d'eau prennent en compte les objectifs de la DCE (Mesure 99 du Plan de Relance de la Wallonie)

Méthodologie de calcul des Q95

La méthodologie utilisée pour calculer les Q95 des secteurs PARIS est celle décrite dans le livret opérationnel « Comment calculer un débit d'étiage en tout point d'un cours d'eau ? » annexé à ce document.

Les débits d'étiage Q95 ont été calculés à la limite avale de chaque secteur, pour les périodes de retour de 2, 5, 10 et 20 ans, en utilisant l'équation suivante :

$$Q_{95} = \text{Superficie} \cdot 10^{-2,6759 - 0,0652 \ln T + 0,0016 \text{Percolation} - 6,0655 CT + 4 \cdot 10^{-5} \cdot \text{Percolation} \cdot \ln T - 2,7654 CT \cdot \ln T}$$

où T est la période de retour (ans), et CT le coefficient de tarissement (jour^{-1}). La superficie est en km^2 et la percolation en mm. Les Q95 sont obtenus en m^3/s .

Trois paramètres sont donc à estimer pour chaque secteur : la superficie, la percolation et le coefficient de tarissement.

Étant donné que les bassins versant totaux de chaque secteur ne sont pas disponibles et que leur création prendrait trop de temps (estimation à 44 jours si l'on compte 10 minutes par bassin versant), leur superficie a été estimée à partir des données d'accumulation des flux disponibles pour toute la Région Wallonne. Dans le raster, chaque cellule contient le nombre de cellules qui s'écoulent dans celle-ci. En extrayant la valeur de la cellule correspondant à l'exutoire du bassin versant du secteur et en multipliant cette valeur par la taille d'une cellule (25m^2), nous obtenons la superficie du bassin versant contributif total de chaque secteur. Lorsqu'il existe plusieurs exutoires pour un même secteur, les valeurs à chaque exutoire ont été additionnées. Ceci n'est cependant pas valable lorsque le secteur possède plusieurs limites avales (avec un exutoire par limite avale) dont certaines sont en amont l'une de l'autre (voir Figure 1 ci-dessous). Pour tous les cas où plusieurs limites avales sont associées à un même secteur (375 cas au total), les bassins versants contributifs totaux ont été créés et leur aire directement calculée.

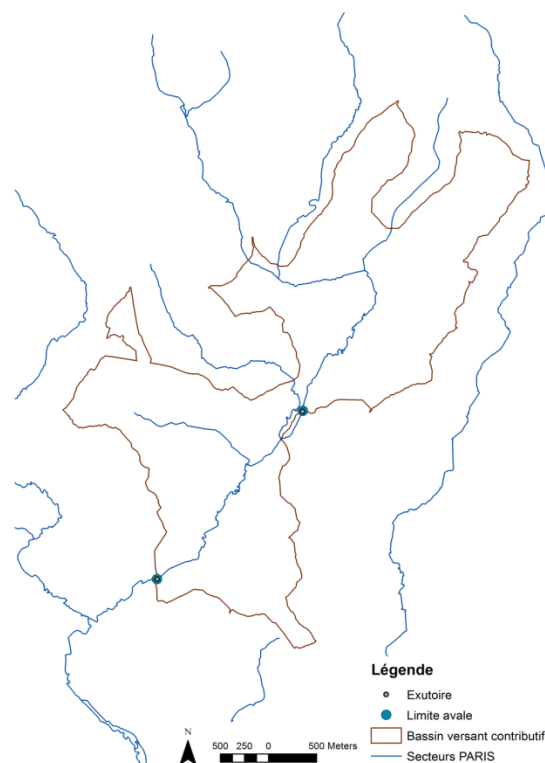


Figure 1. Cas où un secteur (SeCh053) possède deux limites avales et deux exutoires.

En ce qui concerne la percolation, « la moyenne des percolations des bassins versants ORI composant le bassin en question doit être utilisée ». Dans notre cas, de nombreux bassins versants sont plus petits que les bassins ORI. Il a donc été décidé d'utiliser directement le raster provenant d'EPICgrid contenant, par maille de 1 km², la percolation moyenne pour la période 1967-2018 et de calculer la moyenne par bassin versant contributif pour chaque secteur.

Enfin, le coefficient de tarissement avait été calculé à différents points correspondants à certaines stations limnimétriques. « La valeur géographiquement la plus proche du point où l'on veut estimer les débits, sur le même contexte géologique, doit être utilisée ». Dans notre cas, le point où l'on veut estimer les débits est la limite aval de chaque secteur, mais certains secteurs possèdent plusieurs limites avales et le choix de la limite la plus aval est chronophage. Nous avons donc associé à chaque secteur, la valeur du coefficient de tarissement la plus proche du secteur lui-même et non de sa limite aval. Ceci a été effectué par type d'aquifère après avoir regroupé les valeurs des coefficients de tarissement et les secteurs selon le type d'aquifère sur laquelle ils se situent.

Il est important de noter que, puisque la superficie est l'un des paramètres principaux dans l'équation de calcul des Q95, les débits sont sous-estimés pour les secteurs dont une partie du bassin versant se situe hors de la zone couverte par le modèle numérique de terrain (sur lequel se base l'accumulation des flux et la création des bassins versants). Ceux-ci ont été identifiés en commentaires dans le tableau de résultats.

De plus, le modèle de régression utilisé pour estimer la valeur des débits avait été mieux calibré et est donc plus performant pour des valeurs de débit spécifique inférieures à 0,0040 m³/s.km² pour T5, T10 et T20. Les modèles n'ont pas été calibrés pour des débits spécifiques supérieurs à 0,0085 m³/s.km² pour T5, 0,0080 m³/s.km² pour T10, 0,0075 m³/s.km² pour T20.

Pour les cours d'eau prenant leur source hors des frontières de la Région Wallonne, les débits n'ont pas été calculés étant donné qu'une grande partie de leur bassin versant est manquante.

Cette méthode ne s'applique pas non plus aux cours d'eau totalement artificialisés tels que les canaux et autres cours d'eau canalisés.

Comment calculer un débit d'étiage en tout point d'un cours d'eau ?

Régionalisation des débits d'étiage en Région wallonne



M. Grandry, A. Verstraete, S. Gailliez
A. Degré
Systèmes Sol-Eau, Dpt STE, GxABT

COMMENT CALCULER UN DEBIT D'ETIAGE EN TOUT POINT D'UN COURS D'EAU?

1. Introduction

De plus en plus de projets nécessitent une estimation du débit de cours d'eau lors des périodes d'étiage. Les étiages sont les valeurs de débit les plus basses observées dans une rivière. La connaissance de ces valeurs est notamment utile lors de la conception des centrales hydroélectriques, lorsque des licences de prélèvements en eaux et de rejets en eaux usées sont émises, dans la conservation des habitats aquatiques, et dans la gestion des zones de baignade. Bref, pouvoir déterminer le débit d'étiage en n'importe quel point d'un cours d'eau améliore la gestion intégrée des cours d'eau.

2. Qu'est-ce que le débit d'étiage?

Il existe deux indicateurs pour lesquels le débit d'étiage peut être calculé en Région wallonne :

- le MAM7 (Mean Annual 7-day Minimum flow) : la plus faible valeur de la moyenne mobile des débits atteints pendant 7 jours consécutifs de l'année.
- le Q95 : débit atteint ou dépassé 95 % de l'année.

3. Comment calculer le débit d'étiage?

Les équations qui permettent de calculer le débit d'étiage sont :

$$MAM7 = Superficie \cdot 10^{-2,6457 - 0,0847 \ln T + 0,0017 \cdot Percolation - 9,8077 \cdot CT - 4 \cdot 10^{-5} \cdot Percolation \cdot \ln T - 2,4148 \cdot CT \cdot \ln T}$$

$$Q95 = Superficie \cdot 10^{-2,6759 - 0,0652 \ln T + 0,0016 \cdot Percolation - 6,0655 \cdot CT + 4 \cdot 10^{-5} \cdot Percolation \cdot \ln T - 2,7654 \cdot CT \cdot \ln T}$$

où T est la période de retour pour laquelle on souhaite évaluer le MAM7 ou le Q95 (ans), et CT le coefficient de tarissement (jour⁻¹). La superficie est en km² et la percolation en mm. Les MAM7 et Q95 sont obtenus en m³/s.

4. En pratique

La **percolation** (mm) est la quantité annuelle d'eau de pluie qui s'infiltre dans les couches profondes du sol. La valeur utilisée est celle calculée au moyen du modèle EPICgrid (Sohier et al., 2009; Sohier, 2011). La moyenne annuelle par bassin versant ORI estimée sur une période de 43 ans est présentée à la Fig. 1. Pour un bassin versant quelconque, la moyenne des percolations des bassins versants ORI composant le bassin en question doit être utilisée.

Le **coefficient de tarissement** (jour⁻¹) est le paramètre qui caractérise la décroissance du débit en l'absence de précipitation et d'influence humaine. Il a été estimé pour les stations sélectionnées pour l'étude et reflète le contexte géologique du bassin versant de la station. Pour un point quelconque, la valeur géographiquement la plus proche sur le même contexte géologique doit être utilisée (Fig. 2). La carte de la Fig. 2 montre également l'historique de données de débit disponible lors du calcul du coefficient de tarissement, ce qui permet d'avoir une idée de la précision de celui-ci.

5. Exemple pour le bassin versant de Lens

Percolation = 47 mm
CT = 0,013 jour⁻¹
⇒ Pour T = 5,
MAM7 = 0,100 m³/s
Q95 = 0,111 m³/s

Fig. 3. Carte représentant, pour la région de Lens, les valeurs de percolation par bassin ORI, les valeurs des coefficients de tarissement des stations étudiées et les principales aquifères de Wallonie.

Exemple d'estimation du coefficient de tarissement et de la percolation

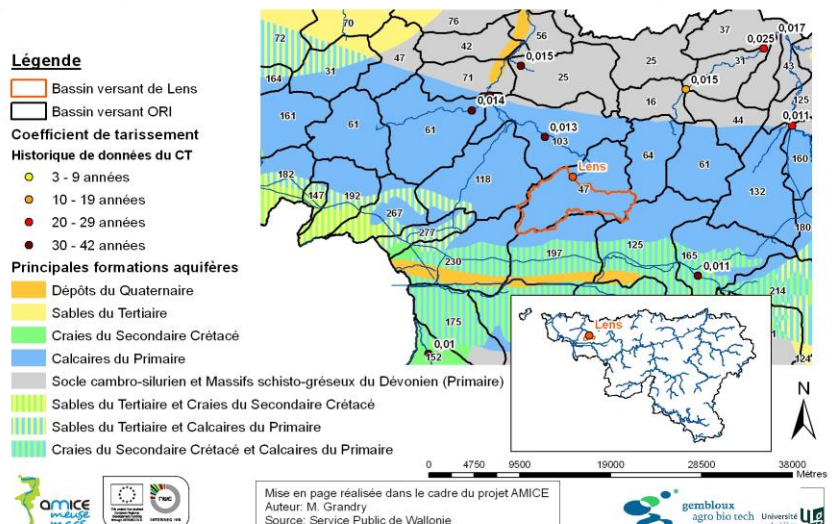


Fig. 1. Carte représentant les valeurs de percolation par bassin versant ORI et les principales aquifères de Wallonie.

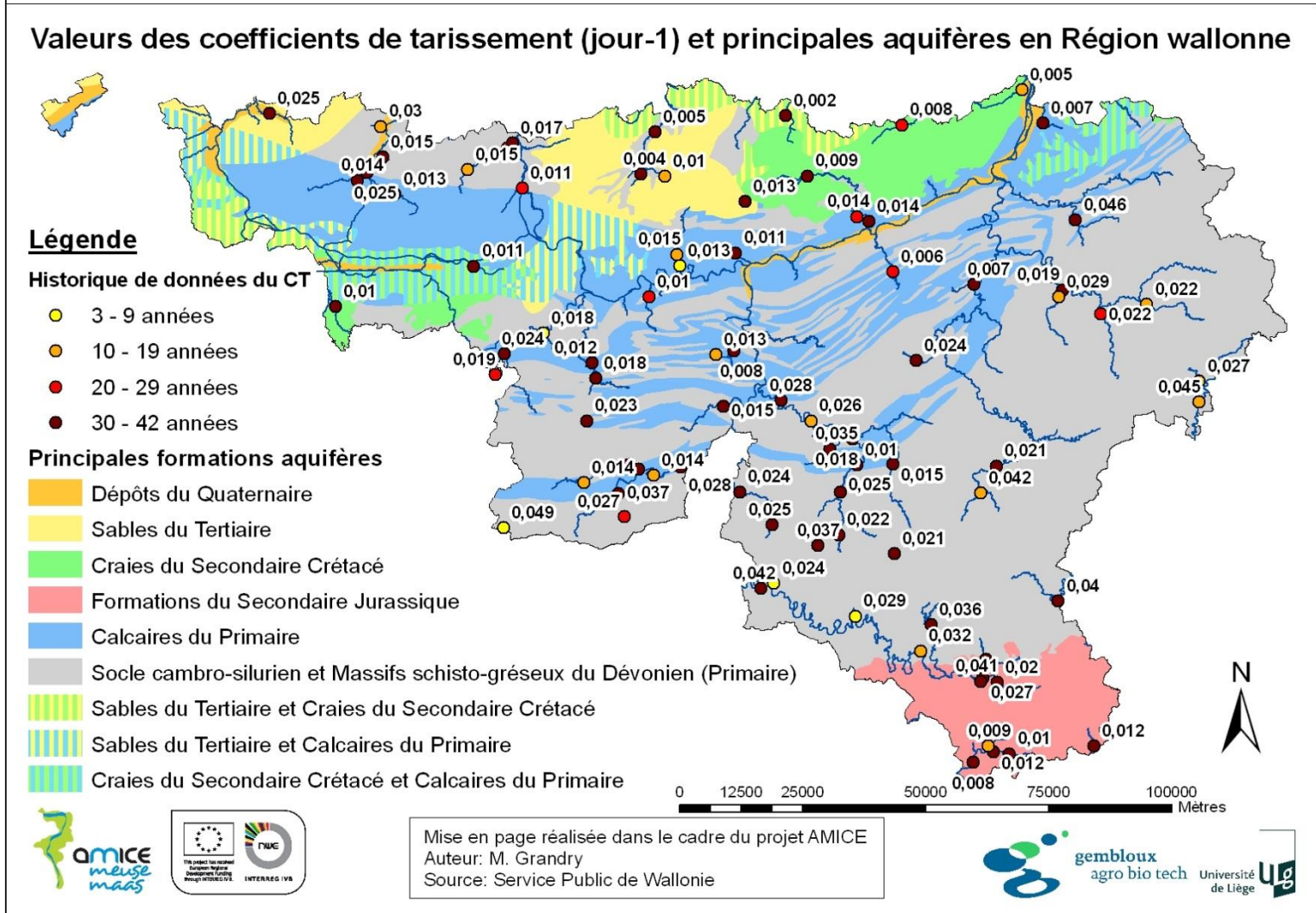
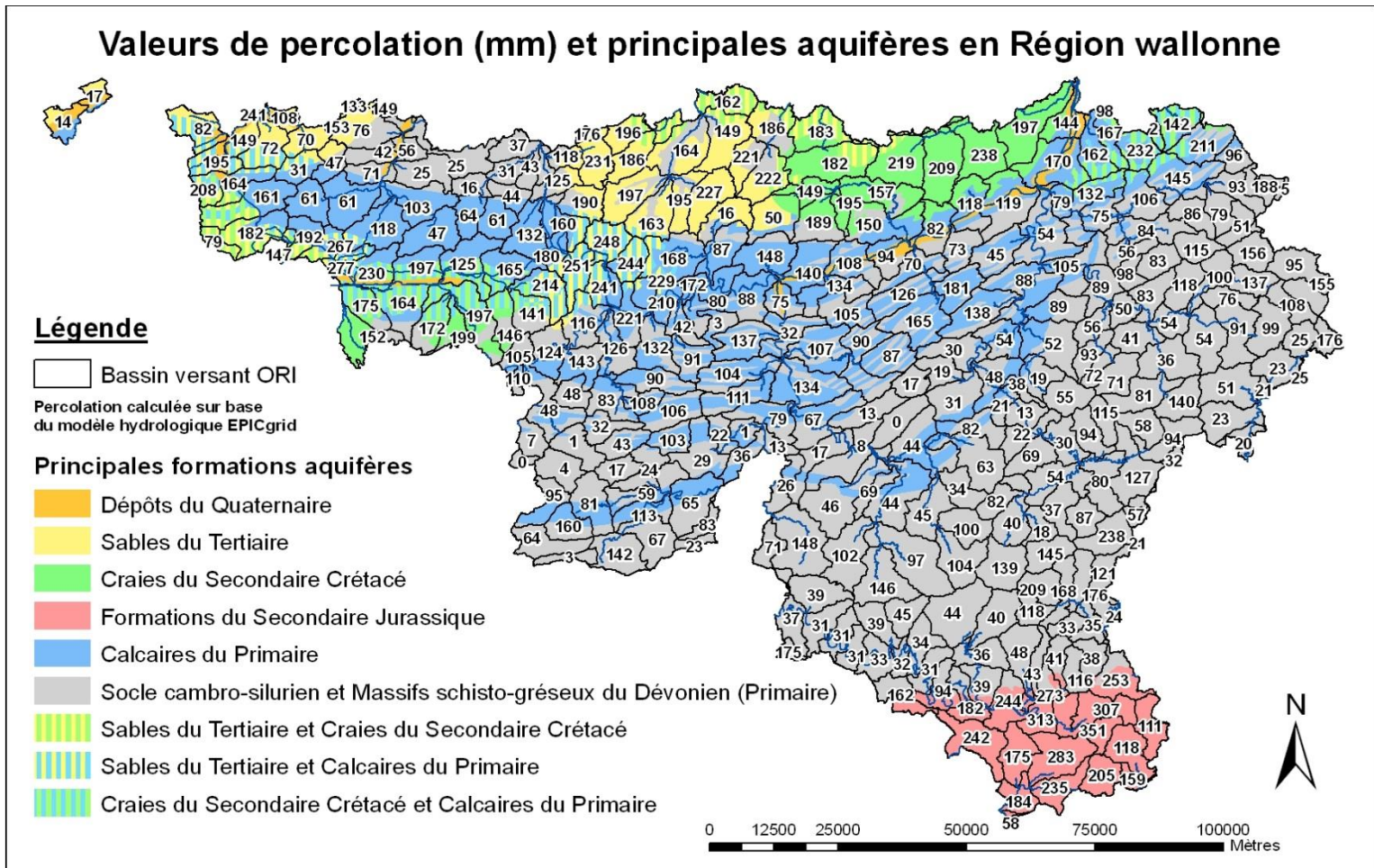


Fig. 2. Carte représentant les valeurs des coefficients de tarissement des stations étudiées et les principales aquifères de Wallonie.

4. Méthodologie détaillée

4. 1. Sélection des stations de mesures

Au départ des 244 stations limnimétriques actuellement disponibles en Wallonie, 59 stations ont été sélectionnées. Les critères sont les suivants: homogénéité des données, minimum 20 ans de données, les MAM7 et Q95 supérieurs à 5l/s, faible amplitude de l'extrapolation de la courbe de tarage pour les faibles débits, absence d'influence humaine (ex.: barrage) et de développement de végétation en période estivale.

4. 2. Calcul du MAM7, du Q95 et des caractéristiques du bassin versant

Pour chaque station sélectionnée, une analyse fréquentielle, incluant l'identification de la meilleure loi d'ajustement statistique, a été réalisée afin de déterminer le MAM7 et le Q95 aux périodes de retour de 5, 10, 20 et 50 ans (Fig. 4). Les distributions testées sont la lognormale à 2 paramètres, la Weibull à 2 paramètres, la Gamma, la Fréchet, la lognormale à 3 paramètres et la Pearson type III.

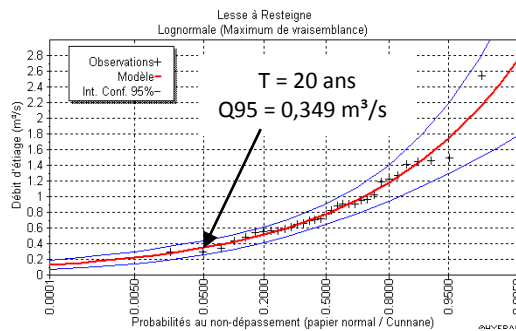


Fig. 4. Exemple d'ajustement de la loi lognormale à 2 paramètres pour la Lesse à Resteigne.

Des paramètres physiques et climatiques caractérisant les bassins versants de chaque station ont également été déterminés. Les paramètres considérés sont l'altitude et les coordonnées Lambert de la station, la superficie du bassin versant, la densité de drainage, la pente (percentiles 10, 50 et 90), l'occupation du sol (proportions des territoires artificialisés, forêts, terres arables, cultures permanentes et surfaces enherbées), le type de sols (proportions de sols des groupes hydrologiques A, B, C, D et non cartographiés (Demarcin et al., 2011)), les précipitations (annuelles, hivernales et estivales), la température estivale, l'ETP, la percolation calculée sur base du modèle hydrologique EPICgrid (Sohier et al., 2009; Sohier, 2011) et le coefficient de tarissement calculé selon la méthode développée par l'Université de Metz (Lang et Gille, 2006).

4. 3. Régression

Pour chaque période de retour, une régression linéaire a été réalisée afin d'établir une équation permettant de calculer le débit (MAM7 ou Q95) à partir des paramètres du bassin versant. La méthode stepwise permet de sélectionner un nombre restreint de paramètres qui sont le plus corrélés au débit sans être corrélés entre eux. Les relations sont établies en débit spécifique (MAM7 ou Q95 divisé par la superficie du bassin versant). Pour satisfaire aux conditions d'application de la régression, un passage au logarithme du débit spécifique a été nécessaire.

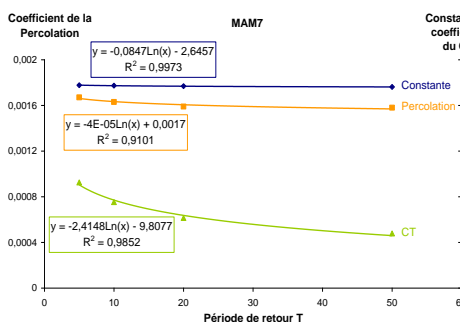
$$MAM7_{T5} = Superficie \cdot 10^{-2,785 + 0,0017Percolation - 13,4274CT} \quad R^2 = 0,670 \quad Q95_{T5} = Superficie \cdot 10^{-2,7774 + 0,0017Percolation - 10,3991CT} \quad R^2 = 0,705$$

$$MAM7_{T10} = Superficie \cdot 10^{-2,8396 + 0,0016Percolation - 15,5904CT} \quad R^2 = 0,623 \quad Q95_{T10} = Superficie \cdot 10^{-2,8317 + 0,0017Percolation - 12,4673CT} \quad R^2 = 0,671$$

$$MAM7_{T20} = Superficie \cdot 10^{-2,8939 + 0,0016Percolation - 17,3211CT} \quad R^2 = 0,578 \quad Q95_{T20} = Superficie \cdot 10^{-2,8704 + 0,0017Percolation - 14,5842CT} \quad R^2 = 0,641$$

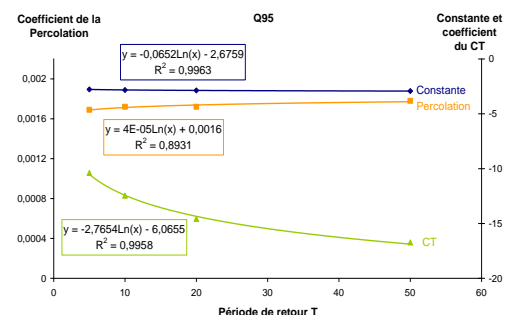
$$MAM7_{T50} = Superficie \cdot 10^{-2,9808 + 0,0016Percolation - 19,0192CT} \quad R^2 = 0,508 \quad Q95_{T50} = Superficie \cdot 10^{-2,9300 + 0,0018Percolation - 16,7325CT} \quad R^2 = 0,610$$

Le modèle est mieux calibré et donc **plus performant** pour des valeurs de débit spécifique inférieures à **0,0040 m³/s.km²** pour T5, T10 et T20, et **0,0030 m³/s.km²** pour T50. Les modèles n'ont **pas** été calibrés pour des débits spécifiques supérieurs à **0,0085 m³/s.km²** pour T5, **0,0080 m³/s.km²** pour T10, **0,0075 m³/s.km²** pour T20 et **0,0070 m³/s.km²** pour T50.



Les coefficients de régression étant liés linéairement à la période de retour (Fig. 5 et 6), il est possible de développer une seule équation qui permet de calculer le MAM7 ou le Q95 pour n'importe quelle période de retour.

Fig. 5 et 6. Constante et coefficients de régression en fonction de la période de retour (MAM7 à la Fig. 5 et Q95 à la Fig. 6).



Références

- Demarcin P., Sohier C., Mokadem A.I., Dautrebande S. et Degré A., 2011. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 15(1), p. 119 – 128. <http://hdl.handle.net/2268/70221>
- Grandry M., Verstraete A., Gailliez S. et Degré A., 2012. Rapport AMICE: Régionalisation des débits d'étiage en Région wallonne.
- Lang C. et Gille E., 2006. Une méthode d'analyse du tarissement des cours d'eau pour la prévision des débits d'étiage. Norois 201, p. 31 – 43.
- Sohier C., 2011. Thèse de doctorat. Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech. <http://hdl.handle.net/2268/86912>
- Sohier C., Degré A. et Dautrebande S., 2009. Journal of Hydrology 369, p. 350 – 359. <http://hdl.handle.net/2268/16572>
- Verstraete A., Gailliez S. et Degré A., 2011. AMICE report. <http://hdl.handle.net/2268/129241>