

Etude hydrologique et hydraulique sur les bassins versants du Boulonnais



LIVRABLE n°4
Bassin versant de la Slack

Affaire n° 14-391-01

| Version | Date | Rédigé par | Validé par |
|---------|------------|--------------------------------|------------|
| 0 | 26/05/2015 | F. DOUSSIÈRE / A. CHEVALIER | M. DELBEC |
| | | | |

Remarques :

Table des matières

| | |
|---|-----------------|
| <u>1 -Préambule.....</u> | <u>3</u> |
| <u>1.1Rappels.....</u> | <u>3</u> |
| <u>1.2Contenu du rapport.....</u> | <u>3</u> |
| <u>1.3Synthèse-conclusions.....</u> | <u>3</u> |
| <u>2 -Calage du modèle hydrologique de la Slack.....</u> | <u>4</u> |
| <u>2.1Principe du calage et valeurs retenues.....</u> | <u>4</u> |
| <u>2.2Calage de la crue de novembre 2012.....</u> | <u>4</u> |
| <u>2.3Calage de la crue de décembre 2006.....</u> | <u>5</u> |
| <u>2.4Conclusion sur le calage.....</u> | <u>6</u> |
| <u>3 -Scénarios de référence.....</u> | <u>7</u> |
| <u>3.1Définition des scénarios.....</u> | <u>7</u> |
| <u>3.2 Interprétation des résultats.....</u> | <u>11</u> |

Index des illustrations

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Hydrogrammes mesuré et simulé à la station de Rinxent (crue de novembre 2012)..... | 5 |
| Figure 2 : Hydrogrammes mesuré et simulé à la station de Rinxent (crue de décembre 2006)..... | 6 |
| Figure 3 - Pluies de projet suivant différents scénarios..... | 7 |
| Figure 4 - Répartition spatiale des pluies basée sur une moyenne des événements historiques..... | 9 |
| Figure 5 - Comparaison des débits à la station de Rinxent..... | 11 |

1 - Préambule

1.1 Rappels

Pour rappel, l'étude hydrologique et hydraulique des bassins versants du Boulonnais se déroule en 5 phases :

- **phase 1** : analyse hydrologique des bassins versants de la Liane, du Wimereux et de la Slack ;
- **phase 2** : modélisation hydraulique du Wimereux ;
- **phase 3** : modélisation hydraulique de la Liane ;
- **phase 4** : évaluation de l'impact des ouvrages et aménagements réalisés sur les crues de la Liane ;
- **phase 5** : **Tranche conditionnelle** – intégration des ouvrages et travaux envisagés sur le bassin versant de la Liane et évaluation de leur incidence sur les crues.

Les différents livrables sont organisés de la façon suivante :

- **livrable n°1** : contexte et méthodes ;
- **livrable n°2** : bassin versant de la Liane ;
- **livrable n°3** : bassin versant du Wimereux ;
- **livrable n°4** : bassin versant de la Slack.

Le présent document est le livrable n°4 de l'étude.

1.2 Contenu du rapport

Ce rapport est organisé en deux parties :

- la première partie est consacrée au calage du modèle hydrologique ;
- la deuxième concerne les scénarios de référence.

1.3 Synthèse-conclusions

Le modèle hydrologique du bassin versant de la Slack est calé en toute rigueur sur deux événements historiques majeurs, ce qui en valide les résultats pour les scénarios de référence retenus dans la présente étude.

Sur la base de trois scénarios, **fréquent (10 – 30 ans)**, **moyen (100 – 300 ans)** et **extrême (> 500 ans)**, les hydrogrammes d'apport (modélisation hydrologique avec transformation de la pluie en débit) ont été calculés. Ils serviront d'entrée au modèle hydraulique réalisé lors de l'étude du SYMSAGEB.

A la station de Rinxent, les débits calculés par le modèle pluie-débit sont cohérents avec ceux estimés par des méthodes statistiques (voir paragraphe 5.4.3 du livrable n°1).

2 - Calage du modèle hydrologique de la Slack

Pour le bassin versant de la Slack, seul le calage hydrologique a été effectué au sein de la présente étude. Aussi, l'intérêt étant porté uniquement sur la propagation de l'onde de crue, un modèle hydraulique unidirectionnel a été mis en place.

2.1 Principe du calage et valeurs retenues

Une fois le modèle construit, il est nécessaire de procéder à sa validation en analysant sa réponse à des événements pluvieux réels ayant touché le bassin versant, et la confrontant aux données historiques (repères de crues) et quantitatives (mesures de débit et de niveaux aux stations de mesure). On doit s'assurer que la réponse du modèle pour le débit de crue historique mesuré est bien conforme aux témoignages et repères de crue, et par conséquent qu'il rend bien compte de la dynamique des débordements et des échanges lit mineur/lit majeur.

Le calage hydrologique se base ainsi sur la comparaison du débit de pointe et de la forme de l'hydrogramme (volume) calculés par le modèle et les débits aux stations de mesure. Les paramètres de calage sont ceux définis dans le paragraphe 5.5.4 du livrable n°1. Ils correspondent aux coefficients qui dictent la répartition entre la part de pluie qui contribue au ruissellement et les pertes (par interception par la végétation éventuelle, par stockage dans les dépressions du sol, par infiltration dans le sous-sol). Le calage est jugé bon lorsque l'écart modèle – mesure est de +/- 10 %.

Suite à l'analyse des événements historiques et notamment à la critique des données disponibles pour caractériser les différents événements répertoriés (voir livrable n°1), il apparaît que trois crues peuvent être exploitées pour le calage et la validation des modèles représentant les trois bassins versants du Boulonnais. Il s'agit des événements de novembre 2009 et 2012 ainsi que celui de décembre 2006.

Remarque : Lors de la crue de novembre 2009, les images RADAR disponibles vont jusqu'au 28 novembre 00:00. Or, le pic de la crue de la Slack, plus tardif que celui du Wimereux, se situe à ce moment-là. Cet événement n'a dès lors pas été retenu pour le calage et la validation du modèle numérique développé.

Les coefficients de ruissellement CN retenus pour les différents événements modélisés appartiennent à la classe C correspondant à un sol peu perméable. Les conditions pluvieuses antécédentes sont quant à elles définies au cas par cas afin de représenter au mieux les épisodes retenus et en se basant sur les résultats de l'analyse hydrologique (voir paragraphe 5.3.7 du rapport du livrable n°1).

2.2 Calage de la crue de novembre 2012

Le bassin versant de la Slack possède une station hydrométrique à l'amont du marais, au niveau de la commune de Rinxent. L'objectif du modèle numérique est donc de reconstituer la chronique de débit observée au cours de l'événement de novembre 2012. Ci-dessous sont présentés les hydrogrammes mesuré et simulé par le modèle. Ils permettent de juger de la bonne représentativité hydrologique de l'approche mise en place. En effet, la superposition de ces hydrogrammes autorise non seulement la comparaison du débit de pointe au cours de la crue mais permet également d'évaluer la pertinence de la modélisation au regard de la dynamique et du volume de l'enveloppe de cette dernière.

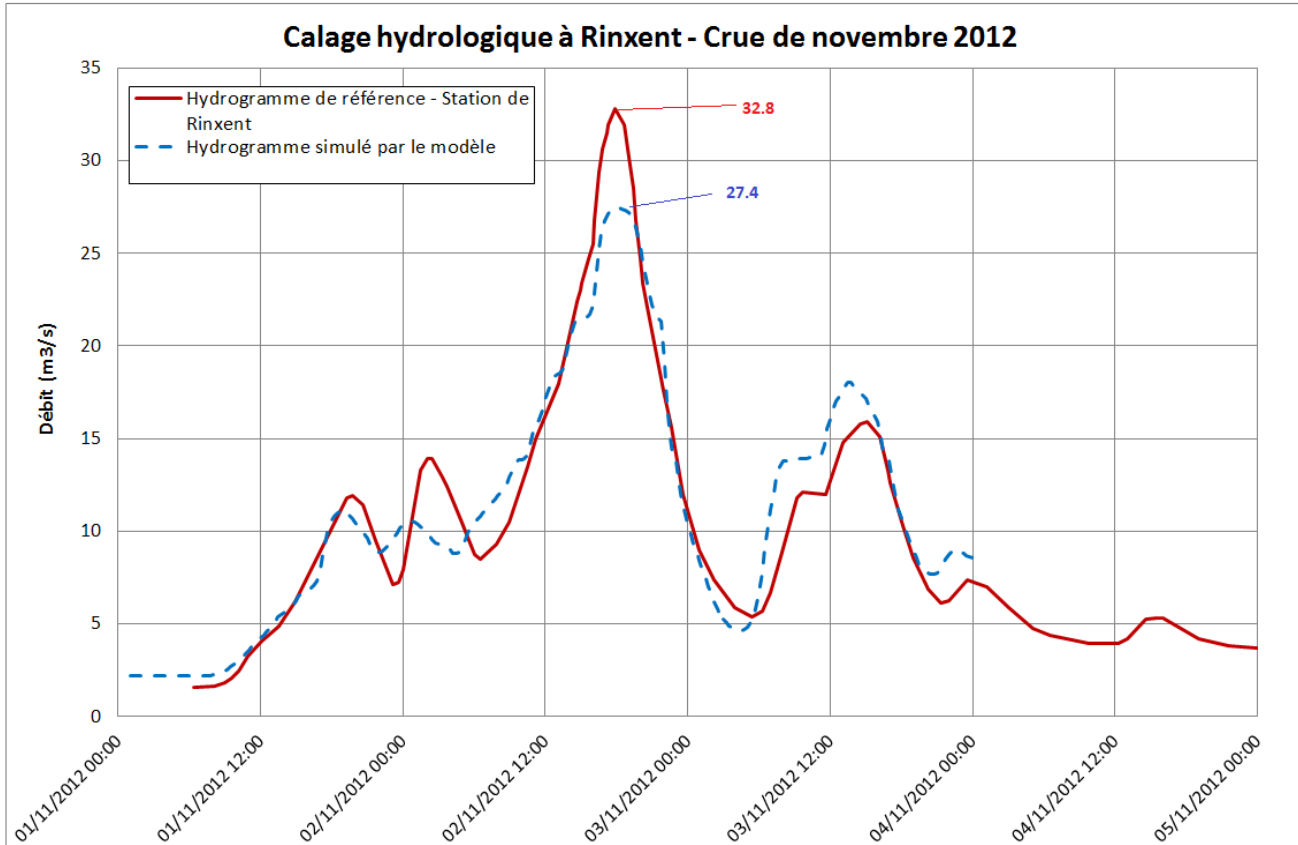


Figure 1 : Hydrogrammes mesuré et simulé à la station de Rinxent (cru de novembre 2012)

Le modèle représente bien l'ensemble des oscillations de débit et notamment le pic principal de la crue. Un écart de 16% entre la mesure et la modélisation pour le débit de pointe est à constater. Le volume ainsi que la dynamique de l'onde de crue sont, par contre, bien représentés (2.00 Mm³ pour la mesure contre 1.95 Mm³ pour le calcul, soit un écart d'environ 2.5 %).

Il est cependant nécessaire de rappeler que pour cet événement, la station de mesure de Rinxent a été mise en défaut lors du passage du pic de l'onde de crue, engendrant un plafonnement du débit à 23 m³/s. D'après les services de la DREAL, ce débit de 32.8 m³/s semble surestimé et une valeur aux alentours de 25 – 26 m³/s est plus réaliste. Aussi, cette nouvelle estimation permet de **conclure quant à la bonne réponse hydrologique du bassin versant de la Slack simulé par le modèle pour la crue de novembre 2012.**

2.3 Calage de la crue de décembre 2006

Comme expliqué lors du calage hydrologique et hydraulique du bassin versant du Wimereux (voir livrable n°3), le calage hydrologique du bassin versant de la Slack s'effectuera sur le second événement de la crue de décembre 2006, épisode au cours duquel les débits maximaux ont pu être observés.

A nouveau la chronique de débit provenant de la station hydrométrique de Rinxent a été utilisée afin de pouvoir s'assurer de la pertinence de l'hydrogramme issu de la simulation. Cette comparaison peut être visualisée sur le graphique ci-après.

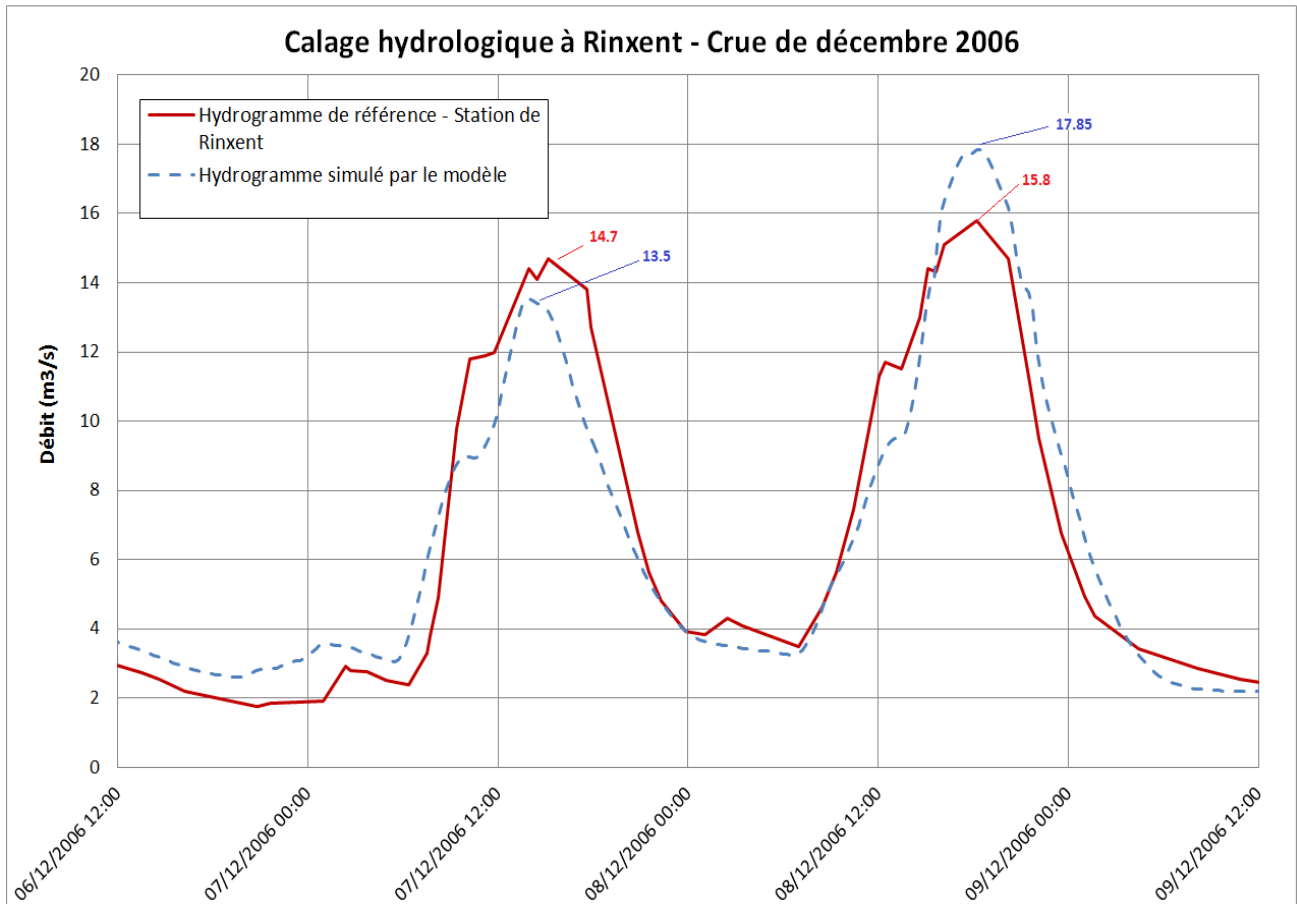


Figure 2 : Hydrographes mesuré et simulé à la station de Rinxent (crue de décembre 2006)

A première vue, la modélisation de l'hydrogramme de crue apparaît comme étant plus que satisfaisant. En effet, le volume ainsi que la dynamique de l'onde de crue sont bien représentés (1.52 Mm³ pour la mesure contre 1.47 Mm³ pour le calcul, soit un écart d'environ 3.4 %).

Des écarts quant au débit de pointe sont en revanche à dénoter. En effet pour le premier pic de l'épisode pluvieux, le débit de pointe est sous-estimé de 8 % mais pour le second, ce dernier est surévalué de près de 13 %. Cette remarque se justifie après l'analyse des cumuls de pluies respectifs aux augmentations de débit observées. En effet, les 17 bassins versant drainés par la station hydrométrique de Rinxent accusent un cumul de 334 mm pour le premier épisode contre 402 mm pour le second, témoignant de la variation de l'intensité des pluies. Aussi, il apparaît légitime de constater une différence de débit lors de la représentation de ces deux sous-événements, bien que les données mesurées fournissent des hydrographes sensiblement équivalents.

2.4 Conclusion sur le calage

Le modèle hydrologique du bassin versant de la Slack est calé en toute rigueur sur deux événements historiques majeurs, ce qui en valide les résultats pour les scénarios de référence retenus dans la présente étude.

3 - Scénarios de référence

Rappelons que la modélisation hydraulique ne concerne dans cette étude que la Liane et le Wimereux. La modélisation hydraulique de la Slack est prévue dans l'étude du SYMSAGEB. La suite de l'étude n'a donc pour objectif de calculer seulement les hydrogrammes d'apport (modélisation hydrologique avec transformation de la pluie en débit) pour différents scénarios de crue d'ampleur croissante.

3.1 Définition des scénarios

Sachant les incertitudes liées à l'extrapolation des débits rares, fortement dépendants de la méthode utilisée (voir paragraphe précédent), notre approche vise à se rapprocher de celle demandée par la Directive Inondation, en raisonnant sur la base de trois scénarios : **fréquent (10 – 30 ans) / moyen (100 – 300 ans) / extrême (> 500 ans)** et non pas sur une multitude d'épisodes de périodes de retour fixées.

Les hypothèses retenues sur la définition de ces scénarios sont les suivantes :

- Le scénario de crue fréquent correspond à une pluie d'occurrence 30 ans, le scénario moyen à une pluie d'occurrence 300 ans, et le scénario extrême à une pluie 1000 ans. Compte tenu des phénomènes de pertes au ruissellement et d'amortissement au sein du réseau hydrographique, ces pluies conduiront en toute logique à des crues de périodes de retour inférieures, en référence aux statistiques de débits présentés dans le livrable n°1.
- La durée et la forme des pluies caractéristiques de ces trois scénarios hydrologiques est déduite des pluies réelles historiques. Sur cette base, nous proposons ainsi une durée de 24h, avec deux périodes intenses de 6h réparties dans la journée et représentant 80% du cumul total de l'événement.

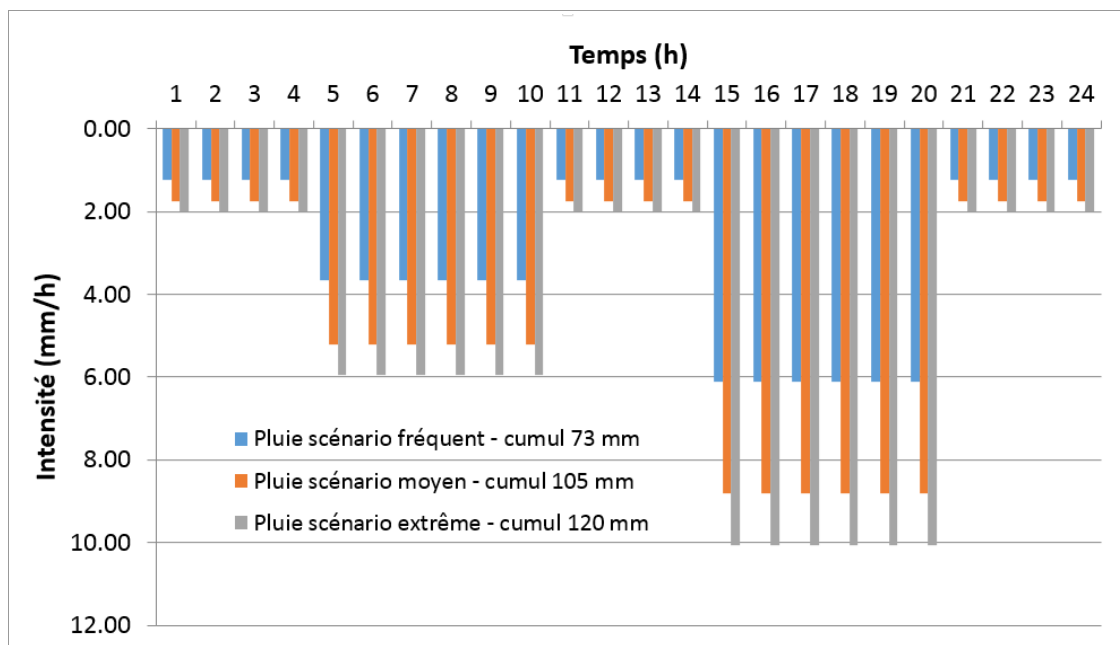


Figure 3 - Pluies de projet suivant différents scénarios

- La station de Desvres, possédant la plus longue chronique de pluie, est choisie comme station de référence. Les quantités de pluie associées à différentes périodes de retour sont indiquées dans le tableau 18 du livrable n°1. Néanmoins elle n'est pas appliquée de manière uniforme à l'échelle des trois bassins versants et une hypothèse quant à la répartition spatiale des précipitations est proposée ci-après.
- La répartition géographique des pluies est déduite des images RADAR, technologie permettant la mesure de la quantité d'eau dans les nuages. Les images RADAR des principaux événements de crue précédemment évoqués ont été utilisées de manière à évaluer les écarts (en pourcentage) entre la pluviométrie maximale du bassin versant de la Slack et la pluviométrie estimée en tout point du bassin versant pour chaque événement (novembre 2012 et novembre 2014). Ensuite, une moyenne des écarts est faite sur ces événements, comme représenté sur la figure de la page suivante. Par exemple, s'il pleut 100 mm au maximum sur le bassin, il pleuvra 70 à 90 mm sur les zones de couleur jaune à rouge et 50 à 60 mm sur les zones de couleur verte.

Au cumul maximum du bassin versant de la Slack sont associées les statistiques des pluies de la station de Desvres, en considérant que le maximum de la Slack a le même régime pluviométrique que la station de Desvres.

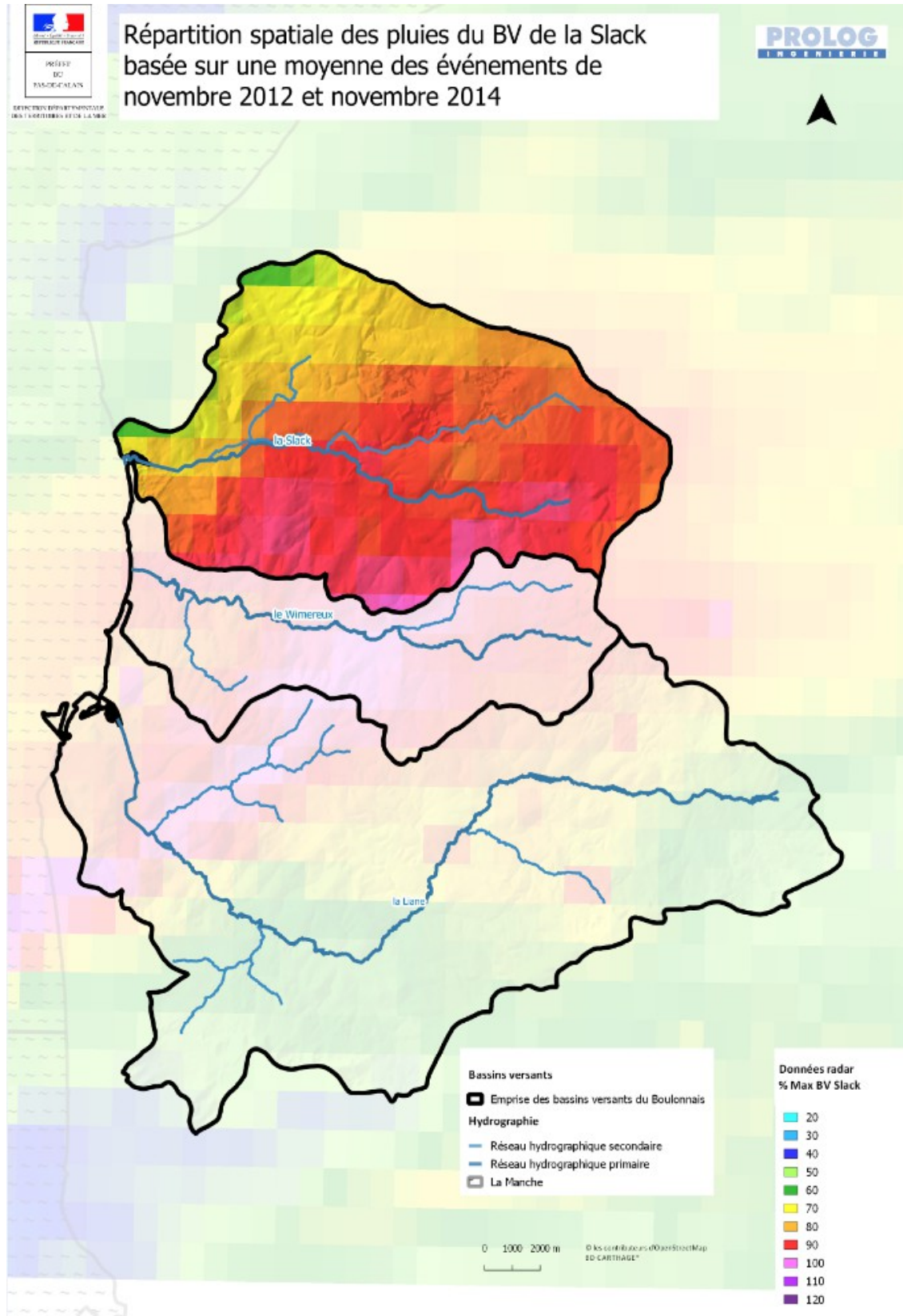


Figure 4 - Répartition spatiale des pluies basée sur une moyenne des événements historiques



DIRECTION DÉPARTEMENTALE
DES TERRITOIRES ET DE LA MER

Apports des sous bassins versants de la Slack pour un scénario moyen (100 - 300 ans)



Réseau hydrographique

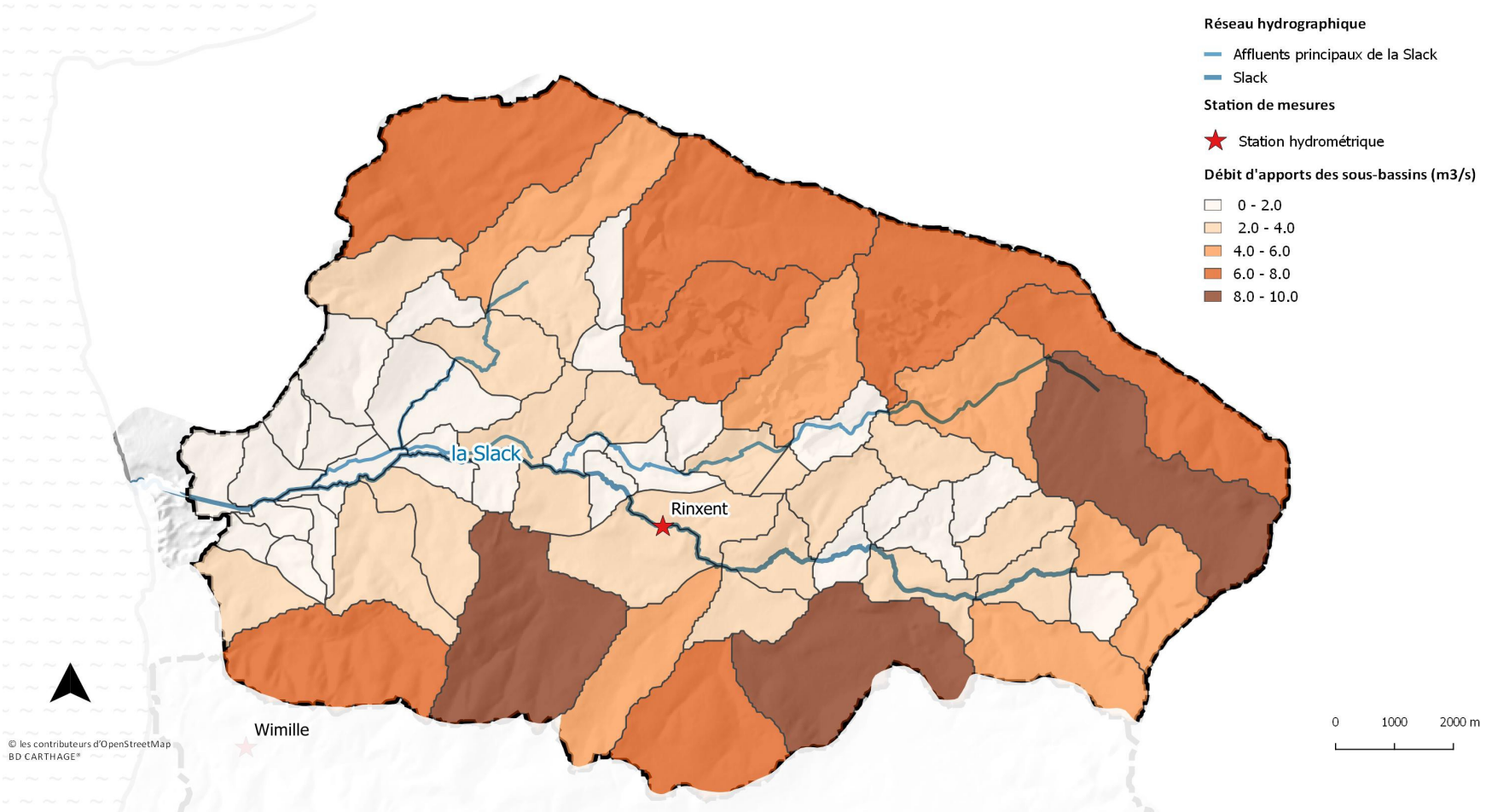
- Affluents principaux de la Slack
- Slack

Station de mesures

- Station hydrométrique

Débit d'apports des sous-bassins (m³/s)

- 0 - 2.0
- 2.0 - 4.0
- 4.0 - 6.0
- 6.0 - 8.0
- 8.0 - 10.0



© les contributeurs d'OpenStreetMap
BD CARTHAGE®

3.2 Interprétation des résultats

A partir de chaque pluie de projet, les hydrogrammes d'apport (modélisation hydrologique avec transformation de la pluie en débit) ont été calculés pour les trois scénarios. Ils serviront d'entrée au modèle hydraulique réalisé lors de l'étude du SYMSAGEB.

La figure précédente montre les débits maximums apportés par chaque sous bassin pour un scénario moyen. Les sous bassins les plus contributeurs se trouvent en rive gauche de la Slack, en rive droite du Crembreux (affluent principal de la Slack amont) et à l'amont du Bazinghen (affluent principal de la Slack aval).

Pour vérifier la cohérence des débits calculés par le modèle pluie-débit avec ceux estimés par des méthodes statistiques (voir paragraphe 5.4.3 du livrable 1), une comparaison a été faite à la station de Rinxent. Le tableau ci-dessous montre que les débits issus du modèle pluie-débit sont dans la fourchette d'estimation des débits statistiques.

| Slack à Rinxent | Débits modèle pluie-débit (m3/s) | Débits statistiques (m3/s) |
|--|---|---------------------------------------|
| Superficie 38 km2 | | |
| Scénario fréquent (10 - 30 ans) | 30 | 21 - 31 |
| Scénario moyen (100 - 300 ans) | 50 | 37 - 54 |
| Scénario extrême (> 500 ans) | 58 | 54 - 68 |

Figure 5 - Comparaison des débits à la station de Rinxent