

# Inflorescences

Ce document présente les différents jeux de données relatifs aux inflorescences qui seront utilisés ainsi que les modifications qui y ont été apportées. L'objectif est d'éditer des jeux de données correspondants non pas aux inflorescences vivantes mais aux inflorescences attractives. Sera déclarée attractive pour une inflorescence la période allant de sa date de débourrement jusqu'à  $\Delta_t$  jours avant sa mort. Le  $\Delta_t$  mentionné représente deux phénomènes différents : soit il représente la fin de développement phénologique de l'inflorescence (par exemple, le stade phénologique PF — qui correspond à l'arrêt de l'élongation survenant avant la mort naturelle de l'inflorescence), soit il manifeste une période de dessèchement (due à des attaques de cécidomyies) menant l'inflorescence à une mort certaine.

## 1 Présentation des données

Les données qui seront utilisées proviennent de deux jeux de données différents, mais les observations furent faites sur la même parcelle. La parcelle fut divisée en trois, chacune des trois sous-parcelles ayant une modalité de couverture de sol différente : enherbement ras, paillage synthétique ou enherbement haut.

### 1.1 *Dataset 1*

Le *dataset 1* contient des données relatives aux inflorescences, leurs dates de débourrements et de morts. Ont été suivies entre le 19 juin et le 15 novembre 2017 deux cents unités de croissances (UCs). Pour chacune de ces UCs, un relevé régulier des inflorescences présentes a été effectué — recensant leurs dates de débourrements et leurs dates de morts. Il faut cependant noter que le relevé des dates de morts n'a commencé qu'à partir du 6 septembre.

De ce jeu de données on pourra obtenir les dates de débourrements et de morts, les dynamiques d'inflorescences vivantes pour les trois sous-blocs, la durée de vie moyenne effective des inflorescences (et l'écart-type associé). On pourra ainsi obtenir des dynamiques d'inflorescences attractives.

### 1.2 *Dataset 2*

Le second jeu de données concerne le piégeage des larves. Les relevés ont eu lieu entre le 18 juillet et le 6 octobre 2017. Pour chacun des trois sous-blocs, dix arbres ont été sélectionnés aléatoirement sous lesquels ont été placés des pièges. À intervalle régulier furent comptées les larves piégées, les inflorescences vivantes au-dessus des pièges ainsi que le nombre d'inflorescences vivantes dans l'arbre.

On se servira du *dataset 2* pour avoir les dynamiques de larves et d'inflorescences vivantes associées. On peut noter l'impossibilité d'obtenir les dynamiques d'inflorescences attractives à partir de ce jeu de données, due à l'absence de date de débourrements ; d'où l'utilité du *dataset 1*.

### 1.3 Mise à l'échelle de la parcelle

Les échelles des deux jeux de données n'étant pas les mêmes, il a été décidé que les deux jeux de données seraient mis à l'échelle de la sous-parcelle. Les dynamiques des inflorescences vivantes mises à l'échelle seront celles utilisées ; celle provenant du *dataset 1* sera notée  $I_t^1$  et celle du *dataset 2* sera notée  $I_t^2$ .

Plus concrètement,  $I_t^1$  sera donnée par

$$I_t^1 = \alpha \left( \sum_{j=1}^t B_j^1 - \sum_{j=1}^t M_j^1 \right),$$

où  $B_j^1$  et  $M_j^1$  désigne respectivement le nombre de débourrements et de morts à la date  $t$  et  $\alpha$  est le coefficient de mise à l'échelle qui sera à estimer. La dynamique  $I_t^2$  sera quant à elle donnée par

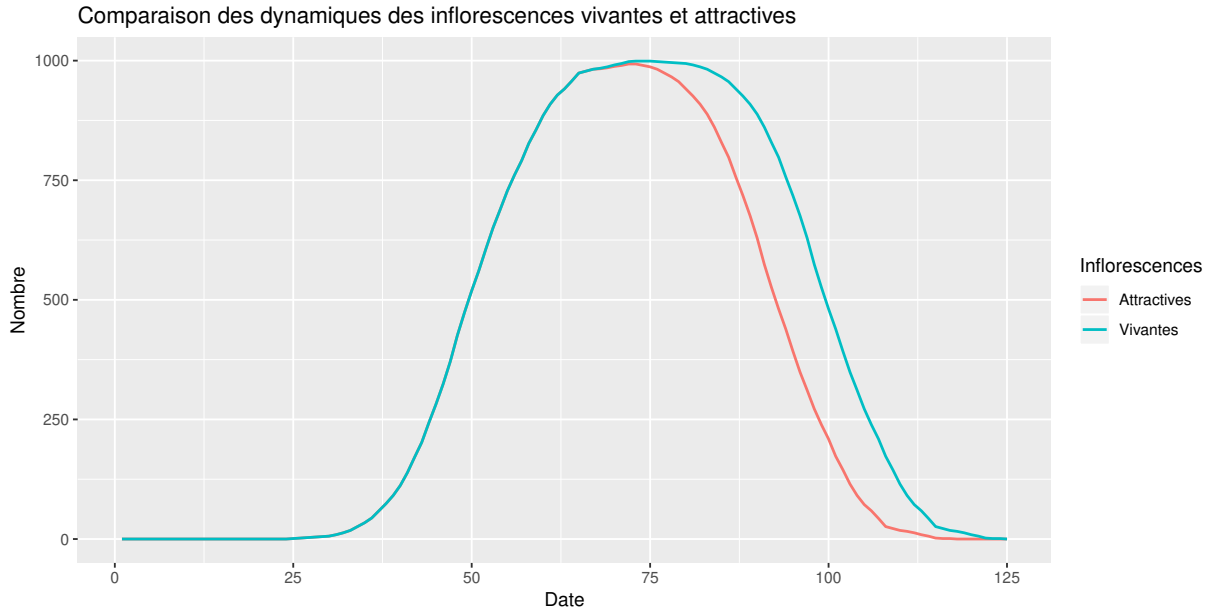
$$I_t^2 = \frac{N}{n} \sum_{j=1}^n I_{j,t}^2,$$

avec  $N$  représentant le nombre d'arbre total de la sous-parcelle,  $n$  le nombre d'arbre suivis et  $I_{j,t}^2$  le nombre d'inflorescences sur l'arbre  $j$  à la date  $t$ .

## 2 Théorie

On commence par une simulation pour voir la différence attendue entre la dynamique d'inflorescences vivantes et la dynamique d'inflorescences attractives. Pour ce faire on simule 1000 dates de débourrements suivant une gaussienne d'espérance 50 et d'écart-type 8.

On rajoutera 50 jours aux dates de débourrements (qui correspondent à la durée de vie théorique d'une inflorescence [SC18]) pour avoir les inflorescences vivantes et 43 jour pour avoir les inflorescences attractives (on émet ici l'hypothèse  $\Delta_t = 7$ ). Les résultats sont visibles sur la figure ci-dessous :



On observe une dynamique similaire quoique légèrement moins intense, avec une moyenne apparaissant plus tôt et une dispersion moindre.

Un autre résultat notable : si on prend le vecteur comptabilisant le nombre de mort à chaque date, qu'on lui applique un décalage de  $\Delta_t$  jours et que l'on recalcule les vivantes à partir de ce nouveau vecteur alors on retombe sur les inflorescences attractives. Ce résultat sera utilisé par la suite.

## 3 Approche 1 : Dynamiques d'inflorescences attractives à partir du *dataset 1*

Dans cette section, on décrira les modifications qui ont été appliquées à la dynamique d'inflorescences issus du *dataset 1* (comprenant les dates de débourrements et de morts des inflorescences)

en vue d’avoir une dynamique d’inflorescences attractives.

La première modification apportée est une correction. En effet, sur ce jeu de données la distinction entre inflorescences vivantes et mortes n’est possible qu’à partir du 6 septembre. Il en résulte un écart significatif dans la dynamique entre le 5 et 6 septembre. Cet écart correspond au nombre de mort qu’il y a eu avant le 6 septembre, qu’il faut donc répartir sur la période concernée. N’ayant aucune indication pour les répartir, on utilisera la dynamique d’inflorescences vivantes du *dataset 2* (données relatives aux pièges) afin que la dynamique du *dataset 1* ressemble le plus possible à la dynamique du *dataset 2*. Plus précisément, on attribuera un poids (à calibrer) pour tous les jours entre le jour 1 et le 5 septembre, et le nombre de morts à chaque jour sera donné par la formule

$$M_t^c = \frac{p_t \times m}{\sum_j p_j},$$

où  $M_t^c$  désigne le nombre de mort à la date  $t$ ,  $m$  le nombre de mort total déterminé par la différence d’inflorescences entre le 5 et 6 septembre et  $p_t$  le poids assigné au jour  $t$ . Les poids  $p_t$  et le coefficient de mise à l’échelle  $\alpha$  seront déterminés par l’algorithme d’optimisation NSGA-II qui résoudra le problème

$$\arg \min_{\alpha, p_t} \sum_t |I_t^2 - I_t^{c,1}|,$$

où  $I_t^{c,1}$  représente les données du *dataset 1* mises à l’échelle et corrigées ; cette dynamique est déterminée par la formule

$$I_t^{c,1} = \begin{cases} I_t^1 - M_t^c & \text{si } t \leq 6 \text{ septembre,} \\ I_t^1 & \text{sinon.} \end{cases}$$

Les résultats sont visibles sur la figure 1. Même après la correction effectuée, il demeure des différences significatives entre les deux *datasets* ; en particulier sur l’enherbement haut.

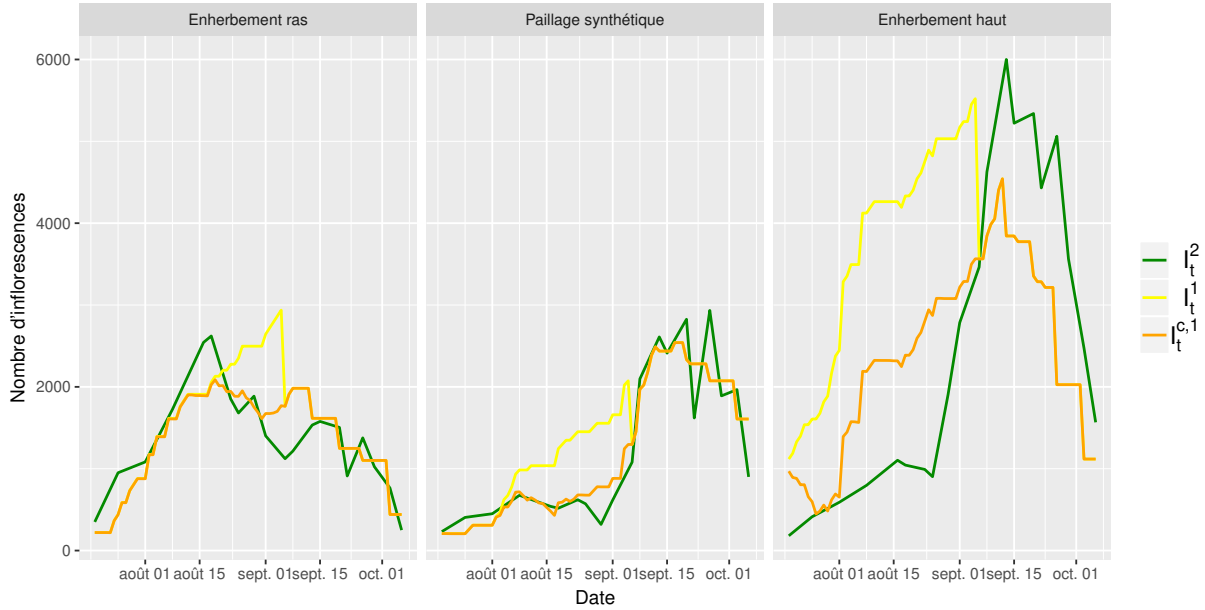


FIGURE 1 – Comparaison des dynamiques d’inflorescences issus des deux *datasets* pour chacun des trois sous-blocs. Également présente la dynamique corrigée du *dataset 1*.

Pour introduire l’attractivité des inflorescences, il est nécessaire de récupérer — pour chaque date — le nombre de débourrements et le nombre d’inflorescences mortes. Pour le nombre de mort (qui a été corrigé), cela se fait en deux étapes ; la première consiste à récupérer la somme cumulée des morts grâce à la formule

$$\sum_j^t M_j = \alpha \sum_j^t B_j^1 - I_t^{1,c},$$

et ensuite d'en déduire le nombre de mort quotidien

$$M_t = \sum_{j=1}^t M_j - \sum_{j=1}^{t-1} M_j.$$

À partir de là, on peut décaler le vecteur des morts  $M_t$  de  $\Delta_t = 7$  jours (comme vu en section 2) et obtenir ainsi la dynamique d'inflorescences attractives (qui sera noté  $I_t^{a,1}$ ). Il faut noter qu'avec la correction effectuée précédemment, il y a des morts parmi les 7 premiers jours. Ces morts-là seront reportés sur les jours suivants. Les différences entre  $I_t^{a,1}$  et  $I_t^{c,1}$ , pour chacun des trois sous-blocs, sont visibles sur la figure 2. L'attractivité se manifeste par une baisse de l'intensité, on n'observe pas de décalage comme vu en section 2.

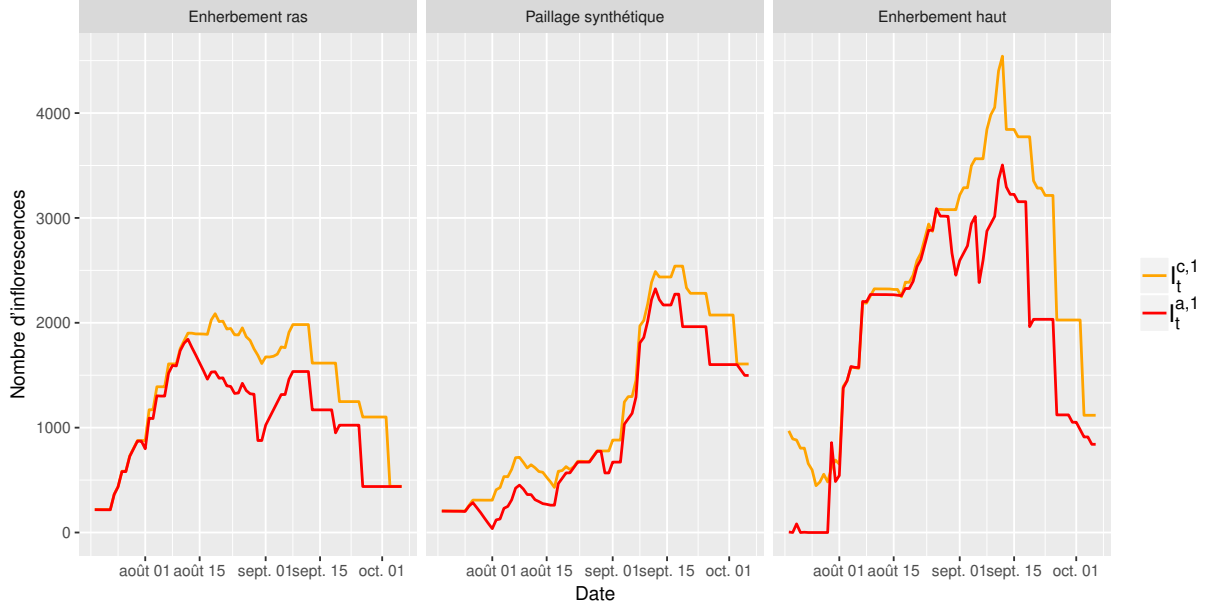


FIGURE 2 – Comparaison de la dynamique d'inflorescences vivantes ( $I_t^{c,1}$ ) et la dynamique d'inflorescences attractives ( $I_t^{a,1}$ ).

## 4 Approche 2 : simulation des dynamiques d'inflorescences attractives

Une deuxième approche a été testée : simuler les dates de débourrements pour coller au mieux aux inflorescences observées sur le *dataset 2* en utilisant la formule

$$I_t = B_t + \sum_{j=1}^{50} B_{t-j} \times \left(1 - F_{\mathcal{N}(\mu, \sigma)}(t - j)\right),$$

avec  $\mu$  et  $\sigma$  à 29 et 14 qui sont respectivement la moyenne et l'écart-type de la durée de vie des inflorescences observés sur le *dataset 1*. On peut ensuite optimiser les dates de débourrements  $B_t^s$  pour coller au mieux à  $I_t^2$ , on notera  $I_t^s$  les dynamiques obtenus.

Une fois les dates de débourrements obtenus, il devient possible de simuler les dynamiques de population d'inflorescences attractives — notées  $I_t^{a,s}$  — en utilisant la même formule avec les  $B_t^s$  déjà calibrés et en fixant  $\mu$  à  $29 - \Delta_t = 22$  et  $\sigma$  à 14.

Les résultats sont visibles sur la figure 3. Les dynamiques d'inflorescences vivantes simulées reproduisent bien les dynamiques d'inflorescences vivantes observées sur la *dataset 2*. Les dynamiques d'inflorescences attractives simulées semblent se manifester uniquement par une baisse d'intensité et non par un décalage similaire à celui observé à la section 2.

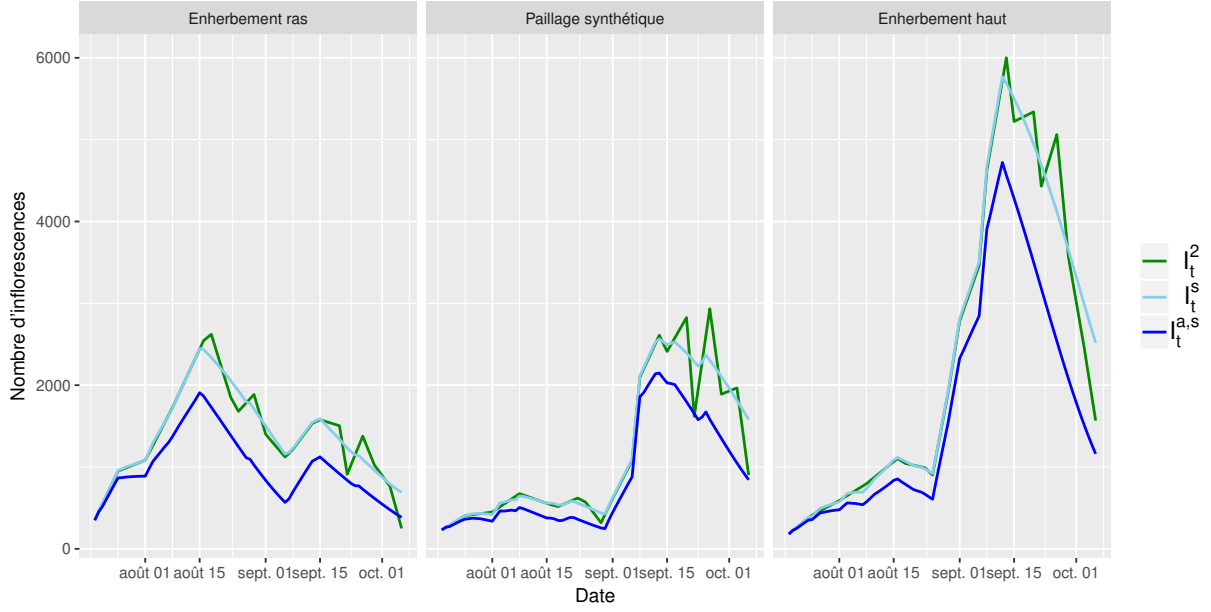


FIGURE 3 – Comparaison des dynamiques d’inflorescences simulées — vivantes ( $I_t^s$ ) et attractives ( $I_t^{a,s}$ ) — avec la dynamique d’inflorescences vivantes issue du *dataset 2* ( $I_t^2$ ).

## 5 Comparaison des deux approches

La figure 4 représente la comparaison entre  $I_t^s$  et  $I_t^{c,1}$  par rapport à  $I_t^2$ . Si pour les deux premiers sous-blocs les dynamiques semblent relativement similaires, le dernier sous-bloc montre des différences significatives entre les deux approches. La simulation se rapprochant plus du résultat voulu.

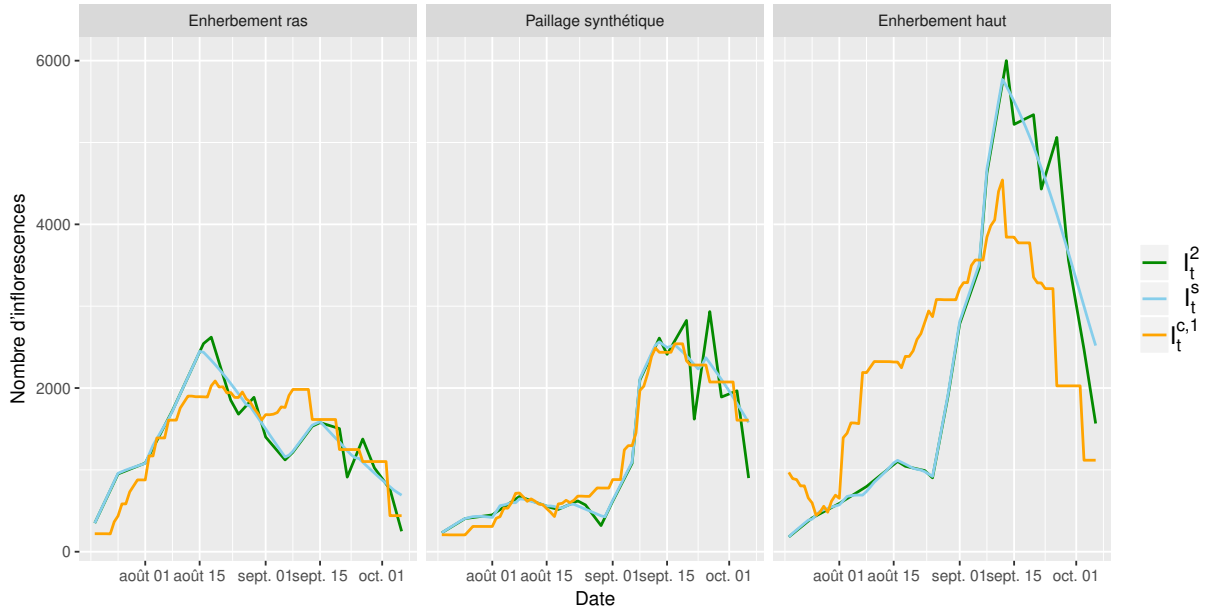


FIGURE 4 – Comparaison des dynamiques d’inflorescences vivantes simulées ( $I_t^s$ ) ou observées sur le *dataset 2* ( $I_t^2$ ) ou issue du *dataset 1* et corrigée ( $I_t^{c,1}$ ).

On peut également comparer la somme cumulée des dynamiques de débourrements des deux approches (figure 5). Bien que les débourrements surviennent à des moments différents, on peut noter que les nombres de débourrements totaux simulés se rapprochent des nombres totaux de débourrements observés.

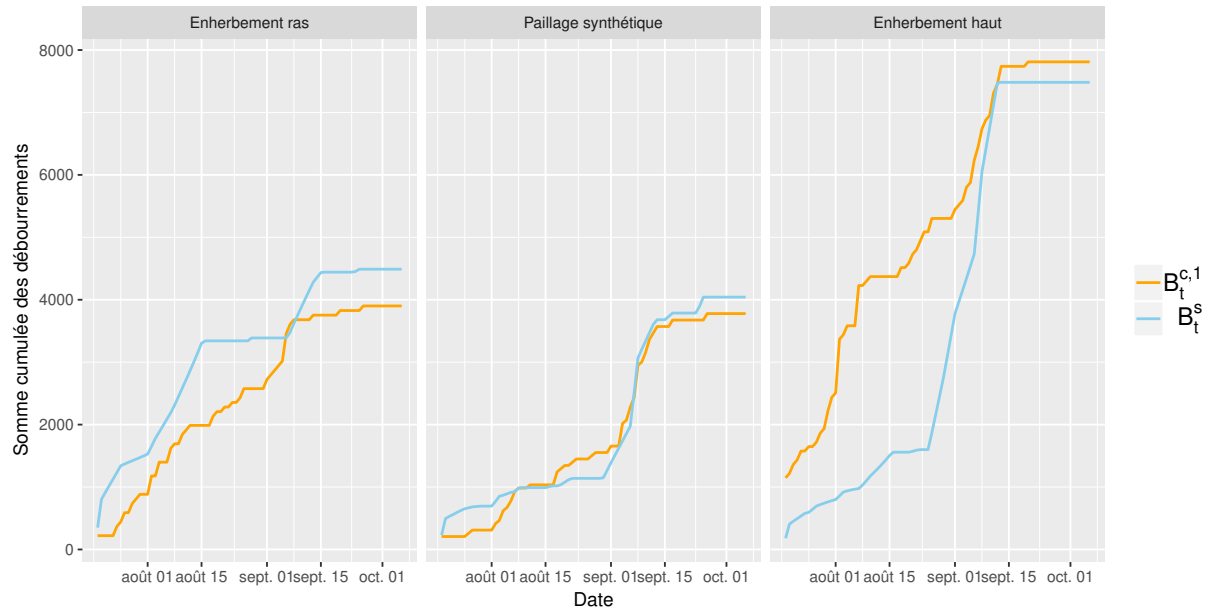


FIGURE 5 – Comparaison des sommes cumulées des débourrements simulées ( $B_t^s$ ) ou observées sur le *dataset 1* et mises à l'échelle ( $\alpha B_t^1$ ).

## Références

- [SC18] Laurie Saint-Cricq. Modélisation du système manguier-cécidomyie des fleurs pour une évaluation de modes de gestion du ravageur et de ses dégâts. 2018.