



La revue francophone sur les fourrages et les prairies

*The French Journal on Grasslands and Forages*

Cet article de la revue **Fourrages**,  
est édité par l'Association Francophone pour les Prairies et les  
Fourrages

Pour toute recherche dans la base de données  
et pour vous abonner :

**[www.afpf-asso.fr](http://www.afpf-asso.fr)**



AFPF - Maison Nationale des Eleveurs - 149 rue de Bercy - 75595 Paris Cedex 12  
Tel. : +33.(0)1.40.04.52.00 - Mail : [contact@afpf-asso.fr](mailto:contact@afpf-asso.fr)

Association Francophone pour les Prairies et les Fourrages

# La prévision de la croissance d'herbe en Irlande : Une information attendue, de l'éleveur au gouvernement

E. Ruelle<sup>1</sup>, L. Delaby<sup>2</sup>, M. O'Donovan<sup>1</sup>

## RESUME

Grâce à une surface agricole composée à plus de 80% de prairies et à un climat tempéré, le pâturage représente l'avantage économique majeur de la filière laitière irlandaise. La valorisation de l'herbe par hectare grâce à une gestion rigoureuse et anticipée du pâturage est le facteur le plus discriminant des variations de profits observées entre élevages. Prévoir la croissance d'herbe à l'échelle de l'exploitation est un enjeu majeur qui permet aux éleveurs de mieux anticiper les excédents ou déficits d'herbe. Depuis 2018, le modèle de croissance de l'herbe MoSt GG est utilisé pour prédire la croissance de l'herbe dans des fermes irlandaises réparties sur tout le territoire. Les prévisions sont envoyées aux éleveurs, conseillers d'élevage et services gouvernementaux tous les mardis. Depuis août 2020, ces prévisions sont également présentées tous les dimanches à la télévision nationale (RTE One) lors de la « météo des prairies » (Farmer Forecast). Grâce à l'outil d'aide à la décision PastureBase Ireland, la croissance observée la semaine précédente dans chaque comté irlandais peut être comparée à la croissance des années précédentes (7 années), permettant ainsi d'évaluer la déviation par rapport à la normale. Les prévisions de croissance permettent alors de prévoir l'évolution de cette tendance dans la semaine à venir. L'adoption de ces informations par les éleveurs laitiers est élevée et les premiers retours d'enquêtes ont montré que les éleveurs impliqués dans ces réseaux de prévisions en tiennent compte pour prendre leurs décisions en matière de gestion du pâturage.

## SUMMARY

### **Grass growth projection in Ireland: an expected information, from the farmer to the government**

Thanks to an agricultural surface composed of more than 80% of grassland and a temperate climate, grazing represents the major economic advantage of the Irish dairy industry. The value-creation of grass per hectare thanks to a rigorous and anticipated grazing management is the most discriminating factor in the changes of profits observed between farms. Predicting grass growth at the farm level is a major issue that allows farmers to better anticipate grass surpluses or deficits. Since 2018, the MoSt GG grass growth model has been used to predict grass growth on Irish farms spread across the country. Forecasts are sent to farmers, advisors and government departments every Tuesday. Since August 2020, these forecasts have also been shown every Sunday on national television (RTE One) during the Farmer Forecast. Using the decision support tool, PastureBase Ireland, the previous week's growth in each Irish county can be compared to the growth in previous years (7 years), enabling the deviation from normal to be assessed. The growth forecasts can then be used to predict the evolution of this trend in the coming week. The uptake of this information by dairy farmers is high and initial survey feedback has shown that farmers involved in these forecasting networks take it into account when making grazing management decisions.

L'Irlande bénéficie d'un climat tempéré océanique qui permet une croissance de l'herbe tout au long de l'année. Avec une saison de pâturage qui s'étend de février à novembre, le système laitier dominant est naturellement basé sur la valorisation de l'herbe (Delaby *et al.*, 2017). La gestion anticipée du pâturage est alors essentielle et contribue à la compétitivité économique reconnue du système laitier irlandais. En effet, avec un coût alimentaire de 73 €/t MS, l'herbe pâturée est économiquement plus

efficace que l'herbe ensilée (140 €/t MS) ou les concentrés (300 €/t MS) (Finneran *et al.*, 2010). D'autre part, chaque tonne d'herbe valorisée en plus par ha augmente le profit de 105 €/ha pour un élevage bovin viande et 171 €/ha pour un élevage bovin laitier (O'Donovan *et al.*, 2020). C'est pourquoi augmenter la production d'herbe mais encore plus améliorer son utilisation est un défi économique essentiel pour la filière laitière irlandaise.

## AUTEURS

1 : Animal & Grassland Research and Innovation Centre, Teagasc, Moorepark, Fermoy, Co. Cork, Ireland - elodie.ruelle@teagasc.ie

2 : INRAE, AgroCampus Ouest, Physiologie, Environnement et Génétique pour l'Animal et les Systèmes d'Élevage, 35590 Saint-Gilles, France

MOTS-CLES : Modèle de croissance de l'herbe, outil d'aide à la décision, gestion du pâturage, élevages laitiers

KEY-WORDS: Grass growth model, decision support tool, grazing management, dairy farms

REFERENCE DE L'ARTICLE : Ruelle E., Delaby L., O'Donovan M., (2021). « La prévision de la croissance d'herbe en Irlande : une information attendue, de l'éleveur au gouvernement ». *Fourrages* 247, 33-39

Pour augmenter l'herbe valorisée par hectare, une gestion rigoureuse et anticipée de la production d'herbe et du pâturage est nécessaire. C'est pourquoi des outils d'aide à la décision comme PastureBase Ireland (PBI) ont été développés et diffusés (Ruelle et al., 2021). Cependant, ces outils sont basés sur la valorisation de données du passé saisies par l'éleveur mais souffrent d'un défaut d'anticipation, faute d'informations sur le futur proche en matière de croissance de l'herbe. L'intégration d'un modèle de prévision de la croissance d'herbe tel que celui développé par le Teagasc et INRAE (Moorepark St Gilles Grass Growth model - MoSt GG - Ruelle et al., 2018a) permet de simuler le futur et de prendre des décisions anticipées. L'objectif de cet article est de présenter le projet d'intégration du modèle MoSt GG au sein de l'outil PBI, son espace de diffusion et son utilisation hebdomadaire dans les élevages irlandais.

## 1. Présentation du projet de prévisions de la croissance de l'herbe

### 1.1. Origine du projet

Ce projet d'intégration d'un module de prévision de la croissance de l'herbe dans PastureBase Ireland a débuté en 2018. Il fait suite à un printemps froid, défavorable à la croissance de l'herbe et qui a mis en difficulté de nombreux élevages laitiers irlandais. Les éleveurs ont alors souhaité une meilleure visibilité pour une meilleure anticipation de la sortie de crise. Dans ce contexte, le modèle MoSt GG (Ruelle et al., 2018a, c) présenté ci-après a été utilisé pour prédire la croissance de l'herbe de la semaine à venir et ainsi informer les éleveurs, les conseillers et le gouvernement du futur de cette crise fourragère très conséquente en plein printemps 2018. De cette demande dans l'urgence est né le projet de prévision à la ferme avec la création d'un réseau de 30 fermes réparties dans le pays. L'été 2018, caractérisé par un déficit hydrique et de fortes températures, à replacer dans un contexte irlandais sensible, a créé une dynamique autour du modèle et de ses prédictions et a motivé le passage à 45 fermes fin 2019 puis 55 fin 2020. La répartition actuelle des élevages est présentée à la figure 1a.

### 1.2. Le modèle MoSt GG

Le modèle de croissance de l'herbe MoSt GG (Ruelle et al., 2018 a, c) a été développé dans le but de prédire principalement la croissance de l'herbe (RGA uniquement) et la production cumulée d'une prairie, la teneur en azote de l'herbe et la quantité d'azote prélevée ainsi que les autres flux d'azote à l'échelle de la parcelle (minéralisation/organisation, lixiviation, volatilisation).

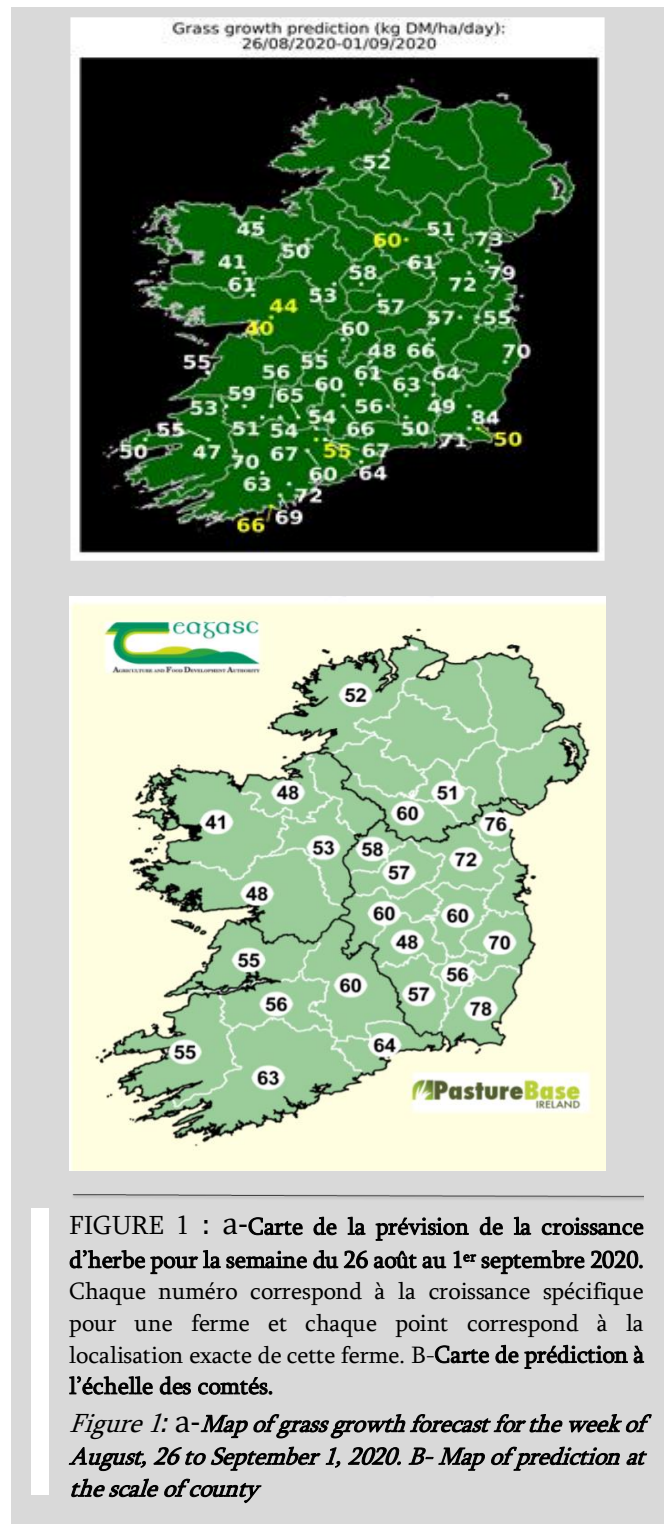
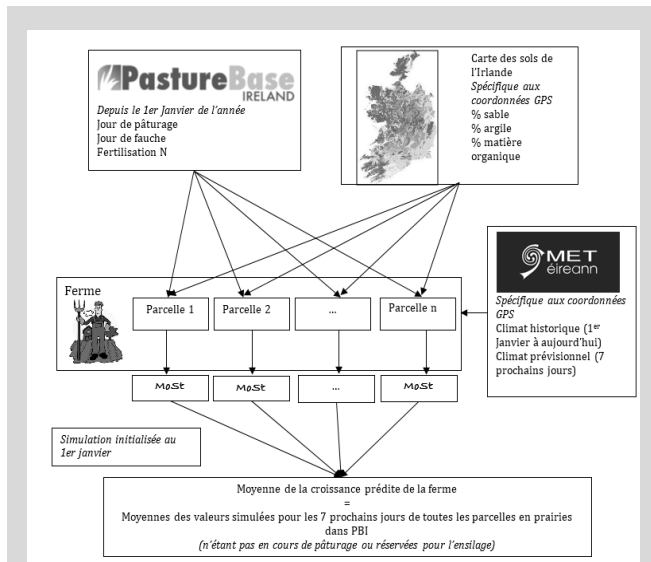


FIGURE 1 : a-Carte de la prévision de la croissance d'herbe pour la semaine du 26 août au 1<sup>er</sup> septembre 2020. Chaque numéro correspond à la croissance spécifique pour une ferme et chaque point correspond à la localisation exacte de cette ferme. B-Carte de prédiction à l'échelle des comtés.

Figure 1: a- Map of grass growth forecast for the week of August, 26 to September 1, 2020. B- Map of prediction at the scale of county

Dès l'origine de sa conception, l'objectif était de pouvoir à la fois utiliser ce modèle à des fins de recherches (Dillon et al., 2020), notamment d'évaluer l'impact de divers scénarios difficiles et coûteux à mettre en œuvre lors d'expérimentations, mais également d'en faire un outil de développement utilisable en élevage (Figure 2).



**FIGURE 2 : Représentation de l'architecture générale et des modules de prévision de la croissance d'herbe hebdomadaire pour une ferme irlandaise**

*Figure 2: Representation of the general structure and the weekly grass growth forecast modules for an Irish farm*

Le modèle MoSt GG a ainsi été utilisé avec succès par la recherche afin de prédire à partir de séquences climatiques passées, la réponse à la fertilisation azotée et au chargement sous différentes conditions climatiques et types de sol (Ruelle *et al.*, 2017; Ruelle *et al.*, 2018b). Les données nécessaires à l'utilisation du modèle sont par construction des données simples, la plupart disponibles en élevage et concernent 3 familles de paramètres : les données climatiques journalières (température, pluviométrie et rayonnement), les caractéristiques des sols (profondeur du sol, teneur en matière organique, granulométrie) et les données de management des prairies (date de pâturage ou fauche, effectifs des troupeaux, date et quantité d'azote épandu sous forme organique (fumier, lisier) ou minérale).

Actuellement, ce modèle est utilisé deux fois par semaine pour prédire la future croissance de l'herbe dans les 55 fermes réparties sur tout le pays (Figure 1a). Chaque parcelle de chaque ferme est simulée et la prédiction concerne les 7 jours à venir du fait de la limite acceptable de fiabilité des données de prédiction météorologique. Cependant, la valeur communiquée aux éleveurs est la croissance prédite moyenne au niveau de l'exploitation et non pas la croissance des paddocks individuels (Figure 1a).

### 1.3. PBI : un outil de gestion du pâturage essentiel

PastureBase Ireland (PBI) a été créé en 2013 par le Teagasc, qui est l'Institut de recherches irlandais semi-public en charge de la recherche agronomique. PBI est un outil d'aide à la décision, intégré aux prestations proposées à tout adhérent du Teagasc, disponible *via* le web et destiné aux éleveurs afin de les aider à mieux gérer le pâturage, à savoir optimiser à la fois la

croissance d'herbe et son utilisation par les animaux. PBI est un outil essentiel au projet « Prévision de la croissance de l'herbe ». En effet, PBI intègre déjà les données structurelles et temporelles de l'élevage nécessaires que sont la surface des parcelles de l'élevage, les événements passés de pâturage et de fauche, les événements de fertilisation réalisés et les données de biomasse par parcelle un jour donné, évaluées par l'éleveur lors du tour de parcelles (Farm Walk) hebdomadaire (Ruelle *et al.*, 2021). L'estimation de la biomasse présente sur les parcelles est majoritairement réalisée par une évaluation visuelle. Elle peut également être réalisée à l'aide d'un herbomètre ou par la technique de fauches de quadrats à la microtondeuse et pesées (O'Donovan *et al.*, 2002). La majorité des éleveurs irlandais apprennent et « entraînent leurs yeux » au début de la saison de pâturage avec la technique des quadrats, puis par la suite estiment uniquement visuellement la biomasse de chacune de leur parcelle. Bien que cela puisse paraître surprenant, la précision des estimations visuelles hebdomadaires réalisées par les éleveurs est bien souvent aussi bonne que les autres méthodes d'estimation.

Tous les éleveurs adhérents à PBI ne renseignent pas régulièrement ces informations indispensables. C'est pourquoi le panel de fermes du réseau choisi pour prédire la croissance d'herbe est constitué de fermes qui saisissent en moyenne plus de 25 états des lieux (Farm Cover) à l'année et qui renseignent, également, intégralement les informations concernant la fertilisation azotée organique et minérale appliquée. Le fait de disposer de valeurs régulières du stock d'herbe disponible permet d'avoir les données historiques de la croissance d'herbe et permet une évaluation et une amélioration régulière des prévisions du modèle MoSt GG.

Les données nécessaires décrites ci-dessus sont les seules que l'éleveur doit fournir pour permettre la prédiction de la croissance de l'herbe dans son exploitation. Ce qui représente pour les éleveurs consciencieux de PBI, un supplément de temps de travail quasi nul.

### 1.4. La météo et le type de sol

Les autres données nécessaires au modèle sont les données climatiques et celles associées à la caractérisation des sols. Pour le climat, les données historiques (depuis le début de l'année) et les données journalières prédites sont nécessaires pour pouvoir prédire la croissance de la semaine à venir. Les données historiques sont utiles pour calculer rétrospectivement la quantité d'azote disponible dans le sol ainsi que la quantité d'eau présente, ceci afin d'initialiser correctement le modèle avant de prévoir la croissance de la semaine à venir. Les données météorologiques sont fournies tous les jours par Met Eireann, le service

météorologique public irlandais. Les données historiques et prévisionnelles sont géolocalisées et spécifiques de la ferme concernée.

Les éleveurs, en général, n'ont que peu d'informations sur le type et les caractéristiques physico-chimiques des sols de leur exploitation. C'est pourquoi, la première étape a été de lister les types de sols possibles pour chaque ferme d'après son adresse en utilisant l'Irish Soil Information System. Puis, dans un 2<sup>ème</sup> temps, pour affiner le choix, une optimisation de la croissance de l'herbe prédite a été réalisée sur chacun des paddocks en comparaison avec les données historiques enregistrées par l'éleveur dans PBI depuis début 2018. Le type de sol finalement retenu est celui qui minimise les erreurs de prédiction sur le passé.

## 2. Dissémination des résultats et utilisation

### 2.1. Evolution des simulations et des cartes d'information

Actuellement, les prévisions sont réalisées deux fois par semaine, le mardi (correspondant à la croissance du mercredi au mardi suivant) et le vendredi (correspondant à la croissance du samedi au vendredi suivant).

Le mardi, les prévisions sont directement communiquées aux éleveurs sous forme de cartes (Figure 1a), ceux-ci ont accès à leurs données de croissance prédites via le réseau Whatsapp. Ces prévisions sont également envoyées par courriels aux conseillers du Teagasc, au gouvernement irlandais et autres agences publiques. Ces données sont enfin transformées en valeurs moyennes par comté irlandais et publiées dans la newsletter hebdomadaire du projet national « Grass 10 » (Figure 1b) accessible à tous dans la page d'accueil de PBI. « Grass 10 » est un projet national ambitieux qui challenge les élevages irlandais à utiliser au moins 10 t MS/ha et à réaliser 10 pâturages par parcelle et par an. En plus de sa newsletter hebdomadaire, de nombreux séminaires et sessions de formation sont organisés autour de la gestion du pâturage. Des témoignages d'éleveurs et des concours (comme le « Grassland Farmer of the Year ») sont diffusés et organisés régulièrement créant une dynamique stimulante, positive et de nombreuses interactions avec et entre éleveurs.

Les prévisions du vendredi sont disponibles depuis août 2020 et sont présentées tous les dimanches à la télévision nationale irlandaise (RTE One) au cours du flash d'infos « La météo des prairies » (Farmer forecast) (Figure 3).

### 2.2. Utilisation des données de PBI

En plus des données prévisionnelles issues de MoSt GG, les données de croissance de la semaine écoulée sont également partagées au cours du 'Farmer



FIGURE 3 : Les prédictions de croissance d'herbe présentées chaque dimanche à la télévision nationale irlandaise

Figure 3: Grass growth predictions shown every Sunday on Irish national television

Forecast' et dans la Newsletter « Grass 10 ». Ces données sont issues des mesures visuelles d'estimation de la biomasse présente réalisées par les éleveurs eux-mêmes et enregistrées sur PBI (O'Donovan *et al.*, 2002). Ces valeurs sont également comparées aux valeurs de la même semaine des années précédentes et permettent ainsi de recadrer les conditions actuelles de croissance de l'herbe.

### 2.3. Le retour des éleveurs

Le contact avec le groupe d'éleveurs pionniers qui bénéficie d'une croissance prévisionnelle adaptée est fréquent. On peut le qualifier de régulier avec les autres utilisateurs de prévisions hebdomadaires. Les retours sont globalement très positifs et l'industrie laitière irlandaise, notamment les laiteries collectrices, est aussi très intéressée par ces données. Plus précisément, un sondage a été réalisé auprès des utilisateurs fin 2019. Globalement, les éleveurs ont noté la précision des prévisions à une valeur de **3,7/5** et la question sur **l'utilité du modèle a reçu la note 4,0/5**. De façon plus conséquente, 75% des éleveurs affirment avoir adapté leur management hebdomadaire en regard des données de prévision diffusées. Ces adaptations pouvaient être d'anticiper la complémentation en ensilage si la croissance prévue devait diminuer ou à l'inverse sortir du circuit et ensiler une parcelle si la croissance allait augmenter plus qu'attendu dans leur référentiel.

## 3. Premières évaluations

### 3.1. Moyenne nationale en 2019 et 2020

La comparaison entre les données moyennes simulées et mesurées dans PBI est présentée à la Figure 4 pour les années 2019 et 2020. Différents niveaux d'évaluation peuvent être réalisés en comparant avec la moyenne des élevages prédits. *A posteriori*, la comparaison entre les données envoyées et la moyenne des données mesurées pour ces fermes la même

semaine nous donne un RMSE (paramètre statistique qui traduit l'erreur résiduelle de prédiction) de 7,9 kg MS/ha/jour en 2019 et 7,4 kg MS/ha/jour en 2020 (Figure 4).

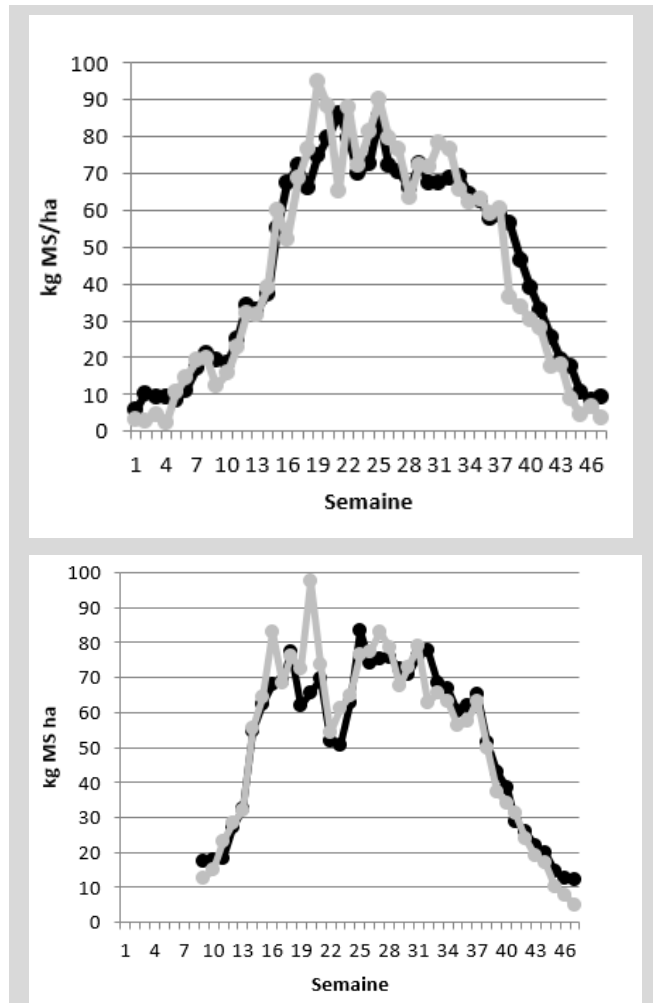


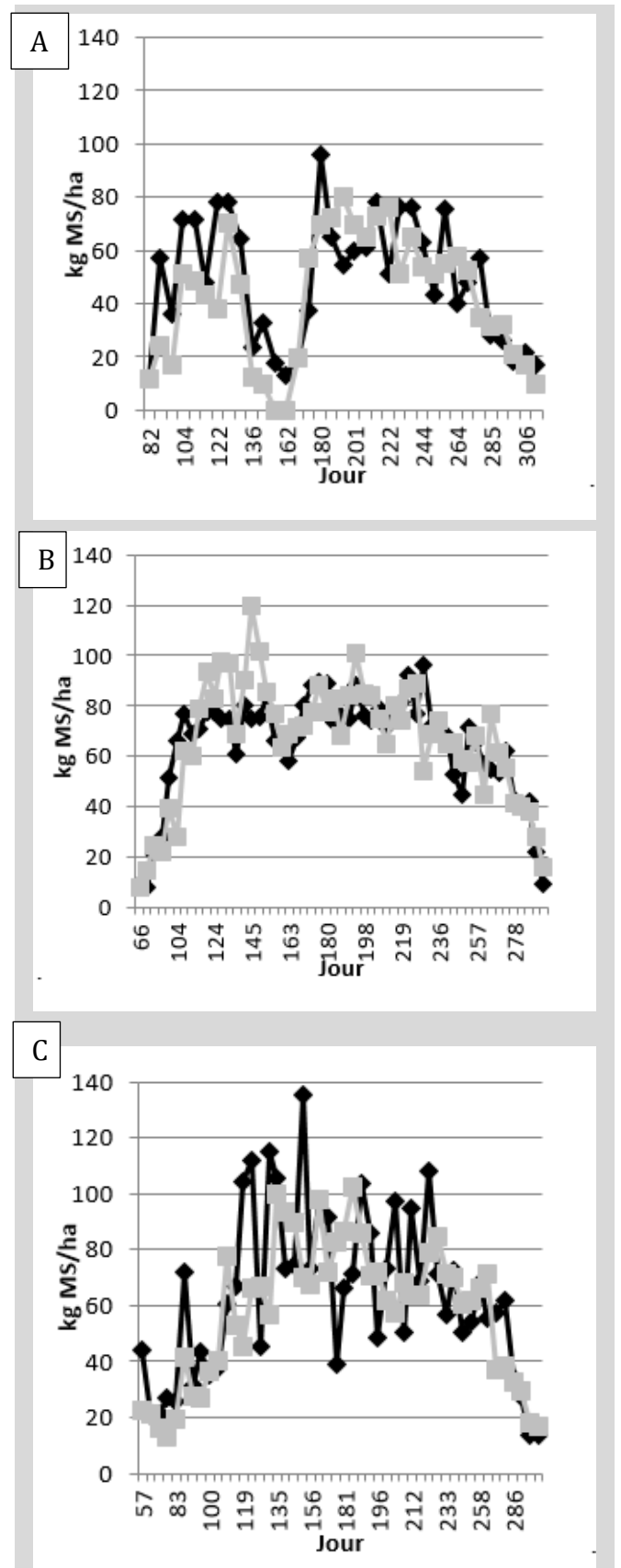
FIGURE 4 : Moyenne des croissances d'herbe en 2019 (à haut) et en 2020 (en bas) pour toutes les fermes ayant été simulées : en noir les croissances calculées dans PBI à partir des entrées des éleveurs, en gris les valeurs prédites par le modèle

Figure 4: Average grass growth in 2019 (at the top) and 2020 (in the bottom) for all simulated farms: in black the growth calculated in PBI from the farmers' inputs, in grey the values predicted by the model

Ensuite une réelle évaluation du modèle peut être réalisée en utilisant les données météorologiques historiques observées (et non plus les prédictions météorologiques) ce qui fait passer les RMSE à 6.0 kg MS/ha/jour en 2019 et 7.1 kg MS/ha/jour en 2020.

### 3.2. Variabilité à l'échelle de la ferme

A l'échelle de la ferme, les RMSE étaient similaires pour les deux années avec une moyenne de 16.5 kg MS/ha/jour (min : 10.6 kg MS/ha/jour, max : 24.9 kg MS/ha/jour - 4 exemples sont présentés en figure 5). Des sources d'erreur non directement liées au modèle



lui-même ont été identifiées. Premièrement, il importe de souligner que les croissances issues de PBI sont calculées à partir des données de biomasse saisies par les éleveurs, après évaluation visuelle, ce qui peut conduire à des erreurs de mesures. Un tel exemple est

présenté en figure 5c où l'éleveur sous-estime et surestime une semaine sur deux créant ainsi une RMSE conséquente. Un autre problème détecté est représenté en figure 5d où le modèle surestime la croissance d'herbe durant toute la saison. Cette simulation de 2019 correspond à une ferme expérimentale possédant sa propre station météorologique.

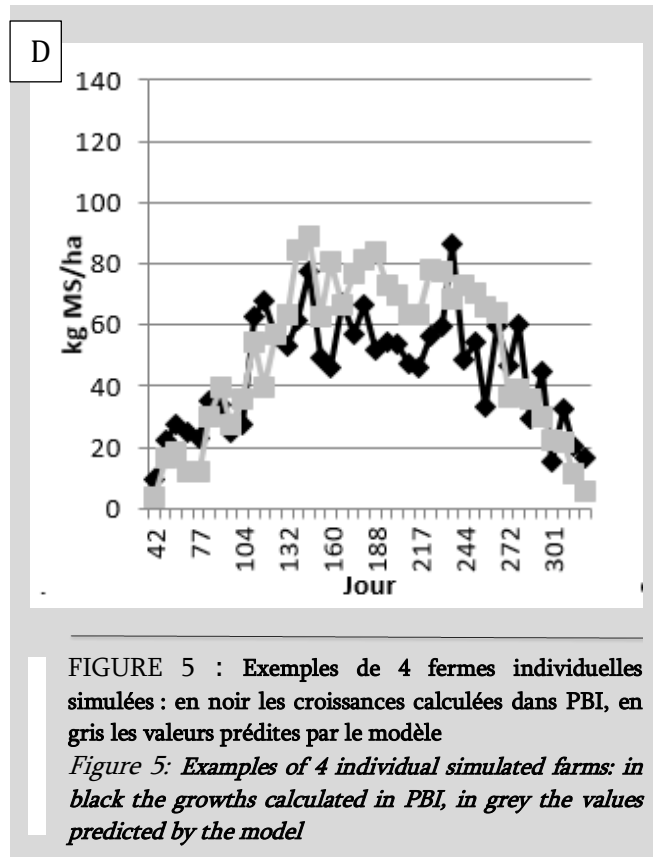


FIGURE 5 : Exemples de 4 fermes individuelles simulées : en noir les croissances calculées dans PBI, en gris les valeurs prédites par le modèle  
 Figure 5: Examples of 4 individual simulated farms: in black the growths calculated in PBI, in grey the values predicted by the model

La comparaison des données météorologiques prévisionnelles reçues de Met Eireann avec celles mesurées sur la station a montré que la pluie prévisionnelle était surestimée, la ferme était de fait moins arrosée pendant toute la saison. Ce type de déviation est associé au fait que les données historiques accessibles sont des données simulées par l'ECMWF et non pas les données réellement mesurées. Pour améliorer la pertinence de ces données historiques, 30 stations météorologiques sont actuellement installées dans certaines des 55 fermes du réseau de prévision.

## 4. Perspectives

### 4.1. Incorporation dans PBI

Au-delà de l'intégration progressive d'un plus grand nombre d'élevages simulés, l'objectif est d'intégrer le modèle MoSt GG directement dans PBI afin de permettre aux utilisateurs de prévoir eux même la croissance future de l'herbe dans leur élevage. Cette incorporation dans PBI sera très importante pour permettre à chaque utilisateur d'avoir la croissance moyenne prédite, mais également celle de chaque

parcelle en fonction de la gestion de pâturage et du climat.

Cependant, seuls les utilisateurs actifs y auront accès. En effet, pour que le modèle soit suffisamment précis, il faut que l'éleveur renseigne ses événements de pâturage et de fertilisation azotée dès qu'ils se produisent. Une sélection automatique sera appliquée au niveau des utilisateurs pour rendre accessible ou pas ces données prévisionnelles de croissance.

### 4.2 Amélioration du modèle

En l'état actuel, le modèle qui décrit la croissance de prairies semées de graminées pures, notamment le RGA, ne prend en compte que la fertilisation azotée mais n'intègre pas de facteurs de fertilité du sol tels que les disponibilités en P, K, ou le pH. Des exploitations dont la fertilité du sol est limitante à l'expression du potentiel de production des parcelles auront une prévision de croissance d'herbe surestimée. A plus long terme, le modèle pourrait être utilisé par l'éleveur pour évaluer l'impact d'un apport de fertilisation azotée et anticiper les moments opportuns pour fertiliser les parcelles en fonction des conditions climatiques et des types de sol. Enfin, à terme, l'ambition est également d'intégrer les légumineuses, notamment le trèfle blanc, et ainsi de décrire les prairies d'association ou multi-spécifiques.

La croissance d'herbe prédite par le modèle est utilisée et bien validée mais davantage de travail doit être fait sur la prévision de la teneur en azote de l'herbe et le lessivage. Ce dernier aspect va être particulièrement important pour la recherche afin d'étudier les facteurs de risques et de réduire les pertes d'azote vers l'environnement.

## Conclusion

Les prévisions hebdomadaires de croissance de l'herbe à partir du modèle MoSt GG ont démarré sur 3 fermes expérimentales en 2017 avec assez peu d'intérêt exprimé par les utilisateurs potentiels. Les conditions climatiques défavorables du printemps 2018 ont créé un large engouement autour de ces prévisions. Elles ont mis en exergue l'utilité de ce modèle pour aider à la gestion anticipée du pâturage à l'échelle de l'exploitation mais également à la prise de décisions gouvernementales en matière de compensation.

Les prévisions sont désormais attendues, inscrites dans le paysage irlandais jusqu'à bénéficier d'une présentation hebdomadaire à la télévision nationale. Elles permettent aux éleveurs irlandais d'anticiper et surtout de leur donner de la sérénité dans la prise de décisions en matière de gestion de l'herbe et du pâturage. Son incorporation future dans des outils d'aide à la décision lui permettra de lui donner plus d'ampleur et d'influence.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Delaby L., O'Donovan M., Horan B., (2017). "En Irlande : " Grazing is good for you", *Fourrages*, 230, 115-122.
- Dillon P., Shalloo L., Ruelle E., Delaby L., Fenton O., Crosson P., Creighton P., O'Donovan M., Horan B., Wall D., (2020). "Review of the influence of chemical nitrogen application rate, soil type and agroclimate location on grass production, feed budgets, nitrogen use efficiency, environmental impact and farm profitability". Teagasc. 47p.
- Finneran E., Crosson P., O'Kiely P., Shalloo L., Forristal D., Wallace M., (2010). "Simulation modelling of the cost of producing and utilising feeds for ruminants on Irish farms", *Journal of Farm Management*, 14, 95-116.
- O'Donovan M., Dillon P., Rath M., Stakelum G., (2002). "A comparison of four methods of herbage mass estimation", *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 41(1),17-27.
- O'Donovan M., Hennessy D., Creighton P., (2020). "Ruminant grassland production systems in Ireland", *Irish Journal of Agricultural and Food Research*.
- Ruelle E., Delaby L., Hennessy D., (2017). "Usefulness of nitrogen application in heavy soils compared to more favourable land in Ireland-utilisation of the Moorepark Grass Growth model", Proceedings of the 19th Symposium of the European Grassland Federation, Alghero, Italy, 7-10 May 2017, 609-611.
- Ruelle E., Hennessy D., Delaby L., (2018a). "Development of the Moorepark St Gilles grass growth model (MoSt GG model): a predictive model for grass growth for pasture based systems", *European Journal of Agronomy*, 99, 80-91.
- Ruelle E., Hennessy D., Delaby L., (2018b). "Link between the number of grazing days and the mineral nitrogen fluxes in grazing systems", Proceedings of the 27th General Meeting of the European Grassland Federation, Cork, Ireland, 17-21 June 2018, 670-672.
- Ruelle E., Hennessy D., Delaby L., (2018c). "Le modèle "Moorepark Saint-Gilles Grass Growth" (MoSt GG) de prévision de croissance de l'herbe en conditions de pâturage", *Fourrages*, 236, 255-262.
- Ruelle E., O'Leary M., Delaby L., O'Donovan M., (2021). "PastureBase Ireland, un outil national d'aide à la gestion du pâturage", *Fourrages* (soumis).