

A photograph of two men standing on a lush green golf course. The man on the left, wearing a blue polo shirt and grey trousers, is pointing towards a flag on a green in the distance. The man on the right, wearing a dark blue polo shirt and light-colored trousers, is looking at him. Long shadows are cast on the grass. In the background, there is a small pond and a line of trees under a clear blue sky with some light clouds.

# Programme de recherche Dollar Spot 2022–2025 Suivi année par année

Auteurs :  
Valentine Godin & Jean-Marc Dokier



Ce qui a été réalisé, comment, et ce que les clubs peuvent en retenir

## 1.1 Origine du programme et enjeux pour les clubs

Depuis 2018, les golfs wallons évoluent sous un décret « zéro phyto » qui **interdit toute substance fongicide**, qu'elle soit synthétique, biologique ou "substance de base". Cela a transformé la gestion des greens sableux :

- **aucune molécule disponible** contre le dollar spot,
- **pression pathogène accrue**,
- **risques élevés sur la jouabilité**,
- **augmentation de la charge de travail**,
- **impact économique sur la qualité du parcours**.

Face à ces défis, l'Association Francophone belge de Golf (AFGolf) a lancé en 2022 un programme long terme :

→ **identifier des alternatives viables, réalistes, basées sur des données, et applicables par tous les clubs.**

Ce programme n'est pas une recherche académique théorique.

C'est de la science appliquée, conduite sur de vrais greens, avec un objectif clair : *permettre à chaque club de maintenir un niveau de qualité acceptable, sans pesticides, avec des outils agronomiques fiables.*

## 1.2 Une trajectoire méthodologique cohérente et progressive (2022 → 2025)

Le programme a évolué chaque année pour intégrer ce que nous apprenions au fil des saisons. Voici la logique :

| Année       | Approche                                                     | Échelle          | Objectif                                                                                               |
|-------------|--------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2022</b> | Screening des substances → micro-parcelles                   | 1 green (BE)     | Identifier les leviers efficaces (agents actifs)                                                       |
| <b>2023</b> | Validation multi-sites (répétition screening des substances) | 8 greens (BE+CH) | Comprendre l'influence du sol et du climat                                                             |
| <b>2024</b> | Modèle IPM complet + analyse ADN                             | 6 greens (BE+CH) | Comprendre les interactions nutrition × fer × Matière Organique × sol microbiome                       |
| <b>2025</b> | Réduction à 3 sites avec split-plot et gestion de précision. | 3 greens (BE)    | Tester 7 stratégies avancées (Potentiel de croissance, volume de tontes, bio-amendements, chélates...) |

Chaque étape du programme a été partagée publiquement avec les clubs annuellement. Depuis 2022, les avancées, limites, résultats et axes de recherche ont été présentés lors de la **Journée Durabilité de l'AFGolf**, permettant à l'ensemble des acteurs concernés, greenkeepers et directeurs, de suivre l'évolution du projet.

Cette transparence annuelle fait partie intégrante de la démarche : elle assure que les clubs disposent des informations les plus récentes, qu'ils comprennent les choix méthodologiques, et qu'ils puissent progressivement intégrer les bonnes pratiques IPM dans leur propre contexte.

## 1.3 Ce qui a été réalisé, concrètement, année par année

### Année 2022

#### Micro-parcelles et screening de 13 solutions

Référence : Rapport 2022

##### Méthodologie

- 39 parcelles à Rigenée
- 13 substances × 3 niveaux (témoin, substance, enrichi)
- Produits testés : bactéries indigènes, chitosan, acide citrique, sulfate de fer, acides aminés, infusions végétales, amendements minéraux...

##### Résultats clés

- Parcelles témoins : **324 taches**
- Parcelles substances : **215 taches** (-30 %)
- Parcelles substances + enrichissement : **102 taches** (-200 %)

##### Enseignements

- Les micro-organismes et les éliciteurs naturels réduisent les attaques de **75 à 80 %**.
- Le sulfate de fer réduit les attaques de **55 %**.
- Les analyses de sol montrent des améliorations structurelles (CEC **+24 %**, stabilité **+50 %**).

##### Limites et enseignements opérationnels

Bien que l'approche de biodynamisation (micro-organismes indigènes) ait démontré une efficacité agronomique, deux limites majeures sont apparues :

#### 1. Viabilité économique et logistique limitée

La production, multiplication et application régulière de micro-organismes ou de biostimulants, en doses permettant une efficacité durable, s'est révélée :

- coûteuse,
- difficile à reproduire à grande échelle dans un club,
- fortement dépendante des conditions de stockage, d'oxygène, de température et de fraîcheur des cultures.

#### 2. Problème de persistance dans les sols sableux

Même lorsque les biostimulants donnaient de bons résultats juste après application, il restait la question centrale : **comment maintenir ces enrichissements dans un sol très poreux, faible en CEC, sujet au lessivage et à une faible capacité de rétention biologique ?** Les bénéfices observés en micro-parcelles étaient souvent transitoires, faute de structure de sol permettant d'ancrer durablement les micro-organismes et les composés bénéfiques.

Ces limites ont mis en évidence un point fondamental : **la durabilité d'une stratégie zéro phyto dépend d'abord de la capacité du sol à retenir les éléments, les nutriments, l'eau et l'activité biologique.**

Cela a conduit logiquement, en 2023, à concentrer la recherche sur : le sol, la nutrition, la CEC, la matière organique, et l'équilibre structurel, qui conditionnent la résistance naturelle du gazon.

**Rapport officiel 2022 (FR) :** <https://afgolf.be/content/uploads/2025/12/2022-rapport-i-recherche-agronomique-cellule-greencare.pdf>

### Extension à 8 clubs (5 BE – 3 CH) : influence du sol, de l'oxygène et de la nutrition

Référence : Rapport 2023

#### Méthodologie

- **8 clubs participants**, Belgique et Suisse, avec un dispositif expérimental standardisé : microparcelles de 1 m<sup>2</sup>, design randomisé, blocs indépendants, protocole strictement reproduit sur chaque site.
- **17 traitements testés**, incluant : bactéries fixatrices d'azote, solubilisateurs de phosphore, mix bactériens, sulfate de fer, bioamendements, biostimulants.
- **Mesures bi-hebdomadaires** : comptage de dollar spot, suivi climatique, suivi des conditions de sol.

#### Résultats clés

- **Résultats statistiques robustes : 9 substances sur 17** montrent un effet significatif sur la réduction du dollar spot, dont :
  - sulfate de fer
  - bactéries fixatrices d'azote
  - mix bactériens
  - solubilisateurs de phosphore→ **Effets cohérents entre plusieurs sites**, malgré la variabilité environnementale, confirmant les observations de 2022.
- **Fort gradient de virulence entre sites BE et CH**, lié aux conditions de croissance :
  - Suisse : pression faible en 2023
  - Belgique : pression plus forte, permettant de tester réellement les différences entre traitements.
- **500+ mesures d'oxygénation du sol** montrant un lien clair entre l'équilibre air/eau et la sévérité du dollar spot.

#### Enseignements

- **Le sol, un facteur déterminant**  
Les heatmaps et comparatifs inter-sites montrent que :
  - Les sites à **CEC plus élevée** répondent beaucoup mieux aux traitements.
    - CEC > 25 + MO > 1,5 % → succès reproductible
  - Les sites très pauvres en MO réagissent faiblement à des substances pourtant efficaces ailleurs.
    - CEC < 20 + MO < 1 % → résultats faibles→ Le sol "supporte" ou "limite" l'efficacité des solutions.
- **L'équilibre hydrique et l'oxygénation sont des facteurs de résistance majeurs**
  - Les mesures en continu démontrent qu'une alternance excès d'eau / stress hydrique est corrélée aux pics d'attaque.
  - Les greens sableux à forte porosité répondent mieux aux ajustements hydriques.

- **Première mise en évidence d'une interaction nutrition × sol × eau**
  - Les sites sous-nourris, ou présentant des "trous de nutrition", développent rapidement la maladie.
  - Les sites avec une nutrition stable + un sol équilibré présentent une forte atténuation des attaques, même sous forte pression climatique.

## **Limitations**

1. **Variabilité inter-sites élevée**
  - Les résultats montrent une cohérence des tendances, mais une variance importante dans l'amplitude de la réponse selon les clubs.
2. **Certaines substances efficaces ne sont pas toujours reproductibles à tous les sites**
  - Certaines bactéries fonctionnent très bien dans des sols structurés, mais démontrent un effet nettement plus limité dans des sols pauvres ou très sableux.
3. **Approche encore fortement centrée sur les produits**
  - 2023 confirme l'efficacité de plusieurs solutions dans des conditions variées.
  - Mais la question de leur **pérennité** dans des sols très filtrants reste entière.  
→ Les produits seuls ne suffisent pas : il faut intégrer structure du sol, MO, nutrition et hydrologie.
4. **Compréhension encore limitée du microbiome**
  - En 2023, seule une analyse descriptive du sol est disponible.
  - L'absence d'analyse ADN détaillée (introduite en 2024) limite la compréhension des mécanismes biologiques.

## **Conclusion 2023**

L'année 2023 confirme que plusieurs substances réduisent réellement le dollar spot, mais surtout que : **la performance dépend d'abord du sol, ensuite du produit.**  
Les différences entre clubs ont révélé l'importance :

- de la structure du sol,
- de la matière organique,
- de la CEC,
- de la nutrition stable,
- et de la gestion hydrique.

Ces connaissances ont conduit logiquement à **recentrer la recherche 2024 sur un modèle IPM complet**, intégrant nutrition dynamique, fer, MO, hydrologie, et analyse du microbiome du sol.

**Rapport officiel 2023 (FR) :** <https://AFGolf.be/content/uploads/2024/09/final-report-testing-2023-ra-fr.pdf>

Aussi disponible en anglais : <https://www.randa.org/golf-course-2030-projects-sustainable-agronomy>

### Un modèle IPM complet + la première analyse ADN du microbiome des greens

Références : Synthèse IPM 2024-25 et Rapport 2024

#### Méthodologie

- 6 sites (3 BE, 3 CH)
- protocole factoriel sur  $\approx 70 \text{ m}^2$  par site
- tests simultanés de :
  - nutrition selon le potentiel de croissance (GP)
  - nutrition selon le potentiel de croissance (GP) +30 %
  - sulfate de fer 15 kg/ha
  - matière organique (lombricompost) (sites BE)
  - agents mouillants bioactifs
  - roulage (site CH)
- mesures de jeu (stimpmeter)
- analyse génomique du sol ADN :
  - séquençage haut débit (NGS)
  - 114.150 points de données analysées
  - 276 espèces bactériennes et 481 espèces fongiques profilées

#### Résultats clés

- **La nutrition dynamique (GP) est le pilier n°1** : réduction significative du dollar spot par rapport à la nutrition "statique", elle réduit significativement la maladie et permet d'éviter les trous nutritionnels déclencheurs
- **Nutrition GP + 30 %** : légère amélioration supplémentaire, mais bénéfice marginal et risque de déséquilibre (effet plateau).
- **Fer + matière organique = combinaison la plus efficace**
  - Fer → suppression fongique ciblée, efficacité confirmée sur plusieurs sites, cohérence avec les résultats 2022-2023.
  - MO → augmentation de la résistance à la maladie, et phyla bénéfiques (Firmicutes, Tenericutes)
- **Analyse génomique (ADN)** :
  - les traitements influencent profondément certaines familles bactériennes et fongiques,
  - le fer exerce une action sélective forte sur certains groupes fongiques liés au dollar spot,
  - la matière organique stimule des phyla associés à la dégradation organique et à la régulation biologique.
  - suppression marquée de Mucoromycota sous sulfate de fer.
  - la diversité microbienne, en particulier bactérienne, est corrélée à une meilleure résistance.

## Enseignements

- **Nutrition dynamique = pilier n°1 de la résistance**
  - Le maintien d'un apport azoté stable, aligné sur la croissance réelle, réduit significativement le risque d'attaque.
  - Les "trous de nutrition" sont systématiquement associés aux pics de dollar spot.
- **Fer + Matière Organique = combinaison la plus performante**
  - Le fer possède un effet antifongique direct.
  - L'amendement organique renforce la résilience globale du sol et amortit les stress hydriques et oxydatifs.
  - Ensemble, ils offrent le **meilleur effet cumulatif** observé en 2024.
- **Le microbiome intervient comme facteur central**

## Limitations

- **Variabilité inter-sites persistante**  
Les réponses diffèrent selon la structure du sol, l'historique de gestion et le climat local.
- **Pression maladie hétérogène entre pays**
  - Suisse : conditions plus sèches, pression plus faible → difficulté à discriminer certains effets.
  - Belgique : pression plus forte → meilleure lisibilité des différences.
- **Analyse génomique préliminaire**
  - bien que massive, elle ne permet pas encore d'isoler la signature génétique du dollar spot
  - certaines tendances nécessitent une confirmation en 2025.

## Conclusion 2024

L'année 2024 marque une transition majeure : la compréhension du dollar spot passe du "produit" à la **gestion intégrée (IPM)** incluant nutrition dynamique, fer, matière organique, gestion de l'eau et compréhension du microbiome.

Les résultats montrent clairement que :

- la nutrition dynamique est un levier fondamental,
- le fer et la matière organique sont les deux traitements les plus constants,
- le microbiome du sol influence directement la résilience,

Ces connaissances ont permis de préparer la phase 2025, centrée sur la comparaison fine de stratégies, l'intégration de modèles avancés autour du potentiel de croissance (GxR), et l'étude approfondie des mécanismes microbiens.

## **Rapport officiel 2024 (FR) :**

[https://AFGolf.be/content/uploads/2025/11/gc2030\\_factsheet\\_dollarspot\\_summary\\_final\\_fre\\_nch\\_11062025.pdf](https://AFGolf.be/content/uploads/2025/11/gc2030_factsheet_dollarspot_summary_final_fre_nch_11062025.pdf)

Aussi disponible en anglais : <https://www.randa.org/golf-course-2030-projects-sustainable-agronomy>

### Approche de précision - 7 stratégies avancées testées en split-plot

Référence : Protocole 2025

Suite à des changements internes à SwissGolf, la Belgique poursuit seule la recherche cette année, avec maintien de la collaboration scientifique.

#### Méthodologie

- 3 sites : Rigenée, Bercuit, Naxhelet
- split-plot sur 7 micro-parcelles adjacentes
- **7 stratégies testées :**

| Code | Stratégie                | Objectif agronomique                          |
|------|--------------------------|-----------------------------------------------|
| T0   | GP (contrôle)            | Base scientifique commune                     |
| T1   | GP + GxR                 | Ajustement azoté basé sur le volume de coupe  |
| T2   | Glucosinolates           | Biocide naturel (Brassicaceae)                |
| T3   | Acides humiques          | Booster microbial + structure                 |
| T4   | Mn & Mg                  | Résistance oxydative, photosynthèse           |
| T5   | Agent mouillant bioactif | Humidité + composés antifongiques             |
| T6   | Sulfate de fer           | Effet fongique du fer et impact dans les sols |

#### Innovations majeures 2025

##### 1. Intégration du modèle GxR (Growth Rate × Clipping Volume)

Description complète pages 4-5 du protocole 2025 :

- mesure du volume de coupe 2×/semaine
- calibration du "volume idéal" par green
- N ajusté en fonction du ratio : croissance actuel / croissance voulue

##### 2. Retour des glucosinolates (T2)

- 1000 kg/ha après carottage → libération d'isothiocyanates antifongiques
- mécanisme décrit page 5 du protocole

##### 3. Analyse ADN ciblée sur 3 traitements (T0, T3, T6) pour confirmer tendances 2024 et comprendre *comment* ils modifient le microbiome.

Les résultats du testing de 2025 sont en cours d'analyse et de consolidation, et seront intégrés dans la version finale du rapport dès que l'ensemble des données aura été traité.

## 1.4 Conclusion : Ce que ces 4 années ont permis d'accomplir

Les résultats montrent qu'une gestion préventive, de précision et intégrée permet de réduire significativement le dollar spot en contexte zéro phyto, dans certaines conditions climatiques. Toutefois, **la maladie ne peut pas être "contrôlée" dans le sens phytosanitaire du terme**, et son expression reste fortement dépendante de la météo saisonnière, de la nutrition, du sol et du microclimat.

Il ne s'agit **donc pas d'une maîtrise complète, mais d'une gestion améliorée qui permet de maintenir la jouabilité dans un cadre donné, et au prix d'un coût économique et d'un effort opérationnel élevé.**

Par ailleurs, comme l'ont montré plusieurs sites, **la réduction du dollar spot crée un nouvel enjeu : l'augmentation relative du risque de fusariose en automne, les deux maladies répondant à des niches écologiques opposées ce qui rend leur gestion simultanée particulièrement complexe en zéro phyto.**

Cet antagonisme saisonnier souligne que la gestion intégrée (IPM) doit être pensée sur l'ensemble de l'année, avec un équilibre entre les périodes de croissance estivale et la transition automnale. Il impose également une réflexion sectorielle sur les seuils de tolérance acceptables, car aucune stratégie ne permet aujourd'hui d'annuler totalement ces maladies sans fongicides.

**Les prochaines étapes de recherche viseront précisément à affiner ce modèle IPM saisonnier, en intégrant plus systématiquement :**

- la surveillance continue des maladies,
- les transitions nutritionnelles été → automne,
- les changements de flore (*Poa* / *Agrostis* / *Fétuques*) et leur influence sur le risque,
- la gestion de la densité et de l'humidité foliaire,
- et le rôle du microbiome dans ces transitions.

**Cinq leviers principaux structurent aujourd'hui ce modèle IPM :**

1. Nutrition dynamique (GP / GxR)
2. Fer (effet antifongique direct)
3. Matière organique / structure du sol
4. Équilibre air/eau – hydrologie de précision
5. Anticipation du risque (météo, conditions locales, phénologie)

**Chaque club doit construire sa propre feuille de route autour de ces cinq piliers, en fonction de ses objectifs, de son niveau d'exigence sportive et de son écosystème végétal.** Un green majoritairement en fétuque, un green en *agrostis* récent, ou en *Poa annua* âgée de 20 ans n'auront pas les mêmes vulnérabilités, ni les mêmes marges de manœuvre agronomiques.

**Les solutions doivent enfin être adaptées aux caractéristiques intrinsèques du sol : CEC, matière organique, structure, et microbiome sont des facteurs déterminants.**

Le modèle wallon est aujourd'hui reconnu comme une référence émergente par plusieurs acteurs internationaux (R&A, SwissGolf), notamment pour la rigueur de sa méthodologie et son ancrage pratique. La Région et l'AFGolf doivent poursuivre leurs efforts de recherche pour préparer le secteur aux évolutions réglementaires et climatiques, et pour offrir aux clubs des

solutions robustes, reproductibles, et compatibles avec leur réalité opérationnelle. Les golfs restent soumis à des contraintes extrêmes – climatiques, réglementaires, économiques – et c’est précisément dans ce contexte que l’innovation agronomique doit continuer à progresser.