

# Rapport final :

# e-communication pour une gestion durable des terrains de golf

**Correspondants Cap Gemini :**

Antoine GERIGNE  
Nicolas DESCOURS

**Professeur encadrant :**

Arsène ISAMBERT

**Commanditaire :**

Eco Innovation

**Elèves :**

Laurette IVAIN  
Stéphane MENGUY



# REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier **Eco Innovation** et l'équipe de **M. Frédéric Morand** ainsi que toutes les personnes et associations qui ont soutenu ce projet (**Alan Gange**, chercheur de l'Université Royal Holloway de Londres, **Committed to Green**, revue spécialisée du golf et **STRI**, Sports Turf Research Institut, organisme de recherche scientifique sur le golf), pour nous avoir proposé le sujet de ce projet et nous avoir aidé et soutenu tout le long de ces quelques mois. Nous avons été très libre dans les choix à faire pour la construction du site et ce fut un grand plaisir de travailler ensemble. Nous sommes également fier de pouvoir contribuer au développement d'EcoInnovation.

Nous tenons également à remercier chaleureusement **M. Antoine Gérigné** et **M. Nicolas Descours**, consultants chez Cap Gemini, pour nous avoir suivi et apporté des idées toujours éclairantes au cours de ce projet. Nous avons été très bien encadrés et leur implication était très stimulante.

Nos derniers remerciements sont pour **M. Arsène Isambert**, qui malgré un emploi du temps toujours chargé, nous a délivré de précieux conseils lors de nos réunions.

# SOMMAIRE

## INTRODUCTION

### **I. Contexte, soutiens et objectifs du projet**

- 1) Les biostimulants, un enjeu écologique important pour les golfs
- 2) Un projet commandité par EcoInnovation et soutenu par des partenaires scientifiques et spécialistes du golf
- 3) L'objectif : créer un site Internet reconnu pour sa légitimité et permettant aux acteurs de se contacter

### **II. Une démarche basée sur la recherche d'information et des enquêtes sur le terrain**

- 1) Les informations scientifiques, garantes de notre crédibilité
- 2) L'aspect juridique, une contrainte pour les green keepers
- 3) Interview des acteurs principaux

### **III. Le site : une plate-forme de communication entre les différents acteurs impliqués dans l'utilisation de biostimulants pour l'entretien des gazons des terrains de golf**

- 1) Analyse préalable du fonctionnement du référencement sur Internet pour optimiser notre architecture
- 2) Architecture du site : pour une navigation agréable et simple

### **IV. Perspectives et avenir du projet**

- 1) Ce que représente le projet aujourd'hui : un projet pilote d'apprentissage en ligne
- 2) Perspectives : des produits d'éducation en ligne comme outils du Développement Durable

## CONCLUSION

## **ANNEXES**

Annexe 1 : Contrat avec EcoInnovation

Annexe 2 : Les informations scientifiques (résumé)

Annexe 3 : Les informations juridiques

Annexe 4 : Questionnaire Professionnels du golf

Annexe 5 : Compte-rendu interviews Professionnels du golf

Annexe 6 : Questionnaire Producteurs/Vendeurs de biostimulants

Annexe 7 : Compte-rendu interview Producteurs/Vendeurs de biostimulants

Annexe 8 : Compte-rendu de réunion avec STRI

Annexe 9 : Bibliographie

# INTRODUCTION

L'utilisation massive des produits chimiques devient un véritable problème écologique. En effet, les produits entrent directement dans le sol et atteignent les nappes phréatiques. C'est pourquoi, continuer d'utiliser massivement des produits phytosanitaires n'est pas acceptable, si une alternative existe.

Certains produits, appelés biostimulants, offrent une alternative plus saine aux produits chimiques. Cependant, cette technique encore récente, reste peu connue des utilisateurs, alors que la recherche a aujourd'hui abouti à de nombreux résultats positifs.

C'est la raison pour laquelle, EcoInnovation a choisi de créer un site permettant la communication entre les différents acteurs de la chaîne de valeur des biostimulants limité exclusivement au milieu du golf, afin de permettre une information plus précise et plus adaptée aux besoins spécifiques des green keepers.

La proportion de produits chimiques utilisés est de environ 500 kilogrammes par hectare et par an. Ces produits sont nettement plus concentrés et plus toxiques que ceux utilisés habituellement dans l'entretien des jardins. Même une faible dose devient donc un danger. De plus, l'utilisation massive de ces produits affaiblit le gazon, le rendant plus dépendant à l'entretien et plus fragile face aux agressions.

Avant de lancer ce projet, la société EcoInnovation a recherché des soutiens à la création du site. Nous avons ensuite procédé à une recherche d'informations détaillée du contexte et de l'état de la recherche. Au terme de cette recherche, nous avons créé le site, puis nous avons recherché des contacts situés en marge de la chaîne de valeur afin d'étendre celle-ci.

## **I. Contexte, soutiens et objectifs du projet**

### **1) Les biostimulants, un enjeu écologique important pour les golfs**

Tout part d'un constat. Il y a de plus en plus de contraintes environnementales sur les produits chimiques, ce qui inclut les produits utilisés pour traiter les terrains de golf. Pour les green keepers, il existe deux voies possibles, continuer en utilisant d'autres produits chimiques amenés dans quelques temps à être eux aussi interdits par restriction environnementale ou bien s'orienter dès aujourd'hui vers une solution « verte ».

Pour l'instant, le seul travail de verdissement des golfs concerne uniquement la biodiversité visuelle. Mais trop souvent, la structure biologique du sol est oubliée, à savoir les organismes responsables de la bonne santé du système racinaire. En effet, la petite vie qui se déroule sous la surface du sol est vécue par de nombreux organismes et fibres mycéliennes des racines qui permettent une croissance optimale des plantes en localisant et convertissant les nutriments minéraux en nutriments solubles que la plante peut ainsi utiliser pour sa croissance.

Des études de l'INRA ont montré que l'utilisation des pesticides affaiblit les plantes, les rendant plus vulnérables aux agressions extérieures et donc plus dépendantes aux produits chimiques. C'est un cercle vicieux dont la seule issue serait de redonner à la rhizosphère (zone du sol contenant les racines) son rôle initial : protéger les plantes et favoriser le développement des racines, pour des plantes plus résistantes au stress et aux attaques de parasites.

L'autre problème des produits chimiques est que l'homme est également exposé à ses conséquences néfastes pour la santé. Ainsi l'exploitant, le jardinier, le joueur et même les habitants proches des terrains, sont particulièrement atteints à cause des poussières et des gaz emportés par le vent. De plus, les produits chimiques

posent un problème de pollution des eaux et du sol. Il devient alors essentiel d'agir sur cette pollution trop peu considérée.

## **2) Un projet commandité par EcoInnovation et soutenu par des partenaires scientifiques et des spécialistes du golf**

L'idée de ce projet est née suite au stage réalisé par Stéphane chez EcoInnovation lors de l'été 2005. Ce stage consistait en la réalisation d'un Etat de l'Art sur les biostimulants et leur utilisation dans le domaine des sols sportifs et plus particulièrement les greens de golfs. EcoInnovation souhaitait faire un point de l'avancement de la Recherche scientifique de ces produits novateurs avant éventuellement de créer un outil de communication sur ce sujet.

Le travail d'EcoInnovation sur le développement de projet européen éco-innovant, notamment dans le domaine du golf, a reçu le soutien d'organismes spécialisés tels que Committed to Green, revue spécialisée du golf et STRI, Sports Turf Research Institut, organisme de recherche scientifique sur le golf, ainsi que le soutien du Professeur Alan Gange de l'Université Royal Holloway de Londres, spécialiste en biologie des sols et qui a réalisé plusieurs travaux sur les biostimulants.

Lorsque nous avons contacté EcoInnovation, nous recherchions un projet qui alliait « Innovation et développement Durable » afin de participer au Trophée Cap Gemini. EcoInnovation nous a alors proposé de compléter l'étude de Stéphane par la réalisation d'un site d'information sur les biostimulants. Nous sommes donc les maîtres d'œuvre de ce projet, avec pour commanditaire EcoInnovation, organisation à but non lucratif, située à Galway en Irlande.

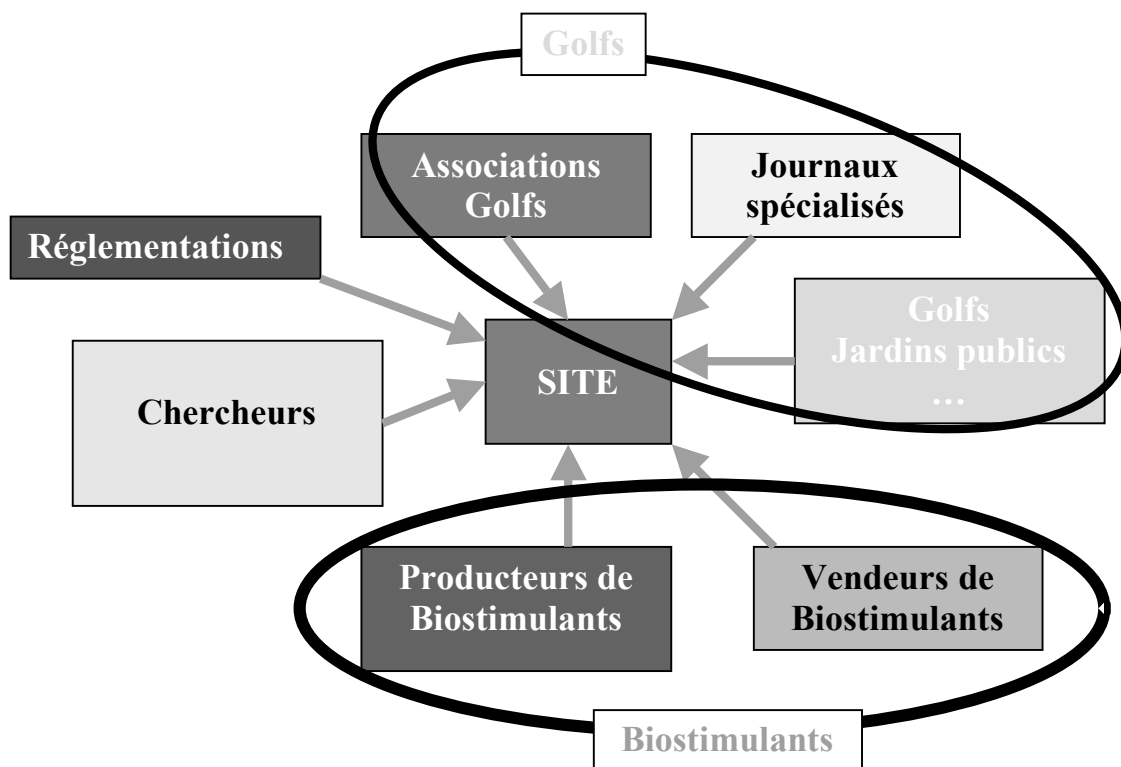
Ce projet a été réalisé avec l'aide de partenaires spécialistes dans le domaine du golf : Committed to Green, STRI et le professeur Alan Gange, qui encouragent et soutiennent notre projet. Ils sont très intéressés et demandeurs d'un tel projet car le besoin d'information et de communication dans ce domaine est réel.

### 3) L'Objectif : créer un site Internet reconnu pour sa légitimité et permettant aux acteurs de se contacter

A l'origine, nous envisagions de créer un site d'information sur les biostimulants permettant leur promotion auprès des professionnels du golf de façon à la fois ludique et précise. Nous avons alors séparé les tâches pour nous spécialiser dans les domaines essentiels : l'aspect technique des biostimulants et la programmation html.

Mais l'analyse avec les consultants nous a permis de redéfinir nos objectifs comme la création d'une plateforme de communication entre les différents acteurs de la chaîne de valeur des biostimulants. Nous avons alors recentré nos efforts vers les aspects économiques, très importants dans le choix des produits d'entretien des greens. Pour obtenir ces informations, nous avons procédé à des entretiens auprès des professionnels du golf et des vendeurs et producteurs de biostimulants.

#### Les Acteurs de la chaîne de valeur



Le partage des tâches bien défini dès le départ nous a permis de travailler efficacement à la fois dans la recherche d'informations et dans la communication avec les acteurs de la chaîne de valeur.

## **II. Une démarche basée sur la recherche d'information et des enquêtes sur le terrain**

### **1) Les informations scientifiques, garantes de notre crédibilité**

La recherche d'informations scientifiques et techniques se base sur l'Etat de l'Art réalisé sur les biostimulants. La collecte d'informations a été complétée au cours des premiers mois du projet, notamment en ce qui concerne la biologie des sols et les particularités des sols sportifs (Annexe 2).

Ce travail est très important car il valide les informations communiquées et apporte de la crédibilité au site, d'autant plus que les biostimulants ont parfois été qualifiés de « poudre de Perlimpinpin ».

Une autre difficulté est que les Managers de golfs et green keepers ne savent pas :

- Quoi attendre des biostimulants
- Comment et en quelle quantité les utiliser
- Comment les intégrer à leur programme de management de gestion des sols

Tout d'abord qu'est ce qu'un biostimulant? Selon Bert McCarty, professeur à la Clemson University (Etats-Unis, Caroline du Sud) et auteur du livre Best Golf Course Management Practices en 2001, "biostimulant est un terme ambigu qui définit des substances de croissance non nutritives, comme des microbes, des hormones de croissance, des amendements et des sources d'énergie pour les microbes". Utilisés généralement en faible quantité, les biostimulants stimulent le développement et la croissance de la plante, lui permettant de mieux lutter contre les stressés et les maladies.

Des recherches scientifiques ont montré que l'application de biostimulants avait permis aux plantes de mieux tolérer les stress environnementaux et avait permis d'améliorer la croissance de celles-ci, et en particulier le développement des racines, déterminantes pour la capture et l'assimilation de nutriments. Il a été montré que les biostimulants améliorent aussi l'activité photochimique.

Cependant, il faut bien voir que les biostimulants ne sont pas une solution miracle à la fois au problème de l'entretien des gazons des terrains et au problème d'une gestion durable de ces terrains. Les biostimulants ne sont pas une solution miracle aux stress et pathologies que peut subir le turf. Mais le point commun de ces éléments actifs est d'aider le gazon à mieux se développer et ainsi mieux lutter contre les stress et les pathologies.

Il ne s'agit pas de remplacer chaque produit chimique par un biostimulant. Ce qui compte c'est de donner à la plante tous les moyens de lutter, tout en respectant la plante elle-même, le sol, sa faune et sa flore, et plus généralement, l'environnement de la plante dans une perspective durable. Car l'utilisation de ces produits chimiques ne prend pas en compte cette vision, bien au contraire, elle appauvrit le sol et la plante, et plus le sol et la plante s'appauvrissent plus il devient difficile pour eux de lutter contre les stress et les maladies. Les quantités de produits chimiques utilisés sont donc augmentées et ainsi de suite dans un cercle vicieux.

Alors qu'en préservant et même en enrichissant le sol, et plus particulièrement la rhizosphère, cette zone proche des racines où la plante vient chercher les nutriments nécessaires à son développement, celle-ci peut mieux lutter et l'utilisation de produits chimiques s'en trouve d'autant plus réduite, préservant ainsi la plante, le sol et son environnement.

## **2) L'aspect juridique, une contrainte pour les green keepers**

La dimension juridique du problème est importante, car elle impose au green keepers d'adopter une attitude plus écologique en prévision des restrictions à venir.

En effet, sans menace à court terme, il est difficile d'intéresser le personnel concerné aux dimensions environnementales.

Les pesticides, fongicides et fertilisants chimiques font partie de la grande famille des produits chimiques commercialisés, et sont aujourd'hui au cœur du débat au sujet du projet européen REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of CHemicals) adopté le 17 novembre 2005. Ce projet a pour but de planifier sur les onze ans à venir une évaluation et un enregistrement des quelques 30 000 substances chimiques présentes sur le marché Européen. Cette mesure a pour but de réduire le nombre de substances commercialisées dont le producteur lui-même ne connaît pas les effets.

A plus long terme, REACH s'appuiera sur le fait que sans analyse, aucune mise sur le marché n'est possible. En effet les risques dus aux produits chimiques ne sont pas négligeables, car la plupart des molécules commercialisées font partie des POPs, Polluants Organiques Persistants. Une fois dans la terre, ces produits polluent de façon durable les cultures et les nappes phréatiques. Ils sont ensuite retrouvés dans l'eau et même dans l'air. Par accumulation, ils deviennent dangereux.

Le projet REACH couplé aux réglementations internes aux états membres de l'Union (en 2005, 125 substances phytosanitaires ont été interdits en France) aura pour conséquence de ralentir le processus de mise sur le marché des nouveaux produits et d'interdire les produits trop nocifs.

### **3) Interview des acteurs principaux**

#### **a. Contact avec les professionnels du golf**

Le contact avec les professionnels du golf a été beaucoup plus facile que nous ne l'imaginions. Nous avons procédé par entretiens principalement téléphoniques et en suivant le questionnaire joint dans l'Annexe 3. Ce questionnaire nous a permis de réunir les informations nécessaires sur les habitudes d'entretien et les contraintes économiques des green keepers, mais aussi de cerner plus précisément ce que les

green keepers et les managers de golf attendent d'un tel site. Ainsi, cela nous a permis de mieux adapter le site aux attentes du public visé.

#### **b. Contact avec les professionnels des biostimulants**

Parallèlement aux entretiens que nous avons eus avec des green keepers ou des Managers de golfs, nous avons également contacté des producteurs et/ou vendeurs de biostimulants. Malheureusement le contact a été plus difficile avec ces acteurs. Malgré plusieurs relances par emails ou appels téléphoniques, nous n'avons réussi à obtenir qu'un seul entretien. Toutefois, cet entretien fut très enrichissant (Annexe 4), bien que l'entreprise que nous avons rencontrée, SOFRAPAR, ne travaille pas pour le moment dans le domaine des sols sportifs mais uniquement dans le domaine de l'agriculture consommable.

Il en ressort principalement que le monde des biostimulants est encore très jeune et que de ce fait, il souffre de nombreuses contraintes (politiques, réglementaires et d'image) qui rendent bien évidemment le développement et la reconnaissance difficiles.

### **III. Le site : une plateforme de communication entre les différents acteurs impliqués dans la diffusion des biostimulants**

#### **1) Analyse préalable du fonctionnement du référencement sur Internet pour optimiser notre architecture**

Avant de procéder au choix de l'architecture du site, nous avons analysé le fonctionnement des moteurs de recherche afin de mieux la construire. Pour cela, nous avons analysé la thèse écrite par Sébastien Caron intitulée Intérêt du référencement et des référenceurs pour un site Internet d'entreprise.

- Le point essentiel du recensement est de faire repérer son site, car si le recensement se fait automatiquement, cela prend malgré tout un certain temps. Heureusement il est également possible d'accélérer le processus en remplissant une

demande de recensement en ligne. Ces demandes sont gratuites pour les moteurs de recherche les plus connus comme Google ou Yahoo (qui représentent plus de 60% des recherches effectuées).

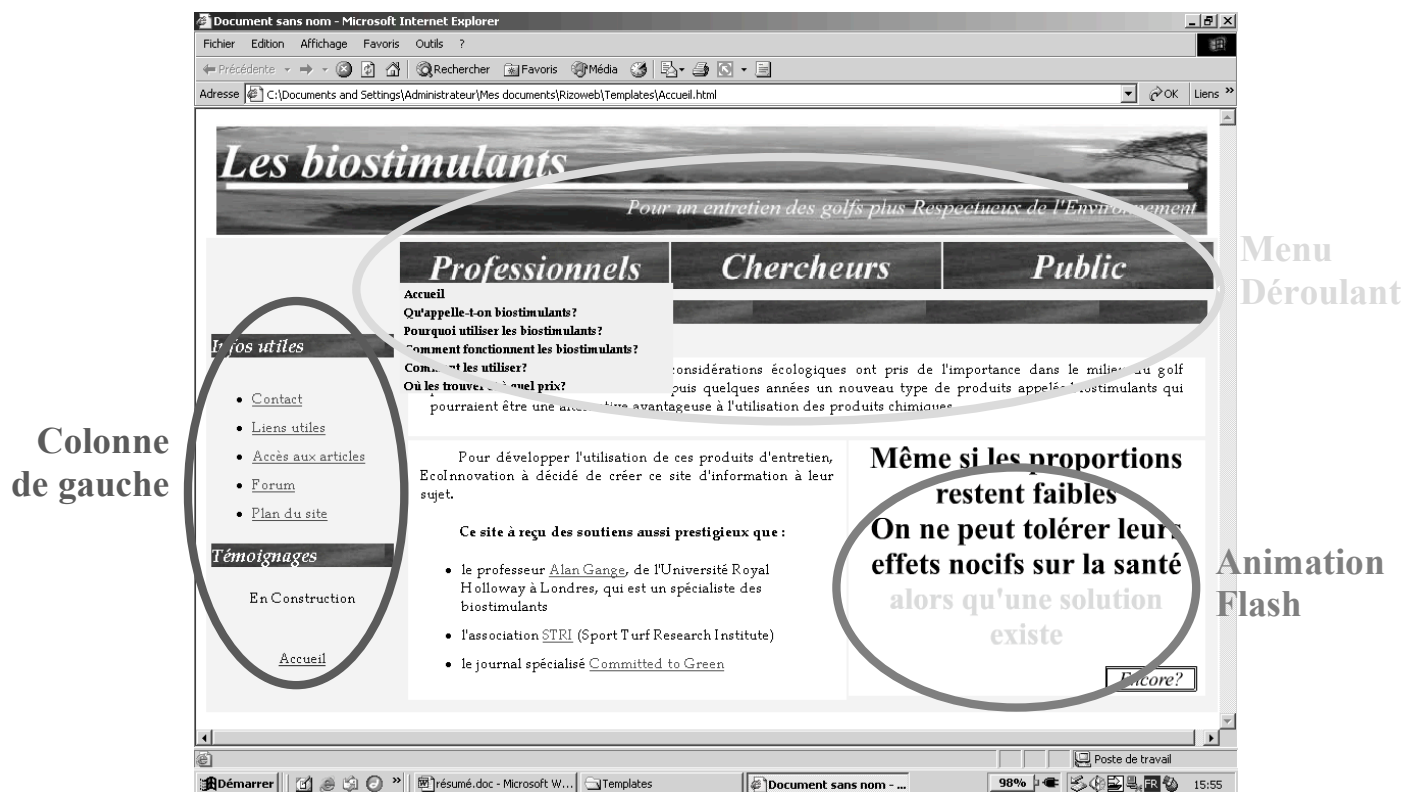
- Une fois le recensement effectué il faut optimiser le site autour de mots clé qui guideront les recherches vers notre site. Chaque page doit être optimisée autour de ses mots clé spécifiques, dans son texte comme dans son URL (adresse de la page). Si chaque page est optimisée selon les mots clé adaptés, les moteurs de recherche renverront plus rapidement vers la page et de façon appropriée.

- L'autre critère essentiel, est le PageRank. C'est l'indice qui donne le degré d'importance de la page et du site en fonction du nombre de liens qui la lie aux autres pages et de l'importance de ces autres pages. Une page contenant beaucoup de liens apparaîtra avec un meilleur classement qu'une page avec peu de liens. Il est donc intéressant de mettre beaucoup de liens sur les pages d'accueil des parties principales et de mettre moins de liens sur les pages de précisions. De plus, le Page Rank des pages extérieures influe également sur le celui du site en lui donnant plus de valeur. Ainsi il est également important de créer des liens avec des sites plus ou moins officiels comme les journaux spécialisés ou les sites de vente qui ont un Page Rank souvent élevé.

## **2) Architecture du site : pour une navigation agréable et simple**

Avant de concevoir le site, nous avons analysé les techniques de référencement\*. Cela nous a permis d'optimiser notre site autour de mots clé comme golf, biostimulants ou encore environnement.

\* *«Intérêt du référencement et des référenceur pour un site Internet d'entreprise » Sébastien Caron*



Pour avoir un site agréable et facile à utiliser, nous avons choisi un accès par type de visiteurs : professionnels, chercheurs ou public. De plus, un accès direct à chaque page est possible grâce à un menu déroulant. Enfin, dans la colonne à gauche, nous avons mis les informations essentielles comme les contacts ou les liens utiles, mais aussi quelques témoignages au sujet du site. Pour rendre le site plus agréable, nous avons aussi ajouté des animations flash.

- La partie « professionnels », répond aux questions que les green keepers et les managers de golf peuvent se poser sur l'utilisation de biostimulants.
- La partie « chercheurs », donne un rapide compte rendu des avancées de la recherche ainsi que l'accès à quelques articles pertinents.
- La partie « public » décrit de façon ludique le fonctionnement des biostimulants.

Le site se trouve à l'adresse : <http://perso.ecp.fr/~ivainl6/Accueil.html>.

Cette adresse est pour l'instant provisoire. La future et définitive adresse sera la suivante : <http://www.rhizoweb.eco-innovation.net>

## **IV. Perspectives et avenir du projet**

### **1) Ce que représente le projet aujourd'hui : un projet pilote d'apprentissage en ligne**

Ce projet représente un site web éducatif consacré à l'importance de l'écologie du sol et de la biostimulation sur la gestion intégrée des surfaces de jeu en golf. Cet apprentissage en ligne répond à la mission de communication et d'éducation que s'est fixée EcoInnovation. Cette mission est parfaitement adaptée aux défauts identifiés dans la mise en œuvre des politiques européennes, comme au manque d'acceptation sociale et culturelle des éco-innovations.

Il répond à un certain nombre de points critiques relevés par EcoInnovation au cours de sa recherche sur le golf:

- Le « tournant vert » actuel du golf européen qui ignore jusqu'à présent l'écologie fonctionnelle du sol ainsi que son importance pour la santé de l'herbe, la qualité des surfaces de jeu, et le niveau des traitements phytosanitaires curatifs.
- La reconnaissance de cette ignorance et la forte demande exprimée par les acteurs clés du secteur du golf pour y pallier.
- Le manque avéré de formation et d'éducation spécifique aux principes et techniques de biostimulation dans le secteur européen du golf. Le golf accusant deux décennies de retard par rapport à l'agriculture sur ce plan.
- Un corpus de littérature scientifique en forte croissance indiquant le potentiel considérable des techniques de biostimulation pour une gestion soutenable des turfs de sport.

Ce site représente le prototype d'une ligne de produits d'apprentissage en ligne innovateurs consacré aux éco-innovations comme outils du développement durable. Ces produits reposent sur les programmes de R&D d'EcoInnovation (lutte biologique, golf soutenable, culture de fourrages pérennes en zone semi-désertique, élevage porcin industriel soutenable, agri-environnement, etc).

La plupart des associations professionnelles et des grosses entreprises appartenant à l'industrie du golf ont un intérêt potentiel dans l'apprentissage en ligne pour le

développement durable. Les entreprises Toro, Randsom & Jacobsen, Kobuta, ainsi que les organisations BIGGA, Royal & Ancient, sont des exemples d'organisations qui se sont associées à des initiatives de R&D et de communication en faveur du développement durable.

## **2) Perspectives : des produits d'apprentissage en ligne comme outils du développement durable**

Ce projet donnera suite à un second à partir de mai 2006. EcoInnovation entend consolider un partenariat entre les partenaires intéressés par l'apprentissage en ligne au service du golf durable. Une proposition de projet sera développée en collaboration et soumise à des financeurs potentiels, à travers soit une opération de mécénat soit un contrat commercial. La mise en route de ce nouveau projet devrait se produire entre la mi-2006 et la fin 2006, en fonction de l'intérêt et de la mobilisation des partenaires réunis autour de cette initiative.

Le nouveau projet sera dans la continuité de celui-ci, en réponse aux attentes et besoins exprimés par les différents acteurs. L'objectif est de consolider le projet pilote d'éducation en ligne en créant un produit commercial d'éducation, ainsi que de démarrer une ligne de produits innovants d'apprentissage en ligne dédiés aux problématiques de développement durable.

# CONCLUSION

Le bilan de notre projet est positif :

- Pour nous, car cette expérience avec des consultants nous a appris à conduire un projet et à aborder les problèmes de façon différente. De plus, le côté multiple de notre étude nous a offert des étapes de travail variées et enrichissantes, comme la création d'un site Internet ou la communication avec les acteurs.
- Pour notre commanditaire, car ce projet possède des enjeux réels. Le travail ne fait que commencer. EcoInnovation prendra le relais pour créer d'autres outils d'apprentissage en ligne dédiés au développement durable.

Il reste bien sûr d'autres étapes à réaliser, comme le regroupement des témoignages des différents acteurs, la traduction en anglais pour encore élargir le public, ou encore la recherche de contacts auprès des associations de golf et de la ligue nationale pour le développement à grande échelle des biostimulants.

Nous attendons également des retours de la part de la Ville de Paris et du ministère de l'Environnement, car une des ouvertures possibles, liées aux biostimulants, est bien sûr l'entretien des jardins publics.

Ces approfondissements de notre travail pourront être apportée grâce à l'existence du site, un site crédible, accessible et opérationnel, au service de la promotion des biostimulants.

## Annexe 1 : Contrat avec EcoInnovation

### CONSORTIUM AGREEMENT

#### Between the two parties:

1. **Eco-innovation**, represented by its secretary Frédéric Morand, 11 Ashe Rd, Galway, Ireland, and
2. **Laurette Ivain and Stéphane Menguy**, students at Ecole Centrale Paris, Grande Voie des Vignes, 92295 Châtenay-Malabris Cedex, France (hereinafter referred to as "The Students"),

Regarding the realization of a project called 'Rhizoweb' (provisional title) detailed in annex 1.

The parties agree to the following:

#### Article 1: Publicity

Any communication or publication of the progress or results of the work under this Agreement, including at seminars or conferences, shall clearly indicate the Students name in the work being communicated or published.

#### Article 2: Ownership and exploitation of results

All results directly arising from this Agreement shall be the property of Eco-innovation, without any prejudice to the Students' authorship rights.

#### Article 3: Annex

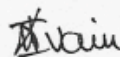
Project presentation as submitted to the CapGemini Trophy (one page).

Done in Châtenay-Malabry, on Thursday 01 December 2005

Frédéric Morand



Laurette Ivain



Stéphane Menguy



## Annexe 2 : Informations scientifiques (résumé)

### UN PEU DE BIOLOGIE DES SOLS

On peut considérer qu'à peu d'exception près toutes les plantes sont autotrophes, c'est à dire qu'elles élaborent leurs propres substances organiques à partir de produits inorganiques prélevés dans leur environnement. Tous les organismes vivants ont besoin des mêmes nutriments principaux. Le carbone par exemple, que les plantes terrestres absorbent par leurs stomates, se trouve dans l'air sous forme de dioxyde de carbone. Les plantes ont aussi besoin d'un vaste assortiment de minéraux et de beaucoup d'eau.

Le sol peut être défini comme étant la première couche de la Terre, là où les plantes se développent.

Il est composé de 5 éléments :

Air	Phase gazeuse
Eau	Phase liquide
Nutriments	Minéraux solides
Matières organiques Fraîche	Humus
Micro / Macro organismes	Biomasse vivante

Il y a 5 principaux groupes d'organismes vivants dans le sol contribuant à l'activité biologique et donc ainsi contribuant à la croissance des plantes :

- les racines, qui notamment absorbent les nutriments, stimulent aussi l'activité microbienne, qui est, au niveau des racines, dix fois plus importante qu'ailleurs dans le sol.

- les algues, qui permettent notamment d'utiliser l'azote de l'air et de le fixer dans le sol.

- les fungi (ou champignons), dont la plupart des espèces sont bénéfiques pour les plantes et notamment les gazons. Ne contenant pas de chlorophylle, ils doivent décomposer la matière organique du sol afin d'obtenir carbone et énergie. Ils se retrouvent en grand nombre principalement à la surface des sols. Celui qui révèle avoir le plus d'importance est l'Arbuscular Mycorrhizal fungi (AM fungi). Symbiotique, il vit au cœur des racines, et se révèle d'une grande importance pour l'assimilation des nutriments, sécrètent des hormones de croissance et protègent les racines d'attaques néfastes et de maladies.

- les actinomycètes, deuxième organisme le plus abondant après les bactéries, ils sont utiles pour décomposer des éléments plus importants tels que la lignine. Cette capacité à assimiler la matière organique permet de libérer et de remettre en circulation de l'azote.

- les bactéries, extrêmement importantes pour 2 raisons. La première est qu'elles participent à toutes les transactions de matière organique, capitales pour la croissance et la taille des plantes. Et enfin, elles sont impliquées dans les 3 transformations enzymatiques de base, nitrification, oxydation du soufre et fixation de l'azote.

ORGANISME	NOMBRE / HECTARE	KG / HECTARE
Bactéries	2000.10 <sup>15</sup>	6500
Actinomycètes	50.10 <sup>15</sup>	3250
Fungi	500.10 <sup>12</sup>	6500
Algues		225
Protozoa	5.10 <sup>12</sup>	225
Nématodes	200.10 <sup>6</sup>	112
Vers de terre	100.10 <sup>3</sup>	1100
Insectes et autres Arthropodes	20.10 <sup>6</sup>	2100

Les bactéries et les fungi sont les éléments les plus importants des sols.

- Recyclent les nutriments du sol
- Aident la solubilisation de nutriments comme le phosphore
- Fixent l'azote
- Les AM fungi aident les plantes à rechercher de l'eau et des nutriments
- Procurent une protection naturelle contre les maladies, ce qu'on appelle l'effet de la rhizosphère.

La population microbienne est très importante pour la stabilité du sol et son équilibre.

Mais la biodiversité des sols est très complexe, des études faites depuis quelques dizaines d'années ont montré qu'il pouvait y avoir entre 4000 et 13000 types de bactéries dans 1 gramme de sol.

La taille des particules qui composent le sol détermine sa capacité de rétention d'eau. Une partie de l'eau qui tombe sur le sol s'écoule par force de gravité, entraînant avec elle des nutriments dissous.

Comme toutes les autres cellules vivantes, les cellules des racines ne peuvent absorber des substances qu'à l'état dissous. L'eau du sol facilitera les mécanismes d'absorption en solubilisant une grande variété de molécules et d'ions.

Les racines ont besoin d'oxygène pour absorber les minéraux.

Les engrais organiques comme le fumier ont l'avantage d'améliorer la texture du sol en même temps que de fournir des nutriments qui seront libérés au cours de leur décomposition. Mais ces engrais sont lourds et leur épandage coûte cher, de plus, leur teneur en nutriments est variable. C'est pour cette raison que l'on utilise de nos jours plus souvent des engrais chimiques dont on connaît précisément la composition. Leur principal inconvénient est qu'on en abuse facilement. Leur utilisation incorrecte cause la pollution des eaux, des dommages aux plantes et aussi des pertes d'argent.

On croit que presque toutes les plantes terrestres possèdent des mycorhizes, associations symbiotiques entre les racines des plantes supérieures et certains mycètes du sol. Ces mycètes recouvrent ou envahissent les racines ; dans ce dernier cas, les filaments mycéliens se fauillent entre les cellules corticales et pénètrent parfois à l'intérieur de ces dernières. Les plantes ont besoin des mycètes mycorhiziens à cause de leur capacité supérieure d'absorption de minéraux du sol, dont certains sont ensuite cédés à la plante. Souvent ces mycètes produisent aussi des hormones de croissance nécessaires au développement normal de certaines plantes.

## LES BIOSTIMULANTS

### ➤ Constat :

Il y a de plus en plus de contraintes sur les produits à utiliser pour traiter les terrains de golf, i.e. des contraintes environnementales de normalisation.

Il existe 2 voies possibles : continuer en utilisant d'autres produits chimiques amenés dans quelques temps à être eux aussi interdits par restriction environnementale ou bien s'orienter dès aujourd'hui vers une solution 'verte'.

Car pour l'instant, le seul travail de verdissement des golfs concerne uniquement ce qui reste du domaine visible [83], à savoir principalement les oiseaux, et la réinsertion de leur écosystème sur des terrains de golfs, et toute la biodiversité visuelle.

Alors que c'est ce qui se passe à l'intérieur des sols, c'est ce qui se passe au niveau microscopique, au niveau de la microbiologie des sols, qui est le plus important. Toute la biodiversité se trouve dans le sol (voir les notions de biologie plus haut).

### ➤ Chiffres :

En Europe, sur 33 pays, plus de 6000 terrains de golf (32000 dans le monde). En 2003, on recense plus 3,7 millions de golfeurs.

50% de croissance en 10 ans.

Un autre problème des pesticides est que l'homme est également exposé à ses conséquences néfastes pour la santé [32], l'exploitant, le jardinier, ainsi que le joueur et les habitants proches des terrains, à cause des poussières et des gaz emportés par le vent. Plus tout ce qui concerne les problèmes de pollution des eaux et du sol.

### ➤ Point de départ :

Les managers de golfs ne savent pas quoi attendre des biostimulants et ne savent comment et en quelle quantité les utiliser [110]. Ils ne savent pas comment intégrer de la meilleure manière possible les biostimulants dans leur management de gestion des sols.

Tout d'abord qu'est ce qu'un biostimulant ? C'est un organisme vivant, qui, utilisé en petite quantité, permet d'améliorer la croissance et le développement de la plante.

Des recherches ont montré que l'application de biostimulants avait permis aux plantes de mieux tolérer les stress environnementaux et avait permis d'améliorer la croissance de celles-ci, et en particulier le développement des racines, déterminantes pour la capture et l'assimilation de nutriments. Il a été montré que les biostimulants améliorent l'activité photochimique.

Donc, ça marche. Mais dans quelle proportion et à quelle fréquence doivent-ils être appliqués ? Et c'est là que se trouve le problème. Car ils sont constitués de différents organismes (substances) et à des concentrations différentes.

Les propriétés biostimulantes de certaines substances ont été mises en évidence : les extraits d'algues, l'acide humique, triazole fongicides, amino acids, potassium

silicate et l'acide salicylique. Les 2 composés les plus actifs biologiquement sont les extraits d'algues et l'acide humique.

*Les extraits d'algues :*

Leur composition chimique dépend des conditions de croissance. Certaines hormones telles que la cytokine et les auxines semblent être des éléments actifs.

*Humic acids :*

Les substances humiques peuvent être extraites à partir du sol, du charbon (leonardite), de la tourbe et de la lignite. Le contenu en auxines et certains nutriments inorganiques tels que le fer influencent la croissance des plantes.

Dans des conditions favorables, l'oxygène moléculaire (molecular oxygen) accepte des électrons au cours de processus métaboliques. Mais sous des conditions défavorables, ce mécanisme est écrasé, ayant pour résultat la production d'un certain nombre d'espèces d'oxygène toxiques, appelés radicaux libres (free radicals). Ces radicaux créent des dommages majeurs au niveau des cellules. Pour contrer ces sous-produits, la plante produit spontanément des antioxydants. Dans des conditions de non stress, les antioxydants font correctement leur travail. Cependant, dans des conditions de stress, le pouvoir des radicaux libres l'emporte sur celui des antioxydants. Ainsi les antioxydants ne peuvent lutter contre les effets dévastateurs des stress. Si la phase de stress dure trop longtemps, la plante passe en mode survie et finit par mourir. En période de stress, la plante se met à produire l'hormone éthylène (significatif d'une dégénérescence des feuilles) tandis que la cytokine et les auxines (hormones de croissance) ne sont plus produites. La photosynthèse s'arrête et la respiration est grandement réduite.

L'addition de biostimulants :

- permet d'équilibrer le système hormonal en faveur des hormones de croissance afin de continuer la production d'antioxydants, luttant contre l'influence toxique des radicaux libres, et ainsi continuer à lutter contre les stress. La plante peut ainsi continuer de se protéger et de se développer en période de stress alors qu'habituellement, elle se met en « veille » (*Quelques types de stress : sécheresse, salinité, chaleur, froid, dollar spot, haute intensité lumineuse, herbicides et nématodes*).

- Améliore la tolérance dans des conditions de faible humidité.
- Permet de supporter de plus longue période entre 2 irrigations.

Cette pratique permet d'alléger la formation en algue et en mousse sur des terrains très humides.

Il est intéressant de faire un mixte de biostimulants.

La nutrition en minéraux est rarement associée avec les aspects de tolérance aux stress.

Une meilleure connaissance, ou plutôt une connaissance la plus complète possible, des effets de toutes ces substances permettrait aux managers de golf de maintenir leurs terrains.

Les biostimulants étant présentés sous forme d'un mélange de plusieurs substances, il est difficile de savoir les effets exacts de telle ou telle substance.

Chaque substance qui peut stimuler la vie peut être appelée biostimulant, d'où d'autre confusion.

Une hormone est un composé synthétisé dans une partie de la plante mais efficace en petite concentration dans une autre. Il existe 5 types d'hormones : auxines, gibbérellines, cytokine, abscisic acid and ethylene. Et chaque hormone joue un rôle particulier pour la santé et la croissance de la plante.

Cet ajout d'hormones, en quantité effective inconnue, n'a peut-être pas autant d'intérêt que ce qu'il se dit. Tout d'abord, en temps normal, la plante produit des hormones en quantité adéquate. Ensuite, une quantité au dessus de la normale d'une hormone peut annuler son effet et même être néfaste. Mais d'un autre côté, il a été démontré que les phases de stress environnementaux nuisaient fortement à la production naturelle d'hormones.

Par exemple, la production de cytokine est très sensible à la sécheresse, aux fortes températures et aux inondations. Ainsi l'ajout adéquat de cytokine peut stimuler la plante.

Il ne faut pas oublier de prendre en compte également qu'il existe différents types de turf.

### **Annexe 3 : Bilan des infos juridiques et bibliographie**

Les pesticides font partie de la grande famille des produits chimiques commercialisés, et sont aujourd'hui au cœur du débat au sujet du projet européen REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of CHemicals) adopté le 17 novembre 2005. Ce projet a pour but de planifier sur les onze ans à venir une évaluation et un enregistrement des quelques 30000 substances chimiques présentes sur le marché Européen. Cette mesure a pour but de réduire le nombre de substances commercialisées dont le producteur lui-même ne connaît pas les effets.

A plus long terme, REACH s'appuiera sur le fait que sans analyse, aucune mise sur le marché n'est possible. En effet les risques du aux pesticides ne sont pas négligeable, car la plupart des molécules commercialisées font partie des POPs, Polluants Organiques Persistants. Une fois dans la terre, les pesticides et fertilisants polluent de façon durable les culture et les nappes phréatiques. Ils sont ensuite retrouvés dans l'eau, les fruits et même dans l'air.

Le projet REACH couplé aux réglementations internes aux états membres de l'Union (en 2005, 125 substances phytosanitaires, ou pesticides ont été interdits en France) aura pour conséquence de ralentir le processus de mise sur le marché des nouveaux produits et d'interdire les produits trop nocifs.

[www.larevueparlementaire.fr](http://www.larevueparlementaire.fr) site du parlement européen

<http://e-phy.agriculture.gouv.fr/> site gouvernemental spécialement dédié aux substances phytosanitaires

## **Annexe 4 : Questionnaire professionnels du golf**

### **Généralités :**

- Quelle est la superficie de votre domaine ?
- Quelle surface est utilisée pour les greens ?
- Quelle est la fréquentation de votre golf ?
- Quel type de clientèle avez-vous ?
- Avez-vous reçu une formation particulière pour diriger un golf ?

### **Entretien des sols :**

- Rencontrez-vous des difficultés pour l'entretien de vos greens ?
- Quel type de gazon utilisez-vous ?
- Qui s'occupe de l'entretien des surfaces de jeu ?
- Est ce que vous nous permettez de nous entretenir avec cette personne ?
- Quels produits utilisez vous pour l'entretien ? dans quelles proportions ?
- Quel budget allouez-vous à l'entretien de vos terrains ? dans quelles proportions ?

### **Evaluation générale :**

- Savez-vous de quoi est constitué le sol de vos greens ?
- Sentez-vous concerné par le développement durable et l'orientation vers un « verdissement » du golf ?
- Etes-vous au courant et connaissez-vous REACH ?
- Connaissez-vous ou avez-vous entendu parler de biostimulants ?

### **Site :**

- Pensez-vous que, présenté tel quel, le site peut aider d'une quelconque façon les managers de golf, ne serait-ce qu'au niveau de la connaissance ?
- Aimerez-vous qu'il apparaisse quelque chose en particulier sur ce site ?
- Souhaiteriez-vous être mentionné dans ce site, et en retour êtes-vous prêt à témoigner et à donner votre avis sur le site

# Annexe 5 : Compte rendu des interviews Professionnels du golf

## Golf de Boulogne

### Caractéristiques du golf :

2,5 ha de terrain et 2500 m<sup>2</sup> de green

Grande fréquentation, 1500 membres et une moyenne de 45000 balles frappées par jour 27 professeurs, partenariat avec 20 autres golfs

2 employés pour l'entretien du sol, le green keeper et un aide, mais pour un 18 trous, environ 20 ha et 6 à 7 personnes pour l'entretien.

### Formation des green keepers :

Bac agriculture + 2 ans de formation spécialisée en contrat de qualification.

### Difficultés :

Organisation en accord avec l'hippodrome

Maladies dues à des champignons qui se développent avec le climat parisien comme la fusariose froide en hiver et le dollar spot en été. Ces maladies sont dues au climat mais aussi à des erreurs du green keeper sur la fertilisation ou encore l'aération du sol.

La pelouse est tondu chaque jour.

### Entretien du sol :

Practice : 1t/an de fertilisants sur 2ha

Green : 300 kg/an pour 2500 m<sup>2</sup> de fertilisant et 20 l/an de fongicides.

La politique de fertilisation et pesticides dépend des golfs, car certains sont extrêmes sur la propreté de leur site et abusent des pesticides.

### Budget :

- 3000 E/an pour les fertilisants
- 1000 E/an pour les produits phytosanitaires
- 2000 E/an de sable pour l'aération

Sur ce golf, la surface est petite, ils peuvent donc se permettre de dépenser beaucoup sur des produits particulièrement cher en comparaison d'un golf 18 trous.

### Informations :

Formation Biologie des sols, mais un rappel serait nécessaire sur le site.

REACH : pas entendu parler, mais les produits homologués auquel ils ont accès sont assez restreints.

Biostimulants : pas entendu parlé

### Attentes en ce qui concerne le site :

Infos générales simples sur le fonctionnement des biostimulants, des mises en garde...

Le point de vue économique est souvent secondaire pour les green keepers.

En revanche il y a actuellement une prise de conscience générale sur les risques écologiques.

*Envoyer le site dès qu'il est fini à [olivier.chapell@wanadoo.fr](mailto:olivier.chapell@wanadoo.fr)*

*Conseil : contacter la ville de Paris au niveau de la gestion des espaces verts, le golf de Saint Germain en Laye (Jean Marc Legrand et Stewart Hallett).*

*Et aussi le ministère de l'environnement car c'est à cette échelle que tout se joue.*

## **Annexe 6 : Questionnaire Producteurs/Vendeurs de biostimulants**

### **Généralités :**

- Quels sont habituellement vos clients ?
- Avez-vous déjà fourni des clubs de golf ?
- Etes vous producteur de vos produits ?
- Est-il possible de rentrer en contact avec les producteurs ?

### **Biostimulants :**

- Depuis combien de temps commercialisez vous des biostimulants ?
- Comment fonctionne vos biostimulants? De quoi sont-ils constitués ? Quels sont les effets ?
- Comment les utilise-t-on ?
- Est-ce que cela demande plus d'entretien que les pesticides et fertilisants chimiques ?
- Avez-vous une estimation du prix par hectare ?

### **Site :**

- Souhaiteriez-vous être mentionné dans ce site, et en retour êtes-vous prêt à témoigner et à donner votre avis sur le site ?

## **Annexe 7 : Compte rendu d'interview Producteurs/Vendeurs de biostimulants**

Personnes présentes : M. Christophe de Mil et Stéphane Menguy

Lieu : Bureau de M. de Mil, rue des Bergers, 15<sup>ème</sup> Arr.

Date : Jeudi 3 Mars, 15h.

M. de Mil est à la tête de l'entreprise Sofrapar.

L'entreprise est vendeuse et productrice de produits biostimulants.

C'est une petite entreprise.

Son domaine d'activité est l'agriculture consommable. Ses clients sont des viticulteurs, producteurs de légumes (pommes de terre, carottes, ...), semenciers (maïs, céréales).

L'entreprise existe depuis 15 ans.

M. de Mil a créé cette entreprise suite à la découverte d'une molécule biostimulante.

Il avait arrêté ses études de médecine pour se consacrer complètement à la recherche dans ce domaine.

La molécule utilisée dans leurs produits était déjà connue en cosmétique, et elle a été identifiée notamment dans les chloroplastes d'orties. S'en sont suivis des tests, d'abord dans des serres puis à l'INRA qui a validé les effets stimulants de cette molécule sur les plantes. Une observation principale est une augmentation de 10 à 20 % de la photosynthèse.

Il existe toute une famille de molécules biostimulantes.

Les tests effectués n'ont pas simplement été effectués sur des plantes que l'on ne nourrissait pas puis qu'on nourrissait avec le produit contenant la molécule biostimulante. Les tests ont aussi été effectués sur des plantes bien nourries et surtout auxquelles on a apporté tous les nutriments pour sa croissance, pour résumer, les tests ont été effectués sur des plantes déjà placées en conditions optimales de croissance. Et les résultats ont montré une amélioration supplémentaire du développement et de la croissance de la plante et de réelles propriétés biostimulantes (Par exemple, une certaine régénération de pieds de vigne après un orage de grêle, utilisés pour éviter des rouilles sur les céréales).

Dépôts de brevets, puis demandes d'homologation et Sofrapar est née.

Leurs produits ont reçu l'homologation en tant que fertilisants. L'homologation en tant que produits phytosanitaires, ce qui en fait correspond plus à ce que sont réellement ces produits, est plus complexe à obtenir, et surtout beaucoup plus coûteuse. Les démarches sont plus longues et toute une batterie de tests (notamment l'impact sur la santé) est à effectuer au frais de l'entreprise qui demande l'homologation.

La molécule utilisée est la réunion de 2 éléments, des acides gras. Ils sont produits soit par synthèse soit à partir d'extrait. Mais je n'en saurai pas plus, le reste restant secret.

Les produits utilisés ont plusieurs effets :

- favorise l'enracinement pour les semences
- a un certain effet répulsif sur le gibier pour éviter aux semences d'être mangées
- améliore les rendements et la croissance (légumes)
- a un effet cicatrisant et anti-sceptique
- permet d'augmenter le métabolisme et de la synthèse des sucres → anti-stress
- a un effet anti-oxydant
- évite aux plantes d'être un nid à maladies après une agression

Ces produits sont utilisés par application foliaire dans de très faible quantité.

Pour un produit classique d'entretien (améliorer rendement, croissance) : 100 mL/ ha

Pour un produit agissant sur le métabolisme (composé de sels de cuivre) : 350 mL/ha

Application à la problématique du green des golfs :

Certains de leurs produits peuvent être appliqués sur les gazons des golfs. Notamment ceux agissant sur les semences, car un des effets de ce produit sur les semences est d'améliorer l'enracinement (racines plus longues, ce qui ne peut qu'être bénéfique pour le gazon des golfs, les racines peuvent chercher plus loin les nutriments dont elles ont besoin), et le produit ayant une propriété anti-sceptique et cicatrisante. Ce produit pourrait être utilisé régulièrement après la tonte du gazon, afin de permettre une cicatrisation plus rapide et également de garder au gazon sa couleur et sa vigueur.

Pour ces 2 produits, voici les tarifs :

- Ecobios ZN, utilisé sur les semences à hauteur de 10 mL/ha, prix du flacon de 100 mL = 77€ soit un flacon pour 10ha.
- Ecobios Vigne, pour l'aspect phytosanitaire, propriétés anti-bactériennes, 200mL/ha, prix du flacon de 1L. = 287 € soit un flacon pour 5 ha. Ce produit contient des sels de cuivre à hauteur de 5mL/ha, soit bien en dessous de la norme qui est de 3 kg/ha.

Autres points abordés :

Le milieu agricole, en terme de fertilisant est très fermé, c'est difficile d'y faire son trou avec de nouveaux produits. D'autant plus avec des produits biostimulants. Il y a une mauvaise presse dessus. Qualifiés de perlimpinpin, les biostimulants se trouvent parfois être de simples mélanges d'oligo-éléments.

En fait, le problème selon M. de Mil, se trouve au niveau de la définition d'un biostimulant. Pour lui, un biostimulant est une sorte de vitamine permettant à la plante de mieux se développer, et ce avec de faibles quantités apportées à celle-ci. Pour lui, les hormones et les acides rentrent dans une catégorie plus large qu'il nommerait phytostimulants. Mais pour lui, la quantité à utiliser a un rôle important. Il met en garde l'utilisation d'hormones qui peut avoir des effets secondaires et qui ne peut être réellement efficace qu'à un stade bien précis de la croissance de la plante.

Le dosage est également important ainsi que la période d'application.

A côté de ça, M. de Mil travaille également dans la recherche sur le Cancer et le Sida, l'amélioration des cultures dans les pays de zones arides. Il se spécialise actuellement sur le stress oxydatif.

## Annexe 8 : Compte-rendu de réunion avec STRI

Th 02 March 2006 am – STRI meeting (Galway Bay Hotel)

*Gordon McKillop, Ian McClements, Ruth Mann (Fred, Quentin, Daniel)*

*See also preliminary notes + notes Quentin*

STRI is interested in playing quality: are biostimulants of great importance, of small importance?

Commercial companies don't give enough information

No governmental interest in what is being sprayed on golf. But the concerns have been expressed and materialised at the EU level, see REACH

Has Chlorpyrifos been passed? Imidachloprine (Merit)

Endophytes: evidence in US. In general, Ruth is sceptical, never seen any effect in the field...

Greenkeepers have the feeling that they will lose products. Scares among GK: half the products have been removed.

What products have been removed, what have passed: question to research (with Ruth Mann)

Impact of market factors on commercial specialties (fungicides?)

What has been said has been over-hyped. Need to have healthy science, we need to see the science behind it.

Is STRI concerned with / involved in accreditation issues?

- STRI is a source of advisory for golf unions, with respect to environmental targets to achieve; concerns 200 golf clubs in the last 10 years.
- Gordon is Trustee of CtG.
- Bob Taylor and Lee Penrose are two STRI ecologists in CtG Forum.
- STRI is judge in BIGGA's environmental competition
- STRI participates in CtG accreditation

Rhizoweb (according to Gordon)

- Could have a big impact
- Would be very well received
- Covers a neglected area
- Could be a valuable tool

## Annexe 9 : Bibliographie

- [1] ZHAO, Yong et al. . 2005. "Dynamics of microbial community structure and cellulolytic activity in agricultural soil amended with two biofertilizers" *European Journal of Soil Biology*.
- [2] WU, S.C. et al. . 2005. "Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial" *GEODERMA*, Vol. 125, p.155-166.
- [3] WOODS, Micah S. et al. . 2005. "Effectiveness of standard soil tests for assessing potassium availability in sand rootzones" *Soil Science*, Vol. 170, p.110-119.
- [4] WITTENMAYER, Lutz ; MERBACH, Wolfgang. 2005. "Plant responses to drought and phosphorus deficiency: contribution of phytohormones in root-related processes" *Plant and Soil*, Vol. 265, p.17-29.
- [5] SHERRATT, P. J.; STREET, J. R.; GARDNER, D. S. 2005. "Effects of Biomass Accumulation on the Playing Quality of a Kentucky Bluegrass Stabilizer System Used for Sports Fields" *Agronomy Journal*, Vol. 97, p.1107-1114.
- [6] QIAN, Y. L.; MECHAM, B. 2005. "Long-Term Effects of Recycled Wastewater Irrigation on Soil Chemical Properties on Golf Course Fairways" *Agronomy Journal*, Vol. 97, p.717-721.
- [7] MORALES-PAYAN, J. Pablo ; STALL, William M. 2005. "Effects of Gibberellic Acid, Acetylthioproline, and a mixture of Amino Acids + short-chain Peptides on scallion yield"
- [8] McCARTY, L. Bert et al. . 2005. "Minimizing Thatch and Mat Development in a Newly Seeded Creeping Bentgrass Golf Green" *Crop Science*, Vol. 45, p.1529-1535.
- [9] MANGIAFICO, Salvatore S. ; GUILLARD, Karl. 2005. "Turfgrass Reflectance Measurements, Chlorophyll, and Soil Nitrate Desorbed from Anion Exchange Membranes" *Crop Science*, Vol. 45, p.259-265.
- [10] MAIER, Reid M.; POTTER, Daniel A. 2005. "Factors Affecting Distribution of the Mound-Building Ant *Lasius neoniger* (Hymenoptera: Formicidae) and Implications for Management on Golf Course Putting Greens" *Journal of Economic Entomology*, Vol. 98, p.891-899.

- [11] LAURIAULT, L. M. ; KIRKSEY, R. E. ; VanLEEuwEN, D. M. 2005. "Performance of Perennial Cool-Season Forage Grasses in Diverse Soil Moisture Environments, Southern High Plains, USA" *Crop Science*, Vol.45, p.909-915.
- [12] KOSKI, A.J.; QIAN, Y.L. 2005. "Colorado AES Projects 2005-2006: Development and Evaluation of Turf Species and Management Strategies for Sustainable Turf Systems"
- [13] Knopper, Loren et al. . 2005. "Use of Comet and Micronucleus Assays to Measure Genotoxicity in Meadow Voles (*Microtus pennsylvanicus*) Living in Golf Course Ecosystems Exposed to Pesticides" *Ecotoxicology*, Vol. 14, pp 323-335.
- [14] HE, Yali et al. . 2005. "Effects of Salicylic Acid on Heat Tolerance Associated with Antioxidant Metabolism in Kentucky Bluegrass" *Crop Science*, Vol. 45, p.988-995.
- [15] GIASSON, Philippe et al. . 2005. "Arbuscular mycorrhizal fungi involvement in zinc and cadmium speciation change and phytoaccumulation" *Remediation Journal*, Vol.15, Issue 2, p.75-81.
- [16] FRAVEL, D.R. . 2005. "Commercialization and implementation of Biocontrol" *Annual Review of Phytopathology*
- [17] ERVIN, E. H. ; ZHANG, X. ; R. E. SCHMIDT. 2005. "Exogenous Salicylic Acid Enhances Post-Transplant Success of Heated Kentucky Bluegrass and Tall Fescue Sod" *Crop Science*, Vol.45, p. 240-244.
- [18] CABELLO, M. et al. . 2005. "Effect of an arbuscular mycorrhizal fungus, *Glomus mosseae*, and a rock-phosphate-solubilizing fungus, *Penicillium thomii*, on *Mentha piperita* growth in a soilless medium" *Journal of Basic Microbiology*, Vol. 45, p. 182-189.
- [19] ARKHIPCHENKO, I.A. et al. . 2005. "Study of three fertilizers produced from farm waste" *Applied Soil Ecology*, Vol. 30, p. 126-132.
- [20] ZHANG, Xunzhong ; ERVIN, E. H. . 2004. "Cytokinin-Containing Seaweed and Humic Acid Extracts Associated with Creeping Bentgrass Leaf Cytokinins and Drought Resistance" *Crop Science*, Vol. 44, p. 1737-1745.
- [21] XU, Qingzhang ; HUANG, Bingru. 2004. "Antioxidant Metabolism Associated with Summer Leaf Senescence and Turf Quality Decline for Creeping Bentgrass" *Crop Science*, Vol. 44, p. 553-560.
- [22] WANG, Zhaolong ; HUANG, Bingru. 2004. "Physiological Recovery of Kentucky Bluegrass from Simultaneous Drought and Heat Stress" *Crop Science*, Vol. 44, p. 1729-1736.
- [23] WANG, Zhaolong ; XU, Qingzhang; HUANG, Bingru. 2004. "Endogenous Cytokinin Levels and Growth Responses to Extended Photoperiods for Creeping Bentgrass under Heat Stress" *Crop Science*, Vol. 44, p. 209-213.

- [24] WANG, G. ; SKIPPER, H.D. 2004. "Identification of denitrifying rhizobacteria from bentgrass and bermudagrass golf greens" *Journal of Applied Microbiology*, Vol. 97, p. 827-837.
- [25] TOMPKINS, D. K. ; ROSS, J. B. ; MOROZ, D. L. 2004. "Effects of Ice Cover on Annual Bluegrass and Creeping Bentgrass Putting Greens" *Crop Science*, Vol. 44, p.2175-2179.
- [26] RICHARDSON, Andrew D. et al. . 2004. "Drought Stress and Paper Birch (*Betula Papyrifera*) Seedlings : effects of an organic biostimulant on plant health and stress tolerance, and detection of stress effects with instrument-based, noninvasive methods" *Journal of Arboriculture*, Vol. 30, p. 52-61.
- [27] MILTNER, Eric D. et al. . 2004. "Establishment of *Poa annua* var. *reptans* from Seed under Golf Course Conditions in the Pacific Northwest" *Crop Science*, Vol. 44, p.2154-2159.
- [28] MEDIAN, A. et al. . 2004. "Increased plant growth, nutrient uptake, and soil enzymatic activities in a desertified Mediterranean soil amended with treated residues and inoculated with native mycorrhizal fungi and a plant growth-promoting yeast" *Soil Science*, Vol.169, p. 260-270.
- [29] LYCAN, Darren W.; HART, Stephen E. 2004. "Relative Tolerance of Four Cool-Season Turfgrass Species to Sulfosulfuron" *Weed Technology*
- [30] LARA, Joe. 2004. "Biostimulants and the golf course industry" *California Fairways*
- [31] KRAFT, Robb W. ; KEELEY, Steven J. ; SU, Kemin. 2004. "Conversion of fairway-height perennial Ryegrass turf to Kentucky Bluegrass without nonselective herbicides" *Agronomy Journal*, Vol. 96, p.576-579.
- [32] KNOPPER, Loren D. ; LEAN, David R. S. 2004. "Carcinogenic and genotoxic potential of turf pesticides commonly used on golf courses" *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, vol. 7, p.267-279.
- [33] HUNTER, A. .2004. "The influence of liquid seaweed products on turf grass growth and development" *International Conference on Turfgrass Management and Science for Sports Fields*
- [34] HARRIER, Lucy A. ;WATSON, Christine A. . 2004. "The potential role of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi in the bioprotection of plants against soil-borne pathogens in organic and/or other sustainable farming systems" *Pest Management Science*, Vol. 60, Issue 2, p. 149-157.
- [35] FITZPATRICK, Richard J. M. ; GUILLARD, Karl. 2004. "Kentucky Bluegrass Response to Potassium and Nitrogen Fertilization" *Crop Science*, Vol. 44, p.1721-1728.

- [36] **FILYA, I. ; SUCU, E. ; KARABULUT, A. .** 2004. "The effect of *Propionibacterium acidipropionici*, with or without *Lactobacillus plantarum*, on the fermentation and aerobic stability of wheat, sorghum and maize silages" *Journal of Applied Microbiology*, Vol. 95, p.1080.
- [37] **ERVIN, E. H. et al. .** 2004. "Trinexapac-ethyl, Propiconazole, Iron, and Biostimulant Effects on Shaded Creeping Bentgrass" *HortTechnology*, Vol. 14, p. 500-506.
- [38] **EBDON, J. S. ; KOPP, K. L. .** 2004. "Relationships between Water Use Efficiency, Carbon Isotope Discrimination, and Turf Performance in Genotypes of Kentucky Bluegrass during Drought" *Crop Science*, Vol. 44, p.1754-1762.
- [39] **CHEPLICK, Gregory P. .** 2004. "Recovery from drought stress in *Lolium perenne* (*Poaceae*): are fungal endophytes detrimental?" *American Journal of Botany*, Vol.91, p.1960-1968.
- [40] **BURLESON, Sarah A. et al. .** 2004. "Shear and Tensile Strength Testing of Bermudagrasses and Kentucky Bluegrasses for Athletic Fields" *Governor's School for Agriculture at Virginia Tech*
- [41] **BONOS, Stacy A. ; CASLER, Michael D. ; MEYER, William A.** 2004. "Plant Responses and Characteristics Associated with Dollar Spot Resistance in Creeping Bentgrass" *Crop Science*, Vol. 44, p. 1763-1769.
- [42] **ABRAHAM, Eleni M. et al. .** 2004. "Evaluation of Drought Resistance for Texas Bluegrass, Kentucky Bluegrass, and Their Hybrids" *Crop Science*, Vol. 44, p.1746-1753.
- [43] **ZHANG, Minling et al. .** 2003. "Acoustic Estimation of Infestations and Population Densities of White Grubs (*Coleoptera: Scarabaeidae*) in Turfgrass" *Journal Of Economic Entomology*, Vol. 96, p.1770-1779.
- [44] **ZHANG, Xunzhong ; ERVIN, E. H. ; SCHMIDT, R. E.** 2003. "Plant growth regulators can enhance the recovery of Kentucky Bluegrass Sod from heat injury" *Crop Science*, Vol.43, p.952-956.
- [45] **WELLS, Christina et al. .** 2003. "Can Biostimulants Improve Bentgrass Root Growth?" *TurfGrass Trends*
- [46] **STIEGLER, James C. ; BELL, Gregory E. ; MARTIN, Dennis L.** 2003. "Foliar Applications of Magnesium and Iron Encourage Annual Bluegrass in Shaded Creeping Bentgrass Putting Greens" *Crop Management*
- [47] **STEINKE, K. ; STIER, J. C.** 2003. "Nitrogen Selection and Growth Regulator Applications for Improving Shaded Turf Performance" *Crop Science*, Vol. 43, p.1399-1406.
- [48] **SCHUMANN, G.L.** 2003. "Innovations in teaching plant pathology" *Annual Review of Phytopathology*, Vol. 41, p.377-98.

- [49] PONCE, Nora M. A. et al. . 2003. "Fucoidans from the brown seaweed *Adenocystis utricularis*: extraction methods, antiviral activity and structural studies" *Carbohydrate Research*, Vol. 338, p.153-165.
- [50] PARK, Bradley S. ; LANDSCHOOT, Peter J. 2003. "Effect of Dazomet on Annual Bluegrass Emergence and Creeping Bentgrass Establishment in Turf Maintained as a Golf Course Fairway" *Crop Science*, Vol. 43, p.1387-1394.
- [51] MILLER, A.R.; GANGE, A.C. 2003. "A survey of biostimulant use on football turf and effect on rootzone microbial populations" *Journal of Turfgrass and Sports Surface Science*
- [52] LARSEN, Søren U ; KRISTOFFERSEN, Palle ; FISCHER, Jørgen. 2003. "Turfgrass management and weed control without pesticides on football pitches in Denmark" *Pest Management Science*, Vol. 60, Number 6, pp. 579-587.
- [53] JORDAN, J. E. et al. . 2003. "Effect of Irrigation Frequency on Turf Quality, Shoot Density, and Root Length Density of Five Bentgrass Cultivars" *Crop Science*, Vol. 43, p.282-287.
- [54] CHEN, Shu-Kang ; EDWARDS, Clive A. ; SUBLER, Scott. 2003. "The influence of two agricultural biostimulants on nitrogen transformations, microbial activity, and plant growth in soil microcosms" *Soil Biology & Biochemistry*, Vol.35, pp 9-19.
- [55] CARROW, R. N. ; DUNCAN, R. R. 2003. "Improving Drought Resistance and Persistence in Turf-Type Tall Fescue" *Crop Science*, Vol. 38, Issue 4, p. 1017-1022.
- [56] BUSEY, P. 2003. "Cultural Management of Weeds in Turfgrass: A Review" *Crop Science*, Vol. 43, p.1897-1898.
- [57] RICHARDSON, M. D. 2002. "Turf Quality and Freezing Tolerance of 'Tifway' Bermudagrass as Affected by Late-Season Nitrogen and Trinexapac-Ethyl" *Crop Science*, Vol. 42, p.1621-1626.
- [58] LIU, Xiaozhong ; HUANG, Bingru. 2002. "Cytokinin Effects on Creeping Bentgrass Response to Heat Stress" *Crop Science*, Vol. 42, p.466-472.
- [59] KEREK, Mine et al. . 2002. "Accumulation of Microbial Biomass within Particulate Organic Matter of Aging Golf Greens" *Agronomy Journal*, Vol. 94, p.455-461.
- [60] HAGLEY, K.J.; MILLER, A.R.; GANGE, A.C. 2002. "Variation in life history characteristics of *Poa annua* L. in golf putting greens" *Journal of Turfgrass and Sports Surface Science*
- [61] GANGE, A.C.; CASE, S.J. 2002. "Incidence of microdochium patch disease in golf putting greens and a relationship with arbuscular mycorrhizal fungi" *Grass &*

- [62] CHEN, Shu-Kang ; SUBLER, Scott ; EDWARDS, Clive A. 2002. "Effects of agricultural biostimulants on soil microbial activity and nitrogen dynamics" *Applied Soil Ecology*, Vol.19, Number 3, pp. 249-259.
- [63] PHILIPS, C.; LINDUP, J.P.; GANGE, A.C. 2001. "Effects of seaweed and sulphur applications on beneficial fungi in golf putting greens" *Journal of Turfgrass Science*, Vol. 77.
- [64] HAMZA, Ben ; SUGGARS, Amy. 2001. "Biostimulants: Myths and Realities" *TurfGrass Trends*
- [65] GARLING, Daniel C. ; BOEHM, Michael J. 2001. "Temporal Effects of Compost and Fertilizer Applications on Nitrogen Fertility of Golf Course Turfgrass" *Agronomy Journal*, Vol. 93, p.548-555.
- [66] ERVIN, E. H.; KOSKI, A. J. 2001. "Kentucky Bluegrass growth responses to Trinexapac-ethyl, Traffic, and Nitrogen" *Crop Science*, Vol.41, p.1871-1877.
- [67] ERVIN, E.H.; KOSKI, A.J. 2001. "Trinexapac-ethyl effects on Kentucky Bluegrass Evapotranspiration" *Crop Science*, Vol.41, p.247-250.
- [68] ALLEN, V. G. et al. . 2001. "Tasco: Influence of a brown seaweed on antioxidants in forages and livestock – A review" *Journal of Animal Science*, Vol. 79.
- [69] GANGE, A.C.; LINDSAY, D.E.; ELLIS, L.S. 1999. "Can Arbuscular Mycorrhizal fungi be used to control the undesirable grass *Poa annua* on golf courses ?" *Journal of Applied Ecology*, Volume 36 Issue 6, Page 909.
- [70] ZHANG, Xunzhong. 1997. "Influence of Plant Growth Regulators on Turfgrass Growth, Antioxidant Status, and Drought Tolerance" *Crop and Soil Environmental Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia*
- [71] WALLACE, Arthur. "Scientific & Technical Support: Biostimulants as Soil Additives" *California Soil Solutions*
- [72] SYLTIE, Paul. "Biostimulants and the Hydromulch System"
- [73] Jonathan R. CUMMING and Jianchang NING. 2003. "Arbuscular mycorrhizal fungi enhance aluminium resistance of broomsedge (*Andropogon virginicus* L.)" *Journal of Experimental Botany*, Vol. 54, No. 386, pp. 1447±1459.
- [74] Christian FELLER et al. . 2003. " Charles Darwin, earthworms and the natural sciences: various lessons from past to future" *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 99, p. 29-49.

- [75] **M.L. ELLIOTT, E.A. DES JARDIN.** 1999. « Comparison of media and diluents for enumeration of aerobic bacteria from Bermuda grass golf course putting greens » *Journal of Microbiological Methods*, Vol. 34, p.193–202.
- [76] **Robert J. KREMER, Jianmei LI.** 2003. “ Developing weed-suppressive soils through improved soil quality management” *Soil & Tillage Research*, Vol. 72, p. 193–202.
- [77] **T.HSIANG.** 2004. « Développer des alternatives aux pesticides » *Rapport de Recherche de la FCRG.*
- [78] **J. DIONNE, T. HSIANG et Y. CASTONGUAY.** 2004. « Variation génétique de la résistance du pâturin annuel (*Poa annua* L.) à la moisissure des neiges et aux insectes ravageurs et les mécanismes de résistance » *Rapport de Recherche de la FCRG.*
- [79] **D.K. TOMPKINS, J.B. ROSS et D.L. MOROZ.** 1997. « Physiologie des dommages causés par le froid : hydratation des couronnes du pâturin annuel (*Poa annua* L.). » *Rapport de Recherche de la FCRG*
- [80] **J. DIONNE, Y. CASTONGUAY et P. ROCHETTE.** 2004. « Est-ce que les protections hivernales peuvent étouffer un vert? » *Rapport de Recherche de la FCRG*
- [81] [www.gazonsport.com](http://www.gazonsport.com)
- [82] **Ray SMITH et Anthony MINTENKO.** 2000. « Herbes indigènes pour les espaces verts urbains » *Rapport de Recherche de la FCRG*
- [83] **David TSAO.** 2003. « How to build a golf course ».
- [84] **A.J. KOOLEN, J.P. ROSSIGNOL.** 1998. “ Introduction to symposium 19: construction and use of artificial soils” *Soil & Tillage Research*, Vol. 47, p.151±155
- [85] **F.B. HOLL.** 1996. « La faune microbienne du sol comme indicateur de la santé du gazon » *Rapport de Recherche de la FCRG*
- [86] **D.K. TOMPKINS, J.B. ROSS et D.L. MOROZ.** 2000. « La glace sur les verts de golf » *Rapport de Recherche de la FCRG*
- [87] **S.R. BOWLEY, B.D. MCKERSIE et K.J. KASHA.** 2000. « Les antioxydants et la santé du gazon » *Rapport de Recherche de la FCRG*
- [88] **J.L. EGGENS et al. .** 1997. « Monoculture ou mélange de cultivars ? » *Rapport de Recherche de la FCRG*
- [89] **Hélène BLANCHOUD, Frederic FARRUGIA, Jean Marie MOUCHEL.** 2004. « Pesticide uses and transfers in urbanised catchments” *Chemosphere*, Vol. 55, p. 905–913

- [90] **A. IVAS et al.** . 2003. "Physiological characteristics (SDH and ALP activities) of arbuscular mycorrhizal colonization as affected by *Bacillus thuringiensis* inoculation under two phosphorus levels" *Soil Biology & Biochemistry*, Vol. 35, p. 987-996
- [91] **Peter A. KULAKOW, Blase A. LEVEN et James L. LANDMEYER.** 2002. "Phytotechnologies: ready for application at Brownfields".
- [92] **J. DIONNE, Y. CASTONGUAY et P. ROCHETTE.** 2000. « Pourquoi certains pâturins annuels survivent bien aux hivers Canadiens ? » *Rapport de Recherche de la FCRG.*
- [93] **FISHER.** 2005. « Rebuilding the Base: A Natural Systems Approach." *Growing Points*, Volume V, Issue III.
- [94] **J.C. LOPEZ-GUTIERREZ et al.** . 2004. " Seasonality of organic phosphorus mineralization in the rhizosphere of the native savanna grass, *Trachypogon plumosus*" *Soil Biology & Biochemistry*, Vol. 36, p. 1675-1684.
- [95] **Y. DESJARDINS et J. DIONNE.** 1997. « Sous les couvertures » *Rapport de Recherche de la FCRG.*
- [96] **KANSAS STATE UNIVERSITY.** 2002. « TURFGRASS RESEARCH »
- [97] *Center for Grassland Studies.* 2002. Volume 8, No. 1
- [98] **Robin DUPONNOIS et al.** . 2005. "The mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* and rock phosphate amendment influence plant growth and microbial activity in the rhizosphere of *Acacia holosericea*" *Soil Biology & Biochemistry*, Vol. 37, p. 1460-1468.
- [99] **The State University of New Jersey.** 2004-2005. « The soil profile »
- [100] **USGA.** 2003. *Turfgrass and Environmental Research Online.* Volume 2, Number 3
- [101] **S.-K. CHONG et al.** . 2004. "Carbon Dioxide Content in Golf Green Rhizosphere" *Crop Science*, Vol. 44, p. 1337-1340.
- [102] **Lambert B. McCARTY.** 2005. "Minimizing Thatch and Mat Development in a Newly Seeded Creeping Bentgrass Golf Green" *Crop Science*, Vol. 45, p. 1529-1535.
- [103] **ELLIOTT, M.L.** . 2004. "Rhizosphere bacterial population flux in golf course putting greens in the southeastern United States" *HortScience*, Vol. 39, p. 1754-1758.
- [104] **José Miguel BAREA et al.** . 2005. "Microbial co-operation in the rhizosphere" *Journal of Experimental Botany*, Vol. 56, p. 1761-1778.

- [105] **Silvio GIANINAZZI and Miroslav VOSATKA**. 2004. "Inoculum of arbuscular mycorrhizal fungi for production systems: science meets business" *Canadian journal of Botany*, Vol. 82, p. 1264-1271.
- [106] **S.K. CHONG et al.** . 2005. "To Air is Human When it Comes to Anaerobic Greens" *TurfGrass Trends*, June 2005.
- [107] **Brian HOLL, P. AG.** "Organic Amendments & Biosolids in Turfgrass Management" University of British Columbia
- [108] **David A. ZUBERER**. 2005. "The Truth About Microbes-- Microbes in soil and sand-based root zones: A few of the basics."
- [109] **Steve TRUDELL**. "Mycorrhizas The Source of All That Is Good?" College of Forest Resources.
- [110] **R.E. SCHMIDT et al.** . 2003. "Questions and answers about biostimulants"
- [111] **Frédéric MORAND**, 2006. "The greening of European golf (1990- )" working paper, Humboldt University of Berlin / Eco Innovation - RTD project QLRT-2002-02718 (FP5); Galway, Ireland, 15 p.
- [112] **GCSAA**, 2004 "Biostimulant. Information Packet" web archive, Golf Course Superintendent Association of America, <http://www.gcsaa.org> (accessed May), 20 p.
- [113] **Alan GANGE**, 2005 "Biostimulants - costs and benefits" National Turfgrass Foundation 2nd Annual Conference ('In pursuit of excellence'), Blackpool (UK) (5-8 Dec. ), 23 slides.