

## Banatrace, un système d'information géographique multi-acteurs pour la gestion et la traçabilité des épandages aériens

**Comment un système d'information géographique peut-il aider à améliorer la fiabilité des traitements aériens contre les maladies fongiques du bananier tout en réduisant leur impact environnemental ? Des réponses aux Antilles françaises avec l'outil informatique multi-acteurs Banatrace, conçu pour aider les gestionnaires à répondre aux différents besoins de traçabilité imposée par la réglementation récente sur les épandages aériens.**

### Organisation des traitements aériens aux Antilles françaises et évolution du cadre réglementaire

L'épandage aérien fait l'objet d'une réglementation particulière. Celle-ci repose actuellement sur l'arrêté du 5 mars 2004 qui concerne l'épandage aérien des produits mentionnés à l'article 253-1 du code rural, et établit :

- des obligations de déclaration pré et post traitement,
- les limites de toxicité des produits utilisables lors de ces applications,
- des zones d'interdiction de traitement aérien (ZITA) de 50 mètres autour d'un certain nombre d'éléments<sup>1</sup>.

Cette réglementation doit évoluer du fait de la directive cadre européenne sur l'utilisation durable des pesticides (directive 2009/128/CE du 21 octobre 2009). Cette directive pose comme principe l'interdiction de l'épandage aérien sauf autorisation spécifique « seulement lorsque cette méthode présente des avantages manifestes, du point de vue de son incidence limitée sur la santé et sur l'environnement par rapport aux autres méthodes de pulvérisation, ou lorsqu'il n'existe pas d'autre solution viable, pourvu qu'il soit fait usage de la meilleure technologie disponible pour limiter la dérive ».

Dans chaque île, une organisation professionnelle, sous tutelle des groupements de producteurs de banane, est en charge de la lutte collective contre la cercosporiose :

- la SICA TG en Martinique,
- SERVIPROBAN en Guadeloupe.

Ces organisations gèrent le déclenchement des traitements à partir d'un réseau de parcelles d'observations sur lesquelles un suivi épidémiologique et climatique est réalisé. Les traitements aériens sont effectués par des prestataires :

- Air Antilles Associés (AAA) avec quatre hélicoptères en Martinique (photo ❶),
- Traitements Aériens des Caraïbes (TAC) avec un hélicoptère et deux avions en Guadeloupe (photo ❷).

Les services de protection des végétaux (SPV), représentant le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire (MAAPRAT) dans les départements, sont chargés du contrôle réglementaire des épandages.

Au sein d'Optiban, le projet Banatrace vise à aider la filière à construire un système d'information (SI) permettant :

- le strict respect des zones d'interdiction de traitement aérien (ZITA),
- l'amélioration de la gestion des épandages,
- la mise en place d'une traçabilité des traitements réalisés.



❶ En Martinique, 4 hélicoptères sont utilisés pour l'épandage aérien.

1. Les éléments protégés par l'arrêté du 5 mars 2004 sont les habitations et jardins ; les bâtiments et parcs où des animaux sont présents et les points d'eau consommables par l'homme et les animaux ; les périmètres de protection immédiate des captages ; les bassins de pisciculture, conchyliculture, aquaculture et marais salants ; le littoral maritime, cours d'eau, canaux de navigation, d'irrigation et de drainage, lacs et étangs d'eau douce ou saumâtre ; les ruches et ruchers déclarés ; les parcs d'élevage de gibier, parcs nationaux, réserves naturelles.

## Conception du système d'information

L'élaboration du SI s'est inscrite dans une démarche de gestion de projet informatique en deux grandes étapes :

- une phase d'analyse-conception réalisée par le Cemagref,
- une phase de développement confiée à une société de services antillaise, RD-GEO.

### Analyse des besoins des acteurs et des flux de données

Une analyse de la situation initiale a mis en évidence de nombreux flux de données entre les acteurs.

L'analyse de leurs besoins quant à un futur SI comprend :

- les gestionnaires de la lutte contre la cercosporiose (SICA) souhaitent la mise en place d'une traçabilité géographique des épandages et des analyses statistiques ;
- l'administration (SPV) souhaite disposer d'outils de suivi et de contrôle en complément des déclarations de traitements ;
- les opérateurs de traitement aérien, soucieux de la précision des épandages par rapport à la réglementation,

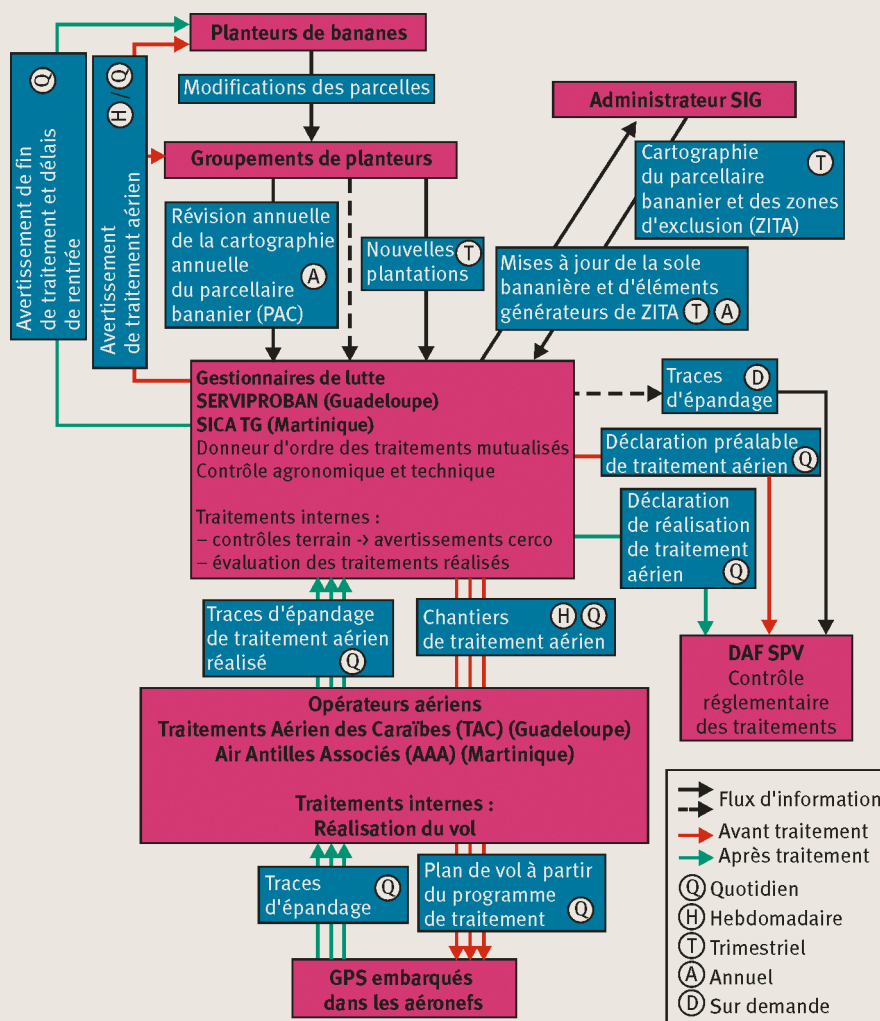


Avions utilisées en Guadeloupe pour l'épandage aérien.

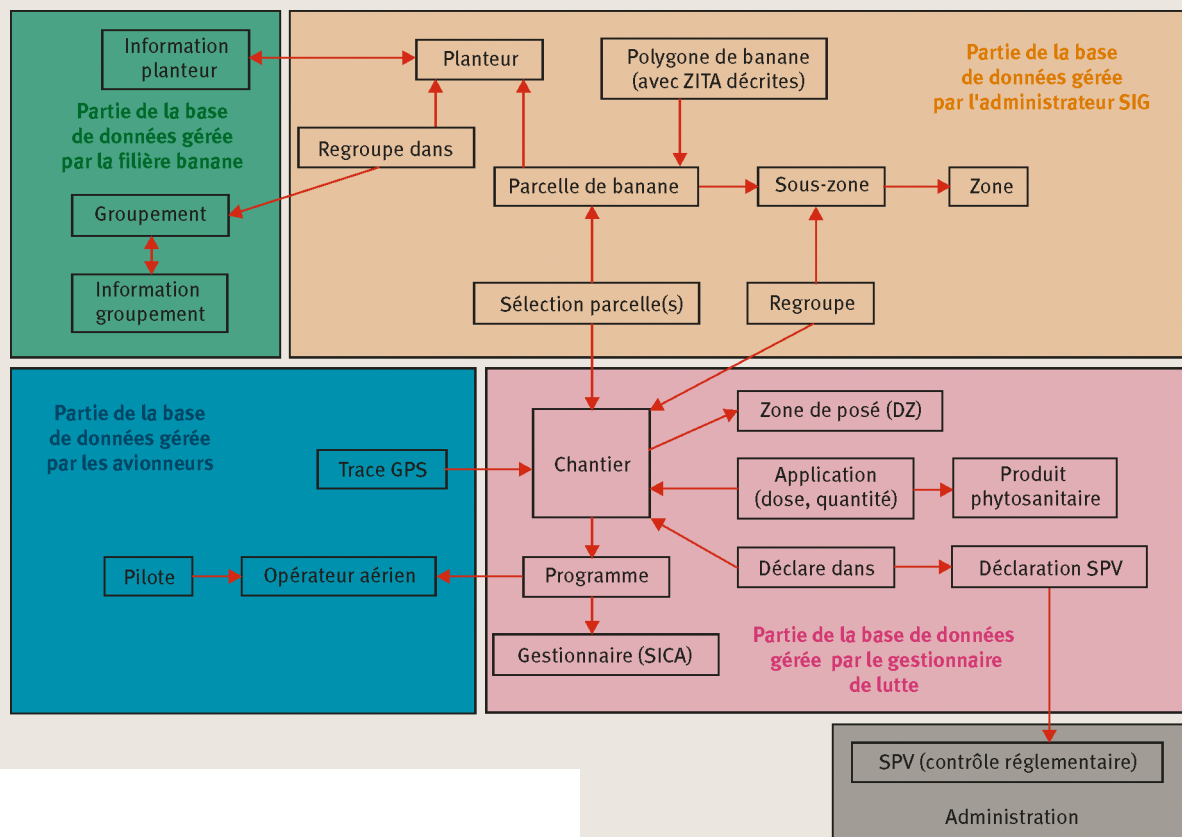
- souhaite acquérir les zones programmées au format SIG (zones à traiter et ZITA), pour les intégrer à une navigation assistée avec GPS. Le GPS permet de plus l'enregistrement en temps réel des traces d'épandage ;
- les producteurs de banane et les groupements de producteurs souhaitent être avertis systématiquement de traitements prévu, annulé, reporté ou terminé sur les plantations.

L'inventaire des éléments nécessaires au SI et des procédures ainsi que la délimitation du système par rapport aux besoins des utilisateurs du futur outil, ont permis de construire le schéma des flux présenté en figure 1.

1 Schéma des flux du système d'information automatisé.



## 2 Structure simplifiée de la base de données.



### Construction de la base de données par l'administrateur

La démarche d'analyse-conception retenue s'est appuyée sur des démarches classiques d'automatisation de SI. Le modèle de données (figure 2) a été conçu pour simplifier et sécuriser l'aspect multi-utilisateurs : par exemple, chaque table est gérée par un unique opérateur.

Le fonctionnement de Banatrace repose sur différents acteurs :

- le gestionnaire de lutte (SICA) ⇒ programmation des traitements phytosanitaires ;
- la filière ⇒ données planteurs et parcelles ;
- l'opérateur aérien ⇒ réalisation des épandages.

La complexité des traitements géographiques (calcul et mise à jour des ZITA, cf. infra) et la maintenance de la base de données ont conduit à faire appel à un opérateur spécialisé en SIG :

- l'administrateur SIG ⇒ gestion des mises à jour de la base de données géographiques.

### Calcul des ZITA

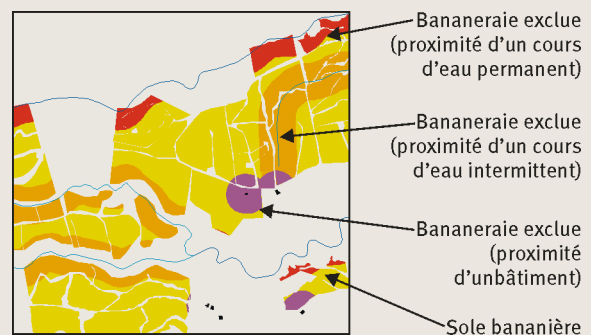
La cartographie des ZITA (figure 3) est mise à jour régulièrement par l'administrateur de données, à partir de la compilation de données numériques géographiques recueillies auprès de différents organismes (encadré 1).

Les ZITA sont calculées selon les étapes suivantes :

- zones tampon de 50 m autour des éléments protégés,
- intersection des zones tampons avec le parcellaire bananier.

Le tableau 1 illustre l'impact des ZITA sur la bananeraie pour les deux îles (thèmes bâti et eau permanente).

## 3 Sole bananière et ZITA (Capesterre-Belle-Eau, Guadeloupe).



### 1 Statistiques d'exclusion.

	Surface en bananes	% exclu par « le bâti »	% exclu par « l'eau permanente »	% exclu par « le bâti et l'eau permanente »
Guadeloupe 2010	2 173 ha	10 %	7,5 %	17 %
Martinique 2009	5 600 ha	10 %	11 %	20 %



Les cours d'eau intermittents n'étant pas toujours bien définis, voire déplacés lors de réaménagements hydro-agricoles, un travail de qualification de terrain doit être mené pour apprécier la position des cours d'eau et remettre à jour régulièrement la base de données avec des ZITA justement calculées, respectant la réglementation et préservant in fine la qualité des rivières.

Ces ZITA sont également chargées dans les systèmes GPS des aéronefs (encadré ②), et associées à un dispositif de coupure automatique des pulvérisations ou de signalement des zones interdites.

### Réalisation de l'application Banatrace

La solution retenue s'articule autour d'une application logicielle dénommée Banatrace, installée chez les gestionnaires SICA TG et SERVIPROBAN. Cette application fait appel à des fonctions de base de données et d'affichage de données géographiques (type SIG). Il intègre notamment des interfaces cartographiques, en restant un outil SIG simple destiné à des utilisateurs non initiés. L'application a été conçue selon un découpage modulaire. Les choix de développement s'appuient sur des logiciels ouverts (par exemple : MySQL). L'archivage des données et paramètres de l'application permet, si nécessaire, de réexaminer des données de traçabilité antérieures (avec le contexte passé correspondant).

Des captures d'écrans de l'application sont présentées en figure ④.

### Les apports de Banatrace

La conception du SI automatisé Banatrace a respecté un certain nombre de contraintes pour satisfaire les besoins des utilisateurs de l'application.

Pour les SICA, l'outil permet :

- l'informatisation des procédures de programmation, de commande, de déclarations réglementaires et d'avertissements de traitement aérien ;
- la programmation de chantiers de traitement au format alphanumérique et géographique grâce au SIG simplifié intégré dans l'outil ;
- l'évaluation des traitements réalisés grâce aux traces d'épandage ;
- la mise en place d'une traçabilité complète du traitement aérien, avec archivage de données dans la base et sauvegarde numérique régulière ;
- un système d'alertes pour l'utilisateur concernant les déclarations réglementaires SPV ;
- la possibilité de mises à jour cartographiques (parcellaire bananier ou ZITA) régulières de la base via l'administrateur SIG ;
- l'édition régulière de statistiques sur le traitement aérien.

Les opérateurs aériens récupèrent par voie numérique les données géographiques au format SIG correspondant aux chantiers programmés à traiter, créées par la SICA grâce à Banatrace. Ces données sont intégrées aisément dans les équipements GPS des aéronefs. En vol, ces systèmes permettent aux pilotes de traiter avec plus de

## ① LES DONNÉES GÉOGRAPHIQUES

Les informations géographiques manipulées combinent des référentiels images (par exemple : Scan 25 IGN) et des données métier (par exemple : parcellaire). L'interopérabilité de Banatrace avec d'autres systèmes a été un critère dans la réalisation, notamment pour que les données géographiques échangées soient directement compatibles avec les systèmes d'équipement GPS des aéronefs.

Les données métier du SI :

- les parcellaires bananiers sont produits par la filière ;
- les traces GPS sont fournies par le SIG mobile embarqué à bord des aéronefs ;
- les éléments protégés (bâties, cours d'eau...) générant les ZITA, proviennent de l'Institut géographique national (IGN) ou des services publics : direction de l'agriculture et de la forêt, direction régionale de l'environnement, Office national des forêts, direction de la santé et du développement social, conseil général...

précision et donc de mieux respecter les ZITA. Ces équipements enregistrent en temps réel les traces d'épandage et une transmission de ces traces est faite au retour du pilote à la SICA.

Pour les planteurs et les groupements, l'outil avertit systématiquement par SMS, fax ou mail de chaque traitement prévu, annulé, reporté ou terminé sur une plantation.

Les groupements de producteurs peuvent disposer de statistiques hebdomadaires, mensuelles ou annuelles sur les traitements aériens.

L'administration (SPV) peut disposer sur demande, des données de traçabilité du traitement aérien en vue du contrôle réglementaire dont ils sont chargés.

Des retours d'expérience ont montré que les utilisateurs (SICA) sont satisfaits des fonctionnalités de l'outil. Ils insistent sur la nécessité de mises à jour régulières du parcellaire bananier (par l'administrateur SIG) qui est intégré à Banatrace, pour que les données géographiques soient le plus possible cohérentes avec la réalité de terrain.

## ② LES ÉQUIPEMENTS GPS À BORD DES AÉRONEFS

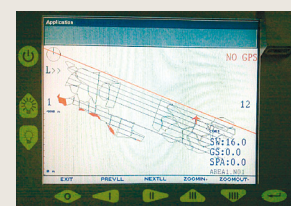
Nous nous sommes attachés à intégrer les systèmes existants.

En Guadeloupe, l'opérateur aérien était équipé d'un système de navigation assisté par GPS (AGNAV).

En Martinique, la SICA TG a acquis en 2009, quatre systèmes GPS équivalents (SIRAP Airagri).



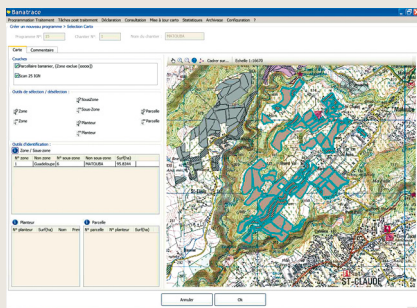
Équipement SIRAP.



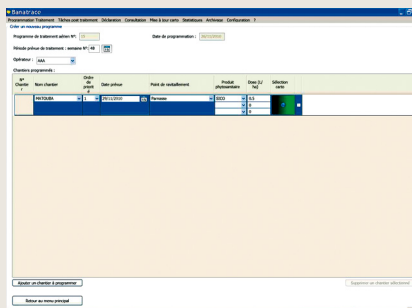
Équipement AGNAV.

4 L'application Banatrace : quelques captures d'écran.

Programmation de traitement aérien

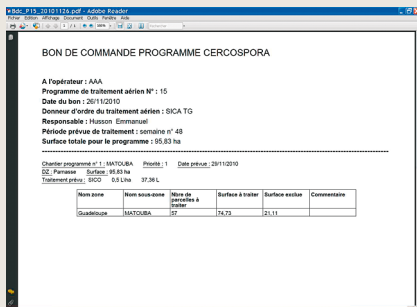


La sous-zone Matouba (parcelles et ZITA) a été sélectionnée dans son intégralité grâce à l'outil de sélection prévu « Sous-zone ». Dans l'onglet commentaire, l'utilisateur peut visualiser le résumé de cette sélection : nombre de parcelles, surface à traiter, surface exclue...



Une fois la sélection cartographique effectuée, la fenêtre de programmation de chantiers initiale est mise à jour.

Commande de traitement aérien



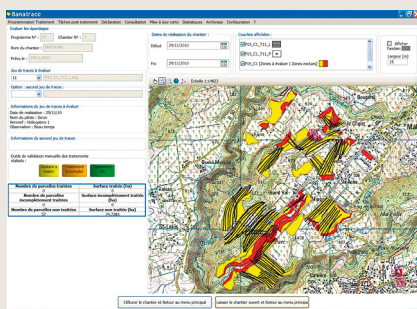
Le bon de commande PDF du programme de traitement constitué par le chantier Matouba est édité. Les fichiers géographiques de programmation sont créés. Le tout est envoyé en attaché d'un mail adressé à l'opérateur aérien.

Les planteurs concernés par ce chantier et le(s) groupement(s) sont automatiquement avertis du traitement prévu par voie numérique (SMS/ fax/mail).

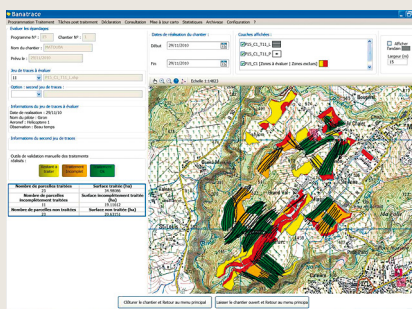


Modem GSM (connecté au poste informatique sur lequel fonctionne Banatrace)

Évaluation des épandages aériens

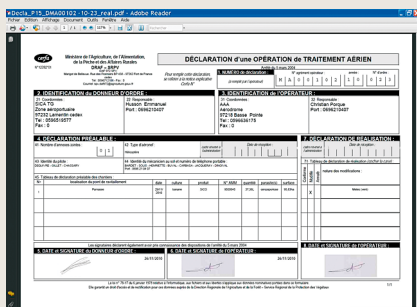


Après importation dans Banatrace, les traces d'épandage enregistrées en vol sont visualisables sous forme de lignes et peuvent être évaluées par le gestionnaire par rapport au chantier initialement programmé, ici la sous-zone de Matouba.



Des outils permettent d'attribuer un état d'avancement du traitement à chaque parcelle du chantier, en fonction de l'évaluation visuelle des traces. Suite à ce travail, les planteurs et le(s) groupement(s) sont automatiquement avertis de traitements réalisés.

Déclaration réglementaire de traitement aérien



Pour chaque programme de traitement aérien prévu, une déclaration au format PDF est envoyée au SPV par mail. Après traitement, une déclaration de réalisation est également envoyée, que le traitement ait été conforme au programme, modifié ou annulé.





③ Banatrace permet une cartographie précise des zones d'épandage et permet une meilleure traçabilité des traitements.

© S. Moizat, TAC

## Conclusions et perspectives

Les avancées apportées par la mise en place de l'outil Banatrace aux Antilles françaises sont manifestes pour la profession bananière et l'administration. L'informatisation et l'automatisation des procédures optimisent le fonctionnement de l'ensemble du système d'information, en apportant rigueur et précision par rapport au fonctionnement initial.

Ce système a été conçu dans une architecture client/serveur, qui permettra de le porter facilement vers une application externalisée par internet. Les bases de données des deux îles pourront être mises en ligne via un serveur qui sera géré par l'administrateur SIG. Cette centralisation des données permettra d'améliorer la performance du système et de faciliter la mise à jour des bases de données. Un accès en ligne sécurisé pourra être mis en place pour chaque planteur, lui permettant de visualiser dans une interface cartographique les traitements réalisés sur ses parcelles, en complément de la réception d'un SMS, d'un mail ou d'un fax.

Par ailleurs, cette application a été conçue pour le traitement aérien (photo ③) et les contraintes de traçabilité qui lui sont imposées par la réglementation en vigueur, mais une évolution de l'outil est tout à fait envisageable pour une adaptation à des fins d'utilisation dans le cadre de la lutte terrestre. ■

## Les auteurs

### Marine Dumas

Cemagref, Centre de la Martinique  
UR AEMA, Agriculture et espace insulaire  
Quartier Petit Morne, BP 214  
97285 Lamentin Cedex 02  
marien.dumas@cemagref.fr

### Sylvain Labbé

Cemagref, Centre de Montpellier  
UMR TETIS, Territoires, environnement,  
télédétection et information spatiale  
Maison de la Télédétection  
500 rue Jean-François Breton,  
34093 Montpellier Cedex 5  
sylvain.labbe@cemagref.fr

## QUELQUES RÉFÉRENCES CLÉS...

- **MARTIN, C.**, 2001, Méthodologie d'analyse et modélisation d'un Système d'information à référence spatiale partagé : application au projet SIREME, *Ingénieries-EAT*, n° 26, p. 37-48.
- **MARTIN, C.**, 2001, La mise en place de systèmes d'information dédiés au management de la qualité et de l'environnement de la production agricole : une opération pilote appliquée au secteur des grandes cultures, *Ingénieries-EAT*, n° 26, p. 27-36
- **SOULIGNAC, V., GIBOLD, F., ANDRÉ, G.**, 2003, Sigemo : système informatisé pour la gestion des épandages de matières organiques – Du besoin d'un système d'information à référence spatiale (SIRS) multipartenaire à la réalisation du cahier des charges, *Ingénieries-EAT*, numéro spécial Technologies pour les agrosystèmes durables, p. 157-166.
- **SOULIGNAC, V., BARNABE, F., RAT, D., DAVID, F.**, 2006, SIGEMO : un système d'information pour la gestion des épandages de matières organiques. Du cahier des charges à l'outil opérationnel, *Ingénieries-EAT*, n° 47, p. 37-42.