IMPACT ECOLOGIQUE DE L'INSERTION de *Miscanthus giganteus et* de Switchgrass *Panicum virgatum* en Indre-et-Loire

À travers les populations de carabes

Expérience pilote pour la région Centre

Christophe BERSONNET, CA37
Denis FROISSARD et Bernard LEMESLE, ETL

CPER-CE-2008/09

SOMMAIRE

1. MISE EN PLACE DU PARTENARIAT **3**

HISTORIQUE **3**
PROBLEMATIQUE **4**
QUESTIONS **4**
FINANCEMENT **4**

2. METHODE **5**

1. LES CULTURES DE MISCANTHUS ET PANICUM, BREF APERÇU… 5
2. LES SITES DES OBSERVATIONS 6
3. LE PROTOCOLE DE SUIVI 7
4. L'INTERPRETATION DES DONNEES 8

3. RESULTATS **10**

4. DISCUSSION **15**

1. L'APPROCHE DE LA BIODIVERSITE INTRA PARCELLE 15
2. L'APPROCHE DE LA DIVERSITE INTER PARCELLAIRE 17
3. LA BIODIVERSITE GLOBALE : INTRA ET INTER PARCELLES 18

Conclusion 19

Bibliographie 20

ANNEXES 21 à 37

Remerciements :
A messieurs Franck Fournier et Michel Guiller, agriculteurs pour la mise à disposition des parcelles.
A Patrice Machard, entomologiste dont la connaissance étendue a permis l'identification d'espèces difficiles.
A Marion Gosselin du CEMAGREF pour ses conseils en méthodologie
A Julie Robillard, assistante pour la relecture et mise en page.

1. MISE EN PLACE DU PARTENARIAT

Historique

L'évolution du contexte agricole de 2005 avec la baisse des prix des denrées alimentaires, la hausse des charges et la montée en puissance des questions environnementales et énergétiques, a amené les agriculteurs du département d'Indre et Loire à explorer les pistes d'une nouvelle diversification.

La Chambre d'Agriculture d'Indre-et-Loire est dans une démarche d'accompagnement de l'innovation en agriculture. Elle a comme objectif d'illustrer concrètement les trois composantes du développement durable : économique, écologique et social. Depuis 1992, elle accompagne la mise en œuvre des mesures agro-environnementales. A partir de 1987, des études entomologiques sont utilisées comme indicateur de biodiversité du milieu avec l'aide du CRITT- INNOPHYT et de l'association Entomologique Tourangelle et Ligérienne (Picard, 1997-2004).
Dès 2006, elle participe au Programme National de Recherche sur les Bioénergies (PNRB), au travers du réseau national d'expérimentation REGIX. Celui-ci vise à caractériser le potentiel de cultures énergétiques en vue des biocarburants de seconde génération. La particularité de l'Indre et Loire est de comparer miscanthus et switchgrass sur dix stations pédologiques distinctes.
En 2007, la Chambre d'Agriculture est membre du Réseau Mixte Technologique (RMT) énergie environnement et territoire. Depuis 2008, elle accompagne trente neufs agriculteurs qui se groupent pour former « Champs d'Energies ». L'objet est de valoriser la biomasse dans le cadre de projets de territoires. Dans cette étude, elle intervient comme coordinatrice et pour l'analyse des données.

L'association entomologique Tourangelle et Ligérienne (ETL) regroupe sous forme d'association des entomologistes passionnés. Elle se donne pour mission de participer à la protection des biotopes, par la caractérisation des milieux de vie au travers d'inventaires entomologiques. Ceux ci sont abordés comme indicateurs de naturalité des milieux : c'est à dire la plus ou moins grande incidence de l'influence des activités humaines sur les milieux naturels. Elle dispose d'une sérieuse connaissance de terrain des milieux Ligériens. L'association participe auprès des collectivités, institutions et du grand public à une meilleure connaissance de notre milieu proche. Elle réalise ici la capture, l'identification et l'expertise sur les insectes.

Dans le cadre du grand projet « Pôle d'efficacité énergétique », l'Etat s'est engagé à intervenir en faveur de la valorisation de la biomasse dans le cadre de circuits longs ou courts. Une des priorités d'intervention définies par la DRAF et l'ONIGC (aujourd'hui France AgriMer) porte sur les nouvelles utilisations des produits issus des grandes cultures.

France AgriMer est un établissement public à caractère industriel et commercial sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture. Il a pour mission l'intervention auprès des professionnels de la filière pour garantir leur revenu, la stabilisation des prix des produits, l'étude et la prospective sur les marchés.

Champs d'Energies regroupe trente neuf agriculteurs sous forme de SARL, afin de mettre en valeur la biomasse, dans le cadre de projets de territoire. Conscient de l'importance de la dimension écologique, et souhaitant préserver un mode d'exploitation extensif, Champs d'Energies participe à cette étude par la mise à disposition des parcelles pour les observations.

Problématique

Les relations entre agriculture et biodiversité sont en interactions. Les pratiques agricoles sont au cœur du mécanisme avec une action sur la diversité des espèces et des paysages.
En pratique, les sources d'informations les plus complètes sur la biodiversité concernent le gibier au travers d'enquêtes. Une première approche avec l'Office départemental de la Chasse d'Indre et Loire avait conclu à l'intérêt des cultures de miscanthus et de switchgrass pour le gibier comme couvert sur un territoire, sans permettre une analyse à l'échelle parcellaire (Cf. Annexe 1). Or c'est à cette échelle que sont prises les décisions de l'exploitation. Ainsi pour travailler à ce niveau, le choix des *Carabidae* s'est naturellement imposé par les différents insectes. C'est le groupe le mieux connu de la faune entomologique dans les sols cultivés. Dans la chaîne alimentaire, ils se situent à plusieurs niveaux. Ils sont soit carnivores, soit omnivores ou granivores. Leur capture par piégeage est facile, fiable et bien représentatrice de leurs populations. De nombreux travaux ont déjà abordé les biocénoses carabologiques dans les agrosystèmes mais très peu suite à l'introduction de plantes exogènes comme le miscanthus et le switchgrass (Semere, 2007). Ward, 2001 a fait état d'une richesse spécifique supérieure dans le switchgrass vis à vis du maïs en Alabama.
Compte tenu que l'agriculteur contribue à la biodiversité, et que la biodiversité contribue à l'agriculture, celui ci devra l'intégrer de plus en plus dans ses choix. Encore faut-il que l'information soit disponible, et que des objectifs communs relient agriculteurs et entomologistes. Une collaboration entre les professionnels d'un agrosystème et les éco-interprètes des milieux naturels est nécessaire pour éclairer nos choix. C'est l'enjeu de cette étude à vocation pilote pour la région et le territoire national.

Questions

- Le biotope constitué par le miscanthus se rapproche de la forêt et celui du switchgrass de la steppe. Comment évolue la biodiversité suite à l'introduction du miscanthus et du swithgrass et dans quelles proportions ?
- Y a t il un risque d'apparition ou de renforcement de populations de ravageurs comme les taupins ?
- Comment concilier productivité des parcelles et biodiversité ?
- Peut-on facilement distinguer des évolutions ?

Financement

Cette étude est financée par la Région Centre, l'ONICG, la Chambre d'Agriculture et la SARL Champs d'Energies. L'Association Entomologique Tourangelle et Ligérienne contribue aussi grandement par le bénévolat de ses membres, compte tenu que seules les dépenses de matériel et de déplacement sont facturées.

2. METHODE

1. Les cultures de miscanthus et panicum, bref aperçu…

Les principales caractéristiques de ces cultures sont résumées par le tableau n°1. Un aspect marquant pour la biodiversité est le changement important de type de végétation qu'apportent ces deux cultures dans un agrosystéme. En mai, les talles atteignent quarante à cent vingt centimètres. En juin, la végétation devient plus dense et protège le sol des rayons du soleil et du vent. L'ombre entretient une fraîcheur favorable aux espèces prairiales et forestières. Dès la fin juin, la végétation devient imposante et culture s'apparente au milieu forestier pour le miscanthus et steppique dense pour le switchgrass. Comme seules les tiges sont récoltées fin mars la culture permet d'héberger toute une macrofaune durant l'hiver et ne comporte pas de risque de destruction des nidifications au printemps. Les résidus de feuilles restent au sol ce qui maintient la fraîcheur. L'absence de travail du sol contribue aussi à maintenir l'humidité. L'annexe n°2 présente en photographies ces cultures avec leur milieu d'origine avant implantation.

	Miscanthus giganteus	*Panicum virgatum* ou Switchgrass
Famille	Poacée	Poacée
Origine	Régions volcaniques de l'Est de l'Asie	Amérique du Nord
Mode d'implantation	Rhizome	Graine
Hauteur	2 à 4 m	Environ 2 m
Durée de vie	15-25 ans	10 ans
Adaptation au sol	Type terrain à maïs	Plupart des types de sols de préférence bien drainé et limoneux ou sableux
Production Indre et Loire	10 à 16 T MS/ha après 3 ans	10 à 12 T MS/ha après 2 ans
Superficie en Indre et Loire en Hectares en 2008	10	60

Tableau n° 1 : Présentation synthétique du *Miscanthus* et du Switchgrass.
D'après Defra, 2001 et Blade 2008.

2. Les sites des observations

Sur les dix sites disponibles, deux sont retenus pour leur représentativité en terme de système de culture et leur proximité pour les relevés. Une parcelle représentant l'occupation du sol avant l'introduction du miscanthus et du switchgrass est retenue comme témoin sur chaque site. La petite surface de chacune de ces cultures, de l'ordre d'un hectare, tend vers l'effet de lisière : la pénétration des espèces issues des milieux voisins devrait être plus forte que sur des grandes parcelles.

a) Site de Bueil en Touraine

Un sol dit « bournais » sur la commune de Bueil en Touraine est choisit comme représentatif des sols de gatines à vocation céréalière. C'est un sol limoneux argileux hydromorphe mis en valeur par un drainage. (Cf. annexe n°3) Les parcelles de Miscanthus et de Panicum sont contigües et d'une surface d'un hectare environ chacune.

Celle de Miscanthus est bordée :

- Sur sa longueur par la départementale D72. Au-delà, une culture de tournesol est implantée.
- Sur sa largeur elle est limitée par la départementale D2 avec au-delà une culture d'orge d'hiver servant de témoin.
- La longueur opposée est bordée par le Panicum.
- La largeur opposée est bordée par une culture d'orge d'hiver.

Celle du Panicum est bordée :

- Sur ses longueurs par le Miscanthus et un colza.
- Sur ses largeurs on retrouve les mêmes cultures que le Miscanthus.

Le témoin est une parcelle d'orge d'hiver, appartenant au même exploitant. Elle est située au nord sur une dizaine d'hectares et séparée des cultures pérennes par la D2 et deux fossés. Des façons culturales superficielles sont pratiquées avant l'implantation de la culture. Aucun insecticide n'a été épandu. Notons la présence d'un bois à proximité d'un angle de la parcelle de Miscanthus qui longe le témoin, séparé par la D72.

b) Site de Marray

Un sol dit « perruche » sur la commune de Marray est choisi comme représentatif des sols à petit potentiel. Ces sols sont soient mis en jachère ou soient cultivés selon les évolutions de la politique agricole commune. C'est un sol argilo limoneux siliceux avec une forte charge en cailloux et de fait usant pour le matériel. (Cf. annexe n°3)
Les parcelles de Miscanthus et de Panicum sont contigües d'une largeur d'un peu moins de 50 m et d'une longueur de 200 m. Elles sont bordées vers l'ouest par une culture de tournesol, à l'est par un blé, au sud par une haie rejoignant un bois distant d'une trentaine de mètres, puis au nord par un verger de pommiers à cidre.

Compte tenu que l'état d'origine était une jachère, la parcelle témoin choisie qui s'en rapproche le plus est une prairie naturelle, ensemencée depuis une quinzaine d'années. Elle est fauchée une fois par an et non pâturée. Le matelas végétal est extrêmement épais. Aucune autre intervention n'est pratiquée. Cette prairie appartient au même exploitant. Elle est positionnée à proximité des cultures. Sa surface est très modeste, moins d'un hectare.

c) Etat des cultures et de l'environnement

Le miscanthus est implanté depuis avril 2006 et le switchgrass depuis mai 2006. Depuis deux années, les parcelles n'ont pas reçu de fertilisant ni d'herbicide hormis lors de l'implantation.

On note une absence d'attaque de ravageurs et de maladies.

L'absence totale depuis l'implantation d'intervention phytosanitaire, d'apport d'engrais et de travail du sol en font des cultures d'exception en zone céréalière.

Le 15 juin, le Miscanthus mesure deux mètres et, le Panicum un mètre pour atteindre respectivement 3,5 et 2 m en fin de végétation. (Cf. annexe n°1 pour l'état de la végétation)

L'annexe n°4 présente des images satellites des des parcelles à deux échelles différentes. Dans les deux cas l'environnement est diversifié. Néanmoins le paysage du site de marray se rapproche du bocage (proximité de la fôret, d'un verger…), et celui de Bueil en Touraine est plus typique de la Gatine Tourangelle.

3. Le protocole de suivi

a) Le dispositif de piégeage

L'objectif est d'atteindre un nombre suffisant de captures afin de comparer les populations du témoin, du Miscanthus et du Panicum.

Pour cela une ligne de 5 pièges espacés de 5 m est placée dans les témoins et 2 lignes de 5 pièges, l'une dans le sens des rangs et l'autre en travers, dans le Miscanthus et le Panicum.
Le piège « dit de Barber » ou « pot piège » est un simple gobelet dans lequel on verse un peu d'un mélange eau, vinaigre, détergent et sel à forte dose comme conservateur. On pourrait à partir du dénombrement en déduire la population à l'hectare, sachant que le piège draine au moins 10m², mais ce n'est pas l'objectif de cette étude.

b) Les relevés

Les pièges placés le 5 mai ont été relevés toutes les deux semaines soit les 18 et 31 mai, 15 et 29 juin, 16 et 28 juillet, 10 et 24 août puis le 17 septembre, soient 9 relevés au total.
Certains gobelets sont parfois déterrés par les animaux. Leur effet limité n'a pas été pris en compte.

c) L'identification

L'identification se fait régulièrement après le relevé des pièges. Les espèces ne présentant pas de risque d'erreur d'identification sont comptées et éliminées. Les autres font l'objet d'un examen sous la loupe binoculaire. En cas de doute les espèces les plus difficiles sont transmises à un spécialiste via l'ETL.

4. L'interprétation des données

La biodiversité totale peut se définir comme la somme de la diversité intra parcellaire et de la diversité inter parcellaire. (Spataro, 2008)

a) La diversité intra parcellaire ou diversité α

(1) Le nombre d'individus

Le nombre d'individus permet d'avoir une estimation quantitative de l'état des populations. Avec la richesse spécifique, cet indicateur permet de calculer l'équitabilité des populations.

(2) La richesse spécifique (Rsp)

La diversité α s'apprécie par le nombre d'espèces qui existent dans un habitat ; c'est à dire la richesse spécifique. Elle permet d'avoir une estimation quantitative de la diversité des espèces. On la représentera par le cumul du nombre d'espèces capturées en fonction des dates de relevé des piéges. Cette représentation permet de visualiser l'évolution dynamique de la diversité et d'illustrer la colonisation du milieu. Elle permet aussi d'évaluer la robustesse de la mesure : le nombre d'espèces atteint-il un maximum au fil du temps ou bien est-il en constante évolution ?

(3) L'équitabilité (E)

La seule richesse spécifique ne permet pas toujours de bien décrire la diversité, un nombre identique d'espèces peut recouvrir des réalités très différentes selon leur répartition. Aussi est-il important de tenir compte de l'équitabilité : c'est-à-dire l'équilibre des populations présentes. Ici l'équitabilité sera mesurée par le rapport entre la diversité réelle calculée (H') ou indice de Shanon-Weaver et la diversité théorique maximale (Daget, 1976) soit :

$E = H'/\text{Log } S$
Ou $H' = 3{,}322\ [\ \text{Log } N - 1/N \sum qi \log qi\ ]$
Avec N : nombre total d'individus
Qi : nombre d'individus par espèces
S : richesse spécifique ou nombre total d'espèces

L'équitabilité tend vers 0 quand une espèce domine largement le peuplement et, est égale à 1 lorsque les espèces ont la même abondance. Cet indice permet de comparer des populations, il ne s'interprète pas en valeur absolue.

(4) Les espèces remarquables

Enfin certaines espèces sont-elles plus importantes que d'autres ? Ici il sera fait appel à l'expertise des entomologistes de l'ETL pour qualifier l'intérêt de la capture d'espèces remarquables.

Un intérêt particulier sera porté à la comparaison du nombre de captures de taupins selon les milieux.

Compte tenu que les témoins ne disposent que d'une seule ligne de pièges contre deux pour les cultures énergétiques, le nombre des individus capturés sur les témoins sera doublé pour faciliter les comparaisons.

b) La diversité β ou inter parcellaire

(1) L'indice de Sorensen

La diversité β mesure la diversité inter-habitat. Elle sera approchée ici par le calcul de l'indice de Sorensen (Sorensen, 1948) soit :

$$S = \frac{2c}{S1+S2}$$

avec S1 : nombre d'espèces dans le milieu 1
S2 : nombre d'espèces dans le milieu 2
C : nombre d'espèces communes aux 2 communautés

L'indice varie de 0 pas d'espèces communes à 1 les mêmes espèces sont présentes dans les deux milieux. Afin de mettre en avant le maximum de biodiversité et pour assurer une commodité de lecture, la diversité β sera appréciée par :

$$\beta = 1 - S$$

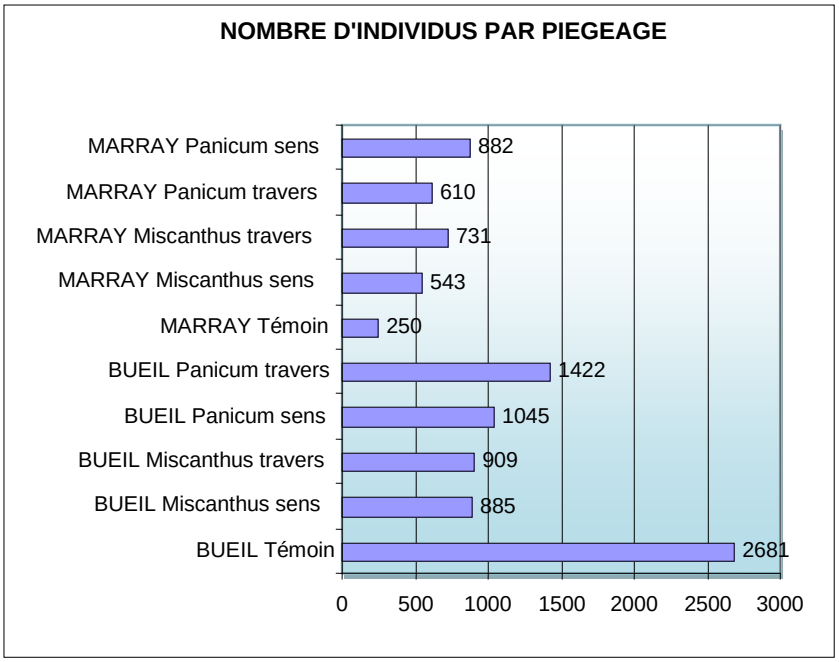
Cet indice sera calculé pour une station donnée (Bueil ou Marray) entre les milieux d'origine (l'orge ou la jachère) et la nouvelle culture. (switchgrass ou miscanthus) A titre indicatif, il sera aussi calculé pour un lieu donné pour le switchgrass et le miscanthus ; et à titre exploratoire entre les deux témoins afin d'avoir un ordre de grandeur de la diversité β dans une petite région naturelle pour une agrobiocènose.

3. RESULTATS

La liste des captures des espèces et des occurrences est consignée dans les tableaux en annexe n°3.

(1) Le nombre d'individus

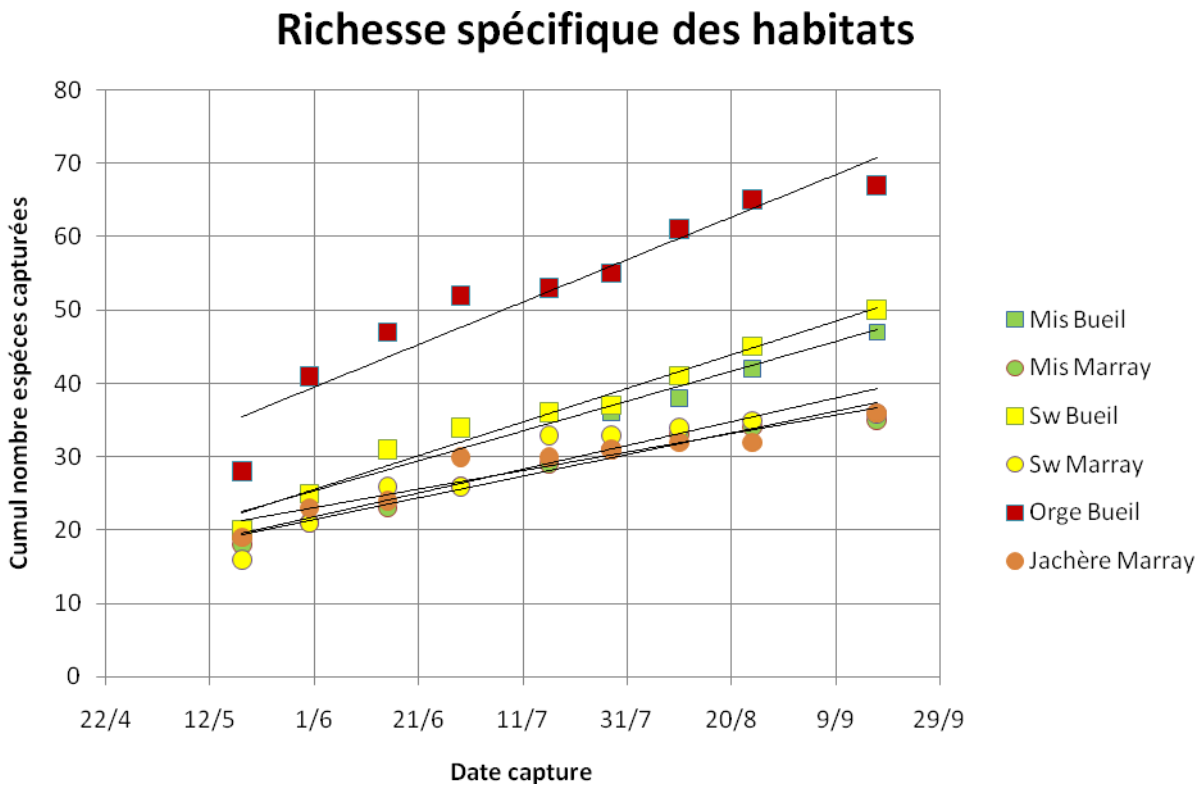
A Bueil-en-Touraine, juste après la récolte de la parcelle d'orge soit le 16 juillet, la ligne de pots a été retrouvée arrachée et la collecte était nulle. Le 28 juillet un passage de crover croop a un peu bousculé les gobelets. La collecte semble à peu près intacte. Les pièges ont été replacés en terre remuée, sans incident ensuite. L'absence de collecte le 16 juillet ne bouscule pas l'analyse générale compte tenu du nombre déjà largement supérieur d'individus sur cette station.
Le nombre d'individus par piégeage est présenté par le graphique n°1.



Graphique n°1 : Collecte par ligne de pièges

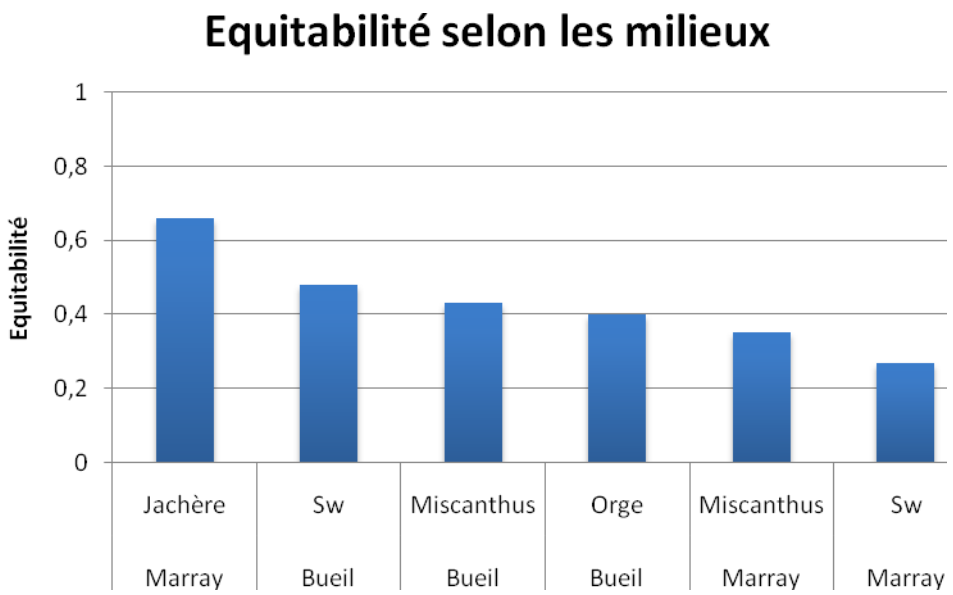
(2) La richesse spécifique Rsp

L'ETL a répertorié pour 70 espèces parmi environ 80 présentes en Touraine soit 87%.



Graphique n°2 : Richesse spécifique des habitats en cumulé selon la date de capture. Symbole carré pour la localité de Bueil et rond pour Marray.

(3) L'équitabilité



Lieu	Marray			Bueil en Touraine		
Culture	Jachère	Miscanthus	Switchgrass	Orge	Miscanthus	Switchgrass
Equitabilité	0,66	0,35	0,27	0,4	0,43	0,48

Graphique n°3 : équitabilité selon les milieux

(4) Les espèces remarquables

A ce jour, 80 espèces de Carabes et Carabiques fréquentent les cultures en région ligérienne. A quelques exceptions près, le répertoire de l'étude est en conformité avec les observations faites auparavant dans la région tourangelle.

Le dénombrement des espèces remarquables est donné par le tableau n°2. Deux grands carabes sont présents en nombre sur l'ensemble du site de Bueil-en-Touraine à la grande surprise des entomologistes de l'ETL :

- *Autocarabus auratus* (L., 1758), le Carabe doré
- *Morphocarabus monilis* (F., 1792), le Carabe à collier.

Le premier reste relativement commun mais le second se fait de plus en plus rare, alors qu'il était particulièrement abondant autrefois sur les sols calcaires notamment. La présence de ces deux espèces apporte la preuve d'une chaîne alimentaire fonctionnant complètement.

Morphocarabus monilis est un excellent indicateur des agrobiocénoses. Sa présence en nombre à Bueil révèle des méthodes culturales des plus respectueuses de l'environnement tant ce Carabe est sensible aux intrants. C'est un constat très positif pour le miscanthus et le switchgrass.
Pterostichus madidus (L., 1755) : typiquement forestier qui arrive dans la culture de Miscanthus et de Switchgrass à Bueil en Touraine.
Callistus lunatus (L., 1755): réputé des milieux frais, il n'a pas été capturé depuis 1948 en Indre et Loire. Il réapparait dans le miscanthus à Bueil en Touraine.
Harpalus sulphuripes (Germ, 1824) : espèce des prairies sèches, peu commune présente à Bueil en Touraine et à Marray dans les témoins.

Lieu	Bueil en Touraine			Marray		
Culture	Orge	Switchgrass	Miscanthus	Jachère	Switchgrass	Miscanthus
Autocarabus auratus	4				6	8
Callistus lunatus			2			
Harpalus sulphuripes	52			26		
Morphocarabus monilis	14	102	120			
Pterostisus madidus	2	6	6			

Tableau n°2 : dénombrement des espèces remarquables

Lieu	Bueil en Touraine			Marray		
Culture	Orge	Switchgrass	Miscanthus	Jachère	Switchgrass	Miscanthus
Agriotes sp	28	8	5	12	6	10
Athous sp	8	10	6		4	4
Total	36	18	11	12	10	14

Tableau n°3 : dénombrement des taupins du genre *Agriotes* et *Athous*
L'examen du tableau n°3 fait apparaître que le miscanthus et le switchgrass sont des plantes hôtes des taupins du genre *Agriotes* et *Athous* au même titre que les témoins.

b) La diversité β

(1) L'indice de Sorensen S

- Sur le site de Bueil en Touraine

Nombre d'espèces dans l'orge	67
Nombre d'espèces dans le miscanthus	47
Nombre d'espèces communes	30
1 - S : orge/miscanthus	0,74

Nombre d'espèces dans l'orge	67
Nombre d'espèces dans le switchgrass	50
Nombre d'espèces communes	31
1 – S : orge/switchgrass	0,73

Nombre d'espèces dans le miscanthus	47
Nombre d'espèces dans le switchgrass	50
Nombre d'espèces communes	29
1-S : miscanthus/switchgrass	0,40

- Sur le site de Marray

Nombre d'espèces dans la jachère	36
Nombre d'espèces dans le miscanthus	35
Nombre d'espèces communes	12
1-S : jachère/miscanthus	0,66

Nombre d'espèces dans la jachère	36
Nombre d'espèces dans le switchgrass	36
Nombre d'espèces communes	12
1-S : jachère/switchgrass	0,67

Nombre d'espèces dans le miscanthus	35
Nombre d'espèces dans le switchgrass	36
Nombre d'espèces communes	17
1-S : miscanthus/switchgrass	0,52

- Approche inter site entre l'orge et la jachère

Nombre d'espèces dans la jachère	36
Nombre d'espèces dans l'orge	67
Nombre d'espèces communes	20
1-S : jachère/miscanthus	0,61

4. DISCUSSION

Les agrosystèmes maintiennent difficilement l'équilibre entre les espèces. Le renouvellement annuel de l'écosystème d'un sol cultivé fait disparaître temporairement les espèces auxiliaires qui ne trouvent pas les refuges indispensables à leur survie et la ressource alimentaire dédiée. Le corollaire est l'explosion des phytophages, inféodés à la nouvelle culture, qui se multiplient faute de prédateurs voisins suffisants, capables d'enrayer l'invasion. Ils sont alors contrôlés par les interventions culturales et notamment les biocides.
Ainsi un environnement équilibré prévient l'apparition de populations de ravageurs. C'est pourquoi le milieu immédiat et les méthodes culturales ont une grande importance dans le maintien d'un certain équilibre biocénotique de l'agrosystème. Il convient d'organiser les « ponts » favorables aux auxiliaires à proximité des cultures. C'est le rôle de bandes enherbées, des haies, des chemins creux, des petits bosquets ou encore des mares.
Le miscanthus et le switchgrass sont actuellement sur notre territoire sans ravageurs. Peu de plantes cultivées se trouvent dans ce cas et c'est une grande chance. Tout doit être fait pour que cette situation se maintienne. Nous ne sommes pas à l'abri d'une mauvaise surprise car les ravageurs locaux peuvent s'adapter à ces végétaux importés. Le risque provient des espèces inféodées aux Poacées ou, au moins, qui s'en nourrissent. La liste exhaustive pourrait être très longue. Parmi les insectes il ne faut pas oublier les larves de plusieurs espèces de Hannetons, de Taupins, de Noctuelles et de Tipules. Toutes sont capables de dégâts importants et souvent peu visibles. La Pyrale du maïs est un lépidoptère polyphage que l'on retrouve parfois sur haricot, jeunes tiges de peupliers, etc... Elle pourrait bien trouver dans le Miscanthus une plante hôte supplémentaire. Les Nématodes, principalement les Pratylenchus qui affectent les blés en terrains pauvres en matière organique, peuvent s'ajouter à la liste. Enfin parmi les champignons se développent des Fusarium sur le maïs et le blé, des Poacées.
En tout état de cause, il faut retarder le plus longtemps possible l'application de pesticides.

1. L'approche de la biodiversité intra parcelle

Les entomologistes de l'ETL ont répertorié 9 956 carabes et carabiques et deux situations très contrastées apparaissent (cf. graphique n°1) :

- A Bueil-en-Touraine le nombre très important d'individus (2681) dans le témoin orge s'oppose surtout à celui du Miscanthus en le dépassant de près du triple avec 897 captures. Ce dépassement est moindre pour le Panicum avec près du double soit 1233 captures. Il faut voir dans cette différence la conséquence de l'ombre apportée dans le Miscanthus. Peu d'espèces sont ombrophiles. Il s'en suit le déséquilibre constaté.
- A Marray, le nombre très faible de captures dans le témoin est lié à la nature du couvert végétal et à la pauvreté du terrain. Les captures dans le Miscanthus y sont de plus du double. Pour le Panicum, la différence est encore plus grande soit trois fois plus.

L'analyse du cumul du nombre d'espèces piégées par milieux (cf. graphique n°2), ne fait pas apparaître une asymptote mais un accroissement linéaire du nombre d'espèces capturées, en fonction du nombre de dates de piégeage. Ainsi il ne nous est pas possible de conclure avec certitude sur le nombre total d'espèces que peut héberger chacune des situations et donc de leur richesse spécifique. Pour cela, il aurait fallu continuer le piégeage jusqu'à la stabilisation du cumul du nombre d'espèces. Néanmoins ce type d'évolution témoigne que l'ensemble des milieux étudiés sont, sur la période considérée, perméables à la colonisation par de nouvelles espèces d'insectes.

S'il n'est pas possible avec certitude de comparer dans l'absolu la richesse spécifique des milieux il est néanmoins possible compte tenu du parallélisme des droites de régressions de comparer les milieux entre eux. Ainsi trois groupes de droites se distinguent aisément :

- La parcelle d'orge à Bueil avec une richesse spécifique remarquable probablement liée à la proximité d'un fossé, d'un bois et à la conduite « très » raisonnée de la parcelle : avec le quasi-abandon de l'emploi d'insecticides sur la parcelle mais aussi sur l'exploitation par l'agriculteur.

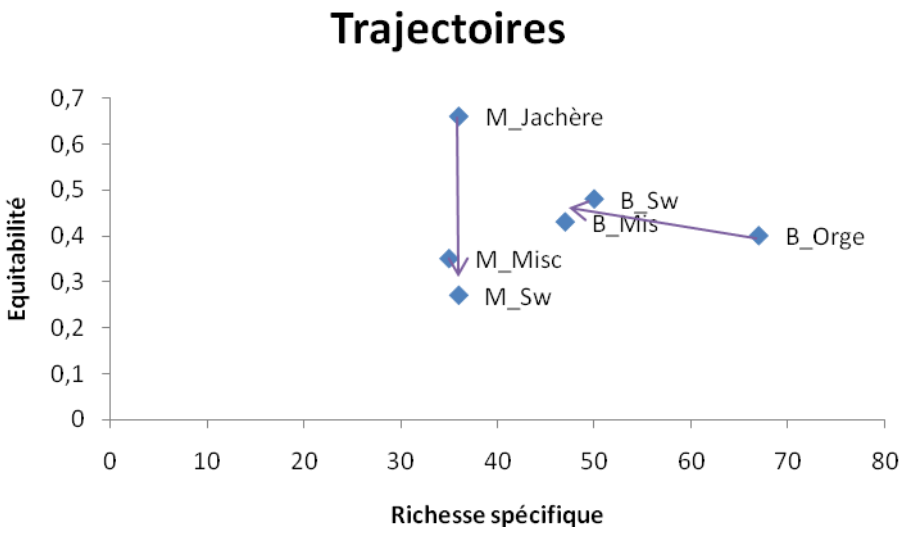
- Les cultures de switchgrass et de miscanthus à Bueil

- L'ensemble des milieux liés à la localité de Marray

Ainsi il apparaît au niveau de la richesse spécifique un effet lieu prépondérant et une singularité liée à la culture d'orge sur le site de Bueil en Touraine.

Le graphique n°3 présente les équitabilités selon les différents milieux. Logiquement la parcelle de jachère à Marray qui est la parcelle la plus ancienne avec le minimum d'interventions anthropiques présente le meilleur équilibre des populations et donc l'équitabilité la plus forte. Ensuite les différentes valeurs ne permettent pas d'établir une hiérarchie entre les cultures, on peut simplement mettre en avant ici encore l'importance du lieu.

Le graphique n°6 représente l'impact de l'introduction des cultures de miscanthus et de switchgrass vis à vis du milieu d'origine sur la richesse spécifique et l'équitabilité.



Graphique n°6 : évolution des richesses spécifiques et équitabilité suite à l'introduction du miscanthus et du panicum.

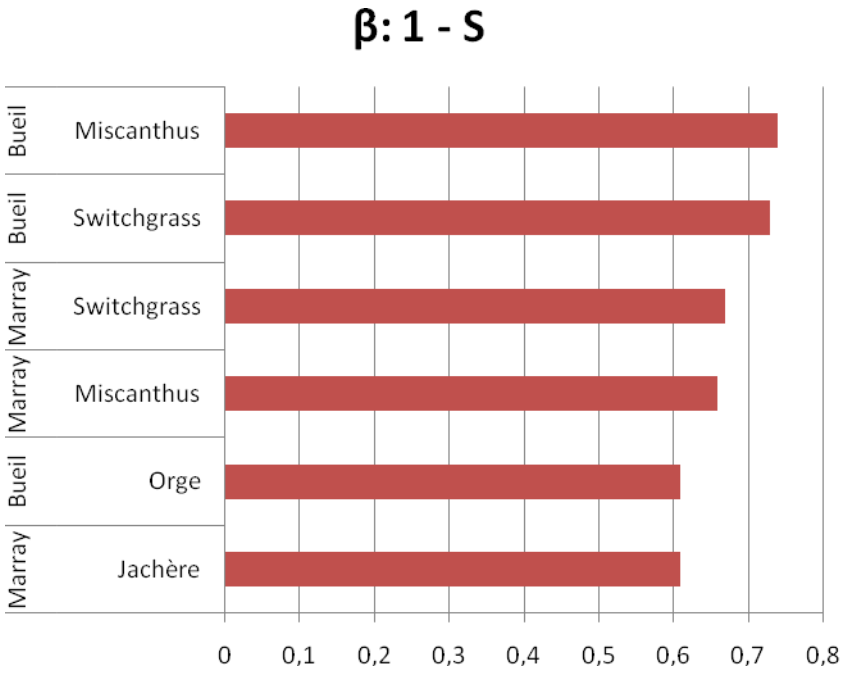
Dans le cas du site de Marray l'introduction du panicum et du miscanthus se traduit par une baisse de l'équitabilité et une conservation de la richesse spécifique. A l'inverse sur le site de Bueil en Touraine, l'introduction des cultures se traduit par un maintien voire une légère hausse de l'équitabilité et une baisse de la richesse spécifique. On ne note pas de différence entre l'introduction du miscanthus ou du switchgrass. La modification du milieu suite à l'introduction des ces nouvelles cultures a un impact très différent selon le lieu et il est donc impossible de conclure sur ces seuls indicateurs.

La présence de *Autocarabus auratus* (L., 1758), le Carabe doré *Morphocarabus monilis* (F., 1792), le Carabe à collier et de *Morphocarabus monilis* dans les parcelles de miscanthus et de switchgrass est très positive et prouve que ces milieux ont déjà acquis une naturalité certaine.
La présence *Pterostichus madidus* (L., 1755) typiquement forestier et ombrophile qui arrive dans la culture de Miscanthus et de Switchgrass à Bueil en Touraine interroge sur l'évolution de la colonisation de ces milieux dans le temps. Elle ne fréquente pas l'orge, céréale trop courte pour entretenir l'humidité dont aurait besoin cette espèce. De même *Callistus lunatus* (L., 1755) réputé des milieux frais qui n'a pas été capturé depuis 1948 en Indre et Loire et qui réapparait dans le miscanthus à Bueil en Touraine confirme cette évolution. Enfin *Harpalus sulphuripes* (Germ, 1824) espèce des prairies sèches et présente uniquement dans les témoins à Bueil en Touraine et à Marray achève de confirmer la réalité de l'impact du changement des milieux engendré par l'introduction du miscanthus et du switchgrass.

D'autres grands Carabes visitent les champs cultivés : comme le Procruste chagriné [(*Procrustes coriaceus* (L.), le plus gros de nos carabes] qui a pratiquement disparu de la plupart des espaces cultivés. Le Carabe à problèmes ou incertain, [(*Carabus problematicus* (Herbst)]. On aurait pu les rencontrer dans ce milieu agricole. Ils sont des indicateurs intéressants de naturalité, lorsqu'ils sont repérés dans les cultures. Ils sont le gage d'une pluralité d'espaces paysagés différenciés, comme les bosquets, les haies, les chemins ombragés, la multiplication et la diversification des cultures, la diminution des parcellaires, etc. Ces deux carabes n'ont pas été trouvés sur les sites étudiés.
Fait important l'absence de capture d'insectes exogènes inconnus sur la zone.
Concernant les taupins le tableau n°3 montre que ces deux nouvelles cultures sont des plantes hôtes au même titre que l'orge et la prairie. Il n'y aurait donc pas lieu de s'alarmer sur ce point.

2. L'approche de la diversité inter parcellaire

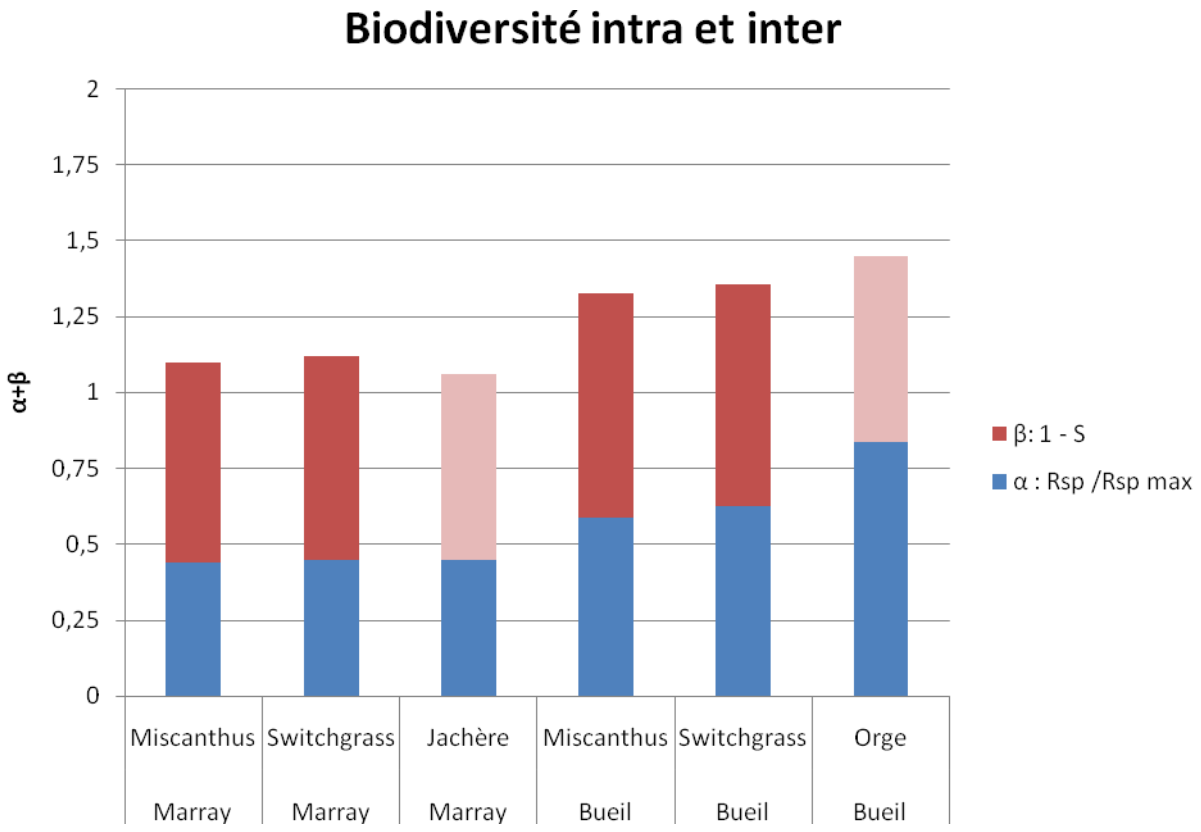
L'analyse du graphique n°7 montre que les cultures de miscanthus et panicum participent à l'augmentation de la diversité inter parcellaire mais que cette augmentation reste modeste. La diversité entre les parcelles de miscanthus et de panicum de l'ordre de 0,42 à 0,5 prouve que ces deux espèces apportent chacune à la biodiversité sur un territoire. Il aurait été intéressant d'intégrer dans cette étude un milieu forestier afin d'approcher la biodiversité entre différents écosystèmes.



Graphique n°7 : Mise en évidence de la biodiversité inter parcellaire.

3. La biodiversité globale : intra et inter parcelles

Le graphique n°8 présente l'addition des biodiversités alpha et béta ou intra et inter parcelles.
A notre grande surprise il n'en ressort pas un effet culture mais un effet lieu. C'est sans doute là le grand enseignement de cette étude : la préservation de la biodiversité passe par la préservation des milieux et de leur imbrication favorisée par des pratiques agricoles « douces ».



Graphique n°8 : Biodiversité intra et inter

CONCLUSION et RECOMMANDATIONS

Le Miscanthus et le switchgrass déjà connue sur notre territoire comme plantes ornementales étaient inconnus dans les systèmes de grandes cultures il y trois années. Le biotope constitué par le miscanthus se rapproche de la forêt et celui du switchgrass de la steppe.

L'introduction de ces plantes n'est pas neutre vis à vis de l'évolution des populations d'insectes. Les impacts du miscanthus et du switchgrass sont globalement les mêmes pour un lieu donné.
L'effet lieu est prépondérant et nous pouvons conclure que l'introduction de ces cultures nouvelles n'est pas un inconvénient en soi. L'enjeu de cette introduction réside dans l'agencement des surfaces parcellaires.

Ainsi les recommandations d'usages s'appliquent à ces cultures comme le fait de limiter la taille des parcelles à moins de 10 à 12 hectares. De favoriser les bordures les plus diverses pour favoriser les échanges via les écotones.

Il doit être possible de concilier productivité des parcelles et biodiversité en ménageant des bandes intercalaires de cultures annuelles ou de pairies, d'une largeur minimale de trois métres, pour découper des parcelles de miscanthus ou de switchgrass de 6 à 8 hectares.
Ces bandes peuvent alors servir de :

- zones de « débardage » des bottes lors de la récolte
- corridors de chasse en cas de forte pression du grand gibier,
- coupe feu en cas d'embrassements de parcelles,
- zones d'intégration paysagères
- transition le long de court d'eau

Il est proposé que la profession agricole puisse mettre en place ces pratiques sur une base volontaire, via le respect d'une charte de production qui reste à définir selon les propositions ci dessus.

Enfin pour affiner les préconisations, il serait souhaitable de confirmer les résultats de cette étude sur une autre année pour analyser l'effet temps. De reconduire cette méthodologie sur d'autres sites différents pour confirmer l'importance de l'effet lieu, et enfin d'enrichir cette étude entomologique par une étude paysagère afin de faire le lien entre la biodiversité mesurée et la biodiversité perçue.

Cette charte de production pourrait permettre au miscanthus et switchgrass de s'inscrirent dans la notion de corridor écologique. Celle ci fut reprise en 2007 par le grenelle de l'environnement sous forme d'une trame verte. Ainsi ces cultures peuvent être les instruments d'un aménagement durable du territoire. Pour cela, il est souhaitable que le miscanthus et le switchgrass soient reconnus comme éligible en bordure de cours d'eau. De même, l'implantation peut aussi se réflechir via les documents d'urbanisme et les schémas d'infrastructures.

Ce sont des opportunités de complémentarité entre les trames vertes et bleue.

BIBLIOGRAPHIE

Picard, G (1997-2004). La diversité au travers des populations de carabes et de limaces en Indre et Loire. Synthèses d'études réalisées entre 1997 et 2004. Document interne équipe agronomie Chambre d'Agriculture Indre et Loire, 26 pp.

Semere, T et Slater F.M (2007). Ground flora, small mammal and bird diversity in miscanthus and reed canary-grass fields. Biomass and Bioenergy 31 : 20 – 29.

Semere, T et Slater F.M (2007). Invertebrate populations in miscanthus and reed canary-grass. Biomass and Bioenergy 31 : 30 – 39.

DEFRA (2001). Planting and growing miscanthus. PB No. 5424, 18 pp.

BLADE (2008). Planting and mamaging switchgrass. Ceres 1005.1, 18 pp.

Spataro, T (2008). Définitions et mesure de la biodiversité. Cours INA PG , 24 pp.

Daget, J (1976). Les modèles mathématiques en écologie. Collection d'écologie 8ème édition. Masson éditeur, 196 pp.

Sørensen, T.A. (1948) A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Biologiske Skrifter, 5, 1–34.

Ward K.E. et Ward R.N.(2001). Diversity and abundance of carabid beetles in short-rotation plantings of sweetgum, maize and switchgrass in Alabama, Agroforestry Systems, 53, 3, p. 261-267.

ANNEXE 1 : Lettre fédération départementale de la Chasse d'Indre et Loire

FÉDÉRATION DES CHASSEURS D'INDRE-ET-LOIRE

Groupement de Développement Agricole
13 rue du 11 novembre 1918
37370 NEUVY-LE-ROI

le 27 novembre 2006

Nos Réf. JMP/GL
O:\Technicien\TECHNIQUE2006\Aménagements\Jachères\GDANEUVY1106.doc

Monsieur,

Nous faisons suite à la visite de notre Technicien, Monsieur POUPINEAU avec des responsables de votre Groupement sur certaines parcelles plantées et semées en « panic » et « miscanthus ».

Nous vous informons que cette initiative semble intéressante et devrait permettre d'améliorer la diversité des cultures et apporter un couvert végétal haut, favorable à de nombreuses espèces (gibier ou non).

Pour cerner au mieux l'attractivité de ces cultures, nous vous proposons un suivi mensuel par battue à blanc (quelques rabatteurs et postés). Ces opérations pourraient se dérouler de décembre 2006 à mars 2007 (soit 4 passages).

D'autre part, nous vous proposons de faire un suivi de certaines parcelles par une stagiaire en BTA « gestion de la faune sauvage » de Vendôme, avec un protocole à déterminer. Les frais de stage seront pris en charge par notre organisme.

Nous vous prions de croire, Monsieur, en l'expression de nos sincères salutations.

Le Président,

Alain BELLOY

9, impasse heurteloup – BP 1215 – 37012 TOURS cedex 1 – ☎ 02.47.05.65.25 – Fax. 02.47.64.56.46
Bureaux ouverts du lundi au vendredi, de 9 à 17 heures – Fermeture le dernier mardi du mois de 14 à 16 heures

ANNEXE 2 : PHOTOGRAPHIES CULTURES

Site de Bueil en Touraine - 5 mai 2009 - Pose des pièges
De gauche à droite : miscanthus, switchgrass, orge

Site de Marray - 5 mai 2009 - Pose des pièges
De gauche à droite : Switchgrass et miscanthus puis jachère

Site de Bueil en Touraine - 2 juin 2009
De gauche à droite : switchgrass, miscanthus, orge

Site de Marray - 2 juin 2009
De gauche à droite : Switchgrass et miscanthus puis jachère

Site de Bueil en Touraine - 29 juillet 2009
De haut en bas : orge, vue de dessous : miscanthus puis switchgrass

Site de Marray - 29 juillet 2009
De haut en bas : tournesol, switchgrass puis miscanthus

13 mars 2009 - Récolte
De gauche à droite : miscanthus, switchgrass, récolte expérimentale

Site de Marray - Prélèvement de sol
De gauche à droite : horizons 0-30 cm ; 30-60 cm ; 60-90 cm

ANNEXE 3 : PRESENTATION DES CARACTERISTIQUES DES PARCELLES

MARRAY		
Cultures présentes sur la parcelle	**MISCANTHUS et SWITCHGRASS**	

Identification de l'essai		
Organisme	CHAMBRE AGRICULTURE 37	
Responsable	Christophe Bersonnet	
Expérimentateur	Alain Thomas	
Site	La Fromagerie	
Commune	Marray	
Code Postal	37370	
Chez	Michel Guillier	Si essai chez agriculteur
Adresse	La Fromagerie	
Parcelle (nom)	La Fromagerie	
Nom Station météo la plus proche	Parcay meslay	
Commune	Marray	

La parcelle		
Situation Topographique	Coteaux	vallée, coteaux…
Intensité de la pente	7	de 1 (nulle) à 9 (très forte)
Position de l'essai dans la pente	mi pente	
Altitude parcelle (m)	138	
Culture précédente	jachère	
Enfouissement des résidus	oui	oui/non
Culture antéprécédente	jachère	
Enfouissement des résidus	oui	oui/non
Interculture		Préciser l'espèce
Fréquence d'apport de fumure organique		1an / X
Nombre d'année depuis dernier retournement de prairie		
Existence d'une prairie comme précédent		oui/non
Durée de la prairie en place		en années

Le sol		
Type de sol	Argilo limoneux siliceux	Selon triangle des textures
Appellation locale du sol	Perruche	
Profondeur exploitable par les racines (cm)	60	
Obstacle à l'enracinement	Argile a silx à 60 cm	
Sensibilité à l'excès d'eau	8	de 1 (nulle) à 9 (très forte)
Sensibilité à la sécheresse	8	de 1 (nulle) à 9 (très forte)
Profondeur traces hydromorphie (cm)	Entre 30 et 60	
Sensibilité à la battance (indice si connu)	1,37	de 1 (nulle) à 9 (très forte)
Drainage (oui/non)	non	
Type de travail du sol (profond)	labour	

Analyse Physique de surface	
% argile	21,4
% limons fins	13,2
% limons grossiers	16,2
% sables fins	40,9
% sables grossiers	8,3
% cailloux	25
% matière organique	carbone organique 9,63 g/kg
pH	7,73
Réserve Hydrique	
Réserve utile (mm)	76,5
RFU (% RU)	51

BUEIL EN TOURAINE

Cultures présentes sur la parcelle — **MISCANTHUS et SWITCHGRASS**

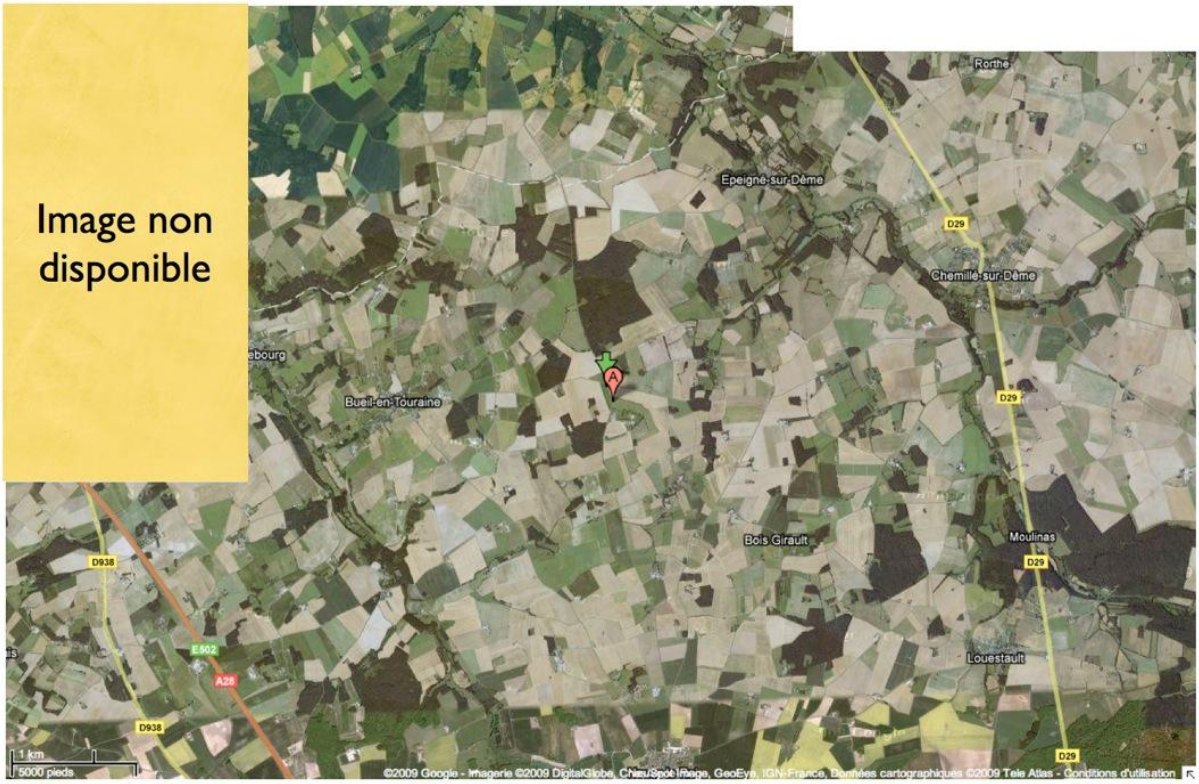
Identification de l'essai		
Organisme	CHAMBRE AGRICULTURE 37	
Responsable	Christophe Bersonnet	
Expérimentateur	Alain Thomas	
Site		
Commune	Bueil en Touraine	
Code Postal	37370	
Chez	Franck Fournier	Si essai chez agriculteur
Adresse	Les Blanchardières	
Parcelle (nom)		
Nom Station météo la plus proche	Parcay meslay	
Commune	Bueil en Touraine	

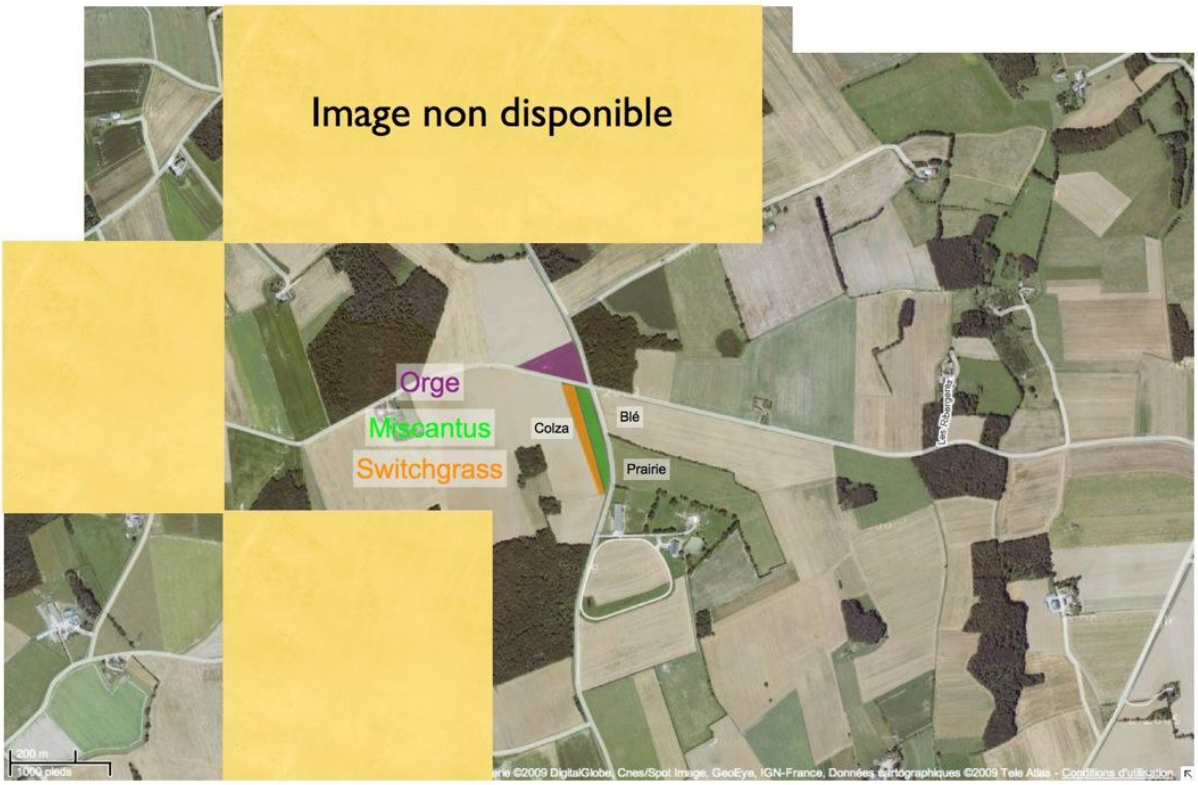
La parcelle		
Situation Topographique	plaine	vallée, coteaux…
Intensité de la pente	1	de 1 (nulle) à 9 (très forte)
Position de l'essai dans la pente		
Altitude parcelle (m)	116	
Culture précédente	Céréales	
Enfouissement des résidus	oui	oui/non
Culture antéprécédente	Céréales	
Enfouissement des résidus	oui	oui/non
Interculture		Préciser l'espèce
Fréquence d'apport de fumure organique		1an / X
Nombre d'année depuis dernier retournement de prairie		
Existence d'une prairie comme précédent		oui/non
Durée de la prairie en place		en années

Le sol		
Type de sol	Limon moyen	Selon triangle des textures
Appellation locale du sol	Bournais battant	
Profondeur exploitable par les racines (cm)	60	
Obstacle à l'enracinement	Argile 80 cm	
Sensibilité à l'excès d'eau	7	de 1 (nulle) à 9 (très forte)
Sensibilité à la sécheresse	7	de 1 (nulle) à 9 (très forte)
Profondeur traces hydromorphie (cm)	Entre 30 et 60	
Sensibilité à la battance (indice si connu)	5,29	de 1 (nulle) à 9 (très forte)
Drainage (oui/non)	oui	
Type de travail du sol (profond)	labour	
Analyse Physique de surface		
% argile	13,6	
% limons fins	33,2	
% limons grossiers	37,8	
% sables fins	10,3	
% sables grossiers	5,3	
% cailloux	0	
% matière organique	carbone organique 9,12 g/kg	
pH	7,34	
Réserve Hydrique		
Réserve utile (mm)	96	
RFU (% RU)	64	

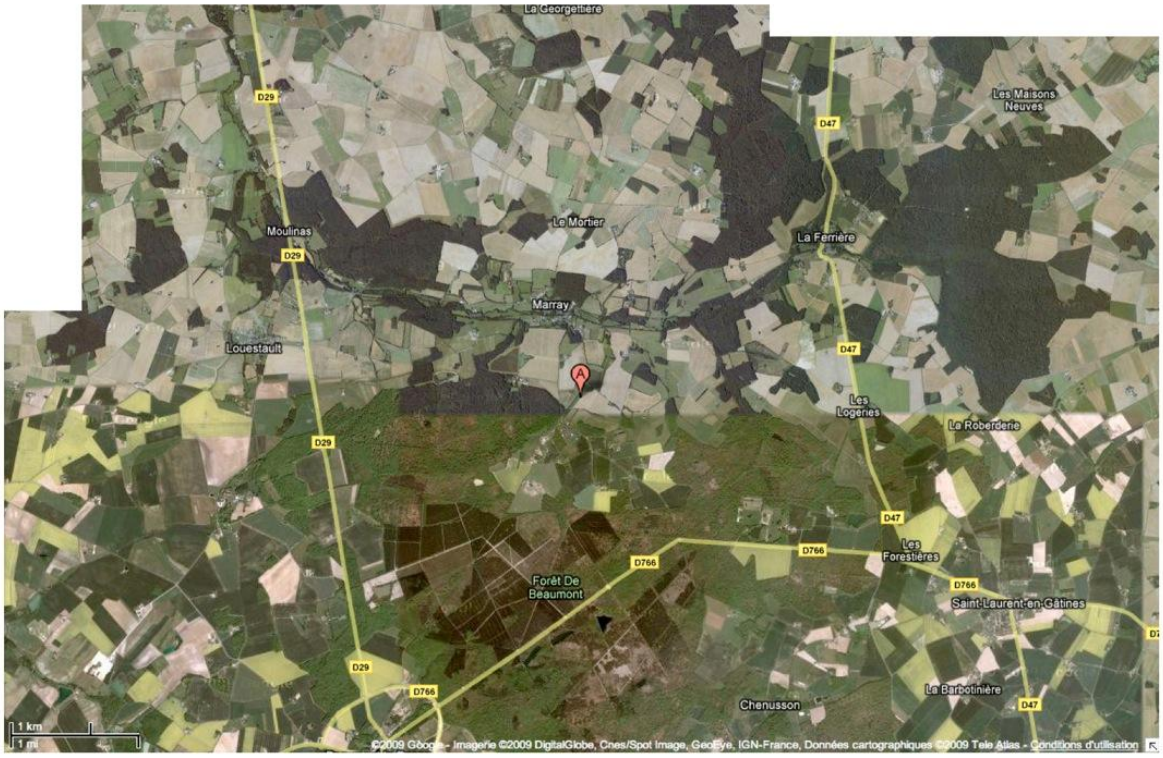
ANNEXE 4 : IMAGES SATELLITES

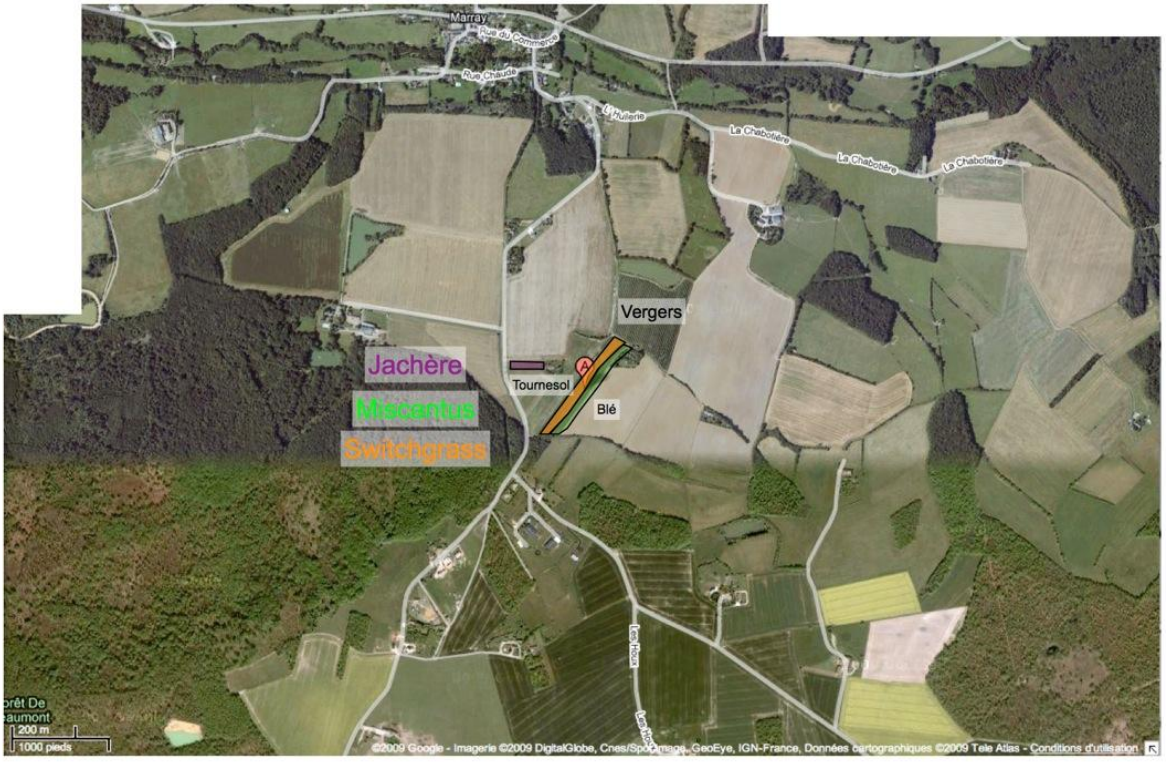
Site de Bueil en Touraine





Site de Marray





ANNEXE 5 : RELEVE PIEGEAGES

Bueil en Touraine, Miscanthus

GENRE	ESPECE	Bord	interne	Total général
Harpalus	rufipes	630	359	989
Poecilus	cupreus	95	351	446
Morphocarabus	monilis	68	52	120
Autocarabus	auratus	30	74	104
Platynus (Anchomenus)	dorsalis	30	2	32
Silpha	carinata	18	11	29
Archicarabus	nemoralis		17	17
Loricera	pilicornis	11	5	16
Silpha	tristis	10	6	16
Ocypus	olens	1	9	10
Bembidion(Metallina)	lampros	8		8
Necrophorus	vespillo		8	8
Athous	haemorrhoïdalis	3	3	6
Pterostichus	madidus	3	3	6
Agonum	muelleri	5		5
Calathus	fuscipes	1	4	5
Harpalus	distinguendus	3	2	5
Agriotes	ustulatus	2	2	4
Cicindela	campestris	4		4
Harpalus	griseus	2	2	4
Pterostichus	melanarius = vulgare L.	3	1	4
Bembidion	quadrimaculatum		3	3
Notiophilus	biguttatus	3		3
Notiophilus	quadripunctatus	2	1	3
Trechus	quadristriatus	2	1	3
Amara	aenea	2		2
Amara(Zezea)	kulti		2	2
Asaphidion	stierlini	2		2
Callistus	lunatus	2		2
Demetrias	atricapillus	2		2
Harpalus	affinis	2		2
Nebria	salina	1	1	2
Notiophilus	aquaticus	1	1	2
Notiophilus	palustris	1	1	2
Stomis	pumicatus	2		2
Tetartopeus=Lathrobium	fulvipenne	2		2
Agriotes	pallidulus	1		1
Amara (Bradytus)	apricaria		1	1
Badister	bipustulatus		1	1
Byrrhus	fasciatus	1		1
Choleva	angustata		1	1
Dermestes	mustelinus	1		1
Harpalus(metophonus)	melleti		1	1
Lampyris	noctiluca		1	1
Sphaeridium	scarabaeoïdes	1		1
Stenus	ater	1		1
Xantholinus	linearis	1		1
	Total général	**957**	**926**	**1883**
	Total espèces	**38**	**30**	**47**

Bueil en Touraine, Switchgrass

GENRE	ESPECE	Bord	interne	Total général
Harpalus	rufipes	669	607	1276
Poecilus	cupreus	298	271	569
Autocarabus	auratus	124	59	183
Platynus (Anchomenus)	dorsalis	144	30	174
Silpha	carinata	28	102	130
Silpha	tristis	14	105	119
Morphocarabus	monilis	47	55	102
Pterostichus	melanarius = vulgare L.	61	4	65
Bembidion(Metallina)	lampros	39	2	41
Loricera	pilicornis	13	3	16
Athous	haemorrhoïdalis	2	8	10
Trichophya	pilicornis	6	4	10
Ocypus	olens	3	6	9
Nargus	velox	5	2	7
Agriotes	ustulatus	4	2	6
Notiophilus	aquaticus	4	2	6
Pterostichus	madidus	4	2	6
Tachyporus	tersus	6		6
Notiophilus	biguttatus	2	3	5
Agonum	muelleri	3	1	4
Necrophorus	vespillo		4	4
Notiophilus	quadripunctatus	4		4
Amara	aenea	2	1	3
Anthobium (=Sepedophilus)	marshami		3	3
Asaphidion	stierlini	1	2	3
Microlestes	minutulus	2		2
Nebria	brevicollis	2		2
Nebria	salina	2		2
Xantholinus	longiventris	1	1	2
Agriotes	acuminatus		1	1
Agriotes	pallidulus		1	1
Amara (Bradytus)	apricaria		1	1
Badister	bipustulatus	1		1
Byrrhus	pilula	1		1
Calathus	erratus		1	1
Catops	tristis		1	1
Coccinella	septempunctata		1	1
Dermestes	mustelinus	1		1
Harpalus	distinguendus	1		1
Harpalus(Ophonus/Metophonus)	puncticeps		1	1
Hister	quadrimaculatus		1	1
Leucoparyphus	silphoides		1	1
Nargus	wilkini	1		1
Ocypus	ophtalmicus		1	1
Paederus	caligatus	1		1
Phosphuga	atrata	1		1
Quedius	molochinus	1		1
Quedius	semiaeneus		1	1
Stomis	pumicatus		1	1
Trechus	quadristriatus		1	1
	Total général	**1498**	**1292**	**2790**
	Total espèces	**35**	**37**	**50**

Bueil en Touraine, Orge

GENRE	ESPECE	Total général
Poecilus	cupreus	1529
Harpalus	rufipes	509
Platynus (Anchomenus)	dorsalis	127
Asaphidion	stierlini	67
Bembidion(Metallina)	lampros	63
Harpalus	affinis	55
Amara	aenea	44
Harpalus	sulphuripes	26
Pterostichus	melanarius = vulgare L.	26
Agriotes	ustulatus	13
Brachinus	sclopeta	13
Notiophilus	biguttatus	12
Hister	quadrimaculatus	11
Leistus	spinibarbis	11
Stenolophus	teutonus	11
Tachyporus	hypnorum	11
Agonum	muelleri	10
Nebria	salina	10
Harpalus	distinguendus	9
Loricera	pilicornis	9
Silpha	tristis	8
Brachinus	explodens	7
Morphocarabus	monilis	7
Necrophorus	vespillo	5
Harpalus	rubripes	4
Tachyporus	tersus	4
Amara(Zezea)	kulti	3
Anisodactylus	signatus	3
Athous	haemorrhoïdalis	3
Diachromus	germanus	3
Anisodactylus	binotatus	2
Autocarabus	auratus	2
Bembidion	quadrimaculatum	2
Calathus	fuscipes	2
Harpalus	puncticollis	2
Microlestes	minutulus	2
Tachyporus	pusillus	2
Trechus	quadristriatus	2
Agriotes	pallidulus	1
Amara	eurynota	1
Amara	montivaga	1
Amara	nitida	1
Amara(Zezea)	plebeja	1
Archicarabus	nemoralis	1
Athous	subfuscus	1
Badister	meridionalis	1
Brachinus	ganglbaueri	1
Cephalota	eiselti	1
Dermestes	mustelinus	1
Harpalus	attenuatus	1
Harpalus	cupreus	1
Harpalus	griseus	1

Harpalus	luteicornis	1
Harpalus(Ophonus)	ardosiacus = diffinis	1
Harpalus(Ophonus)	diffinis (=ardosiacus)	1
Harpalus(Ophonus/Metophonus)	puncticeps	1
Leptolinus	nothus	1
Meloe	proscarabeus	1
Nargus	velox	1
Notiophilus	aquaticus	1
Notiophilus	quadripunctatus	1
Oxytelus	rugosus	1
Phosphuga	atrata	1
Pterostichus	madidus	1
Quedius	semiaeneus	1
Stenolophus	skrimshiranus	1
Tanymecus	palliatus	1
	Total général	**2658**
	Total espèces	**67**

Marray, Miscanthus

GENRE	ESPECE	Bord	interne	Total général
Poecilus	cupreus	623	328	951
Harpalus	cupreus		152	152
Harpalus	rufipes	73	47	120
Pterostichus	melanarius = vulgare L.	14	70	84
Trechus	quadristriatus		15	15
Platynus (Anchomenus)	dorsalis	3	8	11
Agriotes	ustulatus	2	6	8
Autocarabus	auratus		8	8
Notiophilus	biguttatus	4	1	5
Ocypus	olens	2	3	5
Athous	haemorrhoïdalis	3	1	4
Harpalus	affinis		4	4
Harpalus	distinguendus	3	1	4
Abax	parallelepipedus	2		2
Agriotes	lineatus	1	1	2
Badister	bipustulatus		2	2
Bembidion(Metallina)	lampros	1	1	2
Loricera	pilicornis		2	2
Aëpus	marinus		1	1
Amara	aenea	1		1
Anisodactylus	binotatus	1		1
Archicarabus	nemoralis	1		1
Brachinus	sclopeta	1		1
Calathus	melanocephalus		1	1
Dromius	meridionalis	1		1
Gabrius	nigritulus		1	1
Gynandromorphus	etruscus	1		1
Harpalus(Ophonus)	ardosiacus = diffinis	1		1
Leucoparyphus	silphoides		1	1
Necrophorus	vespillo	1		1
Notiophilus	aquaticus		1	1
Notiophilus	palustris	1		1
Notiophilus	quadripunctatus		1	1
Pterostichus	vernalis		1	1
Silpha	carinata	1		1
	Total général	**741**	**657**	**1398**
	Total espèces	**22**	**24**	**35**

Marray, Switchgrass

GENRE	ESPECE	Bord	interne	Total général
Agonum	muelleri	2	3	5
Agriotes	lineatus	1		1
Agriotes	obscurus	1		1
Agriotes	ustulatus	1	3	4
Amara	montivaga	2		2
Amara	ovata	1		1
Amara	similata	2		2
Asaphidion	stierlini		1	1
Athous	haemorrhoïdalis	2	2	4
Autocarabus	auratus	2	4	6
Bembidion(Metallina)	lampros	2	1	3
Brachinus	crepitans	1		1
Cicindela	campestris	1		1
Coccinella	septempunctata		1	1
Harpalus	distinguendus	2		2
Harpalus	luteicornis		1	1
Harpalus	rubripes		2	2
Harpalus	rufipes	119	77	196
Hister	quadrimaculatus	1		1
Lagarus	vernalis		1	1
Loricera	pilicornis	4	4	8
Microlestes	minutulus	2		2
Notiophilus	aquaticus	6		6
Notiophilus	biguttatus	1	4	5
Notiophilus	palustris		2	2
Notiophilus	quadripunctatus	3		3
Paederus	littoralis	1		1
Platynus (Anchomenus)	dorsalis	2	14	16
Poecilus	cupreus	453	742	1195
Pterostichus	melanarius = vulgare L.	12	21	33
Pterostichus	ovoideus	1		1
Silpha	carinata	4	18	22
Silpha	tristis	1		1
Soronia	grisea	1		1
Trechus	quadristriatus		3	3
Xantholinus	longiventris	2	6	8
	Total général	**633**	**910**	**1543**
	Total espèces	**29**	**20**	**36**

Marray, Prairie

GENRE	ESPECE	Total général
Acupalpus	meridianus	1
Agriotes	ustulatus	6
Amara	aenea	35
Amara	curta	1
Amara	familiaris	1
Amara	lunicollis	1
Amara	montivaga	6
Amara	nitida	2
Amara	similata	2
Brachinus	ganglbaueri	1
Cantharis	obscura	1
Dermestes	mustelinus	46
Harpalus	affinis	9
Harpalus	attenuatus	2
Harpalus	dimidiatus	1
Harpalus	distinguendus	2
Harpalus	griseus	1
Harpalus	luteicornis	7
Harpalus	rubripes	6
Harpalus	rufipes	20
Harpalus	sulphuripes	13
Harpalus(Ophonus)	stictus (= obscurus)	1
Harpalus(Ophonus/Metophonus)	puncticeps	1
Leucoparyphus	silphoides	1
Medon (=Bolitobius)	castaneus	1
Notiophilus	aquaticus	2
Ocypus	olens	7
Paederus	ruficollis	1
Parophonus	maculicornis	2
Platynus (Anchomenus)	dorsalis	1
Poecilus	cupreus	108
Pterostichus	melanarius = vulgare L.	2
Quedius	tristis	3
Silpha	carinata	1
Stenolophus	teutonus	1
Zyras	limbatus	1
	Total général	**297**
	Total espèces	**36**