

BIOTEX : une démarche d'évaluation multicritère de la biodiversité ordinaire dans les systèmes d'exploitation d'élevage et de polyculture-élevage



INSTITUT DE
L'ÉLEVAGE



Document rédigé par :

Vincent Manneville (Institut de l'Élevage),
Aline Chanséaume (Institut de l'Élevage),
Bernard Amiaud (Université de Lorraine)

Avec l'appui du comité scientifique INDIBIO :

Nadia Michel (Université de Lorraine),
Laurence Guichard INRA Versailles,
Antonin Pépin France Nature
Environnement,
Jean François Julien et Christian Kerbiriou
du Muséum National d'Histoire Naturelle,
Jean-Baptiste Dollé Institut de l'Élevage

Source :

Thèse Aline Chanséaume, 2014 ; Travaux
CASDAR « INDIBIO » Recherche finalisée et
innovation des instituts techniques
agricoles 2011-2013
Identification et validation d'INDIcateurs
pertinents relatifs aux pratiques
agronomiques et aux infrastructures
permettant d'évaluer la BIODiversité dans
les systèmes d'exploitation d'élevage et
de polyculture-élevage.

Avec l'appui financier du Centre National
Interprofessionnel de l'Economie Laitière
(CNIEL) et l'interprofession Bétail et viande
(INTERBEV) et du Ministère de l'Agriculture
(DGER CasDar)

Conception graphique :

Annette Castres (Institut de l'Élevage)

Mise en page :

Valérie Terrisse (Institut de l'Élevage)

Crédits photos: Institut de l'Élevage,
Google Earth

Édité par :

Institut de l'élevage - 149 rue de Bercy -
75595 Paris Cedex 12 - www.idele.fr

« Il ne faut pas appeler richesse, les choses que l'on peut perdre » Léonard de Vinci

Table des matières

1. Préambule : Apprécier la prise en compte de la biodiversité ordinaire dans les processus de production en élevage herbivore	2
11. Le paysage porte la signature des productions d'herbivores	3
12. Patron paysager, pratiques agricoles et infrastructures agro-écologiques influencent la biodiversité ordinaire	5
13. Assembler les connaissances biologiques en intégrant le changement d'échelle spatiale	5
2. Une démarche d'évaluation de la Biodiversité Ordinaire du Territoire à l'Exploitation : la méthode BIOTEX	7
21. Une démarche en 5 modules délimitée par des objectifs quantifiés	7
22. Identification des indicateurs	10
23. Détermination des seuils pour les indicateurs retenus	14
3. Modalités de calcul des indicateurs.....	17
31. Fiche I - Occupation des terres agricoles	17
32. Fiche II - Organisation spatiale des infrastructures agro-écologiques (IAE) au niveau du paysage agricole pour qualifier son hétérogénéité ou sa fragmentation.....	20
33. Fiche III - Organisation spatiale des infrastructures agro-écologiques (IAE) au niveau de la surface agricole de l'exploitation.	23
34. Fiche IV - Inventaire des composantes paysagères, de la diversité des IAE et conversion en surface de biodiversité développée.	25
35. Fiche V - Gestion des infrastructures agro-écologiques de l'exploitation	27
36. Fiche VI Gestion des surfaces agricoles cultivées de l'exploitation	28
37. Fiche VII Biodiversité des prairies permanentes.....	30
4. La question de l'agrégation, de la valeur et des limites des indicateurs	32
41. Mode d'agrégation des indicateurs	32
42. Valeurs et limites des indicateurs :	36
Synthèse	37
ANNEXE 1 : Procédure d'import du RPG d'une exploitation dans Google Earth valable avec la version libre de QGIS.....	39
ANNEXE 2 : Méthode d'évaluation de la biodiversité des prairies	40
ANNEXE 3 : Approche géométrique des Infrastructures agro-écologiques.....	47
ANNEXE 4 Préparer la visite	55

Le projet CASDAR INDIBIO 2011-2013 associe :

L'Institut de l'Élevage, trois équipes Inra spécialisées dans les relations entre pratiques agricoles et biodiversité l'UMR INPL – INRA Agronomie et Environnement Nancy – Colmar, l'INRA URH Theix équipe RAPA, l'INRA UMR Agronomie Grignon, France Nature Environnement, Muséum National d'Histoire Naturelle.

Les résultats du projet CASDAR INDIBIO portent sur la mise à disposition des prescripteurs de l'agriculture d'un ensemble réduit et simplifié d'indicateurs fiables sur le plan scientifique ayant du sens auprès des éleveurs dans le but d'apprécier le niveau de prise en compte de la biodiversité sur une exploitation d'élevage en mesurant l'impact des pratiques agricoles sur la biodiversité ordinaire. Ces travaux ont permis la mise au point de la méthode BIOTEX développée dans ce guide.

1. Préambule : Apprécier la prise en compte de la biodiversité ordinaire dans les processus de production en élevage herbivore

La biodiversité reflète le nombre, la diversité et la variabilité des organismes vivants, ainsi que la façon dont ils changent d'un endroit à l'autre et avec le temps. Elle recouvre la diversité au sein d'une même espèce (diversité génétique), entre les espèces (diversité des espèces) et entre les écosystèmes (diversité écologique).

Outre ce raisonnement qui structure le concept, des définitions traduisent l'importance que l'homme attache à certaines formes de biodiversité. Il existe ainsi une biodiversité dite remarquable qui comprend les habitats et espèces rares ou menacées d'extinction, qui s'oppose à la biodiversité ordinaire qui n'a pas de valeur direct mais qui par sa richesse, son abondance et ses multiples interactions assurent le bon fonctionnement des écosystèmes essentiel au maintien des hommes (Chevassus-au-Louis, 2009).

Travailler sur la biodiversité nécessite en premier lieu de savoir ce que l'on veut évaluer et comment il est possible de le faire. Lorsque l'on travaille à l'échelle d'un territoire agricole ou à l'échelle de l'exploitation agricole, on cherche communément à préserver la richesse spécifique du milieu, c'est à dire sa composition en espèces.

Or, il faudrait mobiliser des moyens très importants pour mesurer la richesse spécifique d'un territoire ou d'un paysage. Cependant, il est envisageable d'évaluer, de mesurer la structure et la composition d'un territoire par des mesures indirectes ce qui nous donne des indications sur sa biodiversité, plus précisément sur sa richesse spécifique.

Ces mesures indirectes réalisées à partir de composantes paysagères (linéaire de haies, surface des parcelles etc.) et de pratiques agricoles (chargement animal, quantité de fertilisants etc.) sont à notre portée.

Le niveau global de biodiversité d'un élevage peut ainsi être évalué sur la base d'une quantification et d'une caractérisation des infrastructures agro-écologiques (IAE) en lien avec l'intensité des pratiques agricoles. La densité d'éléments agro-écologiques présents dans un espace agricole, leur répartition, leur connectivité et leur qualité déterminent la richesse biologique d'un paysage. Il est donc intéressant de s'appuyer sur ces IAE pour appréhender le potentiel de biodiversité d'un territoire mais aussi d'évaluer les effets des systèmes de production agricole sur la diversité biologique. Dans cette méthode, nous retenons des indicateurs indirects comme la densité d'IAE et les pressions liées aux pratiques agricoles parce qu'ils sont très visuels, facilement mesurables.

11. Le paysage porte la signature des productions d'herbivores

L'utilité de la biodiversité dans le processus de production agricole est démontrée. En effet, elle contribue notamment au maintien de la fertilité des sols (rôle des vers de terre), à la pollinisation (rôle des insectes), à la qualité de la production fourragère des prairies naturelles (du fait de la diversité floristique).

Si de nombreux travaux montrent que la biodiversité est affectée par des pratiques agricoles, ils révèlent également l'importance des éléments du paysage et de leur organisation sur la diversité des êtres vivants. Ainsi, la spécialisation agricole de certaines régions a conduit à la simplification des territoires (disparition des haies et des bosquets, monoculture...), avec une séparation de plus en plus distincte des zones de cultures et des zones d'élevage. Cette simplification paysagère a pour conséquence la disparition de nombreuses espèces, et la modification des équilibres écologiques.

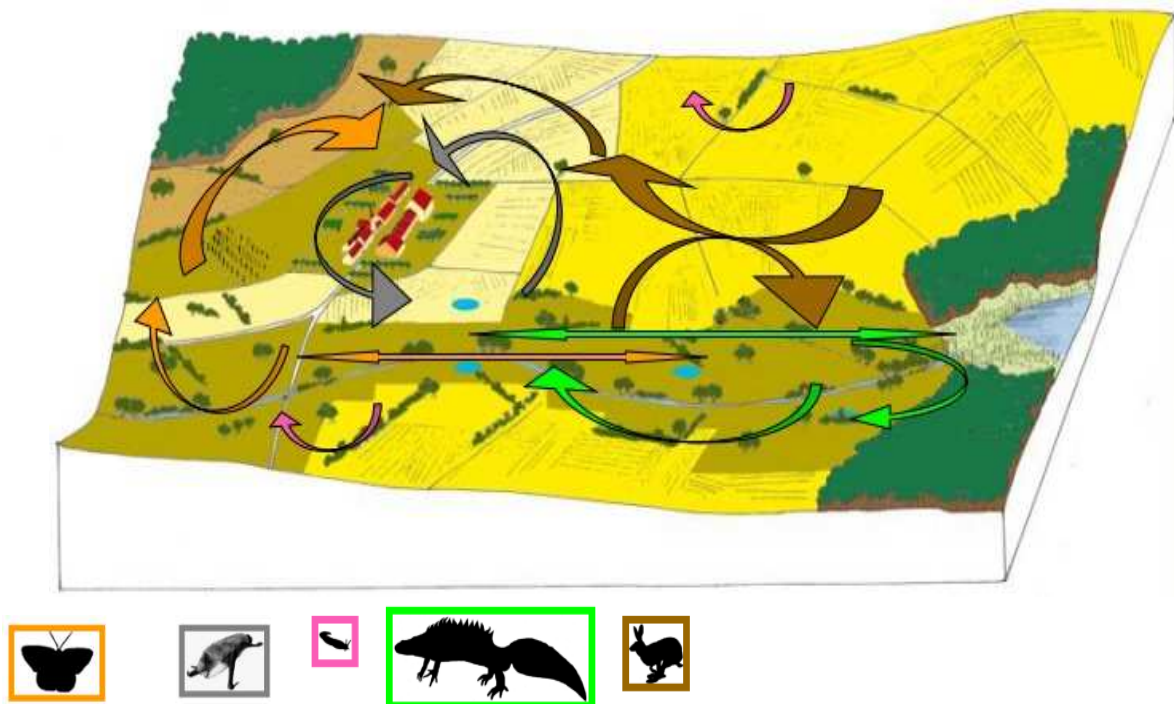
Dans certains cas, les espèces « sélectionnées » vont même jusqu'à devenir invasives. En préservant les IAE, et notamment les surfaces de prairie permanente, les haies et les bosquets, l'élevage d'herbivores offre la garantie de maintenir ces équilibres de diversité d'espèces.

Le paysage s'impose d'abord comme résultat matériel d'un système producteur où interagissent des composantes abiotiques (le monde minéral relatif au substrat et aux formes du relief), des composantes biotiques (le monde vivant, végétal et/ou animal) et enfin des composantes anthropiques (celles-ci procèdent évidemment du monde vivant mais elles constituent la trace explicite d'une action humaine) Brossard et Wieber (1980, 1984).

Figure 1 : Contraste entre un paysage d'élevage et un paysage de grandes cultures.



Figure 2 : Relations et interactions entre les différentes composantes paysagères sur la dynamique d'abondance et de richesse spécifiques des espèces (extrait de X. POUX). La taille du pictogramme « espèce » est proportionnelle à l'effet sur l'abondance de l'espèce représentée.



12. Patron paysager, pratiques agricoles et infrastructures agro-écologiques déterminent la biodiversité ordinaire

Le paysage (figure 1) correspond à l'étendue de ce que l'on voit devant soi. Lorsque l'on se place sur un point culminant au sein d'un espace bocager, le paysage correspond à l'ensemble des éléments présents dans notre champ de vision : les haies, les prés, les mares... Chacun de ces éléments assure une ou plusieurs fonctions. Le tout est un ensemble cohérent appelé écosystème.

Par conséquent, les infrastructures agro-écologiques (haies, bosquets, lisières, arbres isolés ...) sont des composantes essentielles du paysage qui assurent différentes fonctions dont celle de fournir un habitat pour la faune présente sur l'exploitation. Ce sont également des lieux pérennes de reproduction, d'alimentation, d'hibernation pour les espèces présentes.

Ainsi les trois composantes d'un territoire se distinguent par la matrice, les tâches et les corridors. Dans un paysage agricole, la matrice est assimilable à la mosaïque formée par l'occupation des sols agricoles, les tâches sont des milieux différents de la matrice (bois, mares, prairies naturelles...) et les corridors sont des éléments linéaires différents de la matrice qui relient les tâches entre elles (haies, fossés, rivières...).

Ces composantes paysagères ont des effets sur les abondances et la richesse spécifique des espèces avec des interactions fortes sur la structure du parcellaire agricole et surtout sur l'occupation des sols agricoles (figure 2).

13. Assembler les connaissances biologiques en intégrant le changement d'échelle spatiale

Les taches assurent une hétérogénéité de milieux dans le paysage et offrent à une plus grande capacité d'espèces l'opportunité de s'y installer. Elles sont capitales pour préserver la biodiversité (Benton et al., 2003) à condition qu'elles soient connectées et de qualité. Leur qualité dépend des opérations culturales, de leur entretien... et conditionne le développement des espèces qu'elles peuvent abriter. Leurs connexions sont aussi essentielles pour la circulation des espèces et assurent le brassage génétique. Ainsi, la présence de taches variées (Le Roux et al., 2006) leurs proportions (Aavick et Liira., 2009), leur répartition dans l'espace (Barnes T., 2000) et leur qualité (Boller et al., 2004) déterminent la richesse biologique d'un paysage.

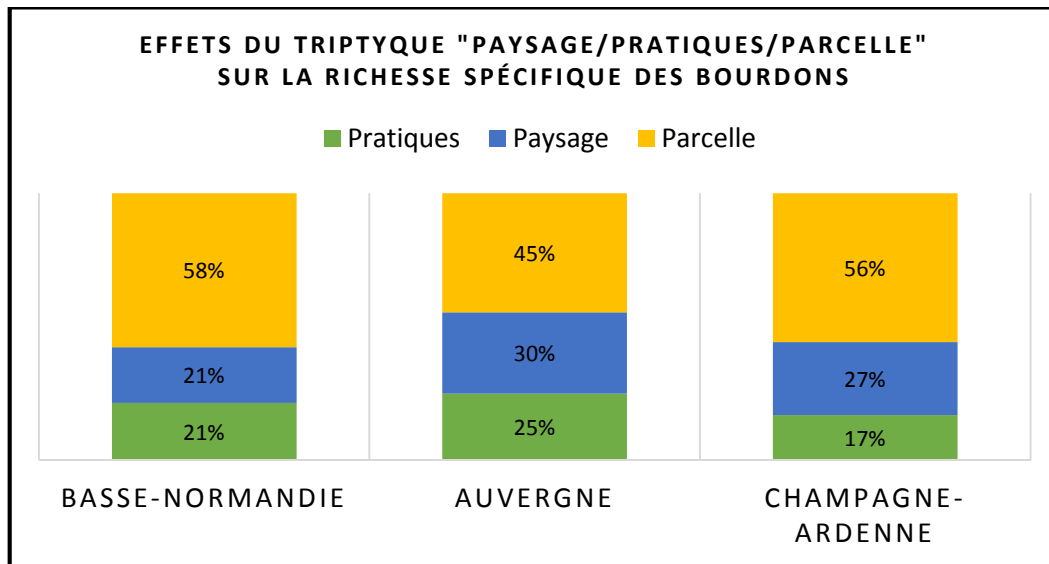
Il est donc possible en analysant ces différents paramètres d'appréhender le potentiel de biodiversité d'un territoire et d'évaluer la contribution ou non des systèmes de production agricole à la diversité biologique.

Le projet INDIBIO montre que la richesse spécifique des espèces floristique et faunistique est dépendante à la fois des pratiques agricoles mais aussi des composantes du territoire et de la structure même du parcellaire.

La fertilisation de la prairie et la fréquence de fauche ont notamment des effets sur la diversité des espèces de bourdons (figure 3) mais ces dernières n'expliquent qu'environ 20% de la diversité des bourdons.

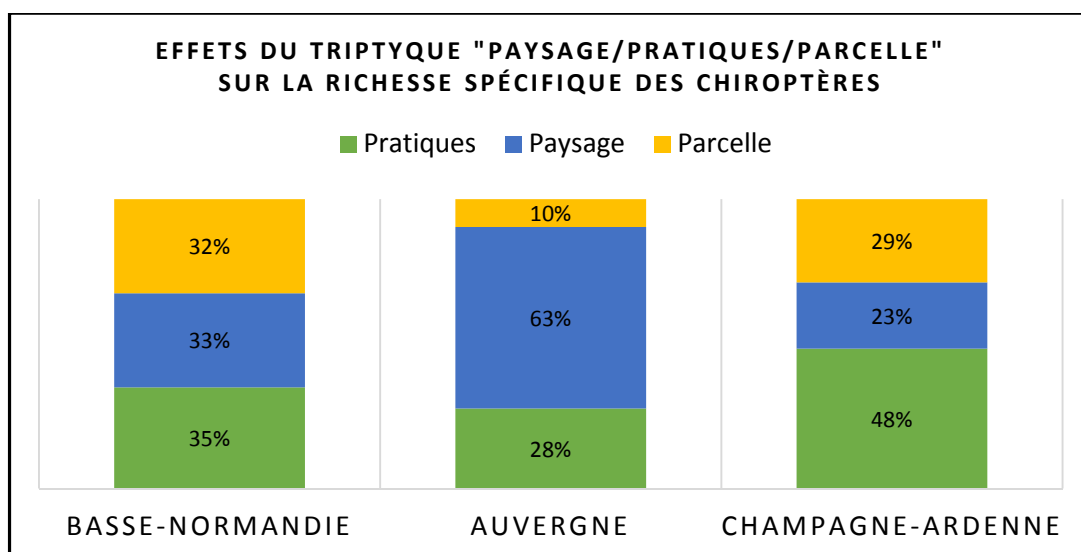
Par ailleurs, quelle que soit la région, la forme de la parcelle et les composantes paysagères expliquent plus de 75% de cette diversité. Des parcelles rectangulaires ont des effets dépressifs sur la diversité alors que les formes complexes apportent de la diversité.

Figure 3 : Facteurs influençant la richesse spécifique des bourdons (Source cas dar INDIBIO 2010-2013)



La fertilisation de la prairie, la fréquence de fauche et la pression de pâturage ont des effets sur la diversité des espèces de chiroptères (figure 4). De plus, le poids des pratiques est compensé par des composantes paysagères comme la haie, les mares et les lisières de forêts. Cette densité globale en infrastructures agro-écologiques de l'espace agricole étudié, plus importante en Basse-Normandie qu'en Champagne-Ardenne explique un effet moins important des pratiques agricoles sur les espèces.

Figure 4 : Facteurs influençant la richesse spécifique des chiroptères (Source cas dar INDIBIO 2010-2013)



2. Une démarche d'évaluation de la Biodiversité Ordinaire du Territoire à l'Exploitation : la méthode BIOTEX

Cette démarche vise à être lisible et compréhensible par l'éleveur. De plus, elle se doit d'être applicable sur un laps de temps inférieur à une demi-journée en ferme et une demi-journée de travail en bureau.

Elle prend en compte également la demande des éleveurs interrogés dans le cadre d'entretiens collectifs. Les éleveurs interrogés évoquent la qualité de leur paysage et mettent en avant les bois, rivières, prairies, les haies (ou bocage) ainsi que les reliefs. Ils lient ces paysages à l'activité agricole, l'entretien des haies étant de loin l'action la plus citée par les éleveurs interrogés. L'adaptation des pratiques de fauche et l'entretien des prairies arrivent dans un second temps. D'autres activités sont aussi mises en avant dans une moindre mesure : le maintien des mares et autres zones humides, la limitation des apports de fertilisation et produits phytosanitaires, les actions sur les assolements et les rotations (source CASDAR INDIBIO 2014).

La démarche BIOTEX a été construite pour les agriculteurs et afin de mettre en évidence la nécessité de prendre en compte la biodiversité ordinaire dans des approches agro-écologiques.

21. Une démarche en 5 modules délimitée par des objectifs quantifiés

La démarche a pour objectif d'évaluer la biodiversité ordinaire à différentes échelles, de manière simple, rapide mais rigoureuse. Elle intègre les composantes qui interagissent sur la biodiversité ordinaire et repose sur l'utilisation d'indicateurs indirects pour répondre à une logique pédagogique.

BIOTEX est basée sur plusieurs facteurs indirects stimulant la biodiversité ordinaire:

- La diversité des cultures forme une mosaïque de cultures attrayante pour des espèces faunistiques
- L'hétérogénéité d'un territoire garantit la diversité des espèces
- La densité des éléments agro-écologiques et les continuités paysagères signent la qualité des habitats
- La diversité des éléments agro-écologiques favorise la diversité faunistique et floristique
- Les pratiques de gestion des infrastructures agro-écologiques pour en conserver la fonction de régulation des espèces hébergées
- La prairie permanente est une zone de régulation écologique de l'exploitation

L'évaluation de la biodiversité se fait grâce à des indicateurs indirects et des variables qui appréhendent l'état de la biodiversité sur le territoire, l'exploitation ou la parcelle concernée (Tableau 1).

Tableau 1 : Les 5 modules de la méthode BIOTEX

Domaine	Objectif	Territoire	Exploitation	Parcellaire
Utilisation des terres agricoles (1)	Estimer la mosaïque de l'occupation des sols agricoles	X	X	
Organisation spatiale des IAE du paysage agricole (2)	Estimer l'organisation spatiale des infrastructures agro-écologiques	X	X	
	Estimer la superficie développée par les IAE		X	
	Estimer le nombre de classes de haies		X	
Gestion des IAE (3)	Evaluer la gestion des IAE		X	
	Estimer la composition et la structure des haies		X	
	Evaluer la gestion des bordures haies, bosquets et lisière de forêts, des clôtures et des zones humides		X	
Gestion des cultures (4)	Estimer la surface agricole occupée pour la culture principale		X	
	Estimer le nombre d'espèces cultivées		X	
	Estimer le nombre des espèces dans la rotation		X	
	Estimer les types de cultures d'intérêt agro-écologiques		X	
	Estimer la taille des parcelles cultivées			X
Gestion des prairies permanentes (5)	Estimer la valeur agro-écologique selon le mode d'utilisation et le niveau de fertilisation des prairies permanentes			X

(1) Utilisation des terres agricoles : La diversité de l'occupation des sols agricoles ou la mosaïque paysagère apporte dans les espaces cultivés annuellement de la résilience aux espèces faunistiques dont c'est le milieu. En effet, dans les milieux grandes cultures, plus la diversité de l'occupation du sol est importante, plus la diversité des espèces inhérentes à chaque culture l'est aussi ; c'est l'exemple des oiseaux messicoles. Par ailleurs, les effets liés à des pratiques agricoles très agressives envers les espèces faunistiques hébergées sont limités lorsque la mosaïque des cultures est diversifiée car les périodes d'intervention se font sur des périodes différentes.

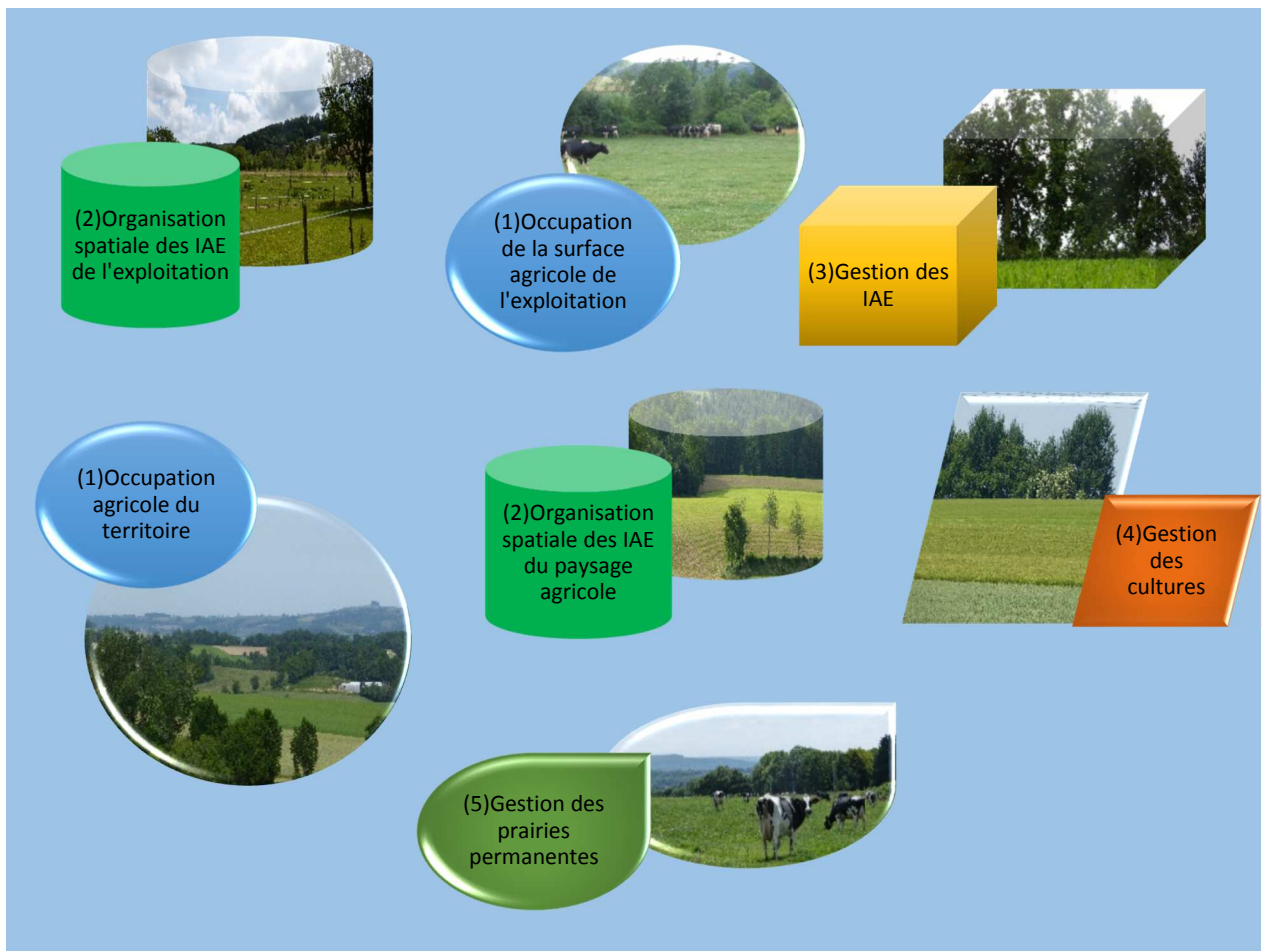
(2) Organisation spatiale des infrastructures agro-écologiques (IAE) au niveau du paysage agricole : Les infrastructures agro-écologiques sont des éléments fixes du paysage à la fois utiles et productifs et qui assurent de nombreux services à l'agriculture et à l'homme. C'est l'une des principales composantes du patron paysager. La diversité des espèces floristiques et faunistiques est très dépendante de l'organisation spatiale et de la densité de ces éléments. Les IAE sont des espaces de refuge et de propagation pour les espèces. Ils ont par ailleurs un rôle fonctionnel dans la reproduction des auxiliaires, la régulation du climat local, des flux d'azote et de la régulation des crues. De plus, les IAE jouent un rôle essentiel sur la typicité paysagère des territoires. Par conséquent, la présence de biodiversité dans l'espace agricole est très dépendante de la densité, la diversité, la qualité et la connectivité des IAE. Elles sont converties en surface de biodiversité dite développée dans le but d'apprécier la capacité d'hébergement en équivalence de surface de biodiversité. On est sur l'expression de la capacité de l'exploitation à concilier la production avec des zones écologiques qui maillent le parcellaire de l'exploitation.

(3) Gestion des IAE : La valeur écologique des IAE et des bordures de parcelle, est appréciée à partir des modes de gestion et d'entretien qualifiés de favorable ou défavorable à la fonction d'habitat. L'inventaire des IAE répartis sur la surface totale de l'exploitation agricole traduit la diversité des habitats. Indirectement, il exprime le potentiel de diversité d'espèces hébergées.

(4) Gestion des cultures : La structure de la SAU influence le potentiel de biodiversité des territoires, soit en fournissant des espaces de régulation écologique tels que les prairies permanentes, soit en modifiant leur hétérogénéité spatiale et temporelle par la variété des cultures. Il est donc important de connaître la part de la SAU occupée par les prairies permanentes, la part consacrée aux cultures et le nombre d'espèces présentes dans les assolements. Pour être plus précis, il est aussi nécessaire d'estimer la part de légumineuses dans la SFP, car les plantes à fleurs sont des ressources alimentaires importantes pour les pollinisateurs sauvages. Enfin les pratiques culturales et notamment l'utilisation de pesticides impactent la qualité des milieux et de fait leur potentiel de biodiversité, il est donc nécessaire de regarder quelle part de la SAU reçoit des phytosanitaires.

(5) Gestion des prairies permanentes : Les prairies sont mises en relief pour leur rôle de régulation écologique. Elles offrent un couvert pérenne plus propice à la biodiversité que les cultures, leur potentiel de régulation est plus ou moins fort en fonction des pratiques de gestion qui leur sont appliquées. En effet, les prairies permanentes se composent de nombreuses espèces dont certaines à fleurs (légumineuses...). Cette richesse floristique est d'une part, un garde-manger important et constant pour les pollinisateurs sauvages et d'autre part, les espèces faunistiques (insectes) qu'elles hébergent sont très attractives pour tout un cortège d'oiseaux et de chiroptères. Au vu de l'importance qu'elles occupent dans la SAU en France, il est essentiel de s'attarder sur ces pratiques afin de qualifier cette fonction de régulation des espèces que l'on accorde à la prairie permanente.

Figure 5 : Illustration de la méthode BIOTEX



22. Identification des indicateurs

Utilisation des terres agricoles pour stimuler la mosaïque paysagère

La méthode consiste à faire un parallèle entre la diversité de l'occupation des sols agricoles au niveau du territoire avec la diversité d'assolement de l'exploitation agricole. Ce module met en perspectives les différentes catégories d'occupation du sol du territoire étudié associées à la contribution de l'exploitation agricole à la diversité de son assolement (Tableau 2).

A l'échelle du territoire,
deux indicateurs (1.1) :

- indice de la diversité « Indice de Shannon »
- indice d'équitabilité « Indice de Pielou »

A l'échelle de l'exploitation,
deux indicateurs (1.2) :

- indice de la diversité « Indice de Shannon »
- indice d'équitabilité « Indice de Pielou »

Tableau 2 : Module (1) illustrant l'utilisation des terres agricoles

Module	Code	Thématique	Echelle	Indicateur
Utilisation des terres agricoles	1.1	Diversité des couverts végétaux	Territoire	indice de la diversité indice d'équitabilité
	1.2	Diversité des couverts végétaux	Exploitation	indice de la diversité indice d'équitabilité

Deux indicateurs complémentaires à la méthode analysent la contribution relative de l'exploitation aux caractéristiques du territoire :

- indice de la diversité de l'exploitation / indice de la diversité du territoire
- indice d'équitabilité de l'exploitation / indice d'équitabilité du territoire

Le maillage en infrastructures agro-écologiques de l'espace agricole se traduit par la densité, la connectivité et la répartition à l'échelle territoire étudié mais aussi à l'échelle de l'exploitation. Sept indicateurs traduisent la qualité du maillage (Tableau 3) :

A l'échelle du territoire, trois indicateurs (2.1) :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Densité en IAE ▪ Connectivité en IAE ▪ Répartition spatiale des IAE
A l'échelle de l'exploitation, quatre indicateurs (2.2) :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Densité en IAE de la SAU ▪ Connectivité en IAE de la SAU ▪ Complexité paysagère ▪ Typologie des haies présentes

Tableau 3 : Module (2) illustrant l'organisation spatiale des infrastructures agro-écologiques (IAE) au niveau du territoire agricole et de l'exploitation

Module	Code	Thématique	Echelle	Indicateur
Organisation spatiale des (IAE)	2.1	Répartition spatiale des infrastructures agroécologiques	Territoire	Densité Connectivité Répartition
Maillage en IAE de l'exploitation agricole	2.2	Répartition spatiale des infrastructures agroécologiques	Exploitation	Densité Connectivité
Complexité paysagère de l'exploitation agricole	2.3	Capacité à héberger de la diversité d'espèces floristiques et faunistiques	Exploitation	Surface de biodiversité développée en ha par ha de SAU
Diversité des haies de l'exploitation agricole	2.4	Capacité à maintenir de la diversité de haies	Exploitation	Nombre de classes d'IAE recensés

La complexité paysagère (2.3) de l'exploitation agricole passe par un inventaire des éléments agro-écologiques répartis sur la surface agricole totale de l'exploitation agricole. Cet inventaire traduit la diversité des habitats et indirectement exprime le potentiel de diversité d'espèces hébergées. Ces IAE sont ensuite convertis en surface de biodiversité dite développée (annexe 3) pour apprécier la capacité d'hébergement en équivalence de surface de biodiversité. On est sur l'expression de la capacité de l'exploitation à concilier la production avec des composantes à forte valeur écologique. Un indicateur traduit la complexité paysagère :

- Surface de biodiversité développée en ha par ha SAU

La diversité paysagère (2.4) reprend l'inventaire des éléments agro-écologiques répartis sur la surface totale de l'exploitation agricole. La diversité des IAE traduit la diversité des habitats et autres zones de refuge et indirectement exprime le potentiel de diversité d'espèces hébergées. Un indicateur traduit la diversité paysagère :

- Composition en % des haies traduit en surface de biodiversité développée

Trois indicateurs complémentaires à la méthode analysent la contribution relative de l'exploitation aux caractéristiques du territoire :

- Densité en IAE de la SAU de l'exploitation / Densité en IAE du territoire
- Connectivité en IAE de la SAU de l'exploitation / Connectivité en IAE du territoire
- Répartition spatiale des IAE sur la SAU de l'exploitation / Répartition spatiale des IAE sur le territoire

Gestion des infrastructures agroécologiques (3)

Les différentes modalités de gestion et entretien des infrastructures agroécologiques (3.1) à savoir des haies, bosquets et lisières de forêts, mares, bordures de parcelles, les zones sous clôture, les zones humides et cours d'eau sont appréciées pour prendre la mesure sur la qualité écologique de ces composantes paysagères. De plus, les structures de haies les plus bénéfiques à la biodiversité sont les haies larges, hétérogènes et multistratifiées, gérées sans utilisation d'herbicides et entretenues en dehors des périodes de reproduction. Cinq indicateurs traduisent les effets de l'entretien des IAE (Tableau 4) :

- Composition globale des haies
- Structure des haies
- Modes d'entretien des haies
- Modes d'entretien des zones sous clôture
- Préservation des zones humides et des cours d'eau

Tableau 4 : Module (3) illustrant la gestion des infrastructures agroécologiques

Module	Code	Thématique	Echelle	Indicateur
Gestion des IAE	3.1	Composition des haies	Exploitation	Nature de haies (essences locales, importées)
		Structure des haies		Niveau de stratification
		Haies, bosquets et lisières de forêts		Modes d'entretien des haies
		Zone d'herbe sous clôture		Modes d'entretien des bordures
		Zones humides et cours d'eau		Préservation des zones humides

Un **indicateur complémentaire** prend en compte la complexité de la forme de la parcelle. Plus la forme est complexe, plus la richesse spécifique de la flore et de la faune augmente. C'est sur la base du rapport périmètre de la bordure sur la surface exploitée que l'indicateur exprime la complexité de la forme des parcelles :

- Indice moyen de forme des parcelles.

Gestion des cultures (4)

La structure de l'assolement, la gestion des sols agricoles et les caractéristiques des rotations (4.1) de l'espace cultivé limitent les risques de maladies cryptogamiques et virales sur les cultures. Cette prévention du risque limite les interventions chimiques et assurent également une place aux espèces auxiliaires des cultures. La diversité des cultures, en favorisant une hétérogénéité spatiale et temporelle des couverts procure des ressources complémentaires dans l'espace et le temps et en ce sens favorise la biodiversité. Six indicateurs sont retenus (Tableau 5) :

- Part de la culture principale dans la SAU (hors STH)
- Nombre d'espèces cultivées
- Nombre d'espèces dans la rotation
- Cultures de légumineuse
- Cultures pluriannuelles
- Mélange d'espèces

La structure du parcellaire (4.2) de la SAU de l'exploitation agricole est un facteur important de mobilité des espèces. Certaines parcelles trop grandes fragmentent le territoire avec des conséquences importantes sur les rendements pour les cultures à fleurs mais aussi sur la capacité des espèces réfugiées dans les bordures à recoloniser l'ensemble de la surface cultivée. Un indicateur est retenu :

- Nombre de parcelles de surface supérieur à 12 ha

Tableau 5 : Module 4 illustrant la gestion des cultures

Module	Code	Thématique	Echelle	Indicateur
Structure de l'assolement, gestion des sols et rotation	4.1	Diversité de l'assolement	Exploitation	Part de la culture principale dans la SAU (hors STH)
		Diversité des espèces cultivées		Nombre d'espèces cultivées
		Rotation des cultures		Nombre d'espèces dans la rotation
		Diversité des cultures à fleurs		Légumineuse - Culture pluriannuelle - Mélange d'espèces
Taille des parcelles cultivées	4.2	Taille des parcelles cultivées	Parcellaire	Nombre de parcelles de surface supérieure à 12 ha

Un **indicateur complémentaire** prend en compte les effets non intentionnels liés à l'application d'insecticides sur des cultures annuelles voire pérennes. Les effets dépressifs sur la faune peuvent être directs comme l'intoxication d'autres espèces mais aussi indirects par destruction des proies des oiseaux insectivores en l'occurrence. Il en va de même pour la faune et la flore du sol. Un indicateur qualifie ces pratiques :

- Part de la SAU recevant au moins un insecticide

Valeur écosystémique de la prairie permanente (5)

La prairie permanente constitue un véritable atout pour la qualité de l'eau, le stockage du carbone et la biodiversité floristique et faunistique. Ces surfaces de prairies permanentes sont des espaces importants car elles jouent un rôle de zone « refuge », habitat et garde-manger pour les espèces qui contribuent de près ou de loin à la production agricole surtout dans les milieux très cultivés.

Elles offrent un couvert plus propice à la biodiversité en comparaison aux cultures annuelles. Leur potentiel de régulation est plus ou moins fort en fonction des pratiques de gestion qui leur sont appliquées. Trois indicateurs sont retenus (Tableau 6) :

- Gradient de régulation écologique de la STH
- UGB pâturant maximum
- Précocité d'utilisation

Tableau 6 : Module 5 illustrant le service de régulation écologique de la surface toujours en herbe

Module	Code	Thématique	Echelle	Indicateur
Prairie permanente	5.1	Mode d'exploitation et niveau de fertilisation	Parcelle	Gradient de régulation écologique de la STH
	5.2	Chargement maximal sur l'année	Parcelle	UGB pâturant par ha d'herbe
	5.3	Date de première utilisation de l'herbe	Parcelle	Précocité d'utilisation au printemps.

23. Détermination des seuils pour les indicateurs retenus

Dans la méthode BIOTEX, la détermination des seuils pour évaluer les composantes favorables à la biodiversité est un passage obligé. Toutefois les commentaires apportés à chacun des modules offrent la possibilité de pondérer les seuils.

Ainsi, la détermination des seuils (Tableaux 7, 8, 9, 10 et 11) est attribuée selon un référentiel unique qui ne doit pas être utilisé comme un objectif à poursuivre à tout prix mais plutôt à étudier les solutions les plus adaptées pour limiter les effets de telle ou telle action sur la biodiversité ordinaire. Par exemple, il ne s'agit pas de faire récolter les foin au 30 juin pour toutes les exploitations mais plutôt d'apprécier

la diversité des modes d'exploitation de l'herbe et de mettre en relief les surfaces que l'on peut considérer comme des zones de régulation écologique.

Tableau 7 : Indicateurs et seuils de références appliqués à la mosaïque paysagère (1)

Module	Indicateur	Défavorable	Neutre	Favorable
Occupation des sols agricoles canton	Indice de diversité « Indice de Shannon »		1<x<1.8	>1.8
	Indice d'équitabilité « Indice de Piélou" »	0	0 si prairie permanente	1
Occupation des sols agricoles canton	Indice de diversité « Indice de Shannon »	< 1	1<x<1.8	>1.8
	Indice d'équitabilité « Indice de Piélou" »	0	0 si prairie permanente	1
Contribution relative de l'exploitation à la mosaïque paysagère du territoire	Densité en IAE de la SAU de l'exploitation/ Densité en IAE du territoire	< 70%	70% <x<90%	>90%

Tableau 8 : Indicateurs et seuils de références appliqués à la structure et aux composantes paysagères (2)

Module	Indicateur	Défavorable	Neutre	Favorable
Maillage en IAE de l'espace agricole	Densité	<30%*	30%<x<50%	>50%
	Connectivité à calculer si densité < 30%			
	Répartition	>1	Autour de 1	< 1
Maillage en IAE de l'exploitation agricole	Densité	<30%*	30%<x<50%	>50%
	Connectivité à calculer si densité < 30%			
	Répartition	>1,1	1<x<1,1	< 1
Contribution relative de l'exploitation à la densité en IAE du territoire	Densité en IAE de la SAU de l'exploitation/ Densité en IAE du territoire	< 70%	70% <x<80%	>80%
Complexité paysagère de l'exploitation agricole	Surf. biodiversité développée par ha de SAU	<50%	50%<x<70%	>0,7
Diversité des IAE de l'exploitation agricole	Classification des types d'IAE recensées	=1	1<x<2	>2

Tableau 9 : Indicateurs et seuils de références appliqués à la gestion des IAE (3)

Module	Indicateur	Défavorable	Neutre	Favorable
Intrants	% de la SAU	>20%	<20%	0
Gestion et entretien des IAE	Type de haies	Espèces non locales	-	Espèces locales
	Nature de haies	Non multi-stratifiée	-	Multi-stratifiée
	Modes d'entretien des lisières	Fauchées à ras		Pas d'action
	Modes d'entretien des bordures	Désherbées, fauchées, broyées	-	Pas d'action
	Préservation des zones humides	Exutoire drainage, abreuvement des animaux	-	Pas d'action ou mis en défend.

Tableau 10 : Indicateurs et seuils de références appliqués à la gestion des surfaces cultivées (4)

Module	Indicateur	Défavorable	Neutre	Favorable
Structure de l'assolement, gestion des sols et rotation	Part de la culture principale dans la SAU (hors STH)	<=20%	-	>=20%
	Nombre d'espèces cultivées	<4	4<x<6	>6
	Nombre d'espèces dans la rotation	<4	4<x<6	>6
	Légumineuse	Absence	-	Présence significative
	Culture pluriannuelle	Absence	-	Présence significative
	Mélange d'espèces	Absence	-	Présence significative
Structure de parcellaire	Nombre de parcelles de surface de plus de 12 ha	<=3	1<x<2	0
	Indice de forme des parcelles	<1,2	1,2<x<1,7	>1,7

Tableau 11 : Indicateurs et seuils de références appliqués à valeur écologique de la prairie permanente (5)

Module	Indicateur	Défavorable	Neutre	Favorable
Prairie permanente	Gradient de régulation écologique de la STH	<25%	25%<x<75%	>75%
	UGB pâturant par ha d'herbe	>1,4	0,8<x<1,4	<0,8
	Date de 1ere fauche au printemps.	Précoce	-	Tardive

3. Modalités de calcul des indicateurs

31. Fiche I - Occupation des terres agricoles

OBJECTIF

Evaluer la **structure** de l'**assolement** (sa diversité et sa régularité) entre le territoire et l'exploitation agricole.

METHODE

On utilise les données du recensement agricole de l'année 2010 pour déterminer la diversité de l'assolement à l'échelle du territoire (Tableau 12). Les catégories d'occupation du sol se décomposent en 6 catégories :

- Céréales
- Oléagineux
- Protéagineux
- STH (Surface Toujours en Herbe)
- Fourrages
- Jachère

La diversité des couverts est déterminée à partir de l'**Indice de Shannon (H')** et de l'**Indice d'équitabilité de Pielou (J)**. Ces indices sont généralement utilisés pour étudier la diversité des peuplements végétaux. Dans le cadre de la méthode, ils permettent d'étudier la structure de l'assolement.

Tableau 12 : RA 2010 données par canton, exemples de calcul de l'indice de Shannon et de l'Indice de Pielou pour le territoire

CANTON	Données sources							Indice de Shannon H'	Indice d'équitabilité de Pielou J
	superficie céréales (ha)	superficie oléagineux (ha)	superficie leg secs et protéagineux (ha)	superficie fourrages (ha)	superficie STH (ha)	superficie jachères (ha)	SAU (ha)		
0101 AMBERIEU-EN-BUGEY	2292	183	42	307	590	290	3714	1,72	0,67
0102 BAGE-LE-CHATEL	1975	118	0	1095	1788	217	5920	1,79	0,69
9522 SANNOIS	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
9524 SOISY-SOUS-MONTMORENCY	0	0	0	0	0	0	23	0,00	0,00
9525 TAVERNY	442	0	0	0	0	79	598	0,71	0,27
9526 VIARMES	1732	117	109	50	122	261	2678	1,43	0,55
9527 VIGNY	4944	324	903	33	193	751	8445	1,44	0,56
9528 BEAUCHAMP	315	0	0	0	0	35	431	0,62	0,24
9529 CERGY-NORD	421	0	91	0	0	70	848	1,14	0,44
9530 GOUSSAINVILLE	892	55	105	0	0	98	1532	1,15	0,44
9531 HERBLAY	133	0	0	0	0	0	183	0,33	0,13
9534 VALLEE-DU-SAUSSEY (LA)	3330	118	613	29	111	489	5487	1,37	0,53
9535 VILLIERS-LE-BEL	44	0	0	0	0	0	139	0,53	0,20
9537 CERGY-SUD	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
9538 GARGES-LES-GONESSE-EST	104	0	0	0	0	46	165	0,93	0,36
9539 HAUTIL (L')	524	0	118	0	0	83	886	1,16	0,45
9540 SAINT-GRATIEN	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
9596 CERGY	154	0	0	0	0	18	288	0,73	0,28
9598 SARCELLES	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
9599 ARGENTEUIL	0	0	0	0	0	0	45	0,00	0,00
... * ENSEMBLE *	8386327	1845316	451299	4532896	7239923	1107791	25557679	2,06	0,80

Calcul de l'indice de diversité (Shannon exprimé par H')

Il quantifie la diversité de l'assolement en combinant 2 composantes :

- le nombre de catégories d'occupation du sol
- la répartition de la superficie (SAU du canton ou de l'exploitation) entre ces différentes catégories.

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

$$\log_2 p_i = \ln p_i / \ln 2$$

Pi est la proportion pour chaque catégorie

H' est minimal (=0) si toutes la superficie (territoire ou exploitation) étudiée appartient à la même catégorie d'occupation du sol.

H' est maximal quand la superficie totale (du territoire ou de l'exploitation) est répartie de façon égale entre les différentes catégories d'occupation du sol.

Calcul de l'indice d'équitabilité (Pielou exprimé par J)

L'indice d'équitabilité est complémentaire de l'Indice de Shannon. Il met en évidence une éventuelle dominance d'une catégorie d'occupation du sol lorsque H' n'est ni minimal, ni maximal. Il évalue la répartition de l'abondance des différentes catégories dans l'assolement.

$$J = H' / H_{\max}$$

$$H_{\max} = \log_2 n$$

Hmax est l'indice maximal théorique de Shannon correspondant à une répartition égale de la superficie entre toutes les catégories d'occupation du sol. L'indice d'équitabilité J varie entre 0 et 1.

J est maximal quand les différentes catégories d'occupation du sol ont des abondances identiques dans l'assolement.

J est minimal quand une catégorie d'occupation du sol domine.

INTERPRETATION

Si H' et J indiquent la dominance d'une catégorie d'occupation de la SAU, il faut identifier la catégorie qui domine (à l'échelle du territoire comme à l'échelle de l'exploitation).

- Si la catégorie dominante est de la STH, alors on considère que la diversité de l'espace prairial offre une réponse sur la biodiversité aussi bonne qu'une mosaïque de surfaces cultivées.
- Si la catégorie dominante correspond à une culture annuelle, alors on considère que l'effet sur la biodiversité est dépressif. On est face à une homogénéisation du territoire dont les effets sont très limitants pour la richesse floristique et faunistique.

Les indices, de diversité de l'occupation des sols (Shannon H') et d'équitabilité de Pielou traduisent les effets de la mosaïque d'occupation des sols agricoles. Ils donnent un premier aperçu de l'état de la biodiversité à l'échelle du territoire et de l'exploitation.

Enfin, la mise en perspective des indices territoires et exploitations exprime la différence entre la diversité d'occupation des sols agricoles du territoire et celle de l'exploitation. On situe l'exploitation par rapport au territoire dans lequel elle se trouve. On visualise si l'exploitation contribue plus ou moins l'effet mosaïque plus ou moins fort par rapport au territoire où elle se trouve.

EXEMPLE

Pour le territoire, les indices de diversité d'occupation des sols (H') et d'équitabilité (J) sont de :

$$H' = 1.93$$

$$J = 0.66$$

La valeur d'indice de diversité (H') comparée avec le maximum théorique de 2.57, la diversité végétale du territoire et la répartition entre catégorie végétale exprime un effet mosaïque très positif.

En complétant, l'analyse avec l'indice d'équitabilité J du territoire tend vers 1 ce qui confirme qu'aucune catégorie végétale ne domine (tableau 13).

Au niveau de la ferme, on obtient après calcul les valeurs d'indice suivantes :

$$H' = 0.47$$

$$J = 0.18$$

Toutefois, le H' de l'exploitation agricole s'éloigne du maximum théorique de 2.57. A priori, la diversité végétale du territoire et la répartition entre catégorie végétale exprime un effet mosaïque négatif.

En revanche, l'indice d'équitabilité de la ferme J tend vers 0 ce qui confirme qu'une catégorie végétale domine (tableau 13). Cette catégorie est de la STH.

Tableau 13 : récapitulatif des indices illustrant l'effet mosaïque

Echelle	%Céréales	%Oléagineux	%Protéagineux	%Fourrages	%STH	%Jachères	H'	J
Canton	0,48	0,20	0,00	0,07	0,20	0,04	1,93	0,66
Exploitation	0,00	0,00	0,00	0,10	0,90	0,00	0,47	0,18
Indice max (H)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	2,57	0

INDICATEURS COMPLEMENTAIRES :

- H' du canton « 1.93 » est supérieur à H' de l'exploitation agricole « 0.47 »
- J du territoire « 0.66 » est supérieur à J de l'exploitation agricole « 0.18 »

Le canton a une structure d'assolement plus diversifiée que celle de l'exploitation agricole, par conséquent, la contribution de l'exploitation est défavorable par rapport au territoire. En revanche, comme la prairie permanente domine dans cette exploitation agricole, la contribution relative à la biodiversité est favorable.

32. Fiche II - Organisation spatiale des infrastructures agro-écologiques (IAE) au niveau du paysage agricole pour qualifier son hétérogénéité ou sa fragmentation

OBJECTIF

Evaluer la densité des infrastructures agro-écologiques du paysage étudié, la connectivité des IAE (si la densité est inférieure à 50%) du paysage étudié et la répartition des IAE sur la partie paysagère étudiée.

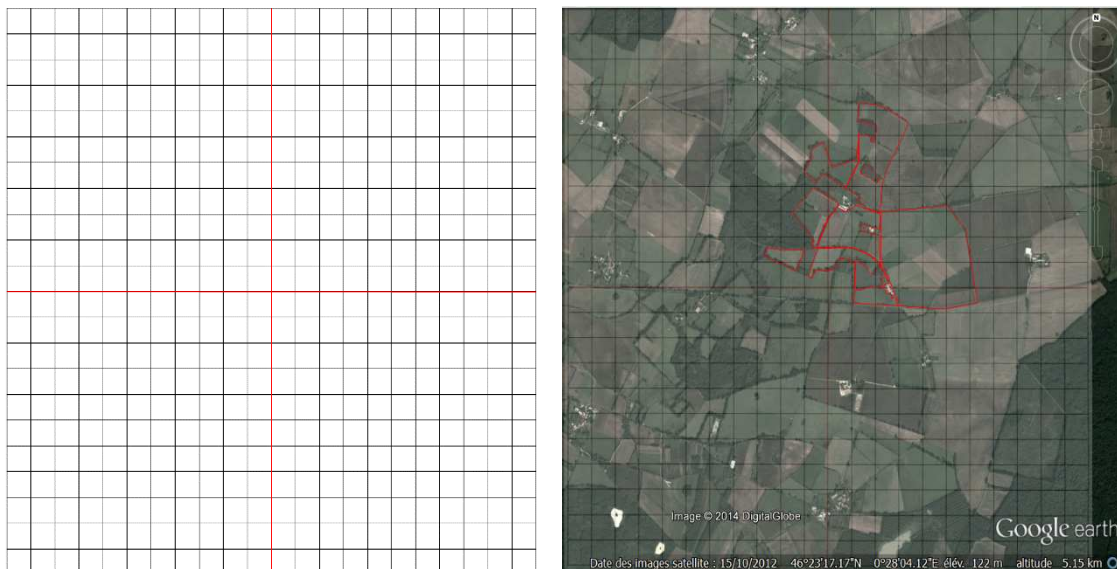
METHODE

L'appréciation de l'organisation spatiale au niveau d'un territoire se fait à partir d'une photographie aérienne du territoire obtenue sur Google Earth et d'une grille type construite dont le but est de pixéliser le territoire où se situe l'exploitation. La photographie aérienne est calée à 5 000 m de hauteur pour obtenir un territoire d'environ 3000 ha.

La grille (Figure 6) représente un territoire d'environ 3 000 ha et se compose de 484 carrés représentant chacun 6 ha. Cette pixellisation du territoire ouvre la possibilité par une observation simple de pointer les IAE que l'on perçoit sans faire de zoom.

En effet, il s'agit d'avoir une approche globale de la densité, de la connectivité et de la répartition des infrastructures agro-écologiques sur l'espace considéré.

Figure 6 : Grille type et image satellite Google Earth pour l'évaluation de la densité en IAE du territoire.



Il faut tout d'abord délimiter l'espace agricole du territoire étudié. Pour réaliser cette partie, il s'agit de compter le nombre de cases pourvues (toute ou partie de case) par une zone urbaine, pour les zones de forêts en excluant les lisières. Une fois ces dénombrements réalisés la somme des cases de forêts (CF) et des zones urbaines (CV) sont soustraites des 484 pixels de la grille (CT). Le solde des pixels définit l'espace agricole (CA)

$$\text{Espace agricole CA} = \text{CT} - \text{CF} - \text{CV}$$

Pour calculer la densité IAE de l'espace agricole étudié (CA), il faut dénombrer les IAE visibles à la hauteur normée de 5 000 m. Le principe est d'identifier les composantes agroécologiques essentielles et d'éviter à ce stade le détail. Le dénombrement des pixels (CA_{IAE}) pourvu d'une IAE visible (lisières de forêts incluses) est ensuite divisé par la somme des pixels (CA) de l'espace agricole pour obtenir une densité

$$\text{Densité en IAE de l'espace Agricole } DA_{IAE} = CA_{IAE} / CA$$

$DA_{IAE} > 0.5$ signifie que la densité est favorable

DA_{IAE} entre 0.3 et 0.5 signifie que la densité est neutre en vérifiant que l'essentiel des IAE soit en continuité

$DA_{IAE} < 0.3$ signifie que la densité est défavorable sauf si les IAE soient en continuité.

La **connectivité** des IAE est à vérifier si la densité est inférieure à 30% ou comprise entre 30% et 50%. On vérifie dans cette condition la qualité de la continuité écologique avant de déduire qu'il est indispensable de protéger voire réimplanter des éléments agro-écologiques dans certaines zones fragmentées du territoire. Le calcul de la connectivité des IAE se fait uniquement pour les densités d'IAE < 30 %.

On dénombre le nombre de pixels pourvus (CA_{ISO}) par un élément agro-écologique non connecté à l'ensemble.

$$\text{Connectivité des IAE de l'espace agricole } CA_{CONNEX} = CA_{ISO} / CA_{IAE}$$

CA_{CONNEX} si DA_{IAE} entre 0.3 et 0.5 alors la connectivité > 80 %

CA_{CONNEX} si DA_{IAE} inférieure 0.3 alors la connectivité 100 %

Pour évaluer la **répartition** des IAE sur le territoire on utilise l'indice de Dispersion (Indice de variance relative de Fisher). Pour calculer cet indice, le territoire est partagé en quatre parts égales. Dans chacune des parts, le nombre de pixels occupés par des infrastructures agro-écologiques (CA_{IAE}) est comptabilisé.

On calcule ensuite la moyenne observée du nombre de CA_{IAE} pour chaque quart de territoire et la variance observée (S^2).

$$\text{Indice de dispersion des IAE sur l'espace agricole} = S^2 (\text{variance}) / X (\text{moyenne})$$

$I_{disp} > 2$ signifie que la structure spatiale est en agrégats

$I_{disp} \approx 1$ à 2 signifie que la structure est complètement aléatoire

$I_{disp} < 1$ signifie que la structure spatiale est régulière

EXEMPLE

Après avoir pointé manuellement des pixels de forêts (CF), de zone urbanisée (CV), le calcul de l'espace agricole (CA) se décompose comme suit :

$$\left. \begin{array}{l} \text{CT} = 484 \text{ pixels} \\ \text{CF} = 80 \text{ pixels} \\ \text{CV} = 24 \text{ pixels} \end{array} \right\} CA = 484 - 70 - 24 = 390$$

La densité IAE de l'espace agricole étudié :

$$\left. \begin{array}{l} CA = 390 \text{ pixels} \\ CA_{IAE} = 130 \text{ pixels} \end{array} \right\} DA_{IAE} = 130 / 390 = 30\%$$

La connectivité des IAE de l'espace agricole étudié indique que 15% des IAE sont fragmentées de l'ensemble.

$$\left. \begin{array}{l} CA_{ISO} = 20 \\ CA_{IAE} = 130 \end{array} \right\} CA_{CONNEX} = 20 / 130 = 15 \%$$

L'indice de dispersion est égale à 4.9 ce qui signifie que les IAE sont disposés en agrégats (tableau 14).

Tableau 14 : Calcul de l'indice de dispersion.

Répartition par quartile	Nombre de pixels
Q1	30
Q2	50
Q3	30
Q4	20
Variance(S^2)	158,3
Moyenne	32,5
Fisher	4,9

INTERPRETATION

Si la **densité** d'IAE est inférieure à 30%, que la connectivité est limitée et avec une répartition de ces IAE en agrégats, l'effet sur la biodiversité est négatif sur la biodiversité. On peut parler dans cette situation d'érosion de la biodiversité.

Si la **densité** des IAE est comprise entre 30 et 50%, on appréciera la qualité de l'organisation spatiale principalement à partir de la densité et de la répartition de ces IAE pour en qualifier les effets sur la biodiversité. Si la répartition est en agrégats, l'impact sur la biodiversité est considéré plutôt comme défavorable et inversement. Une bonne répartition des IAE est considérée favorable pour la biodiversité. Pour ces cas intermédiaires, on retrouve un état de maintien de la biodiversité.

Si la **densité** d'éléments agro-écologiques est supérieure à 50%, c'est un élément déjà assez favorable à la biodiversité.

33. Fiche III - Organisation spatiale des infrastructures agro-écologiques (IAE) au niveau de la surface agricole de l'exploitation.

OBJECTIF :

Définir et délimiter l'exploitation agricole à étudier - Evaluer la densité des infrastructures agro-écologiques de l'exploitation agricole étudiée

METHODE :

Pour délimiter le parcellaire de l'exploitation, les données RPG des ilots PAC de l'exploitation agricole sont mobilisées et appliquées en couche à l'image Google Earth initiale (annexe 1). Ensuite, la méthode est identique à celle appliquée à l'échelle du territoire (fiche II). Il faut dénombrer le nombre total de pixels de l'exploitation (CE) couvrant le parcellaire pour définir l'espace agricole de l'exploitation (figure 7). Puis, on dénombre les pixels pourvus par des éléments agro-écologiques appartenant au parcellaire de l'exploitation (CE_{iae}).

Figure 7 : Grille type, image satellite Google Earth et données RPG de l'exploitation pour l'évaluation de la densité en IAE



Pour calculer la densité IAE de la surface agricole de l'exploitation (CE), il faut dénombrer les IAE visibles à la hauteur normée à 5000 m. Le principe est d'identifier les composantes agroécologiques essentielles et d'éviter à ce stade le détail. Le dénombrement des pixels (CE_{iae}) pourvus d'IAE visible (lisières de forêts incluses) est ensuite divisée par la somme des pixels (CE) couvrant la surface agricole de l'exploitation de façon à obtenir pour obtenir une densité calculée comme suit :

$$\text{Densité en IAE de l'exploitation } DE_{IAE} = CE_{IAE} / CE$$

$DE_{IAE} > 0.3$ signifie que la densité est suffisante

$DE_{IAE} < 0.3$ signifie que la densité est très satisfaisante à condition d'une connectivité des IAE

Pour calculer la connectivité des IAE, il faut que la densité soit inférieure à 30%. On vérifie dans cette condition la qualité de la continuité écologique des IAE à l'échelle de l'exploitation. Le calcul de la connectivité des IAE se fait uniquement pour les densités d'IAE < 30 %. On dénombre le nombre de cases non pourvues (CE_{iso}) par un élément agro-écologique.

$$\text{Connectivité des IAE de l'espace agricole } CE_{CONNEC} = 1 - (CE_{iso} / CE_{IAE})$$

CE_{CONNEC} si DE_{IAE} inférieure 0.3 alors la connectivité 100 %

EXEMPLE :

Après avoir dénombré manuellement les pixels couvrant le parcellaire de l'exploitation (DE) le calcul de l'espace agricole (CE) est égale à la somme des pixels couvrant le parcellaire.

$$CE = 90$$

La densité IAE de la surface agricole utile étudiée :

$$\left. \begin{array}{l} CE = 90 \text{ pixels} \\ CE_{IAE} = 27 \text{ pixels} \end{array} \right\} DE_{IAE} = 27 / 90 = 30\%$$

La connectivité des IAE de l'espace agricole étudié indique que 15% des IAE sont fragmentées de l'ensemble.

$$\left. \begin{array}{l} CA_{iso} = 5 \\ CA_{IAE} = 27 \end{array} \right\} CE_{CONNEC} = 1 - (5 / 27) = 82\%$$

INTERPRETATION :

Si la **densité** d'IAE est inférieure à 30% et que la connectivité n'est pas à 100%, on considère que la situation est défavorable.

Si la **densité** d'infrastructures agro-écologiques est supérieure à 30%, à l'échelle de l'exploitation, on considère que la situation est favorable.

INDICATEUR COMPLEMENTAIRE :

- DE_{IAE} est supérieur à DA_{IAE}

Le ratio de la densité en IAE de l'exploitation par rapport au territoire présente l'intérêt d'établir le niveau de contribution relatif de l'exploitation agricole à son territoire.

Si le territoire a une densité inférieure à 30 % alors que l'exploitation présente une densité de 50 %, on en déduit que l'exploitation contribue à un maintien de la complexité paysagère plus importante que celle du territoire.

34. Fiche IV - Inventaire des composantes paysagères, de la diversité des IAE et conversion en surface de biodiversité développée.

OBJECTIF

Identifier et quantifier les composantes agro-écologiques de l'exploitation agricole, la surface de biodiversité disponible sur l'exploitation et évaluer la capacité de l'exploitation agricole à héberger de la biodiversité ordinaire.

METHODE

Pour l'inventaire des IAE présentes sur la surface de l'exploitation agricole, on reprend le support des ortho-photos PAC qui sont disponibles sur l'exploitation. Ensuite, il faut quantifier les différentes IAE présentes en bordure ou au cœur des parcelles. Ces IAE ne sont pas divisibles dans le cas d'une haie mitoyenne. En effet, on apprécie uniquement le bénéfice apporté par cette haie pour les espèces.

Pour le calcul de la surface de biodiversité développée un coefficient est appliqué à l'inventaire pour chaque catégorie d'IAE recensées (annexe 3). Cette surface développée est traduite en m² ou ha de surface de biodiversité pour l'exploitation.

Ensuite, on traduit le rapport de la surface développée de biodiversité en ha SBD à la surface agricole utile SAU.

Surface de biodiversité développée en ha par ha de SAU= SBD /SAU

Comme les IAE ont un rôle essentiel sur la typicité des paysages, nous détaillons le nombre de type d'IAE rencontrées sur l'exploitation.

Nombre de type IAE présente sur l'exploitation (supérieur à 5% de la SBD totale)

EXEMPLE

L'inventaire des IAE présents sur cette exploitation agricole représente 30.8 ha de surface développée de biodiversité (tableau 15). La SAU est de 50 ha.

- $SBD/SAU = 30.8 / 50 = 0.62$

Dans cette situation, les effets sur la biodiversité sont considérés comme du maintien.

Tableau 15 : Exemple d'inventaire des IAE traduit en surface développée de biodiversité (SBD)

Type d'IAE	Catégorie	Coefficient de conversion surface développée en m ² (a)	Nombre d'IAE recensés (b) hm = hectomètre nb = nombre ha = hectare	Surface de biodiversité développée (a)x(b) en m ²
Haies	100m Linéaire de haie basse, largeur 2m (nb)	600	35.5 hm	21 300
	100m Linéaire de haie buissonnante, largeur 5m (nb)	2 000	20 hm	40 000
	100m Linéaire de haie arborescente mono-spécifique, largeur 10m (nb)	11 000	10 hm	110 000
	100m Linéaire de haie arborescente plurispécifique et poly-stratifiées (nb)	13 000	5 hm	65 000
Arbres	nb Arbre isolé petit (Φ [7.5 – 22.5 cm])	145	10 nb	1 450
	nb Arbre isolé moyen (Φ [22.5 – 47.5 cm])	456	25 nb	11 400
	nb Arbre isolé gros (Φ ≥ 47.5 cm)	931	10 nb	9 310
Surface toujours en herbe	Classée en zone régulation écologique	10 000	5 ha	50 000
Total en m²				308 460

Trois classes d'IAE sont présentes sur cette exploitation agricole de façon significative. En effet, chaque IAE représente plus de 5% en SBD. Le nombre de classe se compose de 3 IAE, ce qui offre un terrain favorable à la biodiversité des espèces (Tableau 16).

Tableau 16 : exemple pour l'identification du nombre de types IAE présentes sur l'exploitation.

Nombre de classes d'IAE	Surface de biodiversité développée en m ²	Poids relative en %
Haies	236300	77%
Arbres	22160	7%
Surface en herbe = zone de régulation	50000	16%
Total	308460	100%

INTERPRETATION

La surface de biodiversité développée (SBD) par ha de SAU reflète la complexité paysagère que l'exploitation agricole induit dans le paysage. Cette complexité paysagère correspond également à la capacité d'hébergement de l'exploitation agricole de différentes espèces faunistiques et floristiques. Le rapport SBD/SAU donne une idée de l'espace occupé par les éléments agro-écologiques sur les parcelles, ainsi que sur l'espace disponible pour la faune telle que les auxiliaires de culture. Un résultat SBD/SAU inférieur à 50 % place l'exploitation dans une situation défavorable d'habitat.

Le **nombre de classe d'IAE considéré** ne prend en compte que les IAE supérieures à 5 % de la surface de biodiversité développée de l'exploitation.

35. Fiche V - Gestion des infrastructures agro-écologiques de l'exploitation

OBJECTIF :

Identifier la diversité des haies présentes sur l'exploitation et la valeur écologique des haies, des lisières de bois, des espaces enherbés (bords de champs) et des zones humides y compris les mares et étangs en fonction des pratiques qui leur sont appliquées.

METHODE :

Les **types de haies présentes sur l'exploitation** induisent de façon directe des effets sur la richesse de la faune présente et la flore hébergée. On considère qu'il faut disposer d'au moins deux types de haie. Pour qualifier ces types, il faut que le poids de chaque type de haie représente au moins 5% des m linéaires totaux de haies de l'exploitation.

La **nature de haies** porte sur l'origine écologique de la haie. Les essences locales sont favorables. A contrario, les espèces non locales voire artificielles (thuyas) au milieu sont défavorables.

Les **modes d'entretien des haies, des bordures de forêts**, des talus, ... favorables à la biodiversité peuvent être de ne pas les entretenir. Toutefois, si les entretiens à minima se font sur les périodes où les espèces ne sont plus présentes, il faut éviter toutes les opérations extrêmes telles que les coupes à blanc, les broyages de l'ensemble de la surface ou les traitements herbicides même en traitements localisés.

Pour la **préservation des zones humides**, il faut distinguer les parcelles humides des espaces aquatiques, mares, ruisseaux, étangs... Pour les parcelles humides une gestion favorable consiste à entretenir ces espaces de manière extensive sans utiliser d'intrants et sans herbicides. Pour les milieux aquatiques, il est nécessaire d'avoir une zone de transition vers les milieux (bande enherbée ou ripisylve), de les entretenir hors des périodes de reproduction sans utiliser d'herbicides et d'éviter de s'en servir comme exutoire de drainage.

EXEMPLE :

Nombre de types de haies recensées : La quantification des linéaires de haies doit se faire dans un esprit d'évaluation. Eviter de rentrer dans la précision du géomètre.

Tableau 17 : Répartition des m linéaire de haie selon les 4 grands types identifiés

Typologie des haies	m linéaire	Poids relatif en % (longueur de la haie X/ longueur de haies totale)
Linéaire de haie basse, largeur 2m	3550	50%
Linéaire de haie buissonnante, largeur 5m	2000	28%
Linéaire de haie arborescente mono-spécifique, largeur 10m	1000	14%
Linéaire de haie arborescente plurispécifique et poly-stratifiée	500	7%
Total	7050	100%

Cette exploitation agricole dispose de quatre grands types de haies (Tableau 17): Haie basse et haie arborescente mono-spécifique. En effet, chacune est au-delà du seuil de 5 %. Par ailleurs les actions d'entretien des haies et des bordures de parcelles sont défavorables à la biodiversité car elles perturbent le cycle de reproduction des espèces, l'habitat et les ressources plantes à fleurs pour les pollinisateurs sauvages. (Tableau 18)

Tableau 18 : Gestion et entretien des IAE

Gestion des IAE	Actions d'entretien et de gestion sur IAE	Appréciation
Modes d'entretien des haies	Espèces locales (favorable)	défavorable
	Désherbage (défavorable)	
Modes d'entretien des bordures	Broyage en période critique de reproduction de nidification ... (défavorable)	défavorable
	Brulage de sortie d'hiver (défavorable)	
Préservation des zones humides	Mis en défend (favorable)	favorable
	Zone de transition (favorable)	

INTERPRETATION :

Les IAE sont le support essentiel à la biodiversité des espaces agricoles. Cependant, leur qualité peut être dégradée par des pratiques de gestion destructrices comme le broyage de bordure de parcelles voire de zone de transition comme les lisières de forêts durant les périodes de reproduction, par l'utilisation d'herbicides entre autres. Ils ne remplissent plus pleinement les conditions nécessaires au développement et au maintien de la faune et de la flore qui s'y trouvent hébergées.

Cette évaluation qualitative est globale. Par exemple si une haie est multistratifiée, composée d'espèces locales, entretenue hors des périodes de reproduction et n'est pas dés herbée, elle est jugée comme de qualité favorable à la biodiversité. Si un des paramètres fait défaut elle sera jugée de qualité défavorable.

36. Fiche VI - Gestion des surfaces agricoles cultivées de l'exploitation

OBJECTIF :

Evaluer la structure de l'assolement de l'exploitation, la diversité des espèces cultivées et les pratiques agricoles.

METHODE :

Pour chaque thématique, on apprécie qualitativement les effets potentiels des pratiques agricoles conduites sur les surfaces cultivées sur la biodiversité ordinaire.

Part de la culture principale dans la SAU (hors STH) indique la simplification de l'assolement. Cette simplification de l'assolement implique des pressions en maladies parasitaires importantes et également rendent certaines espèces envahissantes difficilement contrôlables à moyen terme pour la culture dominante.

Le nombre d'espèces cultivées et le **nombre d'espèces dans la rotation** mettent en perspective les synergies agronomiques sur lesquelles l'agriculteur peut s'appuyer pour produire. La diversité des espèces qui entrent dans une rotation est souvent efficace pour limiter le recours aux produits phytosanitaires.

La place des légumineuses dans un assolement est importante dans une rotation car elle limite le recours à l'azote du commerce mais aussi stocke de la matière organique et de l'azote qui seront disponibles pour assurer un bon fonctionnement biologique des sols.

Les cultures pluriannuelles reconstituent les réserves de la surface qui entrent en rotation avec les cultures annuelles. L'activité organique sera favorable aux cultures annuelles qui ont tendance à appauvrir les réserves nécessaires à un bon fonctionnement.

Le mélange d'espèces dans une même culture apporte de la complémentarité entre les espèces présentes comme la fourniture d'azote par la légumineuse à la graminée qui est à proximité. De plus cela limite le développement de maladies cryptogamiques car la densité de pieds au m2 pour une même espèce est faible.

Le nombre de parcelles de surface de plus de 12 ha caractérise la fragmentation paysagère. Les parcelles en cultures de taille importante rendent difficile la circulation des espèces en l'occurrence celle qui stimule les rendements des cultures à fleurs. Même des espèces mobiles telles que les pollinisateurs ont des difficultés pour les coloniser. Enfin, les grandes parcelles sont un facteur de fragmentation du territoire avec l'incidence d'appauvrir cet espace en IAE. Elles provoquent des ruptures de continuité écologique. Ces situations sont classées comme très érosives pour la biodiversité des espèces.

EXEMPLE :

Tableau 19 : Gestion des cultures

Gestion des cultures	Résultats	Appréciation
Part de la culture principale dans la SAU	30%	défavorable
Nombre d'espèces cultivées	5	favorable
Nombre d'espèces dans la rotation	2	défavorable
La place des légumineuses dans la SAU	20%	favorable
Les cultures pluriannuelles	20%	favorable

INTERPRETATION :

La gestion des surfaces cultivées influence le potentiel de biodiversité des territoires, car elle modifie l'hétérogénéité spatiale et temporelle par la variété des cultures.

INDICATEUR COMPLEMENTAIRE :

L'utilisation de produits phytosanitaires est néfaste pour la faune et la flore dans les parcelles ou à leurs abords, c'est par exemple l'une des causes principales de la disparition des messicoles. L'évaluation des surfaces impactées est donc nécessaire. L'impact sur le potentiel de biodiversité est faible lorsque moins de 10% de la SAU reçoit des insecticides, moyen entre 10 et 30%, important entre 30% et 70% très impactant au-dessus de 70%.

- % de la SAU ayant reçu au moins un insecticide

A surface égale, plus la forme de la parcelle est complexe, plus le périmètre augmente. La forme influence directement la biodiversité hébergée et offre une place conséquente aux auxiliaires des cultures. Les formes complexes rendent les interventions d'entretien de bordures plus difficiles. Par conséquent l'absence d'action sur ces zones non productives est très bénéfique pour les espèces qui s'y réfugient. Pour le calculer dans une exploitation agricole, on va choisir sur les photos satellites zonant le parcellaire de l'exploitation une ou deux parcelles représentatives en forme et en surface de l'exploitation. L'indice de forme est calculé comme suit : $\text{Périmètre} / (2 * (\sqrt{\pi * \text{surface}}))$.

- Indice de forme des parcelles : défavorable <1,2 - neutre 1,2<x<1,7 - favorable >1.7

37. Fiche VII - Biodiversité des prairies permanentes

OBJECTIF :

Evaluer l'état de la biodiversité des prairies permanentes à partir d'un gradient d'intensité des modes d'exploitation et de niveau de fertilisation azotée.

METHODE :

L'évaluation la biodiversité des prairies permanentes considère le mode d'exploitation de la prairie, le niveau de fertilisation et, pour les pâturages les plus extensifs, des paramètres liés à l'humidité du milieu.

La méthode classe le parcellaire de la prairie permanente en fonction de la pression des pratiques sur la flore et sur la faune résidentielle. On distingue les prairies pâturées des prairies fauchées uniquement (annexe 1). Les périodes de récolte combinées avec gradient de fertilisation aboutissent à trois grandes catégories de prairies permanentes (figures 16 et 17 en annexe 2) :

- BDV 2 = zone de régulation à **fort** potentiel
- BDV 1 = zone de régulation à **moyen** potentiel
- BDV 0 = zone de régulation à potentiel **limité**

Deux autres indicateurs complètent les effets des pratiques sur la biodiversité des prairies :

- chargement maximal sur l'année (en UGB/ha)
- date de fauche (à savoir fauche précoce ou fauche tardive)

EXEMPLE :

Dans l'exemple (tableau 20) la part de la prairie permanente utilisée de façon soutenue représente 45% de la surface : on se trouve globalement dans une situation neutre pour la flore et les espèces qui cohabitent.

Tableau 20 : Exemple sur la valeur écologique de la prairie permanente

Part de la prairie permanente/zone de régulation écologique	Résultats	Appréciation
BDV 2 = fort potentiel	30%	Neutre
BDV 1 = moyen potentiel	25%	
BDV 0 = potentiel limité	45%	

Chargement maximal sur l'année (en UGB/ha) : 1,3 UGB par ha d'herbe : Neutre

Date de fauche tardive foin 15-20 juin : Favorable

INTERPRETATION :

La prairie est une zone « refuge » si elle est gérée de façon peu intense ; C'est une zone de régulation car cette prairie permanente dispose d'un « stock » de biodiversité disponible et susceptible de recoloniser des milieux appauvris en biodiversité comme des surfaces en cultures annuelles. Il y a donc une dynamique qui se crée entre les prairies, les autres couverts de l'exploitation (forêt, culture,...) et les IAE principalement concentrés sur et autour des prairies permanentes.

Comme on observe une diversité d'utilisation (pâturage-fauche) au sein d'une même exploitation, il faut plutôt commenter l'adéquation entre produire en conservant de la richesse floristique avec une fertilisation azotée adaptée.

La surfertilisation d'une prairie permanente donne une réponse à court terme en augmentant le rendement de printemps. A moyen terme, la diversité floristique se réduit aux espèces les plus précoces et les plus à même d'absorber l'azote minéral. A terme, la conséquence donne un rendement très limité et l'adaptation initiale au stress hydrique estival de certaines espèces a disparu de même que la production de fourrages.

Il faut éviter le paradoxe opposant la production d'herbe à la biodiversité prairiale. En effet, si les pressions de gestion et de fertilisation limitent la diversité floristique et faunique, il n'en demeure pas moins que ces couverts prairiaux assurent le maintien d'une qualité biologique du sol pour produire des services environnementaux importants profitant à l'homme, à savoir la qualité de l'eau pour la société, la séquestration du carbone pour la régulation du climat et la production de fourrages destinés aux élevages de bovins lait et viande. Enfin ces espaces prairiaux hébergent dans leur sol une richesse faunistique, bactériennes et autres très importantes.

4. La question de l'agrégation, de la valeur et des limites des indicateurs

41. Mode d'agrégation des indicateurs

Une agrégation d'indicateurs simple pour laisser du sens à l'analyse

L'agrégation des critères est une étape délicate et indispensable dans la mesure où nous cherchons à qualifier les grands indicateurs de la méthode BIOTEX.

Toutefois, l'objectif de la méthode n'est pas de juger les exploitations précisément, mais plutôt d'apprécier globalement le système de production avec les déterminants influençant la biodiversité ordinaire ; illustrer le contexte dans lequel le système d'exploitation produit du lait ou de viande :

- défavorable
- neutre
- favorable

Enfin, un focus sur le détail des indicateurs intermédiaires, quantifiés de leurs effets sur la biodiversité, offre la possibilité de discuter en toute connaissance de cause de certains choix.

Nous n'avons donc pas choisi un système de notation, car cela impliquait de classer les variables, de définir lesquelles sont les plus importantes, d'en privilégier.

Par ailleurs, les règles de décision pour agréger les indicateurs simples en indicateurs composites ne suit pas un logique mathématique mais repose sur des règles issues de la bibliographie et des résultats obtenus dans le projet INDIBIO. Nous nous sommes donc restreints de l'analyse multicritère en agrégeant sans pondération les indicateurs à partir de la méthode Dexi®. Dexi est un logiciel dont la structure offre la possibilité de réaliser simplement l'agrégation d'indicateurs simples en indicateurs composites. Par exemple, le module « gestion des IAE » est un indicateur composite dont la valeur est le résultat agrégé des cinq indicateurs simples qui le composent.

Aussi, la carte heuristique illustre la déclinaison de l'arbre d'agrégation de nos variables (Figure 8). A chaque nœud, les branches ont le même poids. L'agrégation de deux ou trois indicateurs intermédiaires résulte de règles de décisions issues de la littérature scientifique.

Le résultat agrégé pour chaque grand indicateur vise à montrer dans quelle direction tendent les principales composantes en penchant du côté favorable ou défavorable ou neutre au sens où n'influence pas directement la diversité des espèces.

L'outil DEXI pour traiter de l'agrégation de la méthode BIOTEX

L'outil DEXI offre la possibilité d'enregistrer la valeur qualitative retenue pour les indicateurs intermédiaires (figures 8, 9 et 10) pour obtenir de façon automatique la valeur agrégée pour les cinq grands indicateurs (figure 11).

Figure 8 : Carte heuristique de la méthode BIOTEX

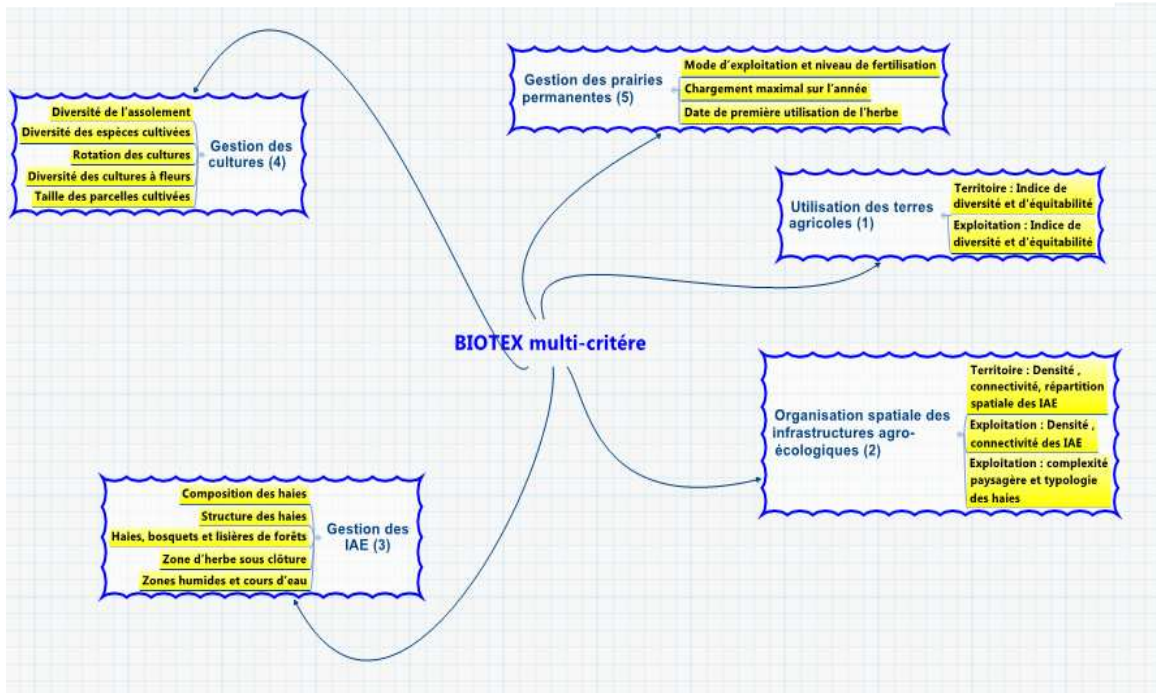


Figure 9 : Indicateurs qualifiant l'occupation des terres agricoles du territoire et de l'exploitation agricole

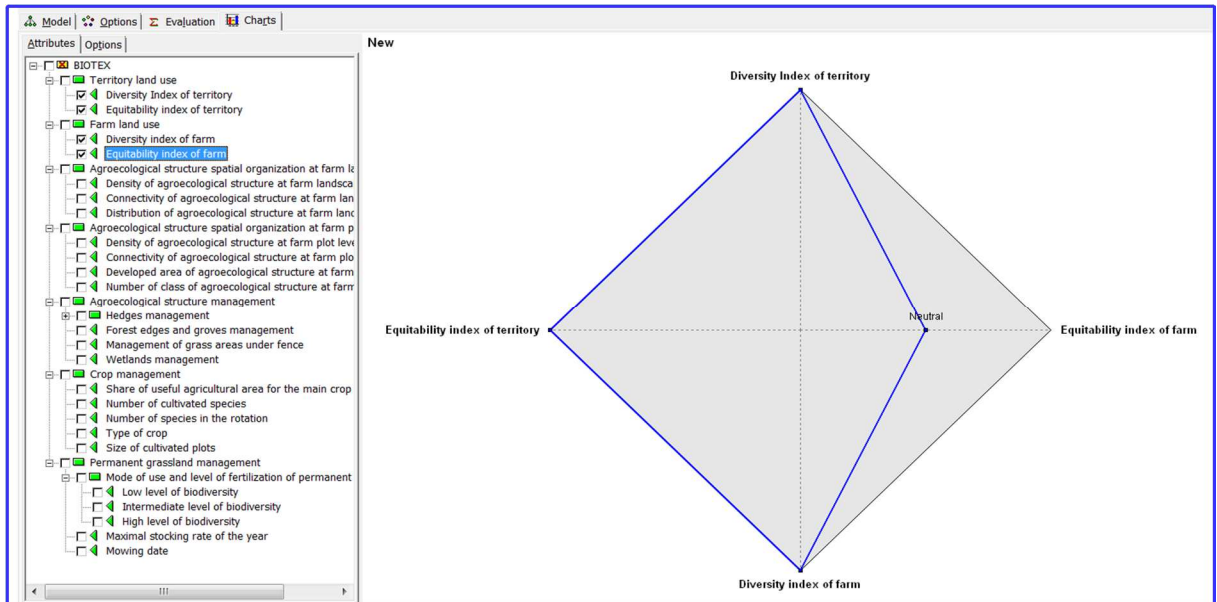


Figure 10 : Indicateurs qualifiant l'organisation spatiale des IAE à l'échelle du territoire et de l'exploitation agricole

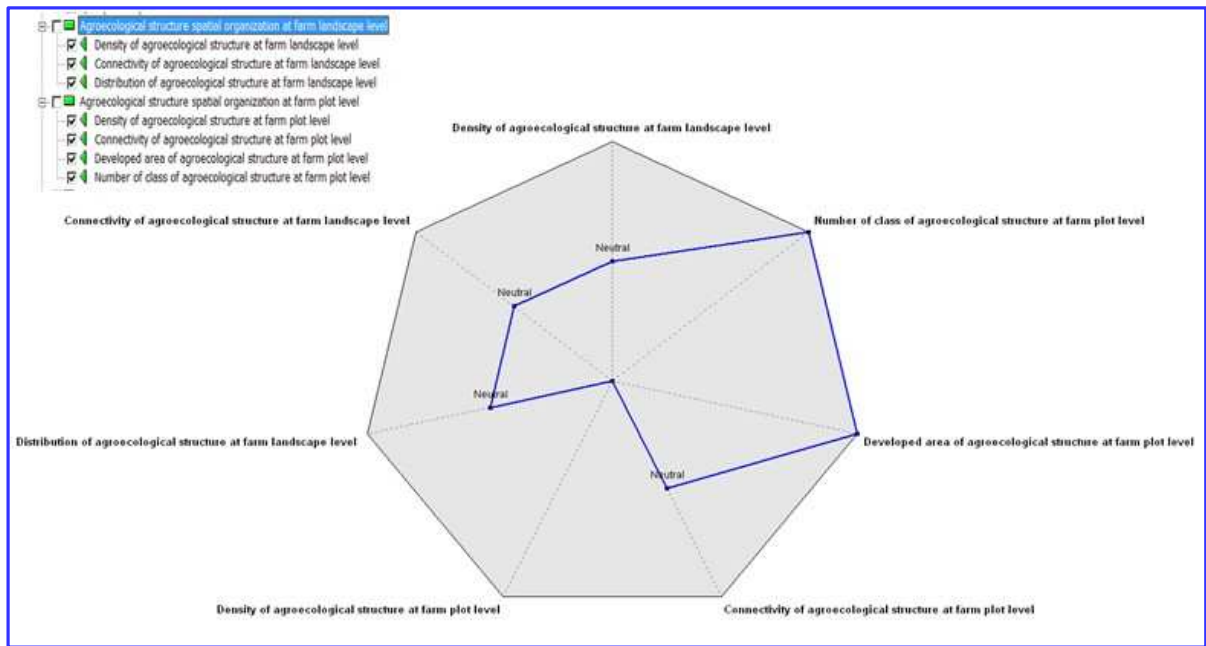


Figure 11 : Indicateurs qualifiant la gestion des IAE et des cultures

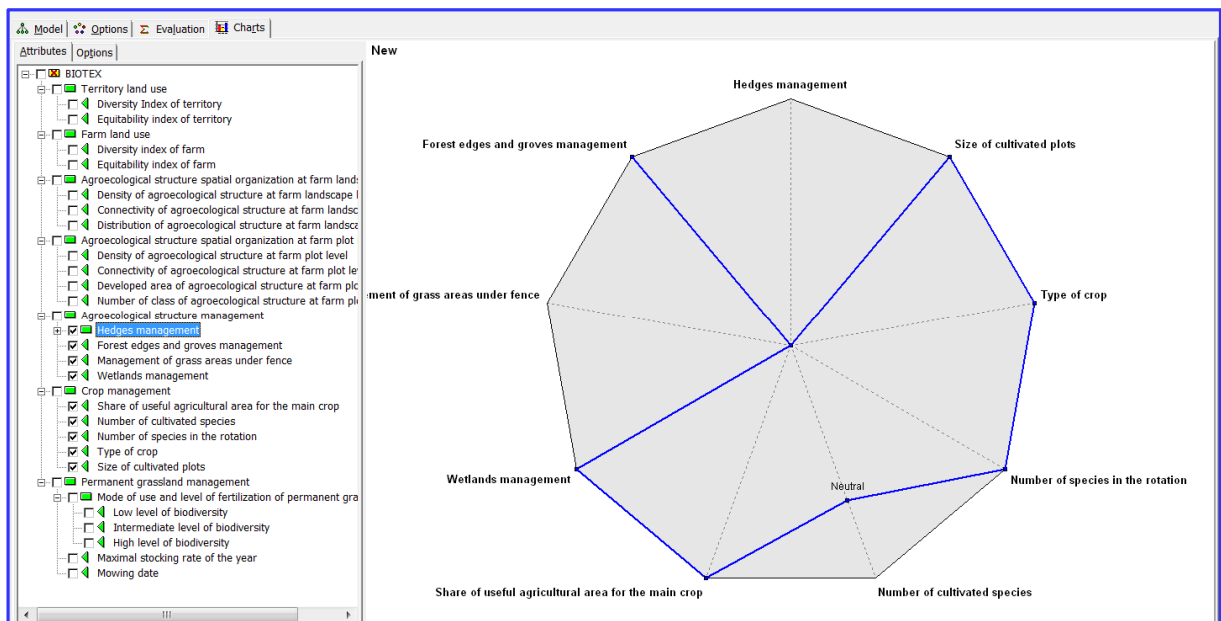


Figure 12 : Indicateurs qualifiant la gestion des prairies permanentes

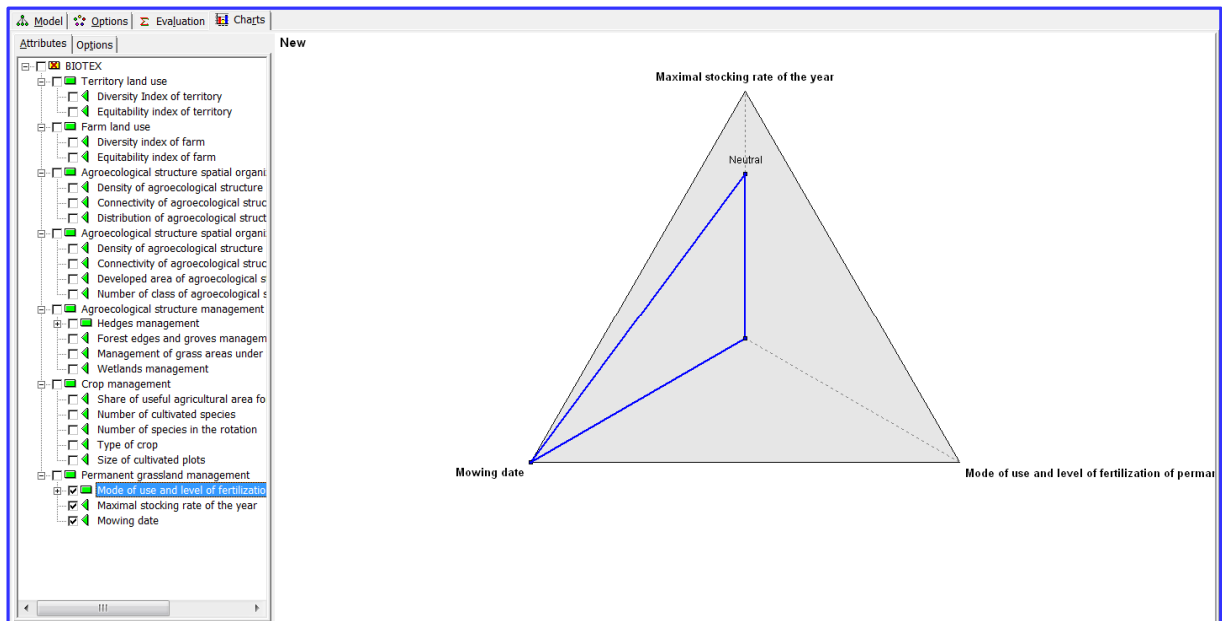
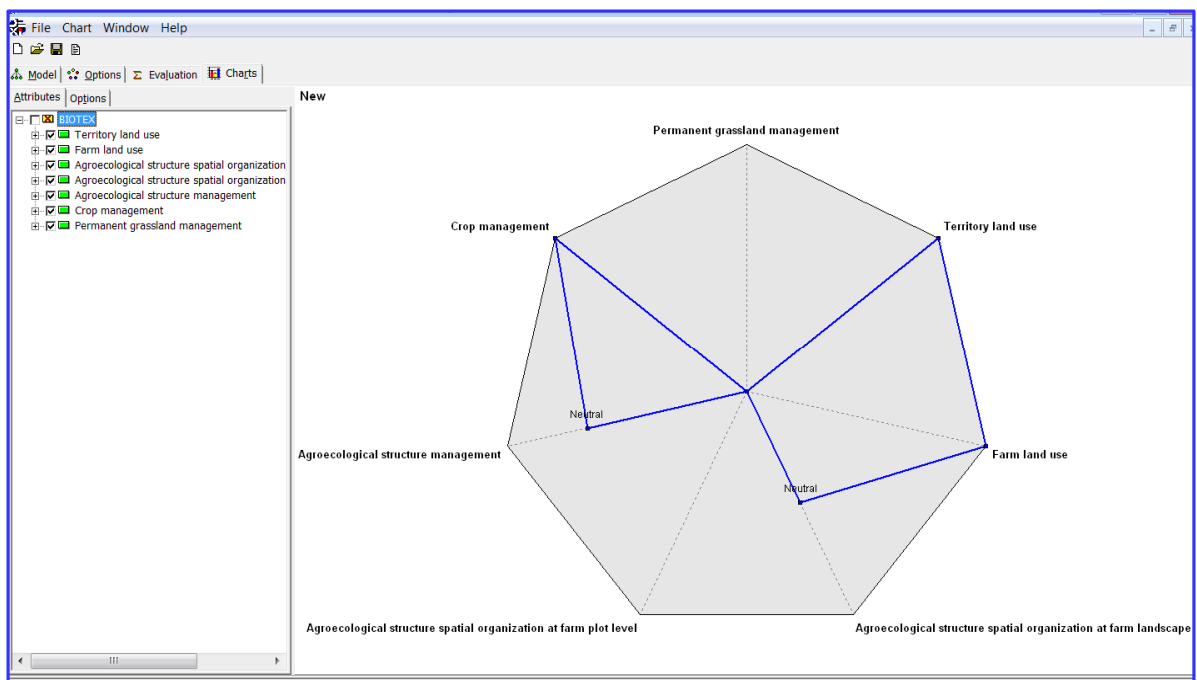


Figure 13 : Agrégation des indicateurs qualifiant les cinq grandes composantes de la méthode BIOTEX



Pour disposer de l'agrégation des indicateurs, contacter vincent.manneville@idele.fr

42. Valeurs et limites des indicateurs :

Cette démarche d'évaluation du niveau de contribution agricole à la biodiversité ordinaire est conçue dans l'esprit de donner un outil aux agriculteurs et aux techniciens dans le but de poser la question de la biodiversité ordinaire à différentes échelles.

Ces différentes échelles spatiales illustrent que le maintien de la biodiversité n'est pas le fait d'un individu mais que l'aspect collectif est un préalable incontournable.

Les indicateurs choisis sont essentiellement des indirects car il est plus facile de décrire des moyens à protéger ou à mettre en œuvre plutôt que de réaliser des inventaires longs et coûteux à mettre en œuvre et sur lesquels les commentaires sont très limités.

La méthode revendique une utilisation de tous les indicateurs pour aboutir à un profil. Ce profil est une base essentielle pour :

- discuter du devenir d'un territoire,
- restaurer la biodiversité fonctionnelle,
- entrevoir les effets d'une orientation nouvelle des productions sur un territoire.

Dans la méthode BIOTEX, les différents indicateurs sont qualifiés de favorable, neutre ou défavorable à **la biodiversité**. La justification de ces indicateurs résulte des travaux conduits dans le cadre du projet INDIBIO mais aussi d'un travail de recherche conduit à l'occasion d'une thèse (A. Chanseume 2014) et de la collaboration de longue date entre l'Université de Lorraine et l'Institut de l'élevage.

Les différents thèmes abordés et l'appréciation donnée à chaque indicateur ouvrent la perspective de discuter certains choix de l'agriculteur dans le but d'envisager des ajustements favorables à la biodiversité ordinaire.

*« Va prendre tes leçons dans la nature, c'est là qu'est notre avenir »
Léonard de Vinci*

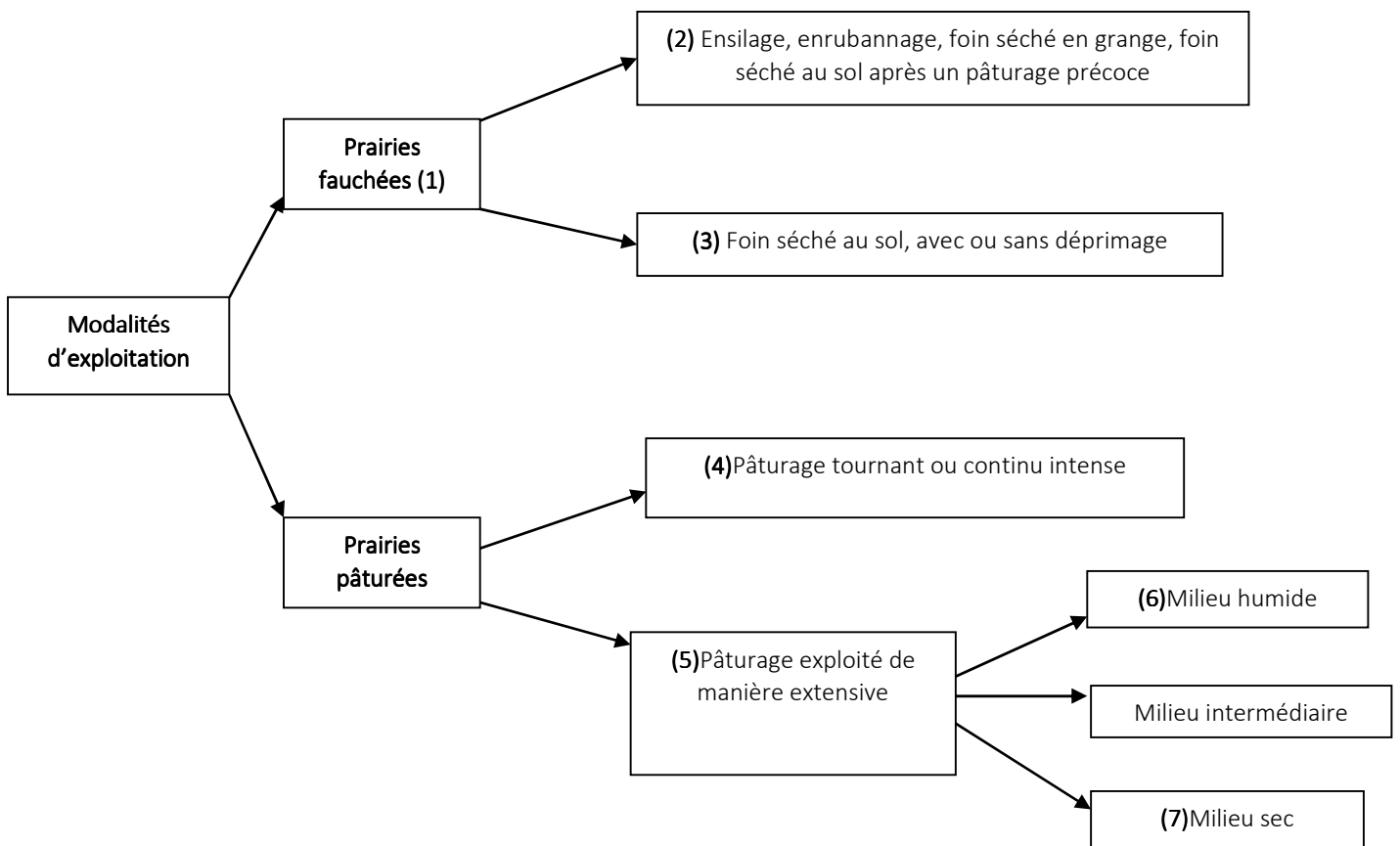
1. Récupération des fichiers îlots et parcelles de l'exploitation de type
 - ilot_XXXXXXXX
 - parcelle_XXXXXXXX_2011
2. Décompresser les 2 fichiers. Pour chaque fichier décompressé, 3 fichiers sont créés. Ne pas les renommer, n'en supprimer aucun, les laisser tous dans le même dossier.
3. Ouvrir QGIS ☞ Préférences ☞ Propriétés du projet : Définir le Système de Coordonnées de Référence en « RGF93 / Lambert-93 »
4. Couche ☞ Ajouter une couche vecteur... ☞ Parcourir : Indiquer le fichier .shp créé après la décompression (îlots ou parcelles)
5. Dans la partie gauche de QGIS, dans la liste des couches, faire un clic droit sur le nom de la couche ☞ Sauvegarder sous...
6. Format Keyhole Markup Language (KML)
 - i. Sauvegarder sous, parcourir : dossier voulu, nom voulu (attention, ne pas mettre d'espaces dans le nom du fichier et éviter les noms de fichiers trop longs)
 - ii. SCR, parcourir : RGF93 / Lambert-93
 - iii. OK
7. Ouvrir Google Earth ☞ Fichier ☞ Ouvrir : Indiquer le nom du fichier .kml créé avec QGIS
8. Les préférences d'affichage sont modifiables dans Google Earth, en faisant un clic droit sur le fichier .kml importé et qui apparaît dans la fenêtre « Lieux » de Google Earth.

Dans un premier temps, pour chaque parcelle de l'exploitation (ou groupe de parcelles gérées de la même manière) on note le mode d'exploitation. On note ici le mode d'utilisation régulier de la parcelle.

Si une parcelle est hétérogène, elle peut être affectée, si possible, au prorata de la surface concernée dans plusieurs catégories.

Si ce n'est pas possible, on place la parcelle dans la catégorie correspondant à la surface dominante.

Figure 14: Représentation des différents modes d'exploitation de la prairie permanente.



Mode d'exploitation

Quelques précisions des termes utilisés :

- (1) Prairies fauchées en première coupe ou après un déprimage plus ou moins sévère – il ne s'agit pas seulement des prairies qui sont uniquement fauchées.
- (2) Prairies qui font l'objet d'une première intervention qui soit à la fois précoce et intense. En cas de pâturage comme première intervention avant la fauche, on distingue ce pâturage précoce du déprimage (cas 3) par le fait que le couvert végétal est suffisamment mangé pour que les repousses ne contiennent que peu d'épis.
- (3) Il s'agit ici d'un vrai déprimage : le pâturage est précoce, rapide et peu intense. Les épis des espèces herbacées ne sont pas coupés ou très peu.
- (4) L'herbe est courte et homogène à la sortie des animaux (pas ou peu de refus – ou il y a fauche des refus) - Si les pratiques sont changeantes en cours d'année, c'est ce qui se passe au printemps qui importe le plus.
- (5) L'herbe est hétérogène quand les animaux sortent, il y a des refus et ceux-ci ne sont pas fauchés. Il peut y avoir des petits ligneux dans la parcelle.
- (6) Milieu humide = sol gorgé d'eau de façon continue en hiver et au printemps (au moins).
- (7) Milieu sec = sol superficiel (< ~ 10 cm) et en pente.

Dans un deuxième temps, on indique le niveau moyen de fertilisation, pour chaque modalité d'exploitation. Pour faciliter l'interprétation, 5 niveaux de fertilisation sont proposés selon l'apport en engrais minéral et l'apport en engrais organique. Ils sont résumés dans le tableau 21.

Tableau 21- Niveau de fertilisation des prairies.

Fertilisation	Engrais minéral	Engrais organique
1F	0	Très occasionnel
2F	0	Régulier
3F	< 80 unités N/ha/an (fauche) < 40 unités N/ha/an (pâturage)	Occasionnel
4F	< 80 unités N/ha/an (fauche) < 40 unités N/ha/an (pâturage)	Régulier
5F	> 80 unités N/ha/an (fauche) > 40 unités N/ha/an (pâturage)	Avec ou sans apport

L'interprétation du résultat est relative à la fertilisation azotée et aux modes d'exploitation (intensité de défoliation).

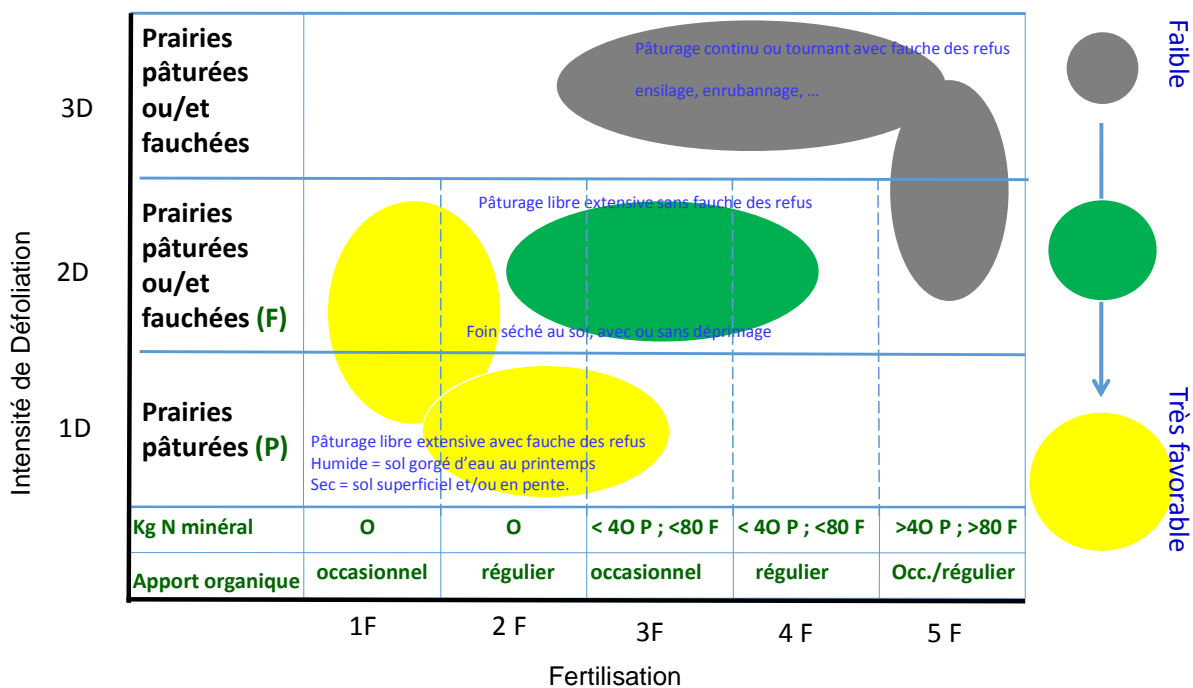
[1D], [2D], [3D] correspondent aux intensités de défoliation du graphique 2, utilisé pour définir la biodiversité de la parcelle (ou groupe de parcelles).

[1D] = Taux d'utilisation extensif, sur milieu contraignant

[2D] = Taux d'utilisation extensif, sur milieu favorable

[3D]= = Taux d'utilisation intensif

Figure 15 : Matrice de détermination de la valeur agroécologique de la prairie permanente



Après avoir recueilli toutes les informations nécessaires, on les reporte dans le graphique ci-après qui permet d'interpréter les données et de situer la biodiversité dans l'exploitation concernée selon ses pratiques et ses modes d'exploitation.

Figure 16 : Matrice d'interprétation des résultats

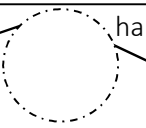
Intensité de Défoliation	3D	Favorable	Neutre	Défavorable	Défavorable	Défavorable
	2D	Favorable	Favorable	Neutre	Défavorable	Défavorable
	1D	Favorable	Favorable	Neutre	Défavorable	Incohérence
		1F	2 F	3F	4 F	5 F
		Fertilisation				

La « note » obtenue ici offre un aperçu de l'impact de la gestion des prairies sur la biodiversité :

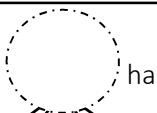
Bdv0 = Défavorable - Bdv1 = Neutre - Bdv3 = Favorable

Altitude du siège d'exploitation : m

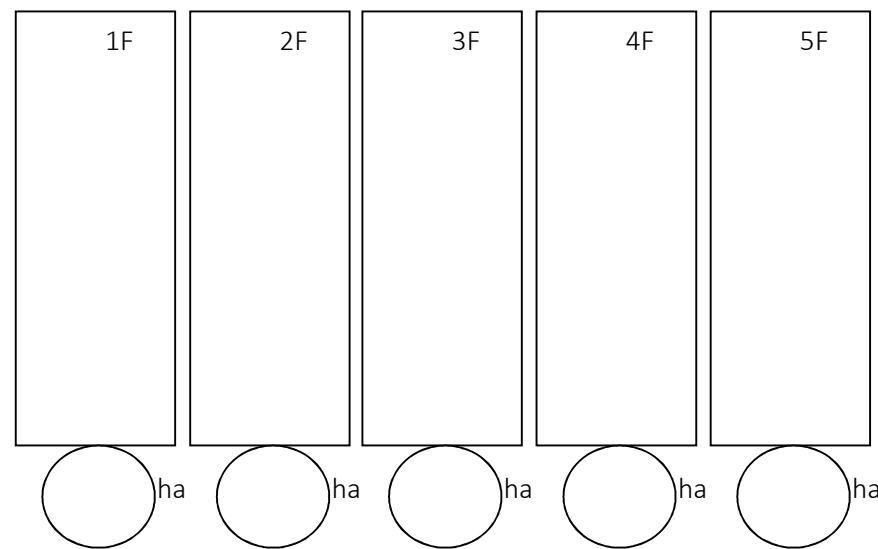
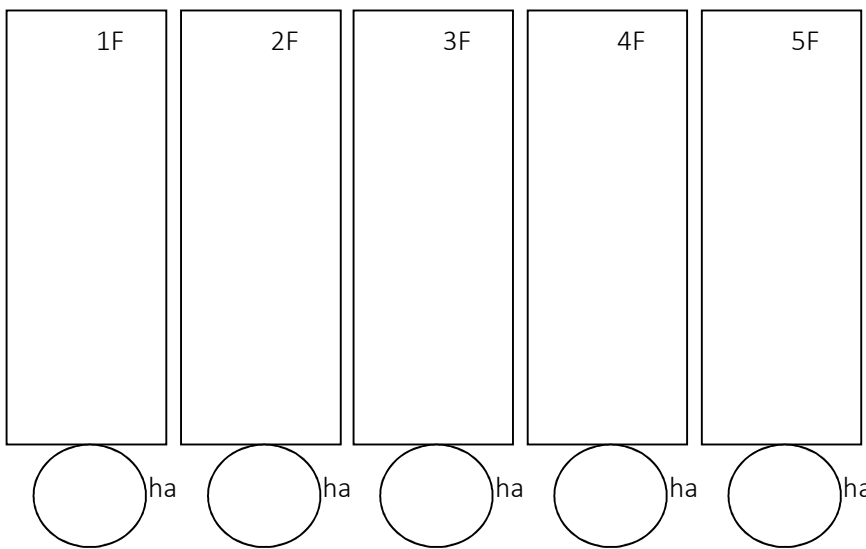
Prairies fauchées
(1)

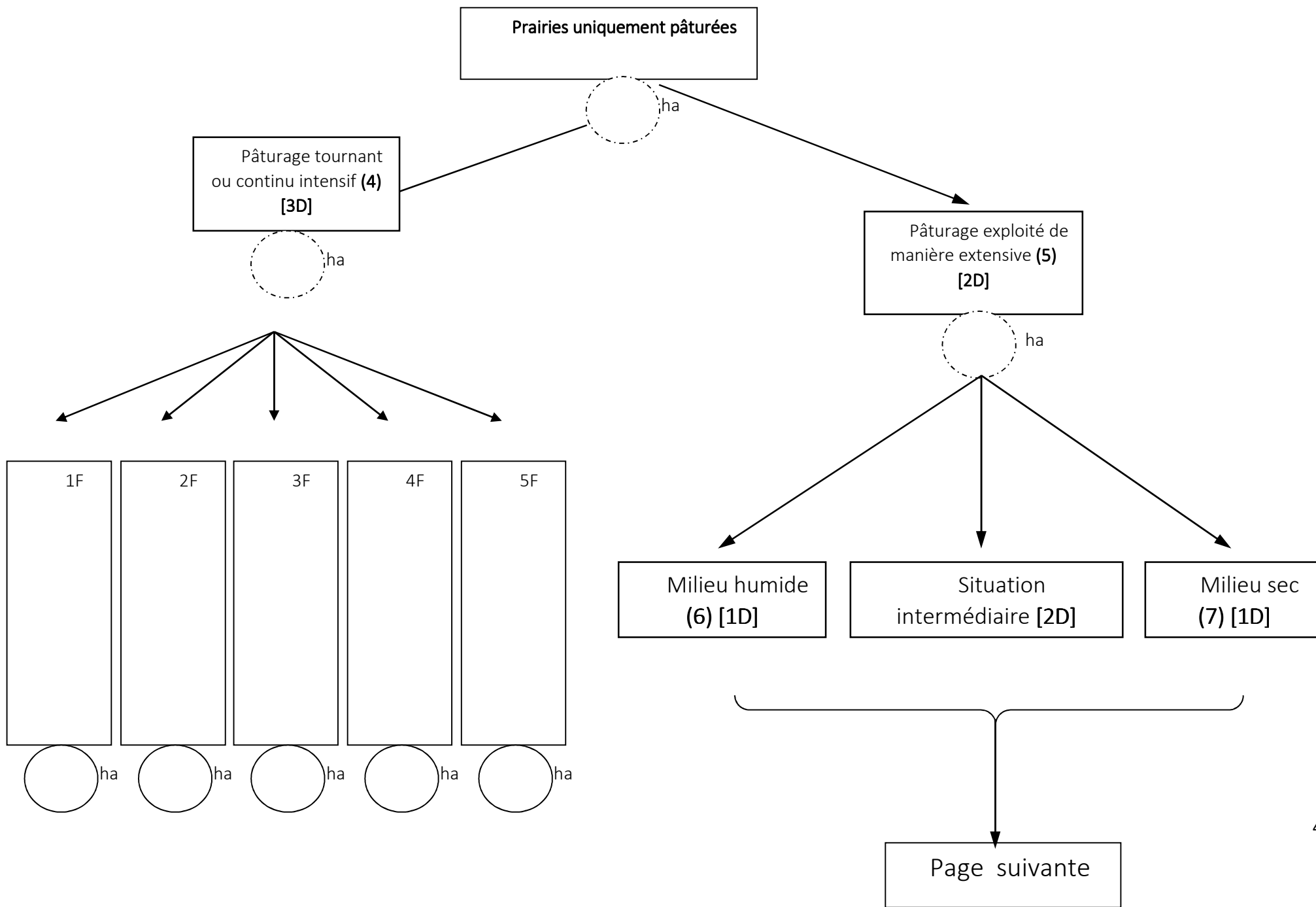


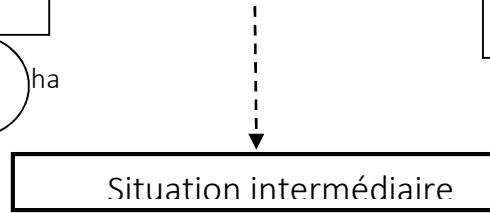
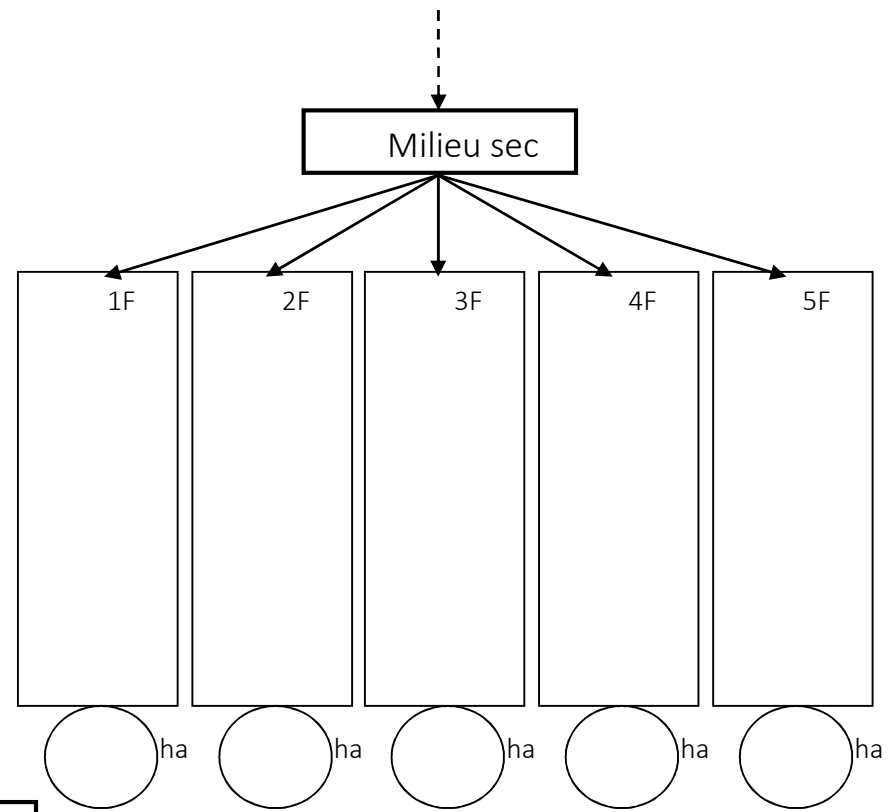
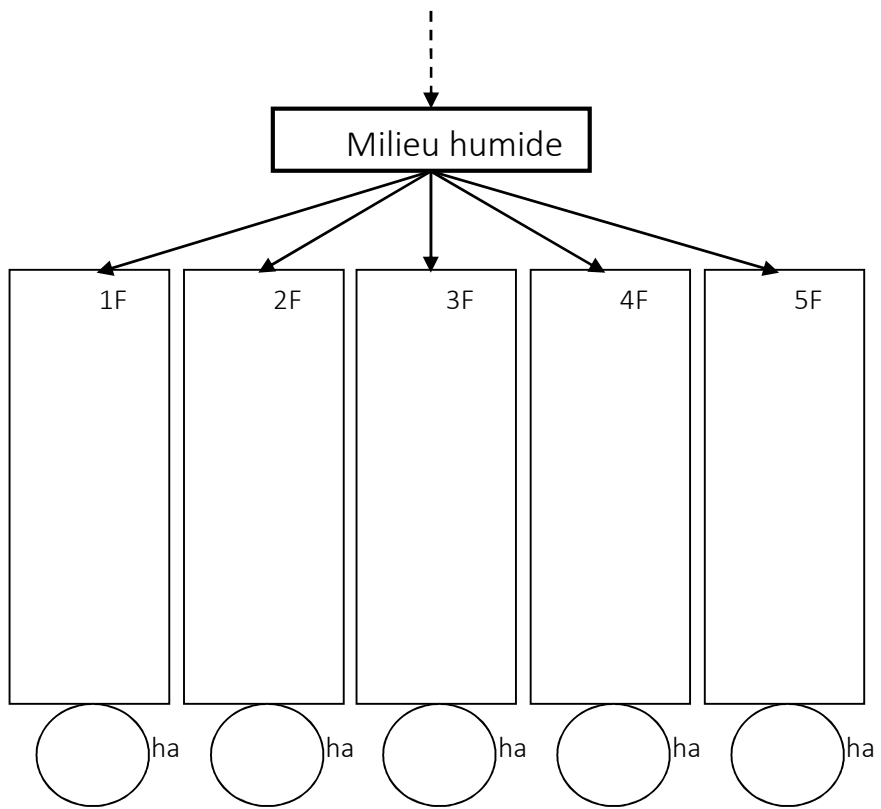
Ensilage, enrubannage,
foin séché en grange, foin
séché au sol après un
pâturage précoce (2) [3D]



Foin séché au sol,
avec ou sans
déprimage (3) [2D]







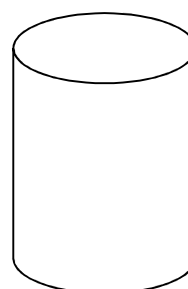
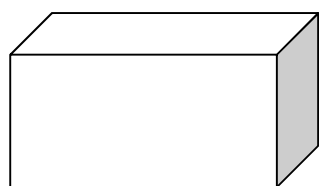
On peut trouver, dans les exploitations, différents types d'éléments agro-écologiques (IAE) pouvant être de nature et de forme très variées. Afin de pouvoir regrouper ces différents IAE il est nécessaire de les traduire de manière à ce qu'ils aient tous la même unité.

Pour ce faire, une solution est d'utiliser les surfaces développées des éléments.

En effet, les IAE peuvent être subdivisés en deux catégories :

- Les éléments assimilés à une face plane, comme les prairies
- Les éléments assimilés à une forme volume, comme un arbre.

Les formes volumes considérées ici sont des formes de bases ; ce sont le pavé et le cylindre.



Les éléments « plats » sont conservés tels quels 1 ha de prairie est égal à 1 ha de surface de biodiversité.

Les éléments comme les arbres isolés, les haies, les murets et les ripisylves sont assimilés à une forme géométrique de base ; l'arbre isolé est assimilé à un cylindre, la haie, le muret et les ripisylves sont considérés comme des pavés.

Les arbres isolés

Les données concernant les arbres sont issues des sites des CRPF (Centre Régionaux de la Propriété Forestière), de l'IDF (Institut pour le Développement Forestier) et de l'IFN (Inventaire Forestier National).

Un arbre est donc assimilé à un cylindre.

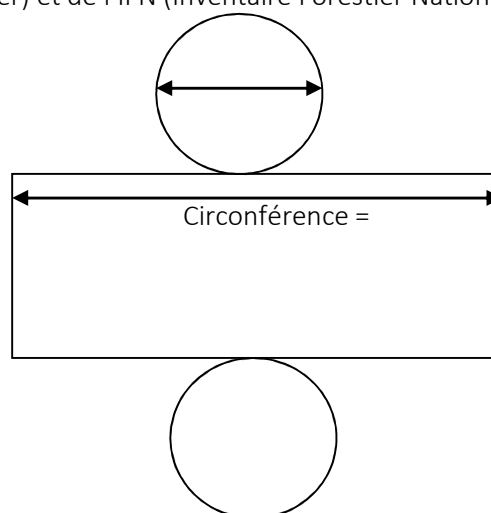
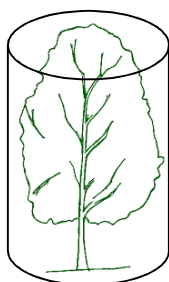


Schéma d'un cylindre développé

Les forestiers classent les arbres selon leur essence, leur utilité sylvicole ou leur taille.

L'IFN classe les arbres en 3 catégories de taille selon le diamètre du tronc à 1m30 de hauteur :

Petit → Φ [7.5 – 22.5 cm [

Moyen → Φ [22.5 – 47.5 cm [

Gros → $\Phi \geq 47.5$ cm

De plus, le CRPF d'Auvergne a réalisé des expériences qui mettent en évidence une relation entre le diamètre du tronc à 1m30 et le diamètre du houppier.

Des résultats ont été obtenus pour le Chêne sessile qui sera pris comme arbre de référence pour créer 3 catégories d'arbres isolés.

Ces résultats sont synthétisés dans un article réalisé par Jean-Paul NEBOUT, Ingénieur Forestier au CRPFF d'Auvergne (Le Chêne en liberté – 1ere partie) ; le graphique ci-dessous est extrait de cet article.

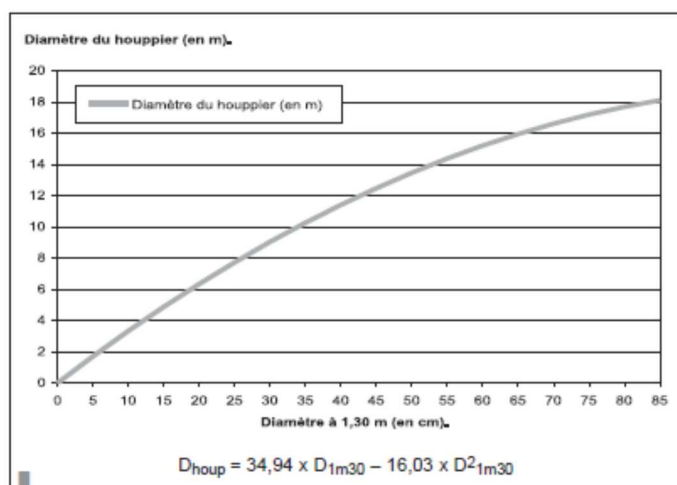


Figure 1 : Evolution du diamètre du houppier en fonction du diamètre à 1,30 m des chênes sessiles en croissance libre.

Ce graphique permet d'obtenir des valeurs moyennes approximatives de diamètre de houppiers en fonction du diamètre à 1m30, pour pouvoir calculer les surfaces développées des arbres isolés.

Tableau 22- Diamètre du Houppier pour chaque catégorie d'arbre.

Catégorie d'arbre	Φ à 1m30 (en cm)	Φ du houppier (en m)
Petit	15	5
Moyen	35	10
Gros	60	15

- Arbre « Petit »

Un arbre petit est un arbre d'environ 15 cm de diamètre à 1m30, d'une hauteur moyenne de 8 m et qui possède un houppier de 5 m de diamètre environ.

Surface Développée

$$S = (8 \cdot 5 \cdot \pi) + (\pi \cdot 2.5^2)$$

$$S = 145 \text{ m}^2$$

- Arbre « Moyen »

Un arbre moyen est un arbre d'environ 35 cm de diamètre à 1m30, d'une hauteur moyenne de 12 m et qui possède un houppier de 10 m de diamètre environ.

Surface Développée

$$S = (12 \cdot 10 \cdot \pi) + (\pi \cdot 5^2)$$

$$S = 456 \text{ m}^2$$

- Arbre « Gros »

Un arbre gros est un arbre d'environ 60 cm de diamètre à 1m30, d'une hauteur moyenne de 16 m et qui possède un houppier de 15 m de diamètre environ.

Surface Développée

$$S = (16 \cdot 15 \cdot \pi) + (\pi \cdot 7.5^2)$$

$$S = 931 \text{ m}^2$$

La haie :

La haie est donc assimilée à un pavé.

Les données concernant les haies proviennent essentiellement de deux mémoires et une publication :

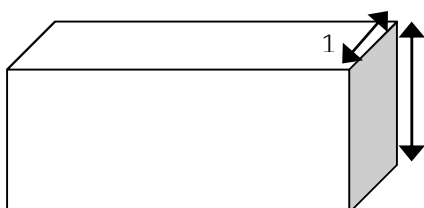
- « Gestion des haies en paysage d'élevage. Enquête et analyse : la place de la haie sur l'exploitation agricole, les différents chantiers sur les haies. » David JUTEAU, 1994
- « Gestion des haies en paysage d'élevage. Analyse, itinéraires techniques et place dans l'exploitation agricole. » Renaud JEGAT, 1994

On distingue donc **3 types** principaux de haies : la haie basse ou bouchure, la haie buissonnante ou arbustive et la haie arborescente ou arborée.

Pour chaque type de haie on admettra une **largeur** de **10 mètres** correspondant à l'emprise racinaire d'une haie et le calcul de la surface développée se fera pour une **longueur** de haie de **100m**.

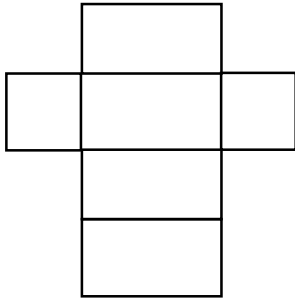
- La haie basse ou bouchure

On la retrouve principalement dans l'ouest de la Saône et Loire ; c'est une haie qui est obtenue après passages d'une épareuse (bras articulé avec un groupement de fauchage au bout), elle est broyée par 4 passages : 1 horizontal sur le dessus de la haie, 2 verticaux de chaque côté et 1 au sol pour débroussailler l'ourlet à la base de la haie. Elle mesure environ 1 mètre de hauteur.



1

La mesure de la surface développée se fait par simple « ouverture » de la haie.



Surface développée :

$$S = (2 \cdot 10 \cdot 100) + (2 \cdot 1 \cdot 100) + (2 \cdot 10 \cdot 1)$$

$$S = 2\,220 \text{ m}^2$$

- La haie buissonnante ou arbustive

On la trouve par exemple en Pays de Pail en Mayenne. Elle est parfois taillée en rideaux (passage d'une épareuse sur 3 à 4 mètres de hauteur) ; sa hauteur moyenne est de 5,50 m.

Surface développée

$$S = (2 \cdot 10 \cdot 100) + (2 \cdot 5,50 \cdot 100) + (2 \cdot 10 \cdot 5,50)$$

$$S = 3\,210 \text{ m}^2$$

- La haie arborescente ou arborée

On la trouve dans les paysages de Loire Atlantique. Elle est composée d'une strate arbustive semblable à la haie buissonnante à laquelle s'ajoute un arbre environ tous les 5 mètres (plus ou moins suivant les espèces qui supportent ou non la concurrence). Le plus souvent les arbres de ce type de haie sont des arbres têtards ou émondés.

Les essences composant les haies arborescentes sont majoritairement le Chêne (pédunculé et sessile dans l'ouest), le Frêne qui a tendance à remplacer l'Orme champêtre, le Hêtre et le Châtaignier dans certaines régions ainsi que le Peuplier et l'Aulne en bords de rivières (données IFN).

Pour le calcul de la surface développée, on prend la surface développée d'une haie buissonnante (soit 3 210 m²) à laquelle on ajoute 21 fois la surface développée d'un arbre têtard.

On considèrera ici un arbre têtard moyen de 10 mètres de haut (2m de tronc + 8m de « taillis en hauteur »), et avec un houppier moyen de 10m de diamètre.

Surface développée d'un arbre têtard

$$S = (10 \cdot 10 \cdot \pi) + 2 \cdot (\pi \cdot 5^2)$$

$$S = 471 \text{ m}^2$$

Surface développée d'une haie arborescente

$$S = 3\,210 + 21 \cdot 471$$

$$S = 13\,101 \text{ m}^2$$

Les murets:

Ils sont apparus dans toutes les régions où s'est développée une agriculture sédentaire. En plaine, les murets sont généralement disposés en limite de parcelle et jouent le rôle de clôture. En zone pentue, ils sont disposés perpendiculairement à la pente pour assurer une stabilisation des terres ; c'est le cas pour les cultures en terrasses. En zone montagneuse, les murets permettent de créer des enclos pour le bétail.

Selon les régions les murets sont plus ou moins hauts, mais pour les 3 types décrits ci-dessous, on considérera une **largeur** moyenne de **80 cm**, le calcul se fait pour une **longueur** de **100m**.

- Petit muret

On considère ici un muret d'une hauteur de 50 cm.

Surface développée

$$S = (2 * 0,80 * 100) + (2 * 0,50 * 100) + (2 * 0,80 * 0,50)$$

$$S = 260,80 \text{ m}^2$$

- Muret moyen

On considère un muret d'une hauteur de 1m.

Surface développée

$$S = (2 * 0,80 * 100) + (2 * 1 * 100) + (2 * 0,80 * 1)$$

$$S = 361,60 \text{ m}^2$$

- Grand muret

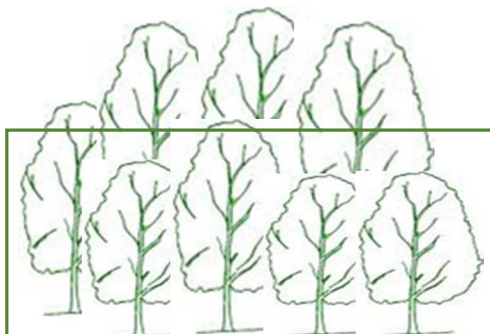
On considère un muret d'une hauteur de 1,50 m.

Surface développée

$$S = (2 * 0,80 * 100) + (2 * 1,50 * 100) + (2 * 0,80 * 1,50)$$

$$S = 462,40 \text{ m}^2$$

Lisière de forêt :



Les lisières sont traduites ici en une surface plane.

La hauteur de la lisière est dépendante de l'essence qui la compose c'est pourquoi on prend pour le calcul une hauteur correspondant à la **hauteur** d'un arbre moyen, c'est-à-dire **12 m** et une **longueur** de **100m**.

Surface développée

$$S = 12 * 100$$

$$S = 1\,200 \text{ m}^2$$

Les bordures de parcs (clôture quatre fils / clôture ronce)

La présence de clôture quatre fils en bordure de parcs crée des zones où les végétaux ne sont ni fauchés, ni pâturés. Ce sont des zones qui ne subissent pas ou peu de pression ; elles deviennent des zones refuges pour la faune et la flore et sont donc riches en biodiversité.

Il paraît donc important d'évaluer ces bordures de parcs.

Pour effectuer le calcul, on considérera une bordure d'**1** mètre de **large** et de **100m** de **long**.

Surface développée

$$S = 1 * 100$$

$$S = 100 \text{ m}^2$$

L'Agroforesterie

L'agroforesterie correspond à l'association de 2 activités de production sur une même parcelle. On distingue l'agrisylviculture qui associe cultures et arbres forestiers, du sylvopastoralisme qui associe pâture et arbres forestiers. Les prés vergers sont une forme de sylvopastoralisme, ils correspondent à l'association de prairie et arbres fruitiers.

En sylvopastoralisme on considère une densité moyenne de 100 arbres pour 1ha. Le calcul de la surface développée correspond donc à la surface d'un ha de prairie auquel on ajoute la surface développée de 100 arbres. On considérera ici un arbre de taille moyenne pour ne pas sous-estimer ou surestimer la surface développée des arbres.

Surface développée

$$S = (100 * 456) + 10\,000$$

$$S = 55\,600 \text{ m}^2$$

En agrisylviculture on considère qu'il y a une plantation d'arbre tous les 20 mètres et que sur chaque ligne de plantation, on trouve un arbre tous les 5m.

Sur une parcelle d'1 ha cela correspond à 5 lignes d'arbres avec 22 arbres par ligne soit

Surface développée

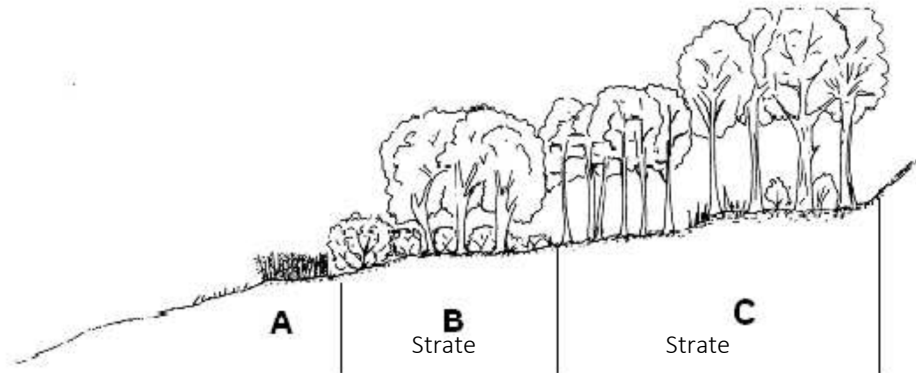
$$S = 22 * 5 * 456$$

$$S = 50\,160 \text{ m}^2$$

Les Ripisylves

Les ripisylves sont des formations végétales qui se développent sur les bords des cours d'eau, des rivières. Elles sont situées dans la zone frontière entre eau et terre.

Les ripisylves sont composées de 3 strates : herbacée, arbustive, arborescente. Leur largeur maximale varie de 25 à 30 mètres.



Pour réaliser le calcul de la surface développée, on considère une ripisylve comme un pavé de **100m** de **long**, **20m** de **large** (en moyenne), et **7m** de **hauteur** (moyenne entre les hauteurs des 3 strates représentées dans une ripisylve _ données IFN, CRPF Poitou-Charentes).

Surface développée

$$S = (2 \cdot 7 \cdot 100) + (2 \cdot 20 \cdot 100) + (2 \cdot 7 \cdot 20)$$

$$S = 5\,680 \text{ m}^2$$

Tableau 23 : Nature des IAE et coefficients de conversion en surfaces géométriques développées

Type d'IAE	Catégorie	Coefficient de conversion surface développée (m ²)
Haies	100m Linéaire de haie basse, largeur 2m (nb)	600
	100m Linéaire de haie buissonnante, largeur 5m (nb)	2000
	100m Linéaire de haie arborescente mono-spécifique, largeur 10m (nb)	11000
	100m Linéaire de haie arborescente pluri-spécifique et poly-stratifiées (nb)	13000
Bosquets	Bosquets (ha)	23000
Arbres	nb Arbre isolé petit (Φ [7.5 – 22.5 cm])	145
	nb Arbre isolé moyen (Φ [22.5 – 47.5 cm])	456
	nb Arbre isolé gros ($\Phi \geq 47.5$ cm)	931
Arbres	Arbre (nb)	
Vergers	Densité 50-100 arbres	23200
	Densité 100-250 arbres	23200
Surface toujours en herbe	Peu productive	10000
	Productive	10000
Divers	ha Bandes enherbées ou bandes tampons en bordure de cours d'eau	10000
	100 m linéaire Lisières de bois	1200
	1 ha Bordures de champ	10000
	1 ha Jachère	10000
	1 ha Tourbières	10000
	1 m périmètre de Mares et lavognes	100
	1 m périmètre de Fossés et cours d'eau	10
	1 m linéaire de Talus, Murets et terrasses	10
	Agroforesterie : 1 ha Sylvopastoralisme (Arbre moyen)	55600
	Agroforesterie : 1 ha Agrisylviculture (Arbre moyen)	50160
100 m linéaire Ripisylve	5680	

Rappel des différentes étapes de travail pour mettre en œuvre la méthode BioTex

- La collecte des données sur l'exploitation
- Les calculs complémentaires au bureau
- Restituer à l'agriculteur ou à un groupe d'agriculteurs les résultats et faire émerger les points améliorables

Préparer l'intervention

Téléphoner à l'éleveur afin qu'il dispose des documents suivants :

- Parcellaire
- Données PAC
- Signature de la demande d'autorisation d'utiliser les données RPG de l'exploitation

Les documents à prendre :

- Les documents d'enregistrement
- Une image satellite de la zone de l'exploitation
- Une calcullette.



BIOTEX : une démarche d'évaluation multicritère de la biodiversité ordinaire dans les systèmes d'exploitation d'élevage et de polyculture-élevage

BIOTEX est une démarche d'évaluation de la Biodiversité Ordinaire du Territoire à l'Exploitation. Elle vise à être lisible et compréhensible par l'éleveur.

Elle prend en compte également la demande des éleveurs interrogés dans le cadre d'entretiens collectifs. Les éleveurs interrogés évoquent la qualité de leur paysage et mettent en avant les bois, rivières, prairies, les haies (ou bocage) ainsi que les reliefs. Ils lient ces paysages à l'activité agricole, l'entretien des haies étant de loin l'action la plus citée par les éleveurs interrogés. L'adaptation des pratiques de fauche et l'entretien des prairies arrivent dans un second temps. D'autres activités sont aussi mises en avant dans une moindre mesure : le maintien des mares et autres zones humides, la limitation des apports de fertilisation et produits phytosanitaires, les actions sur les assolements et les rotations (source CASDAR INDIBIO 2014).

La démarche BIOTEX a été construite pour les agriculteurs et afin de mettre en évidence la nécessité de prendre en compte de la biodiversité ordinaire dans des approches agro-écologiques.



INSTITUT DE
L'ÉLEVAGE

Institut de l'Élevage
149 rue de Bercy
75595 Paris cedex 12
Tél. 01 40 04 52 50
Fax 01 40 04 53 00
www.idele.fr

Novembre 2014
Réf. 0014304032
ISBN 978-2-36343-581-1

Document rédigé par :
Vincent Manneville (Institut de
l'Élevage),
Aline Chanséaume (Institut de
l'Élevage),
Bernard Amiaud (Université de
Lorraine)

Crédits photos :
Institut de l'élevage, Google
Earth

