



HAL
open science

Evaluer les indicateurs agro-environnementaux

Aude Barbottin, David Makowski, Muriel Tichit

► **To cite this version:**

Aude Barbottin, David Makowski, Muriel Tichit. Evaluer les indicateurs agro-environnementaux : Vers un compromis entre coût et précision. FaçSADe, 2011, 34, pp.1-4. hal-01019316

HAL Id: hal-01019316

<https://hal.science/hal-01019316>

Submitted on 29 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Evaluer les indicateurs agro-environnementaux Vers un compromis entre coût et précision

Alors que l'Union européenne doit poursuivre son effort pour enrayer le déclin de la biodiversité, la communauté scientifique a élaboré de nombreux indicateurs de la biodiversité des milieux. Cependant, il n'est pas toujours facile pour les gestionnaires de ces milieux d'identifier les indicateurs qui présentent un compromis satisfaisant entre leur valeur prédictive et le coût de leur élaboration. C'est une approche de ce compromis qui est présentée dans cet article.



Aude Barbottin, David Makowski, Muriel Tichit

De nombreux indicateurs agro-environnementaux (IAE) ont été élaborés pour évaluer l'impact des activités agricoles sur l'environnement ou prévoir l'impact de politiques publiques. Destinés à éclairer les décideurs et gestionnaires sur les mesures à prendre pour promouvoir une agriculture écologiquement viable, leur capacité prédictive est essentielle lorsqu'il s'agit d'adapter des pratiques ou d'en concevoir de nouvelles.

Un indicateur est une variable, ou une combinaison de variables, qui renseigne sur un état, une situation, ou un processus complexe, qui ne sont pas directement observables ni quantifiables.

Pour être performants et opérationnels, les IAE doivent être quantifiables, robustes, compréhensibles, acceptables et facilement utilisables par les acteurs de terrain, et aussi précis que possible. Ils ont également un coût lié aux méthodes de collecte des données requises pour leur élaboration. A ce jour, la précision des indicateurs et leur coût monétaire sont deux propriétés qui sont peu étudiées de manière conjointe. Elles sont pourtant centrales pour aider les acteurs impliqués au niveau local à choisir des

indicateurs présentant les meilleurs compromis au regard de leurs besoins de gestion.

Prédire la présence des oiseaux dans les espaces agricoles

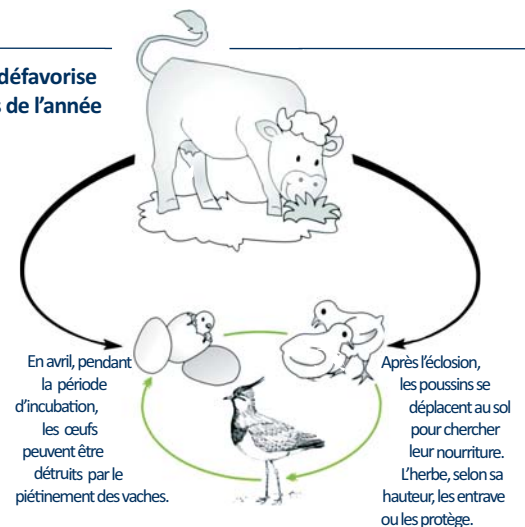
Les oiseaux spécialistes des milieux agricoles sont considérés comme de bons indicateurs de la qualité écologique de ces espaces. Parmi eux figure le Vanneau Huppé, espèce d'oiseau limicole des

prairies humides, très présent dans les marais atlantiques où il représente un enjeu majeur de conservation [encadré 1].

En nous appuyant sur une base de données agro-écologiques constituée sur le dernier grand fragment prairial du site Natura 2000 du Marais Poitevin [encadré 2], nous avons construit 16 indicateurs susceptibles de prévoir la présence du Vanneau Huppé.

Encadré 1 : Le pâturage favorise ou défavorise le Vanneau Huppé selon les périodes de l'année

Le Vanneau Huppé est un petit échassier emblématique des zones humides, qui niche au sol. Pour se reproduire, le vanneau occupe les mêmes milieux que les troupeaux au pâturage. Dès la fin mars, la femelle se consacre à la couvaison. Elle pond ses œufs dans une cavité au sol aménagée par le mâle. L'incubation dure environ 4 semaines. Quelques heures après l'éclosion, les juvéniles quittent le nid. Ils sont en mesure de voler au bout de cinq semaines.



Encadré 2 : Une base de données agro-écologiques sur le Marais Poitevin

Le Marais Poitevin est un site pilote pour les mesures agro-environnementales depuis le début des années 1990. En 2004, l'unité expérimentale de Saint-Laurent-de-la-Prée a mis en place un dispositif de suivi de 252 parcelles (représentant environ 1000 ha), appartenant à 67 exploitations agricoles et exploitées en pâturage ou fauche pour alimenter des bovins allaitants.

Des mesures *in situ* réalisées pendant deux années consécutives ont permis de relever pour chaque parcelle la présence/absence du Vanneau Huppé. Neuf indicateurs de la qualité d'habitat ont été mesurés sur le terrain, ou relevés à partir de données cartographiques. Sept indicateurs sur les pratiques de gestion des prairies ont également été renseignés par enquêtes auprès des exploitants pendant les 2 années du suivi. Les seize indicateurs ont été établis pour les deux périodes clés du cycle de vie du vanneau : l'incubation en avril et l'élevage des poussins en mai.

Indicateurs d'habitat

Hauteur moyenne de l'herbe
Hétérogénéité de la hauteur d'herbe
Diamètre des touffes d'herbe
Fréquence des touffes d'herbe
Niveau d'humidité de la parcelle
Densité de rigoles dans la parcelle
Indice d'ouverture de la parcelle
Surface de la parcelle
Distance à la route la plus proche

Indicateurs de pratiques

Niveau de fertilisation azotée
Chargement instantané de printemps
Chargement instantané d'automne
Chargement cumulé de printemps
Proportion de jours pâturés au printemps
Chargement cumulé d'automne
Proportion de jours pâturés à l'automne

Nous avons évalué la précision et le coût global d'acquisition de chacun d'entre eux, puis nous avons testé des combinaisons d'indicateurs en faisant l'hypothèse qu'elles pourraient augmenter la précision obtenue à un coût raisonnable. Nos indicateurs sont répartis en deux grands groupes : des indicateurs élaborés à partir de mesures décrivant l'habitat caractéristique de chaque parcelle référencée dans la base de données (indicateurs d'habitat), et des indicateurs agrégeant des informations sur les pratiques de pâturage et de gestion des prairies mises en œuvre par les agriculteurs (indicateurs de pratiques).

Les indicateurs de pratiques représentent une alternative à la mesure des caractéristiques de l'habitat. Ils permettent aussi de lier concrètement la biodiversité du milieu aux pratiques agricoles. Il est donc important d'évaluer leur contribution potentielle à un compromis entre coût et précision des IAE.

Des indicateurs plus ou moins précis

La précision d'un indicateur est définie comme la probabilité de classer, en minimisant la marge d'erreur, deux parcelles, l'une où l'oiseau est présent, l'autre où il est absent. Cette probabilité est estimée à l'aide de la méthode ROC (Receiver Operating Characteristics) et s'appuie sur la représentation graphique de deux critères : la sensibilité de l'indicateur qui mesure son aptitude à bien détecter la présence des oiseaux, et sa spécificité qui mesure son aptitude à

bien détecter leur absence [encadré 3]. La valeur de la précision varie de 0 à 1. Sur nos 16 indicateurs, seuls sept d'entre eux ont une précision supérieure à 0,60, ce qui représente plus de 6 chances sur 10 de ne pas se tromper.

D'une manière générale, les indicateurs les plus précis sont ceux qui utilisent des mesures des caractéristiques de l'habitat des oiseaux [tableau 1]. C'est un indicateur d'habitat, la hauteur d'herbe, qui présente la meilleure valeur prédictive : plus cette hauteur est importante, moins la parcelle sera utilisée par le vanneau

pour nicher. La hauteur d'herbe étant fortement modifiée par le pâturage, des indicateurs de pratiques, tels que le chargement cumulé en animaux de la parcelle et la proportion de jours pâturés, sont un peu plus précis que le niveau de fertilisation azotée ou le chargement instantané.

De façon générale, la faible précision des indicateurs de pratiques s'explique par le fait qu'ils ne renseignent qu'indirectement sur la hauteur moyenne du couvert végétal, paramètre clé pour les oiseaux. De plus, ils n'apportent aucune information sur l'humidité des parcelles qui est un autre déterminant important de la qualité d'habitat pour les oiseaux.

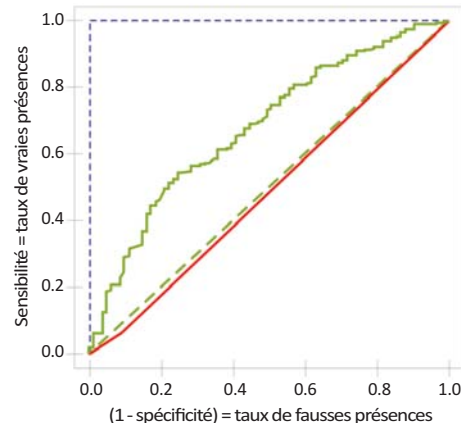
Les indicateurs les plus précis sont aussi les plus coûteux

Le coût global d'acquisition calculé pour chaque indicateur intègre deux composantes clés : un coût opérationnel lié aux modes de collecte de l'information (dépenses de transport pour se rendre sur le terrain, dépenses téléphoniques pour les enquêtes sur les pratiques) et un coût salarial lié au temps de travail dédié à cette collecte. En conséquence, le coût des indicateurs varie fortement selon le type d'information requise et selon la méthode de mesure. Le nombre de répétitions des mesures a aussi des incidences financières importantes.

Encadré 3 : La méthodologie ROC (Receiver Operating Characteristics)

A l'origine développée dans le domaine militaire pour détecter une présence ennemie, la méthodologie ROC a été ensuite introduite en médecine pour évaluer la précision des tests de diagnostic. Son emploi pour des questions relevant de l'agriculture est relativement récent.

Dans notre cas, la méthode ROC évalue la capacité de chaque indicateur à différencier les situations où les oiseaux sont présents (sensibilité) des situations où ils ne sont pas présents (spécificité). Pour chaque indicateur, on trace la courbe qui relie la sensibilité et la spécificité. La précision globale de l'indicateur est estimée à partir de l'aire sous la courbe (AUC). Cette aire représente la probabilité de ne pas se tromper lorsque l'on prévoit la présence d'un oiseau et lorsque l'on ne la prévoit pas. Plus sa valeur est élevée, c'est-à-dire proche de 1, meilleur est l'indicateur. En revanche, un indicateur dont la valeur de l'AUC est proche de 0,5 ne classe pas mieux les situations que le simple hasard.



Les courbes de ROC pour quatre indicateurs
 - - - - Un indicateur "parfait"
 — Un indicateur "médiocre", c'est-à-dire qui ne prévoit pas la présence des oiseaux mieux que le simple hasard
 — L'indicateur réel mesuré sur notre dispositif. L'indicateur dont la précision est représentée par la courbe en trait plein (la hauteur d'herbe) est plus précis que celui représenté par la courbe en pointillés (diamètre des touffes d'herbe)

Type d'indicateur	Indicateurs	Méthode de mesure	Précision (Valeur mini et maxi)	Coût moyen (€) par indicateur pour l'ensemble des 252 parcelles du dispositif
D'habitat	Surface de la parcelle Distance à la route la plus proche	Calculé avec Système d'Information Géographique (SIG)	0,58 - 0,61	138
De pratiques	Niveau de fertilisation azotée Chargement instantané (printemps et automne)	Enquête unique	0,50 - 0,61	530
De pratiques	Chargement cumulé (printemps et automne)	Enquêtes répétées	0,58 - 0,65	1173
D'habitat	Indice d'ouverture de la parcelle Diamètre des touffes d'herbe Fréquence des touffes d'herbe Niveau d'humidité de la parcelle Densité des rigoles	Estimations visuelles	0,50 - 0,57	1221
D'habitat	Hauteur d'herbe Hétérogénéité de la hauteur d'herbe	Mesures répétées	0,59 - 0,68	2505

Les données ont été recueillies par l'unité expérimentale Inra de Saint-Laurent-de-la-Prée pendant 2 années consécutives.

Pour la plupart des indicateurs d'habitat, huit personnes ont été impliquées dans les mesures sur le terrain pendant trois semaines au printemps. Certaines mesures ont nécessité plusieurs répétitions par parcelle (par exemple la hauteur moyenne et l'hétérogénéité de l'herbe) tandis que d'autres ont été estimées visuellement (par exemple la fréquence des touffes). Les enquêtes auprès des agriculteurs ont été effectuées par une seule personne.

Tableau 1 : Coût des indicateurs utilisés pour prédire la présence/absence du Vanneau Huppé dans les prairies

Le tableau 1 montre que les indicateurs d'habitat basés sur des mesures répétées, comme la hauteur moyenne du couvert prairial ou son hétérogénéité, qui sont les plus précis, sont aussi les plus coûteux.

Les indicateurs calculés à l'aide d'outils de géo-référencement, tels la distance à la route la plus proche ou la surface de la parcelle, sont sans conteste les moins onéreux. S'appuyant sur des données préexistantes (e.g. parcellaire digitalisé), ils n'obligent pas à investir directement le terrain.

Les indicateurs estimés visuellement (fréquence et diamètre des touffes d'herbe, par exemple) ont un coût moyen car le temps de travail est plus limité. Mais, en contrepartie, ils sont peu précis.

Les indicateurs de pratiques élaborés à partir d'enquêtes téléphoniques auprès des agriculteurs affichent un coût intermédiaire ou faible, en fonction du nombre d'enquêtes nécessaire pour obtenir l'information. Ainsi, le niveau de fertilisation azotée de chaque parcelle peut être obtenu lors d'une enquête unique, alors que l'estimation du chargement cumulé en fin de printemps ou en automne demande de répéter les enquêtes téléphoniques (en général trois fois par an) afin

de reconstituer l'ensemble du calendrier de pâturage.

Force est de constater que si l'on considère les indicateurs isolément, un choix pertinent en matière de précision n'est pas forcément un choix pertinent au niveau financier.

Des indicateurs combinés pour un meilleur compromis coût / précision ?

Peut-on gagner en précision, et à quel coût, si des indicateurs sont combinés ? Nous avons testé trois types de combinaisons : i) combinaison d'indicateurs d'habitat mesurés sur les parcelles, ii) combinaison d'indicateurs de pratiques obtenus par enquêtes auprès des agriculteurs, iii) combinaison des deux types d'indicateurs [tableau 2].

Dans tous les cas, les combinaisons sont plus précises que les indicateurs individuels pour prédire la présence ou l'absence des oiseaux. Avec une probabilité d'erreur inférieure à 2 sur 10, les combinaisons d'indicateurs d'habitat et de pratiques améliorent la précision de façon significative et elles sont toujours plus précises que les combinaisons d'indicateurs d'un même type.

Mais le coût des combinaisons augmente avec le nombre et le type d'indicateurs pris en compte. Pour le Vanneau Huppé, les combinaisons basées sur des indicateurs de pratiques ont été les moins coûteuses (530 à 1493 € pour l'ensemble des parcelles pendant les 2 années de suivi). Les informations issues d'enquêtes répétées apportent la plus grande part de la précision de ce type de combinaison, mais elles en doublent le

Type de combinaisons	Précision (Valeur mini et maxi)	Coût moyen (€) par combinaison d'indicateurs pour l'ensemble des 252 parcelles du dispositif
Indicateurs d'habitat	0,71 - 0,76	2643
Indicateurs de pratiques	0,68 - 0,72	530 - 1493
Indicateurs d'habitat et de pratiques	0,78 - 0,82	3174 - 4137

Tableau 2 : Coût et précision des combinaisons d'indicateurs utilisées pour prédire la présence/absence du Vanneau Huppé dans les prairies

coût. Les combinaisons d'indicateurs des deux types sont de loin les plus coûteuses. Elles se situent dans une plage de coût variant de 3174 à 4137 €, tandis que celles qui sont fondées sur des indicateurs d'habitat restent à un niveau intermédiaire. Dans ces deux derniers cas, le coût est lié aux mesures *in situ* des caractéristiques de l'habitat des oiseaux qui apportent l'essentiel de la précision.

L'originalité de notre approche est de combiner l'évaluation de la précision des indicateurs de la biodiversité d'un milieu à une évaluation du coût de leur mise en œuvre. C'est un point important pour élaborer des indicateurs qui doivent être acceptables et utilisables par les acteurs de la gestion agro-environnementale.

On retiendra que la précision avec laquelle on peut prévoir la présence ou l'absence d'un oiseau dans une parcelle

varie beaucoup suivant le type d'indicateur et de combinaison d'indicateurs. D'une manière générale, pour identifier *a priori* les parcelles favorables ou défavorables aux oiseaux, les indicateurs fondés sur des mesures de l'état des habitats sont plus précis que les indicateurs construits à partir d'informations sur les pratiques agricoles. Cette conclusion est cohérente avec ce qui a été observé pour d'autres questions agro-environnementales (présence de *Sclerotinia*, présence d'excédents azotés, par exemple). La combinaison de plusieurs indicateurs améliore la discrimination des parcelles favorables ou défavorables aux oiseaux. Une meilleure précision est toujours associée à une augmentation du coût lié à la mise en œuvre des indicateurs. Il faut toutefois souligner que les combinaisons d'indicateurs les plus complexes et les plus coûteuses ne sont pas toujours les plus précises.

Est-il possible de définir un compromis "idéal" entre coût et précision pour un indicateur ou une combinaison d'indicateurs ? La réponse est clairement non. Ce qui sera satisfaisant dépendra du contexte d'application. Dans un contexte d'aide à la décision, cela dépendra des objectifs poursuivis au niveau local et des moyens nécessaires à l'élaboration de l'indicateur. Il faut aussi garder à l'esprit que des indicateurs moins performants, tels que les indicateurs de pratiques, ont un réel intérêt pour concrétiser les relations entre les pratiques agricoles et la biodiversité, sensibiliser à leur complexité et faciliter la communication entre les agriculteurs, les élus, les associations ou autres parties prenantes d'un enjeu agro-environnemental.

Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble de l'équipe de l'unité expérimentale Inra de Saint-Laurent-de-la-Prée qui a recueilli les données nécessaires à ce travail.

Cette recherche a été conduite avec le support financier de deux programmes :

- Agence Nationale de la Recherche, programme "Jeunes chercheuses et jeunes chercheurs", projet *Picse* (Prise en compte de l'incertitude dans la sélection des modèles mathématiques utilisés en agronomie, 2006-2009).
- Inra-Université de Wageningen, "Multifunctional Agriculture, from farm diagnosis to farm design and institutional innovation".

Les auteurs

Aude Barbottin, agronome à l'UMR Sadapt (Inra - Versailles-Grignon), s'intéresse aux interactions entre pratiques agricoles et biodiversité dans les agroécosystèmes. aude.barbottin@grignon.inra.fr

David Makowski, biométricien à l'UMR Agronomie (Inra - Versailles-Grignon), est spécialiste de l'évaluation des modèles et indicateurs utilisés en agronomie. david.makowski@grignon.inra.fr

Muriel Tichit, zootechnicienne à l'UMR Sadapt, s'intéresse à la modélisation multi-échelle des performances environnementales des systèmes d'élevage dans les agroécosystèmes prairiaux. muriel.tichit@agroparistech.fr

Pour en savoir plus

Barbottin, A., Tichit, M., Cadet, C., Makowski, D., 2010. Accuracy and cost of models predicting bird distribution in agricultural grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 136(1-2), 28-34.

Tichit, M., Barbottin, A., Makowski, D., 2010. A methodological approach to identify cheap and accurate indicators for biodiversity assessment: application to grazing management and two grassland bird species. *Animal*, 4(6), 819-826.

Makowski, D., Tichit, M., Guichard, L., Van Keulen, H., Beaudoin, N., 2009. Measuring the accuracy of agro-environmental indicators. *Journal of Environmental Management*, 90(Supplement 2), 139-146.

Édité par le département Sciences pour l'Action et le Développement

Directeur de la publication : Jean-Marc Meynard

Comité éditorial : Annick Audiot, Bernadette Leclerc, Françoise Maxime, Martine Mignote, Élodie Régnier

Sécrétariat d'édition : Martine Mignote - Inra - Upic/Sad - BP 87999 - 21079 Dijon cedex. Tél : 33(0)3 80 77 25 95 - Fax : 33(0)3 80 77 25 74 - martine.mignote@dijon.inra.fr

Dépôt légal juin 2011 - Impression ICO, Dijon

Publication disponible sur notre site http://www.inra.fr/sciences_action_developpement/