

MISE AU POINT D'UNE METHODE D'EVALUATION DE L'IMPACT D'ABRIS A TOITURE PHOTOVOLTAÏQUE SUR PARCOURS D'ELEVAGE AVICOLE PLEIN-AIR

Chiron Geoffrey¹, Pertusa Marion¹, Caron Enora¹, Faccioli Floriane², Madec Olivier²

¹ITAVI - 7 rue du Faubourg Poissonnière – 75009 PARIS,

²NOVAFRANCE ENERGY - Rue de la Carrière de Bachasson - 13590 - MEYREUIL

chiron@itavi.asso.fr

RÉSUMÉ

La loi de transition énergétique du 17 août 2015 a pour objectif de conduire la France à produire 40% de son électricité grâce aux énergies renouvelables d'ici 2030. Ainsi, les terrains agricoles sont plus fortement sollicités pour le développement d'installations photovoltaïques, notamment les parcours de volailles avec des systèmes d'abris à toiture photovoltaïque. Pour parvenir à définir une méthode d'évaluation de l'impact de ces abris sur l'élevage, une première mise à l'épreuve d'indicateurs sélectionnés via quatre méthodes d'évaluation déjà éprouvées a été réalisée sur 2 sites pilotes (poulet de chair et canard prêt à engraisser). Trois volets sont concernés : les services rendus du système via le diagnostic Bouquet, le bien-être animal via la méthode EBENE® et l'indicateur de stress thermique des animaux THI, et l'impact environnemental via l'outil CAP'2ER®. Pour chaque méthode, les indicateurs ont été classés en *Pertinents* (répondant aux objectifs de l'étude), *Partiels* (nécessitant des adaptations) ou *Neutres* (non pertinents dans le cadre de cette étude). Les résultats indiquent que 7 indicateurs sur 29 de la méthode Bouquet sont jugés *Pertinents* de même que l'indicateur THI. Les indicateurs de la méthode EBENE® nécessitent d'être adaptés pour comprendre davantage d'observations comportementales sur le parcours et complétés par une plus grande plage d'observation des animaux grâce à des capteurs photos. Par ailleurs, du fait de l'absence d'autoconsommation, la couverture photovoltaïque n'impacte pas les indicateurs environnementaux dans le diagnostic CAP'2ER® qui est alors valorisée, via le calcul d'un indicateur de services rendus d'approvisionnement de foyers en énergie renouvelable. Cette étude pose une première base méthodologique dont les champs considérés nécessitent à moyen terme d'être élargis sur les perceptions des consommateurs/citoyens ou sur la qualité des paysages.

ABSTRACT

Development of a method for the evaluation of the impact of photovoltaic roof shelters on the outdoor run of free-range poultry farming

The energy transition law of August 17, 2015 aims France to produce 40% of its electricity using renewable energies by 2030. As a result, there are greater demands on agricultural land for the development of photovoltaic installations, including outdoor runs of free-range poultry units with photovoltaic roof shelter systems. To define a method for evaluating the impact of these shelters, a first test of indicators selected using already proven evaluation methods was carried out on 2 pilot sites (broilers and fattening duck). Three aspects are concerned: the services provided by the system via the Bouquet diagnosis, animal welfare via the EBENE® method and the THI animal thermal stress indicator, and the environmental impact via the CAP'2ER® tool. For each method, the indicators were classified as *Relevant* (meeting the objectives of the study), *Partial* (requiring adaptations) or *Neutral* (not relevant in the context of this study). The results indicate that 7 indicators out of 29 from the Bouquet evaluation are considered relevant, as is the THI indicator. The indicators of the EBENE® method need to be adapted to include more behavioural observations on the outdoor run and supplemented by a greater observation range of animals using photo sensors. Furthermore, due to the absence of self-consumption, photovoltaic coverage does not impact the environmental indicators in the CAP'2ER® diagnosis which is then valued, via the calculation of an indicator of supply of homes with renewable energy. This study lays down a first methodological basis whose fields considered need to be broadened in the medium term on the perceptions of consumers/citizens or on the quality of landscapes.

INTRODUCTION

La loi de transition énergétique pour la croissance verte du 17 août 2015 a pour objectif de conduire la France à produire 40% de son électricité grâce aux énergies renouvelables d'ici 2030 (JORF n°0189). Pour ce faire, le développement de centrales au sol est encouragé, et entre 21 et 100 000 hectares de foncier seraient nécessaires pour respecter la feuille de route de la PPE (ADEME, 2021 ; La plateforme verte, 2022). Les terrains agricoles sont ainsi sollicités dont les parcours de volailles, révélant alors la notion « d'agrivoltaïsme », qui est défini comme une installation (réversible) qui apporte directement à la parcelle agricole au moins un service (amélioration du potentiel et de l'impact agronomique, adaptation au changement climatique, protection contre les aléas, amélioration du bien-être animal), en garantissant à un agriculteur actif une production agricole significative et un revenu durable (loi n° 2023-175 du 10 mars 2023).

Pour la filière avicole plein-air, l'agrivoltaïsme représente aujourd'hui des opportunités (amélioration du bien-être animal par l'apport de zones d'ombrage, contribution à la performance environnementale des élevages et diversification des revenus pour l'éleveur) mais soulève aussi des questions pour les parties prenantes (priorisation de la production agricole, protection du foncier, image de la production). Aucune référence n'existant sur le sujet en filière avicole, les parties prenantes manquent d'éléments tangibles pour évaluer l'impact de telles installations. Cette étude a donc pour objectif d'initier la construction d'une méthode d'évaluation de ces systèmes.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Méthodes de diagnostic

Pour parvenir à définir une méthode d'évaluation globale de l'impact des abris à toiture photovoltaïque sur l'élevage, une première mise à l'épreuve d'indicateurs sélectionnés via des méthodes d'évaluation déjà éprouvées a été réalisée sur le terrain.

1.1.1 Services rendus

La méthode Bouquet (Chiron *et al.*, 2021) a ici été utilisée. Elle permet, au regard de 29 indicateurs, de réaliser un état des lieux des services rendus par le parcours selon 13 services, répartis en 5 catégories : production de ressources et de valeur (pilier économique), qualité de vie de l'éleveur, relations élevage/consommateurs/citoyen (comprenant les indicateurs de bien-être animal), intégration territoriale et qualité environnementale. Des notes sont alors attribuées en fonction, allant de 0 (service non rendu) à 5 (service fortement rendu).

1.1.2. Bien-être animal

Ici, deux méthodes ont été considérées dont :

- La méthode EBENE® (Mika *et al.*, 2019) visant à évaluer le bien-être animal sur la base de l'observation des comportements et d'une évaluation sanitaire des animaux dans le bâtiment et sur le parcours.
- L'évaluation de la contribution à réduire le stress thermique (microclimat potentiel sous les abris) via le calcul du THI (*Temperature Humidity Index*) tel que décrit dans l'outil Climatbat (CRAB *et al.*, 2023). Cet indicateur est calculé en fonction de la température et de l'hygrométrie ambiante mesurées grâce à des capteurs.

1.1.3. Performance environnementale

L'outil CAP'2ER® (module avicole, Niveau 1), de monitoring environnemental développé par l'ITAVI (Caron *et al.*, 2023), a été utilisé dans ce cadre. Il s'appuie sur une méthodologie d'Analyse de Cycle de Vie (ACV), qui comptabilise les flux de matière et d'énergie entrant et sortant d'un système et calcule, à l'aide de modèles d'évaluation environnementale internationaux, plusieurs indicateurs d'impacts environnementaux : le changement climatique (GES) et la consommation d'énergies fossiles. En Niveau 1 de l'outil, les émissions d'ammoniac sont également calculées. L'outil comprend également trois indicateurs de contributions positives : maintien de la biodiversité, stockage de carbone et performance nourricière.

1.2. Les sites sélectionnés pour une première mise à l'épreuve des méthodes

Les méthodes ont été éprouvées sur trois parcours de deux fermes commerciales considérant des configurations d'aménagements de parcours (incluant des abris à toiture photovoltaïques) différents. La première est une exploitation située dans les Pays de la Loire produisant des poulets de chair Label Rouge. Le parcours étudié (Pou) comprend 100 mètres linéaires de haies périphériques, 100 mètres linéaires de haies peignes (soit 35 arbres par ha) et 1 abri à toiture photovoltaïque de 250 m² situé en fond de parcours. Le second site, situé en Région Occitanie, produit des Palmipèdes Prêts-à-Engraisser. Le premier parcours étudié (CanA) de 1,1 ha comprend 5 arbres isolés, 0,38 ha de bosquet (soit 50 arbres par ha) et deux abris à toiture photovoltaïque de 250 m² chacun. Le second parcours (CanB) comprend 4 abris à toiture photovoltaïque de 250 m² chacun (2 en milieu de parcours et 2 en fond de parcours) et aucun aménagement agroforestier.

1.3. Compilation et traitement des données

1.3.1. Services rendus

Les services rendus ont été évalués sur les parcours CanA et Pou. Du fait de l'absence de témoin, les

diagnostics Bouquet sont comparés à une simulation « Sans abris » pour chaque parcours pour tester la sensibilité des indicateurs ciblés.

1.3.2. Bien-être animal

Pour calculer le THI, des capteurs de températures-humidité ont été positionnés sur les parcours Pou et CanA enregistrant des données toutes les 10 minutes d'avril à octobre 2022. Les résultats de THI ont été édités pour deux mois représentatifs d'une période chaude (Juin) et d'une période froide (Octobre) pour 3 types de zones : prairial, arborée et sous abri à toiture photovoltaïque. Les données de THI ont ensuite été mises en relation avec les seuils de confort thermiques ressentis par les animaux : plus le THI est élevé, plus le risque d'hyperthermie est fort (THI de 73 à 78 et « risque sévère », THI > 78 « risque très sévère », en poulets de chair (CRAB *et al.*, 2023). En outre, ces critères sont à mettre au regard des durées d'exposition sur la période estivale. Notons qu'à ce jour, aucune étude n'a encore établi de formule de calcul de THI spécifique à la production de palmipèdes à foie gras. Dans ce cas, la formule utilisée par extension correspond à celle pour le poulet.

1.3.3. Les performances environnementales

L'évaluation environnementale a été conduite avec l'outil CAP'2ER® Niveau 1 pour les parcours CanA et Pou avec les mêmes simulations que pour les « services rendus ».

1.4. Classification des indicateurs

Suite à la mise à l'épreuve des différentes méthodes sur le terrain et de la compilation de données ; une première analyse critique des résultats de chaque méthode a été réalisée. Cela a permis aux parties prenantes (producteurs, fournisseur de la solution photovoltaïque et équipe scientifique dont les concepteurs des dites-méthodes) de classer les indicateurs selon 3 classes :

- 1- *Pertinents*, répondant aux objectifs de l'étude et/ou étant sensibles (permettant de discriminer les parcours avec des abris à toitures photovoltaïques de ceux sans).
- 2- *Partiels* : répondant aux objectifs de l'étude mais insuffisamment précis par rapport au cas des abris à toiture photovoltaïque. Des adaptations par l'équipe scientifique ont été proposés afin de mieux répondre aux enjeux de pertinence et de sensibilité.
- 3- *Neutres* : jugés non pertinents dans le cadre de cette étude

2. RESULTATS ET DISCUSSION

L'ensemble des indicateurs retenus (*Pertinents*) ou adaptés (*Partiels*) sont récapitulés par méthode, dans le Tableau 1.

2.1 Services rendus

Au total, ce sont 7 indicateurs sur 29 de la méthode Bouquet qui ont été classés *Pertinents* dont 5 de par leur sensibilité mise en avant grâce aux simulations effectuées.

Les indicateurs « revenu secondaire de l'éleveur », « nombre de production secondaire sur le parcours », « approvisionnement du territoire en énergie renouvelable », « contribution aux emplois locaux » et « protection contre la chaleur et le vent » ont variés sur l'ensemble des simulations (respectivement +2,0, + 1,7, +5, +0,4 et + 1,3 points en moyenne sur les 3 parcours par rapport à leurs simulations)

Les deux autres indicateurs relatifs à la qualité de vie de l'éleveur (« Nombre d'heures travaillées sur la parcours par an » et « Pénibilité ressentie du travail sur le parcours ») n'ont pas varié avec les simulations. Malgré l'absence de sensibilité dans notre étude, les parties prenantes ont jugé ces indicateurs pertinents.

De plus, 2 indicateurs ont été classés *Partiels*, des éléments complémentaires étant nécessaires :

- « L'exploration du parcours » : celle-ci étant évaluée par l'état général de la prairie, elle ne qualifie pas spécifiquement les zones sous les abris. Un indicateur complémentaire est apporté et est détaillé dans la suite de l'article sur le volet bien-être animal (paragraphe 2.2.2.).
- « L'esthétisme du paysage » : dans la méthode Bouquet, il ne dépend que du taux de sol nu et l'acceptabilité sociétale de la présence de panneaux sur les parcours qui n'a, jusqu'alors pas été étudiée. Des travaux complémentaires sont nécessaires pour préciser cet indicateur.

Enfin, les autres indicateurs où le taux de sol nu intervient dans le calcul pourraient être pertinents (par exemple ceux relatifs à la protection des eaux à la pollution à l'azote et au phosphore) puisqu'une forte fréquentation de la zone sous abris entraîne une augmentation du taux de sol nu. Cependant la couverture des abris à toiture photovoltaïque ne dépassant pas 5% de la surface du parcours dans nos cas, ces indicateurs ne sont que très faiblement impactés par la présence des abris et n'ont donc pas été retenus.

2.2 Contribution au bien-être animal

2.2.1 Contribution à la réduction du stress thermique des animaux

L'indicateur THI testé semble très pertinent pour considérer le stress thermique des animaux malgré une absence de formule pour la production de palmipèdes à foie gras. Il rend bien compte, au regard de la durée d'exposition selon différentes zones, du ressenti thermique des animaux et

représente un indicateur visuel pour les agriculteurs et porteurs de projets.

La répartition des THI journaliers classés par niveau de risque d'hyperthermie (nul, modéré, sévère, très sévère) en considérant par exemple le mois de juin 2022 montre que les profils sont très similaires entre un aménagement agroforestier type bosquet et sous abris à toiture photovoltaïque. En outre, la zone prairie présente la fréquence de risque de coups de chaleur la plus élevée de 8 à 10 points supérieurs aux valeurs mesurées sous abri photovoltaïque ou bosquet. De fait, l'indicateur montre une réelle différence en fonction des zones et prouve ici une sensibilité et une pertinence de l'indicateur en question, pour évaluer les notions de stress thermique des animaux. Cet indicateur devra être mis en relation avec des résultats d'exploration des animaux, en considérant le temps passé des animaux sous chaque zone.

2.2.2 Expression des comportements et exploration du parcours

Dans la méthode EBENE®, seuls les indicateurs relatifs au parcours ont été présélectionnés (8 sur 27 au total). Le premier permet, au regard de la notation de la typologie du parcours d'estimer le mouvement des animaux (plus le parcours comprend des zones d'ombrage réparties de manière homogène, plus la note associée augmente). Cet indicateur a été jugé comme *Partiel*. Il devra, à ce titre, être complété par des typologies incluant des abris à toiture photovoltaïque, selon différentes configurations et la prise en compte d'un aménagement arboré complémentaire.

Les indicateurs relatifs à l'expression des comportements comprenant des observations en instantanées sur le parcours n'ont pas été jugés comme suffisants pour estimer spécifiquement de l'impact des aménagements du parcours et ont été classés en *Partiels*. Ainsi, la méthodologie a été adaptée en réalisant des phases d'observation plus longues (3 minutes) et en considérant les différentes zones du parcours (5 zones au total incluant des zones sous abris à toitures photovoltaïques, ainsi que des zones en sortie de trappes, milieu et fond de parcours).

En outre, dans la méthode EBENE®, l'indicateur de répartition des animaux sur le parcours a également été classé en *Partiel*. Il est estimé uniquement à travers deux classes : « Animaux à moins de 25 m des trappes » ou « Animaux sur tout le parcours » ce qui ne permet pas de juger de la fréquentation des zones d'ombrage sous les abris. En complément, l'indicateur a été précisé par « Répartition des animaux sur parcours **par zone** » mesuré par captations photos (précisant également l'indicateur Bouquet « Exploration du parcours »). Deux appareils photo installés par parcours ont permis d'apprécier la répartition des animaux en fonction des zones du parcours, au regard des

différents moments de la journée et du climat. Cet indicateur, permet ainsi de compléter les analyses sur la répartition des animaux, tout en considérant, en nuance, une vision non exhaustive de la surface.

2.3 Etude de l'impact environnemental

Les indicateurs issus d'un diagnostic CAP'2ER® jugés *Pertinents* dans le cadre de cette étude sont : l'empreinte carbone de l'électricité et l'empreinte carbone nette de l'atelier. L'approche ne prenant pas en compte la production d'énergie renouvelable lorsqu'il n'y a pas d'autoconsommation de l'énergie produite par l'atelier animal, cette dernière est néanmoins valorisée, via l'ajout d'un indicateur supplémentaire. Pour cela, l'indicateur Bouquet « Approvisionnement du territoire en énergie renouvelable » a été adapté en « Nombre de foyers fournis par de l'énergie renouvelable ». Au lieu d'être noté sur une échelle de 0 à 5, cet indicateur donne le nombre moyen de foyers que pourrait couvrir la production renouvelable d'électricité sur un an. Sur les deux sites étudiés, il apparaît que l'indicateur d'approvisionnement en énergie renouvelable varie en fonction de la couverture photovoltaïque.

CONCLUSION

Cette étude a permis de poser une première base méthodologique pour l'évaluation des parcours de volailles avec un système agri voltaïque basée sur la sélection et l'adaptation d'indicateurs de 4 méthodes et outils existants. L'ensemble des exemples présentés restent à nuancer au regard du manque de consolidation des analyses du fait du faible échantillon d'étude. A moyen terme, le but serait de pouvoir consolider la méthode en élargissant à la fois les cas d'études mais aussi la prospective des champs considérés, par l'acquisition notamment d'éléments sur les perceptions des consommateurs/citoyens ou sur la qualité des paysages et en précisant certains indicateurs, notamment techniques et économiques, sur des systèmes de production variés. Enfin, les aménagements de parcours étant considérés dans leur globalité, des éléments agroforestiers sont régulièrement implantés en parallèle de l'installation des abris à toiture photovoltaïque, notamment pour assurer une continuité des aménagements améliorant l'exploration du parcours par les animaux. Ainsi, la palette des indicateurs à retenir s'élargirait avec par exemple le stockage carbone ou la contribution au maintien de la biodiversité.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée grâce au financement de NOVAFRANCE Energy Les auteurs remercient les éleveurs ayant participé à cette étude.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADEME, I Care and Consult, Ceresco, Cétiac, 2021.

Degrande R., Ferreira VHB., Guesdon V., Calendreau, L. 2023. INRAE Prod. Anim., 36(3), 7657.

Caron E., Dubois E., Pechenart E., Blazy V. 2023. Tema n°66 Juillet-Août-Septembre 2023. Pp 22-29

Chiron G., Pertusa M., Méda B., Protino J., Fortun-Lamothe L., Liagre F., Gross H., Parizel A., Tavares O., Fontanet JM., Bouvarel I. 2022. Quatorzièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras.

CRAB, CRAPDL, APCA, CRAN, CRANA, ITAVI, IDELE, IFIP. ClimatBat 2023 <https://climatbat.chambres-agriculture.fr/volailles/stress-thermique-en-volaille/>

JORF n°0189 du 18 août 2015. Loi n°2015-992 du 17 août 2015

JORF n°0060 du 11 mars 2023 Loi n° 2023-175 du 10 mars 2023.

La plateforme verte 2022 Groupe de travail dédié au stockage.

Mika A., Warin L. Tombo L., Bouvarel I., Bignon L. 2019 Treizièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras. Pp 797-801

Tableau 1 : Récapitulatif des indicateurs testés, de l'évaluation de leur pertinence et de leur adaptation éventuelle.

Méthode	Indicateur	Pertinence	Adaptation
BOUQUET	Revenu secondaire de l'éleveur Nombre de production secondaire sur le parcours Approvisionnement du territoire en énergie renouvelable Contribution aux emplois locaux Protection contre la chaleur et le vent	Pertinents	
	Esthétisme	Partiel	Travaux à conduire sure acceptabilité sociétale
	Exploration du parcours	Partiel	Rajout de l'indicateur « Répartition des animaux sur le parcours par zone »
	Autres indicateurs	Neutres	
EBENE®	Notation parcours	Partiel	Inclusion de typologies avec systèmes agrivoltaiques
	Ensemble des indicateurs comportementaux relatifs aux critères « Comportement du groupe » et « Adaptation aux exigences comportementales de l'espèce domestiquée »	Partiels	Phases d'observation plus longues (3 minutes)
	Répartition des animaux sur le parcours	Partiel	Précision de l'indicateur : « Répartition des animaux sur le parcours par zone » mesuré par captations photos
	Autres indicateurs	Neutres	
THI	Nombre de jours cumulés par état de stress thermique	Pertinent	
CAP'2ER®	Empreinte carbone de l'atelier et empreinte carbone de l'électricité	Pertinents si autoconsommation Partiels si pas d'autoconsommation	Rajout et Adaptation de l'indicateur Bouquet « Approvisionnement du territoire en énergie renouvelable » en « Nombre de foyers fournis par de l'énergie renouvelable ».
	Autres indicateurs	Neutres	

Légende :

-indicateurs « Pertinents » : jugés adaptés dans le cadre de cette étude

- indicateurs « Partiels » : jugés pertinents dans le cadre de cette étude, mais à adapter

- indicateurs « Neutres » : jugés non pertinents dans le cadre de cette étude