



Adéquation  
& Performances

DÉVELOPPEMENT

## Rapport de synthèse

# Intérêts techniques et économiques des Ombrières photovoltaïques en production de volailles avec parcours

Dr Michel MAGNIN, DVM - PhD

SEPTEMBRE 2019



Adéquation  
& Performances

DÉVELOPPEMENT

Adéquation & Performances 1, rue Victor Hugo - Immeuble Agora – 44400 Rezé - tél : 02 40 97 20 84  
Etude propriété d'Adéquation & Performances, usage total ou partiel INTERDIT sans accord écrit

## Dr Michel MAGNIN, DVM – PhD

Education	<p>Doctor in Veterinary Medicine (Alfort School – University of Créteil) – March 1983</p> <p>PhD in Ecophysiology and Dynamics of invertebrate populations (University Paris VI) – December 1986</p>
Professional experiences	<p>-since July 2017: Technical and R&amp;D manager of ID4FEED SAS, specialist of plant extracts for animals</p> <p>-July 2014 to June 2017: Scientific advisor Mixscience (Avril Group) technical support and innovation (feed additives for all animal species)</p> <p>- November 2003 to June 2014: <u>Technical and Innovation Manager</u> BASF Nutrition Animale and then BNA Nutrition Animale , firme-services in France. Research and development in animal nutrition, formulation and production of additives premixtures, feed formulation, services offers, feed additives distribution –poultry, pigs, ruminants, pets, aquaculture-. Management of the technical team (4 people) and co-management (with the general Manager) of the technico-commercial team (8 people).</p> <p>-February to October 2003: <u>Technical Manager of JEFO EUROPE</u> (research, development and distribution of feed additives) – France, Spain.</p> <p>- February 2001 to January 2003: <u>Poultry market Manager</u> in EVIALIS International. Analysis of local poultry markets, development of additives, premix, feed, services offers. Technical support (feed formulation and production, animal production), formation, conferences, customer visits.  Area: Eastern Europa, Africa, India, Brazil.</p> <p>- September 1996 to January 2001: <u>Scientific and technical poultry manager in the poultry department of GUYOMARC'H</u> Nutrition Animale.</p> <p>- March 1993 to September 1996: <u>Scientific and technical Manager</u> in the French Cooperative UNICOPA Nutrition Animale (all species, mainly poultry and pigs): feed formulation, research in nutrition (experimental station and external contracts), quality control (included laboratory management), premix production ; management of all the firme-services activities (profit center).</p>



Adéquation  
& Performances

DEVELOPPEMENT

# Sommaire

1. La production de volailles avec parcours extérieur	4
2. Parcours et durabilité des productions de volailles	6
2.1.    Parcours extérieur et pilier social	7
2.2.    Parcours extérieur et pilier économique	12
2.3.    Parcours extérieur et pilier environnemental	17
3. Durabilité des productions de volailles : Les réponses apportées par les ombrières photovoltaïques	20
3.1.    Les ombrières photovoltaïques	20
3.2.    Réponses apportées par la mise en place d'ombrières photovoltaïques pour la durabilité des élevages de volailles plein air	22
3.3.    Intérêts économiques liés à la mise en place d'ombrières photovoltaïques sur les parcours des élevages de volailles plein air	25
3.3.1. Volailles de chair	25
3.3.2. Poules pondeuses	28
4. Conclusions	31
Références	32



Adéquation  
& Performances

DEVELOPPEMENT

## 1. La production de volailles avec parcours extérieur

La production de volailles avec parcours extérieur concerne en particulier les volailles sous signes de qualité, Label Rouge et Agriculture Biologique, ainsi que les poulets dits fermiers sans autre qualification, productions qui continuent de se développer en France du fait d'une demande affirmée du consommateur pour une agriculture durable. En 2017 la production de volailles sous signes de qualité représentait plus de 5000 éleveurs de volailles de chair et de poules pondeuses (données Synalaf).

En ce qui concerne les volailles de chair dominée par le poulet de chair, 106 millions de volailles labellisées dont 94 millions de poulets, ont été produites en 2017 (données Synalaf). Le Label Rouge représentait alors 11% des abattages de poulets en France et le Bio 1%. Le développement de la production sous Label Rouge a été ralenti entre fin 2015 et début 2017 par l'épisode d'influenza aviaire qui a évidemment beaucoup touché les élevages plein air. Toujours en 2017, 62% des poulets PAC vendus ont été sous Label Rouge. Au total 24% des poulets achetés par les ménages en 2018 étaient Label Rouge ou Bio.

En 2018 la France comptait 2800 élevages de poules pondeuses représentant environ 48.6 millions de poules et 14.3 milliards d'œufs produits (données CNPO). Dans ces élevages la part des poules en élevage alternatif a doublé en 10 ans (42.2% en 2018). Si les poules élevées en plein air hors Label Rouge représentait 16.4% de l'ensemble des pondeuses en élevage alternatif en 2017 soit environ 2.4 millions de pondeuses (contre 8.5% en 2008), les poules en production Label Rouge représentait 5% du cheptel alternatif (moins de 0.4% en 2008) et les poules en Agriculture Biologique 12.9% soit un peu plus de 3.2 millions de poules (3.8% en 2008 ; données CNPO et ITAVI, 2016). Ces productions sont particulièrement importantes en France puisqu'ils représentent 16% des effectifs plein air européens et 20% des effectifs européens de pondeuses en production Bio.

Les productions sous signes de qualité, Label Rouge et Agriculture Biologique, répondent à des cahiers des charges définis dont la présence d'un parcours extérieur est un élément clef, majeur. La présence d'un parcours est étendue également à la production d'œufs plein air (6 millions de poules en 2015 ; ITAVI, 2016). Mettre à la disposition des oiseaux un parcours extérieur n'est toutefois pas si simple. Si le parcours peut être l'image que le consommateur retient de ces productions, pour assurer la durabilité de ces modes d'élevage il est nécessaire d'optimiser la gestion des parcours afin de concilier au mieux les besoins des volailles et une gestion environnementale pertinente (Lubac et al., 2016). Nous ajouterions que le parcours doit aussi permettre de garantir les performances technico-économiques des volailles et donc un revenu décent pour l'éleveur.



Le Tableau 1a rappelle les exigences générales dont celles liées au parcours pour les poulets dits « fermiers ». Le Tableau 1b présente les exigences pour les poules pondeuses sur parcours.

Nous allons donc voir dans cette synthèse comment le parcours extérieur intervient dans la durabilité des élevages de volailles sous signes de qualité et plus généralement des élevages plein air.

Tableau 1a : Exigences générales pour la production de poulets dits « fermiers ».

Exigences	Mention "Fermier élevé en plein air"		
	-	Label Rouge	Agriculture Biologique
Race	souche à croissance lente		
Densité	12 poulets / m2	11 poulets / m2	10 poulets / m2
Enrichissement de l'environnement	au moins 10 cm de perchoir / volaille		
Accès à l'extérieur	parcours extérieur dès l'âge de 6 semaines au moins 2 m2 de couvert végétal / poulet une finition en claustration ne peut excéder 15 jours pour les poulets de plus de 90 jours mention "élevé en liberté" au lieu de "plein air") si le parcours est illimité		en plus des exigences "fermier" les animaux doivent avoir accès à l'extérieur pendant au moins 1/3 de leur vie
Taille l'élevage	4800 poulets au maximum par salle	bâtiment de maximum 400 m2 (soit 4400 poulets maximum) avec 4 bâtiments maximum	4800 poulets au maximum par salle

Tableau 1b : Exigences générales pour la production de poules pondeuses alternatives (d'après Agricultures et territoires, 2018).



Adéquation  
& Performances  
DEVELOPPEMENT

Exigences		Mention	
	Plein air	Label Rouge	Agriculture Biologique
Taille l'élevage	non limitée	2 bâtiments de 6000 poules maximum	3000 poules par bâtiment
Densité dans le bâtiment (poules / m2)	9	9	6
Perchoir (cm / poule)			18
Surface en parcours (m2 / poule)	4	5	4 (parcours conduit en mode bio)



Adéquation  
& Performances

DEVELOPPEMENT

Adéquation & Performances 1, rue Victor Hugo - Immeuble Agora – 44400 Rezé - tél : 02 40 97 20 84  
Etude propriété d'Adéquation & Performances, usage total ou partiel INTERDIT sans accord écrit

## 2. Parcours et durabilité des productions de volailles

Si le concept de développement durable a émergé en 1987 avec une première définition proposée (« développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de satisfaire les leurs »), Fortun-Lamothe (2012) rappelle que l'objectif d'une agriculture durable est d'être une agriculture écologiquement saine, économiquement viable et socialement juste et humaine. Il s'agit de préserver l'intégrité des moyens de production (sol, eau, air, ...) tout en conservant la rentabilité de l'agriculture et en répondant aux besoins humains. C'est ainsi que naturellement ont été définis les trois dimensions ou piliers de la durabilité : économie – social – environnemental.

Une volaille durable est une volaille qui répond aux attentes du consommateur sans froisser les convictions du citoyen : un poulet qui préserve son environnement, s'intègre dans son paysage, assurant un revenu correct et un travail de qualité à l'éleveur. Dès lors il est important que les productions de volailles sous signes de qualité ou plus généralement les productions de volailles avec parcours extérieurs prennent en compte ces trois piliers de la durabilité afin de s'inscrire effectivement dans une agriculture durable et que cela soit bien perçu par les consommateurs en particulier et la société dans son ensemble.

Nous avons identifié les principales interactions durabilité / parcours extérieur dans la figure 1 et allons développer les différents concepts.

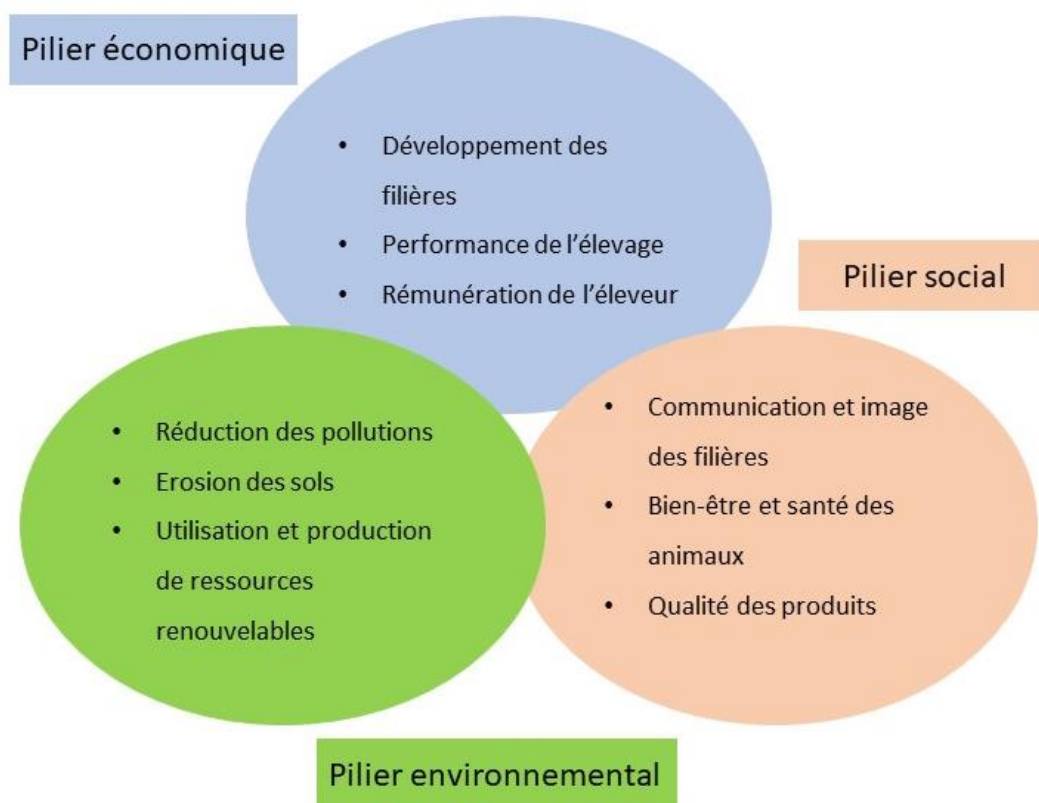


Figure 1 : Critères liés au parcours à prendre en compte dans la durabilité

### 2.1. Parcours extérieur et pilier social

La présence d'un parcours extérieur est un élément majeur caractérisant les productions de volailles sous signes de qualité Label Rouge et Biologique. Pour assurer la durabilité de ces modes de production il est nécessaire d'optimiser la gestion des parcours afin de concilier au mieux les besoins des volailles et une gestion environnementale pertinente (Lubac et al., 2016).

Le parcours extérieur et la présence des oiseaux (poulets, poules, canards ...) visible sur le terrain sont évidemment l'image caractéristique retenue par les citoyens et les consommateurs ; c'est également le véhicule de communication par excellence repris par les différents médias et l'affichage, l'étiquetage des produits sous signes de qualité. Les animaux doivent d'ailleurs pouvoir sortir pendant au moins la moitié de leur vie.

Le citoyen demande légitimement des élevages où le bien-être animal est respecté. La conception du parcours doit de toute façon aussi permettre de respecter la réglementation qui encadre l'élevage et les contraintes en terme de bien-être: lorsqu'ils disposent d'un parcours extérieur les animaux doivent avoir à disposition des dispositifs de protection contre les intempéries, les prédateurs et les risques pour leur santé. Aménager un parcours extérieur est donc avant tout une question de bien-être animal.

Prenant en compte ces contraintes un parcours doit:

- permettre l'expression du comportement naturel des oiseaux (les oiseaux courent, grattent, fouillent, picorent)
- assurer via la marche, la stimulation de l'appareil musculo-squelettique
- limiter le stress
- abriter des excès climatiques, pluie, vent, fortes chaleurs
- fournir de l'ombre
- protéger des prédateurs aériens (rapaces, corbeaux, goélands ...) en fournissant des zones de replis
- fournir un complément d'aliment (un poulet peut consommer 1 à 30 grammes de végétaux et 0 à 4 grammes de sol par jour)

Attention un poulet n'est pas un animal de pâture, son ancêtre vivait dans la jungle ; même s'ils expriment un comportement exploratoire spontané, le poulet explore essentiellement les premiers mètres (10 -15) à l'extérieur du bâtiment d'élevage. Les poules s'aventurent encore facilement jusqu'à 30 mètres au-delà des trappes de sortie ; au-delà très peu d'animaux utilisent le parcours s'il n'y a pas d'aménagement particulier. L'aménagement du parcours doit donc fournir des repères et être un guide de déplacement.

Sur le plan santé il faut prendre en compte essentiellement deux éléments :

- une contamination par des microorganismes ou des parasites présents sur le parcours
- l'exposition au stress thermique



Le parcours peut en effet être un réservoir de microorganismes, bactéries, virus, parasites, oocystes de coccidies, excrétés avec les fientes ; sa gestion doit permettre d'en préserver les animaux au maximum. Le respect du délai entre deux bandes (vide sanitaire), obligation des cahiers des charges des productions de volailles sous signes de qualité, n'est pas forcément suffisant pour assurer une désinfection naturelle du parcours extérieur. Si les volailles occupent bien l'ensemble du parcours leurs déjections sont par contre réparties et le risque d'une contamination se retrouve dilué.

L'aménagement du parcours doit également protéger les animaux du stress thermique en les stimulant à quitter le bâtiment afin d'aller se mettre à l'ombre. En effet en plein été et en l'absence de dispositifs leur apportant de l'ombre sur le parcours les animaux restent dans le bâtiment et ils sont alors soumis à de fortes températures qui les obligent à manifester des comportements d'hyperventilation et peuvent entraîner leur mort.

Pour lutter contre le stress thermique et éviter une élévation fatale de sa température corporelle l'oiseau dispose de différents moyens pour éliminer les calories excédentaires :

- la convection liée aux mouvements d'air à travers les plumes ; la convection est augmentée avec la vitesse d'air (dans les bâtiments ou à l'extérieur)

- la conduction par contact des pattes ou de la poitrine avec la litière ou le sol

- le rayonnement qui permet une perte de chaleur vers des surfaces plus fraîches que la surface corporelle

- par l'excrétion fécale

- enfin ne possédant pas de glandes sudoripares ils ne peuvent accroître leurs perte de chaleur en situation chaude que par vaporisation de l'eau au niveau des voies respiratoires ; cela les oblige à accroître leur rythme respiratoire provoquant en cas d'excès une hypoxie (l'air inspiré est rejeté avant d'avoir atteint les poumons) et une alcalose qui rapidement entraînent la mort de l'animal par arrêt cardiaque ou respiratoire (Sciences et techniques avicoles, 2004) ; une humidité relative élevée réduit les possibilités d'évaporation et accroît la sensation de stress thermique (Tableau 2).

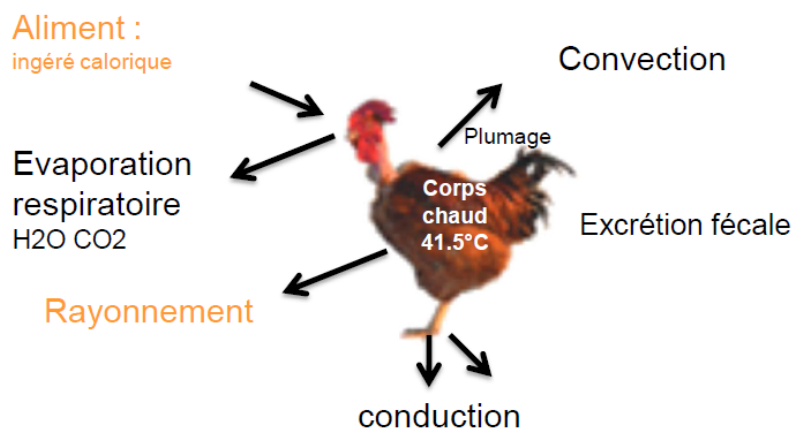


Figure 2 : Moyens de lutte du poulet contre le stress thermique

Tableau 2 : Température réelle ressentie en fonction de la température et de l'humidité de l'air

		TEMPERATURE AMBIANTE (°C)						
		21	24	27	29	32	35	38
HUMIDITE DE L'AIR (%)	0	18	20	23	25	28	30	33
	10	18	21	24	27	29	32	35
	20	19	22	25	28	30	34	37
	30	19	23	25	29	32	35	40
	40	20	23	26	30	34	38	43
	50	20	24	27	30	31	42	49
	60	21	24	28	32	38	45	55
	70	21	25	29	34	41	51	62
	80	22	25	31	36	45	59	69
	90	22	26	31	39	50	65	77

La zone de confort (plage de températures dans laquelle l'animal est en situation de confort) varie en fonction de l'âge de l'animal (Figure 3).

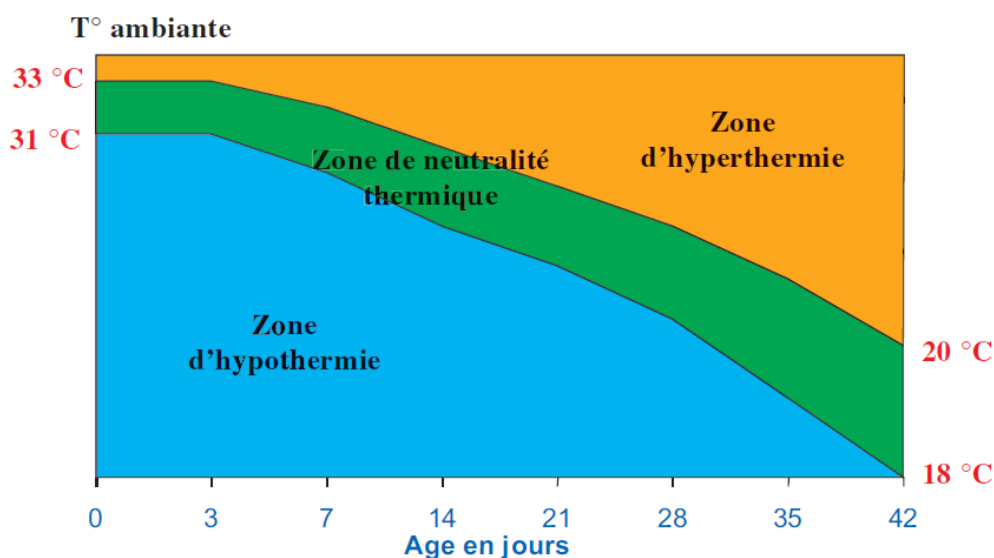


Figure 3 : Evolution de la zone de neutralité thermique chez le poulet de chair (Sciences et Techniques Avicoles, 2004)

La figure 4 récapitule les différentes phases successives du stress thermique qui conduit à la mort de l'animal. Les deux phases entourées de rouge correspondent à des situations où on ne comptabilise pas de mortalité mais pour lesquelles les performances sont très impactées.



Adéquation  
& Performances

DEVELOPPEMENT

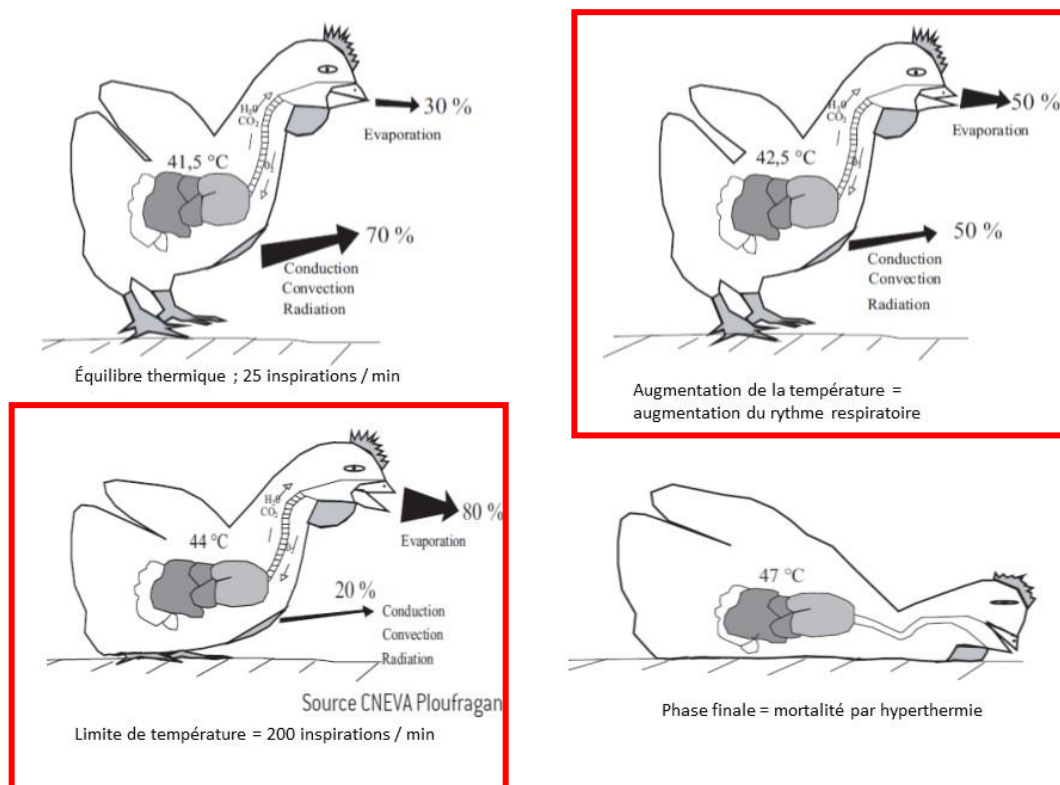


Figure 4 : Phases successives du stress thermique chez le poulet de chair (Sciences et Techniques Avicoles, 2004)

Nous verrons les conséquences techniques et économiques du stress thermique un peu plus loin. Par contre un des effets du stress thermique est également de diminuer la qualité des produits des volailles en particulier de la viande. Ceci est à prendre en considération non seulement pour ses conséquences sur la filière, à commencer par l'éleveur, mais également vis-à-vis du consommateur. Les problèmes de qualité peuvent être d'ordre organoleptique mais peuvent aussi diminuer le rendement en viande et donc leur impact est aussi d'ordre économique car la proportion de ventes de découpe de volailles augmente considérablement et régulièrement en production Label Rouge.

Les mécanismes de la dégradation de la qualité de la viande sont schématisés sur la figure 5. Les principaux effets sont :

- production accrue de radicaux prooxydants par le métabolisme de l'animal
- ces radicaux oxydent la myoglobine, pigment du muscle ; celui-ci se décolore
- ces radicaux oxydent les protéines musculaires (sarcoplasme, myofibrille)
- les fibres musculaires réduisent de diamètre (perte de rendement également)
- le gras intramusculaire est oxydé donnant des composés à effets gustatifs négatifs
- la perte en eau (au ressuyage) est augmentée (perte de rendement également)
- le pH de la viande est modifié conduisant à un phénomène de viandes pâles et exsudatives
- les radicaux agissent sur le métabolisme hépatique des lipides ; le taux de gras abdominal est augmenté



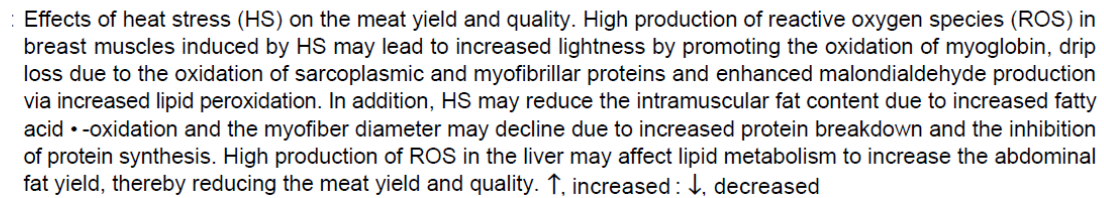
Adéquation  
& Performances

DEVELOPPEMENT

Adéquation & Performances 1, rue Victor Hugo - Immeuble Agora – 44400 Rezé - tél : 02 40 97 20 84  
Etude propriété d'Adéquation & Performances, usage total ou partiel INTERDIT sans accord écrit

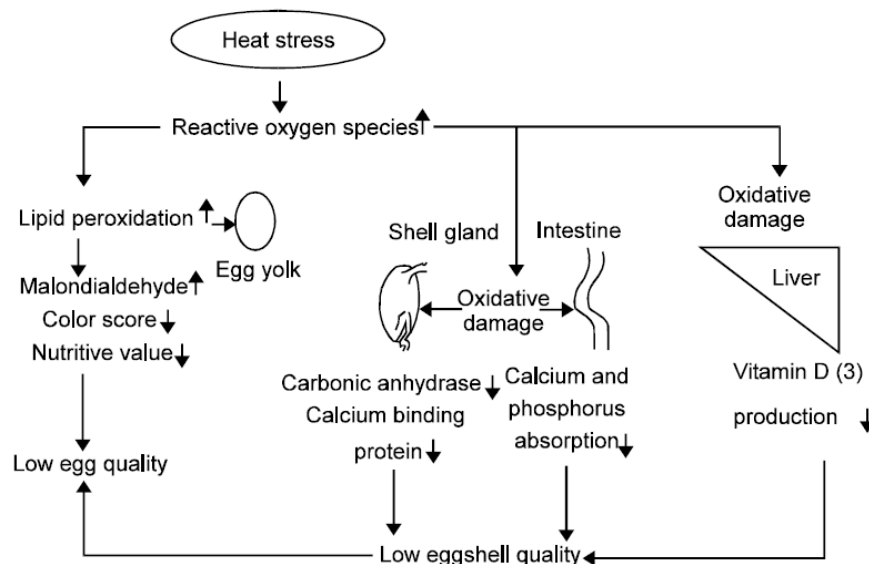
```

graph TD
    HS([Heat stress]) --> ROS1((ROS↑))
    HS --> ROS2((ROS↑))
    HS --> Liver[/Liver/]
    ROS1 --> ROS2
    ROS2 --> Liver
    Liver --> ALM[Alter lipid metabolism]
    ALM --> AFY[Abdominal fat yield ↑]
    AFY --> MYOQ([Meat yield and its quality ↓])
    HS --> CY[Carcass yield ↓]
    CY --> MYOQ
    HS --> BY[Breast yield ↓]
    BY --> LDM[Lightness, drip loss and malondialdehyde ↑]
    LDM --> PBP[Protein breakdown ↑  
Protein synthesis ↓]
    PBP --> MYOQ
    BY --> FBO[Fatty acid β-oxidation ↑]
    FBO --> IFI[Intramuscular fat % ↓]
    IFI --> MYOQ
    BY --> MYOQ
    M[Muscle] --> MYOQ
    MYOQ --> MYOQ
  
```



Les volailles de chair ne sont pas les seules dont la qualité de leurs produits (viandes) est dégradée. La qualité des œufs est également pénalisée lorsque les poules pondeuses sont exposées à un stress thermique (figure 6) :

- les radicaux oxydants diminuent l'absorption des minéraux et leur dépôt pour la formation de la coquille, d'où une baisse de la qualité, une coquille mois épaisse et plus fragile
- ces mêmes phénomènes oxydatifs altèrent la qualité des lipides du jaune d'œuf, celui-ci étant particulièrement riches en acides gras insaturés très sensibles à l'oxydation
- l'intensité de la coloration du jaune d'œuf est également diminuée du fait de l'oxydation des pigments



:: Effects of heat stress (HS) on egg quality. High production of reactive oxygen species induced by HS may suppress the absorption of calcium and phosphorus, decrease vitamin D production (3) and reduce the secretion of carbonic anhydrase and calcium-binding protein due to the induction of oxidative damage in the intestine, liver and shell gland. In addition, HS may increase the malondialdehyde level as well as reducing the yolk color score and egg nutritional value by enhancing yolk lipid peroxidation, thereby yielding low quality eggs. ↑, increased : ↓, decreased

Figure 6 : Effets du stress thermique sur la qualité de l'oeuf (Fouad et al., 2016)

## 2.2. Parcours extérieur et pilier économique

Deux aspects principaux sont à envisager :

- le développement des filières
- la performance technico-économique de l'élevage et la rémunération de l'éleveur

Ces aspects sont très liés du fait que les filières pour se développer doivent rechercher des éleveurs volontaires pour mettre en place des élevages et des productions de volailles sous signes de qualité donc avec parcours extérieur. Si c'est nécessaire à la durabilité des filières il faut assurer un retour sur investissement et un revenu satisfaisants pour l'éleveur.

Nous avons vu qu'un épisode sanitaire comme l'épidémie d'influenza aviaire a freiné le développement de la production de volailles Label Rouge du fait des abattages et surtout des arrêts de production et des vides sanitaires longs mis en place. Les principales menaces qui entrent en considération avec l'utilisation des parcours extérieurs sont :

- les mortalités du fait des prédateurs
- les mortalités du fait des coups de chaleur (stress thermique)

En conditions climatiques standards, le taux de mortalité moyen en production de poulets de chair Label Rouge est de 2% et les travaux de l'INRA sur la plate-forme AlterAvi ont montré que la majorité est due aux prédateurs en particulier aériens (buses, éperviers, corbeaux ...). En l'absence de protection contre ces attaques aériennes et dans la mesure où les oiseaux continuent de sortir ce pourcentage peut être amené à être plus élevé et de toute façon pénalise la performance technique et économique (moins de poulets abattus donc payés).

Nous avons décrit précédemment les effets du stress thermique qui se traduit donc par de la mortalité lorsque l'oiseau n'a pas pu être secouru avant. Cependant même si l'animal ne meurt pas sa performance de croissance et son efficacité alimentaire sont réduites. C'est la phase de morbidité qui précède la mortalité.

Les effets peuvent être différents selon la modalité du stress thermique. Lors d'une montée brutale de la température sur un court terme l'élévation de la température corporelle peut entraîner la mortalité de certains sujets, en particulier les plus lourds. En général l'impact sur la production globale de l'élevage est limité ; même si un moyen d'intervention classique consiste à enlever l'aliment mis à disposition des oiseaux afin d'éviter une production d'extra-chaaleur interne qui viendrait renforcer l'élévation de température corporelle, ceci est fait sur une ou deux demi-journées et les animaux compensent pendant la nuit généralement plus fraîche.

Les effets négatifs sont plus importants lors de conditions chaudes chroniques comme on en observe de plus en plus dans les régions où la production de volailles sous signes de qualité notamment Label Rouge est bien implantée en France (sud-ouest, vallée du Rhône, Pays de la Loire) de juin à septembre. L'oiseau quel que soit l'espèce et le type de production (chair, œuf) réduit le temps passé à s'alimenter pour consacrer plus de temps à boire et se ventiler. Son ingéré alimentaire est donc réduit et une partie de cet aliment est utilisé comme source d'énergie dans la lutte contre le stress thermique ; la quantité de nutriments disponibles pour la croissance et le développement musculaire s'en trouve d'autant plus réduite.

D'autres effets du stress thermique ont été rapportés et tous peuvent renforcer les effets négatifs sur les performances :

- une baisse de la digestibilité des nutriments, c'est-à-dire une mauvaise absorption (réduction de 3 points entre 22°C et 32°C, Souza et al., 2016), due en particulier à une baisse des sécrétions des enzymes digestives et une baisse du flux sanguin au niveau digestif (le flux étant redirigé vers la périphérie du corps pour évacuer la chaleur ; Xu et al., 2018)
- un effet négatif sur la santé intestinale avec une augmentation significative des épisodes d'entérite nécrotique ((Tsiouris et al., 2018)
- une augmentation des phénomènes inflammatoires dans divers organes : cœur, muscle, cerveau (Xu et al., 2018)
- un effet immunosuppresseur qui impacte en particulier la production d'anticorps (Lara et Rostagno, 2013)

Les conséquences sont importantes. Par exemple des poulets élevés à 32°C sont plus légers (2000 g au lieu de 2150 g) et ont un rendement filet plus faible (19% au lieu de 22%) que les poulets témoins élevés à 25°C (Singh et al., 2012). Une partie de l'aliment ingéré étant détourné de l'objectif de



production (viande, œuf) l'efficacité alimentaire est diminuée (augmentation de l'indice de consommation ; Tableau 3) et la quantité de muscles déposées réduite (Tableau 4).

Tableau 3 : Effets de la température ambiante sur les performances du poulet (Yamakazi et al., 2004)

Table 1. Effect of environmental temperature on growth performance at various RH.

	Exp. 1 (60% RH)			Exp. 2 (80% RH)			Exp. 3 (40% RH)		
	23	28	33	23	28	33	23	28	33
Body weight gain (g/14 days)	1238 <sup>a</sup>	1035 <sup>b</sup>	564 <sup>c</sup>	1317 <sup>a</sup>	1176 <sup>a</sup>	862 <sup>b</sup>	1297 <sup>a</sup>	1105 <sup>a</sup>	579 <sup>b</sup>
Feed intake (g/14days/bird)	2496 <sup>a</sup>	2255 <sup>b</sup>	1574 <sup>c</sup>	2478 <sup>a</sup>	2242 <sup>b</sup>	1837 <sup>c</sup>	2548 <sup>a</sup>	2322 <sup>b</sup>	1628 <sup>c</sup>
Feed efficiency	49.6 <sup>a</sup>	46.0 <sup>a</sup>	35.8 <sup>b</sup>	53.2	52.5	46.6	51.0 <sup>a</sup>	47.6 <sup>a</sup>	35.6 <sup>b</sup>

<sup>a-c)</sup>:Means within the same rows in each Exp.with no common superscript are significantly different (p<.05)

Table 2. Effect of environmental temperature on energy and nitrogen metabolism at various RH.

	Exp. 1 (60% RH)			Exp. 2 (80% RH)			Exp. 3 (40% RH)		
	23	28	33	23	28	33	23	28	33
Heat production (kcal/day/MBS <sup>1</sup> )	163	147	118	185	160	145	167	154	125
Body weight gain (g/day)	88.4	73.9	40.3	94.1	84.0	61.6	92.6	78.9	41.4
Retained as protein (g/day)	17.5	17.9	10.7	20.0	20.3	15.6	17.5	18.1	11.7
Retained as fat (g/day)	10.09	11.94	9.07	4.47	7.13	7.51	6.60	8.36	7.44

<sup>a-c)</sup>:Means within the same rows in each Exp. with no common superscript are significantly different (p<.05)

<sup>1</sup> Metabolic body size

Tableau 4 : Effets de la température ambiante sur la production de viande chez le poulet (Yamakazi et al., 2004)

Table 3. Effect of environmental temperature on meat production at various RH.

	Exp. 1 (60% RH)			Exp. 2 (80% RH)			Exp. 3 (40% RH)		
	23	28	33	23	28	33	23	28	33
Breast muscle (g)	332 <sup>a</sup>	313 <sup>a</sup>	231 <sup>b</sup>	395 <sup>a</sup>	327 <sup>b</sup>	265 <sup>c</sup>	416 <sup>a</sup>	350 <sup>b</sup>	232 <sup>c</sup>
Breast muscle (g/body weight)	120	119	113	127	116	116	126 <sup>a</sup>	116 <sup>b</sup>	110 <sup>b</sup>
Thigh muscle (g)	418 <sup>a</sup>	421 <sup>a</sup>	324 <sup>b</sup>	475 <sup>a</sup>	449 <sup>a</sup>	365 <sup>b</sup>	489 <sup>a</sup>	491 <sup>a</sup>	355 <sup>b</sup>
Thigh muscle (g/body weight)	151	160	159	153	159	159	148 <sup>b</sup>	164 <sup>a</sup>	168 <sup>a</sup>

<sup>a-c)</sup>:Means within the same rows in each Exp. with no common superscript are significantly different (p<.05)



Adéquation  
& Performances

DEVELOPPEMENT

Adéquation & Performances 1, rue Victor Hugo - Immeuble Agora – 44400 Rezé - tél : 02 40 97 20 84  
Etude propriété d'Adéquation & Performances, usage total ou partiel INTERDIT sans accord écrit

Même si les effets sont plus importants sur des souches de poulets à croissance rapide par rapport à des poulets à croissance plus lente surtout du fait des taux de mortalité plus élevés, les poulets à croissance lente voient leurs performances fortement impactées (Tableau 5).

Tableau 5 : Effets de l'élévation a température ambiante sur les performances d'un poulet à croissance dite lente (Nielsen, 2012)

**Table 3a** *Least square means and standard errors of production variables for the i657 strain on the three temperature treatments*

	CC	s.e.	HC	s.e.	HH	s.e.	$F_{2,17}$	$P \leq$
Live weight (g)								
Day 13	172 <sup>b</sup>	3.6	182 <sup>a</sup>	2.3	177 <sup>ab</sup>	2.6	3.8	0.044
Day 55	1398 <sup>a</sup>	18.4	1346 <sup>ab</sup>	16.3	1288 <sup>b</sup>	17.4	11.2	0.001
Growth (g/day)	29.2 <sup>a</sup>	0.38	27.7 <sup>b</sup>	0.39	26.5 <sup>b</sup>	0.36	15.6	0.001
Feed intake (g/day)								
Days 13 to 27	48 <sup>a</sup>	1.4	43 <sup>b</sup>	0.9	42 <sup>b</sup>	1.1	6.75	0.007
Days 27 to 41	70 <sup>a</sup>	2.3	51 <sup>b</sup>	2.1	45 <sup>b</sup>	1.6	35.7	0.001
Days 41 to 55	98 <sup>a</sup>	3.5	91 <sup>ab</sup>	3.0	81 <sup>b</sup>	2.4	7.2	0.006
Days 13 to 55	73 <sup>a</sup>	2.0	62 <sup>b</sup>	1.7	57 <sup>b</sup>	1.4	19.9	0.001
FCR (g/g)	2.49 <sup>a</sup>	0.059	2.25 <sup>b</sup>	0.051	2.15 <sup>b</sup>	0.043	9.7	0.002

FCR = feed conversion ratio.

Within rows, values with different superscripts differ significantly ( $P < 0.01$ )

En production de poulets Label Rouge nous avons également les références liées à l'année 2003 qui avait été très impactante sur les productions de volailles. Cette année-là, l'épisode de canicule s'était produit sur le mois d'août donc sur une période relativement limitée.

Dans le numéro spécial de Sciences et Techniques Avicoles de mai 2004 une synthèse des conséquences a été faite. Des mortalités importantes ont été constatées :

- poulets : 3.5 millions d'animaux
- dindes : 500 000 animaux
- reproducteurs : 400 000 animaux
- canards : quelques dizaines de milliers d'animaux
- pintades : quelques milliers d'animaux
- poules pondeuses : environ 1 million d'animaux
- palmipèdes gras : 250 000 animaux

En ce qui concerne plus spécialement la production de poulets Label Rouge, l'impact sur les performances techniques a été le suivant :

- poids moyen : -4%
- indice de consommation : -3%
- mortalité : +23%



-kg vif produits / m2/lot : -4%

On peut penser qu'une période de canicule plus étendue sur les mois d'été comme il semble nous être promis avec le réchauffement climatique, ces incidences sur les performances seront d'autant plus importantes.

En dehors des épisodes de canicule les températures relativement élevées de l'été sont toujours impactantes sur les performances des poulets Label et notamment la mortalité comme le montre la figure 7.

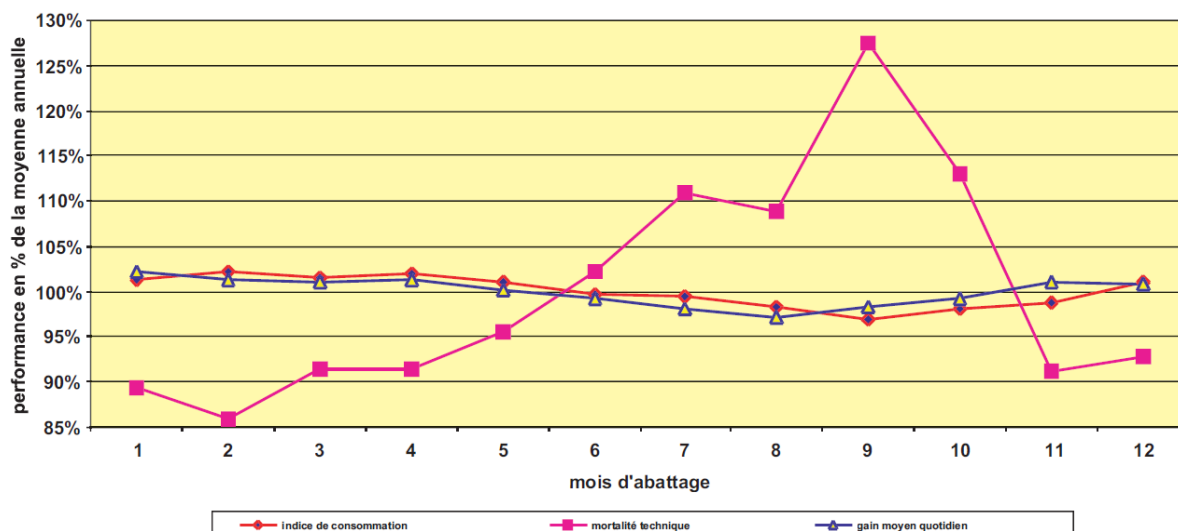


Figure 7 : Variations des performances techniques en poulet label – données du réseau RENAVOL 1994-1997 – incidence du mois d'abattage (Sciences et Techniques Avicoles, 2004)

En moyenne les résultats techniques des poulets label sont en retrait pendant l'été ; par rapport aux performances annuelles moyennes on note :

- gain de poids moyen : -2.5%
- indice de consommation : -3%
- mortalité : +25%
- kg vif produits / m2/lot : -4%

(d'après Sciences et Techniques Avicoles, 2004)

En ce qui concerne la sensibilité des poules pondeuses au stress thermique nous disposons de données expérimentales suite à une étude de l'INRA publiée en 2015 (Mignon-Grasteau et al., 2015). Les poules ont été élevées soit en conditions standard de thermoneutralité soit sous conditions de stress thermique. L'écart de performances entre les deux lots permet d'avoir une référence sur l'impact de ce type de stress sur les pondeuses (Tableau 6).



Adéquation  
& Performances

DEVELOPPEMENT

Adéquation & Performances 1, rue Victor Hugo - Immeuble Agora – 44400 Rezé - tél : 02 40 97 20 84  
Etude propriété d'Adéquation & Performances, usage total ou partiel INTERDIT sans accord écrit

Tableau 6 : Effets d'un stress thermique sur les performances de poules pondeuses (d'après Mignon-Grasteau et al., 2015)

performance des poules pondeuses	d'après Mignon-Grasteau et al., 2015		
	thermoneutralité (15-20°C)	stress thermique (30-35°C)	écart (%)
consommation aliment (g/j)	112.82	87.27	-22.6
taux de ponte (%)	86.91	77.06	-11.3
poids œuf (g)	58.09	53.93	-7.2
masse d'œufs (g)	48.48	44.1	-9.0
solidité coquille (g)	3.513	3.009	-14.3
épaisseur coquille (mm)	0.3631	0.3439	-5.3
mortalité (% / semaine)	0.2610	0.2900	11.1
Indice consommation (g/g)	2.313	2.224	-3.8

### 2.3. Parcours extérieur et pilier environnemental

Le troisième pilier de la durabilité concerne le volet environnemental. Le propre des parcours des volailles sous signes de qualité et des autres productions de volailles avec parcours, est d'être en plein air donc en interaction forte avec l'environnement.

Un des premiers points concerne **l'intégration de l'élevage** et en particulier du parcours dans le paysage. Nous avons dit que l'image perçue de ces élevages était une attente de la société ; évidemment l'aménagement du parcours, arboré ou non, entouré de haies ou non, avec des oiseaux qui sont bien répartis sur l'ensemble de la surface en est un point fort.

Mais l'interaction la plus forte entre le parcours extérieur de ces élevages et l'environnement porte essentiellement sur la réduction du **risque de pollution et d'érosion des sols**. L'impact des volailles sur le sol peut être important du fait des déjections qu'elles émettent en quantité importante. C'est là que l'occupation du parcours et la capacité des oiseaux à l'explorer et l'utiliser dans son ensemble sont importantes. Nous avons dit que les volailles exprimaient certes leur tempérament exploratoire grâce au parcours mais aussi qu'ils ne s'éloignaient pas forcément spontanément très loin du bâtiment. C'est là que l'aménagement du parcours extérieur intervient.

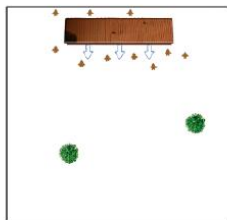
L'ITAVI et l'INRA (programmes AlterAvibio, 2009, et CASDAR Parcours Volailles, 2012-2014) ont montré que les poulets sortent plus en été qu'en hiver, plus sur un parcours arboré que sur une prairie surtout en été et en milieu de journée, en lien avec la présence d'ombre. L'ombre les incite à s'aventurer sur



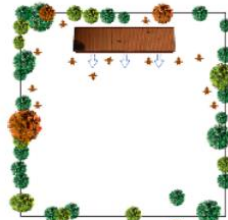
Adéquation  
& Performances  
DEVELOPPEMENT

le parcours, le couvert les sécurise surtout contre la crainte d'attaques de prédateurs aériens. En parcours arboré les performances techniques sont d'ailleurs également supérieures. Lubac et al. (2016) ont schématisé les différentes typologies de parcours comme indiqué sur la figure 8.

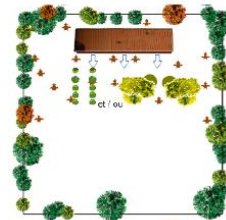
Type 0 : Parcours sur prairie



Type 1 : Parcours bocager



Type 2 : Parcours avec aménagements de confort



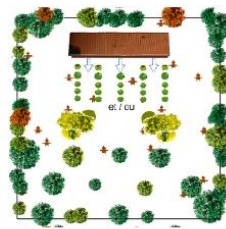
Type 3 : Parcours avec aménagements agroforestiers



Type 4 : Parcours diversifié



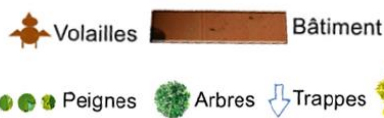
Type 5 : Parcours complet



Type 6 : Parcours forestier



#### LEGENDE



#### Type 0 : Parcours sur prairie

Ce type correspond à des parcours qui n'ont pas été spécifiquement aménagés (simple prairie ou parcours avec culture annuelle), ou bien dont les aménagements sont encore trop récents pour être efficaces (jeunes plantations). Les parcours concernés sont pour moitié de création très récente, et pour l'autre moitié, créés depuis plus de dix ans (donc sans volonté d'aménager).

#### Type 1 : Parcours bocager

Le type 1 dispose de haies périphériques entourant de façon plus ou moins continue le parcours. Les arbres et/ou buissons peuvent être de différentes hauteurs.

#### Type 2 : Parcours avec aménagements de confort

Le type 2 présente les mêmes caractéristiques que le type 1 avec de surcroît des aménagements à proximité du bâtiment (sur les 10 à 15 m devant les trappes) ayant pour objectif de favoriser la sortie des volailles, et leur bien-être ainsi que de leur apporter des repères visuels. Ceux-ci peuvent prendre la forme de peignes (alignement d'arbres buissonnants) ou de bosquets composés d'arbres de taille variée. Parfois, les haies périphériques sont peu présentes.



Adéquation  
& Performances

DEVELOPPEMENT

Figure 8 : Différentes typologies de parcours extérieurs de volailles (d'après Lubac et al., 2016)

Les types 0, 1 et 2 sont particulièrement sensibles car ils ne prédisposent pas les volailles à s'éloigner du bâtiment. Les oiseaux ne trouvent pas de repères qui leur serviraient de guides, ni de zone d'ombre ou de protection. Résultat : la tendance est de n'explorer que les 10 à 15 mètres au-delà des trappes de sortie et par conséquent les déjections s'accumulent sur cette zone.

La pollution en azote et en phosphore peut être importante. L'azote a tendance à être lessivé en profondeur tandis que le phosphore est plus emporté dans le ruissellement de surface. Le piétinement des oiseaux (4400 pour un élevage Label Rouge en général) sur une zone de terrain limitée, favorise d'autre part l'érosion du sol.

D'après Ponchant et al. (2010) un poulet label rejette 21 g d'azote et 21 g de P2O5 par kg de poids vif, ce qui donne pour un bâtiment de 400 m<sup>2</sup> pour une année 660 kg d'azote et 660 kg de phosphore. La quantité d'azote émise sur le parcours et sur différentes zones du parcours a aussi été évaluée (Tableau 7).

Tableau 7 : Quantité d'azote émis sur les différentes zones des parcours de poulets Label (d'après Ponchant et al., 2010)

Gr d'élément/tête	Zone frontale (<10m) (en kg/lot)	Zone centrale (>10m) (en kg/lot)	Total (gr N/kg vif)	Total (kg/ha*/an)
Azote	33,8	19	5,5	143

Source : CORPEN (2006); Franck et al (2001).

\* En prenant une surface moyenne de parcours de 1,2 ha/bâtiment.

Les auteurs notent que la quantité de 143 kg/ha/an émise sur le parcours est bien inférieure aux normes de la directive nitrates (170 kg/ha/an). Cependant il est clair que la zone frontale située à moins de 10 mètres des trappes de sortie du bâtiment est celle qui en reçoit le plus (même si au final la quantité émise sur le parcours est inférieure à celle reçue par la litière dans le bâtiment). Il y a donc bien intérêt à stimuler l'exploration des poulets au large des bâtiments.

En ce qui concerne l'énergie qui approvisionne les bâtiments de volailles sous signes de qualité elle est généralement d'origine fossile sous forme de gaz, donc une source **d'énergie non renouvelable**. Les éleveurs sont aujourd'hui encouragés à diversifier leurs sources d'énergie et en particulier vers des énergies renouvelables.

Ponchant et al. (2010) ont donné une estimation des consommations d'énergie par un élevage de poulets Label :

-propane = 5.5 kg/m<sup>2</sup>

-fuel = 0.373 L/m<sup>2</sup>/an

-électricité = 0.093 kWh/kg vif



Pour le gaz, l'ITAVI a estimé le coût à 1.246 €/m<sup>2</sup>/lot (ITAVI, 2016) en 2015 soit 498.4 €/lot.



Adéquation  
& Performances

DEVELOPPEMENT

Adéquation & Performances 1, rue Victor Hugo - Immeuble Agora – 44400 Rezé - tél : 02 40 97 20 84  
Etude propriété d'Adéquation & Performances, usage total ou partiel INTERDIT sans accord écrit

### 3. Durabilité des productions de volailles : Les réponses apportées par les ombrières photovoltaïques

#### 3.1. Les ombrières photovoltaïques

Les ombrières photovoltaïques sont des dispositifs sous forme d'abris ouverts dont le toit est recouvert de panneaux photovoltaïques. Ils peuvent être implantés sur des parcours d'élevage ou au-dessus de dispositifs de productions animales ou végétales comme des bassins d'aquaculture ou des cultures maraîchères.

La figure 9 présente un exemple d'ombrière photovoltaïque qui peut être implanté dans un parcours extérieur d'un élevage de volailles.

Figure 9 : Ombrière photovoltaïque pour parcours de volailles plein air (doc Novafrance Energy)



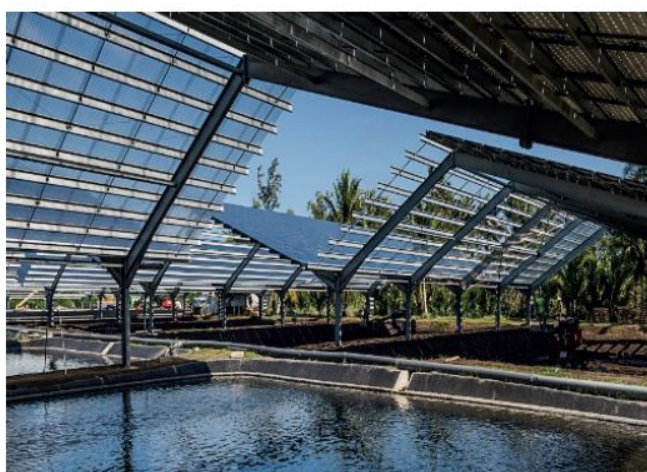
La figure 10 présente une photo d'un dispositif mis en place (d'après la France Agricole) [www.lafranceagricole.fr/elevage/des-parcours-ombrages-amoinde-cout-1,0,3835344329.html](http://www.lafranceagricole.fr/elevage/des-parcours-ombrages-amoinde-cout-1,0,3835344329.html) et la figure 11 présente une ombrière photovoltaïque installée au-dessus d'un bassin aquacole à La Réunion.

Figure 10 : Exemple d'ombrière photovoltaïque implantée dans un parcours extérieur d'un élevage de volailles



[www.lafranceagricole.fr/elevage/des-parcours-ombrages-amoinde-cout-1,0,3835344329.html](http://www.lafranceagricole.fr/elevage/des-parcours-ombrages-amoinde-cout-1,0,3835344329.html)

Figure 11 : Exemple d'ombrière photovoltaïque installée au-dessus de bassins aquacoles à La Réunion



Adéquation  
& Performances

DEVELOPPEMENT

Adéquation & Performances 1, rue Victor Hugo - Immeuble Agora – 44400 Rezé - tél : 02 40 97 20 84  
Etude propriété d'Adéquation & Performances, usage total ou partiel INTERDIT sans accord écrit

### 3.2. Réponses apportées par la mise en place d'ombrières photovoltaïques pour la durabilité des élevages de volailles plein air

Pour rappel nous avons identifié les interactions suivantes entre parcours extérieurs pour volailles et durabilité des élevages avicoles (Figure 1).

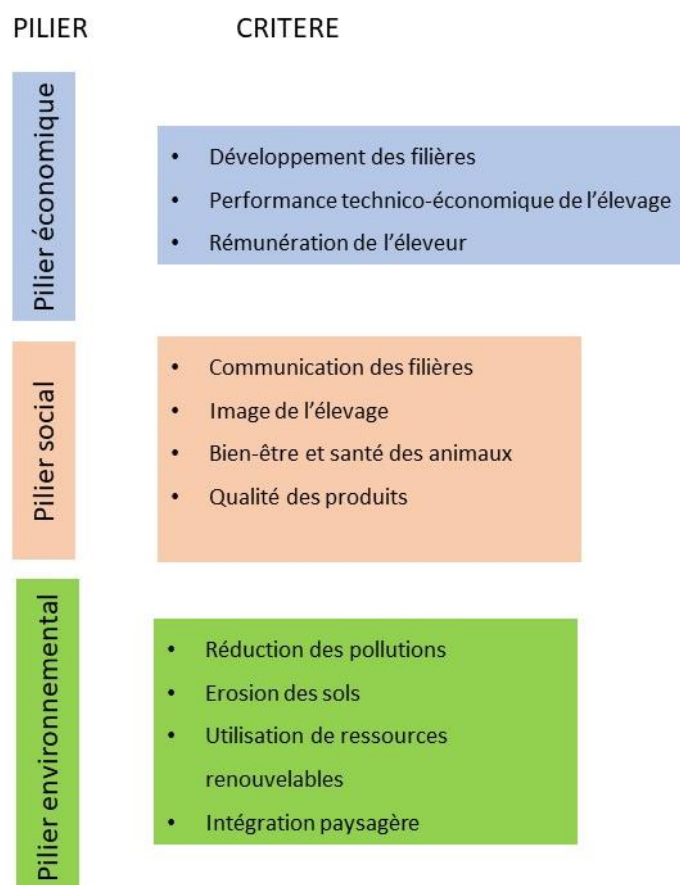


Figure 1 : Critères liés au parcours à prendre en compte dans la durabilité

La mise en place d'ombrières photovoltaïques permet de répondre à la plupart des critères soit qu'ils ne soient pas satisfaits soit qu'ils le soient insuffisamment par la structure en place. Nous avons schématisé les réponses apportées dans les figures 12 à 14.



Adéquation  
& Performances  
DEVELOPPEMENT

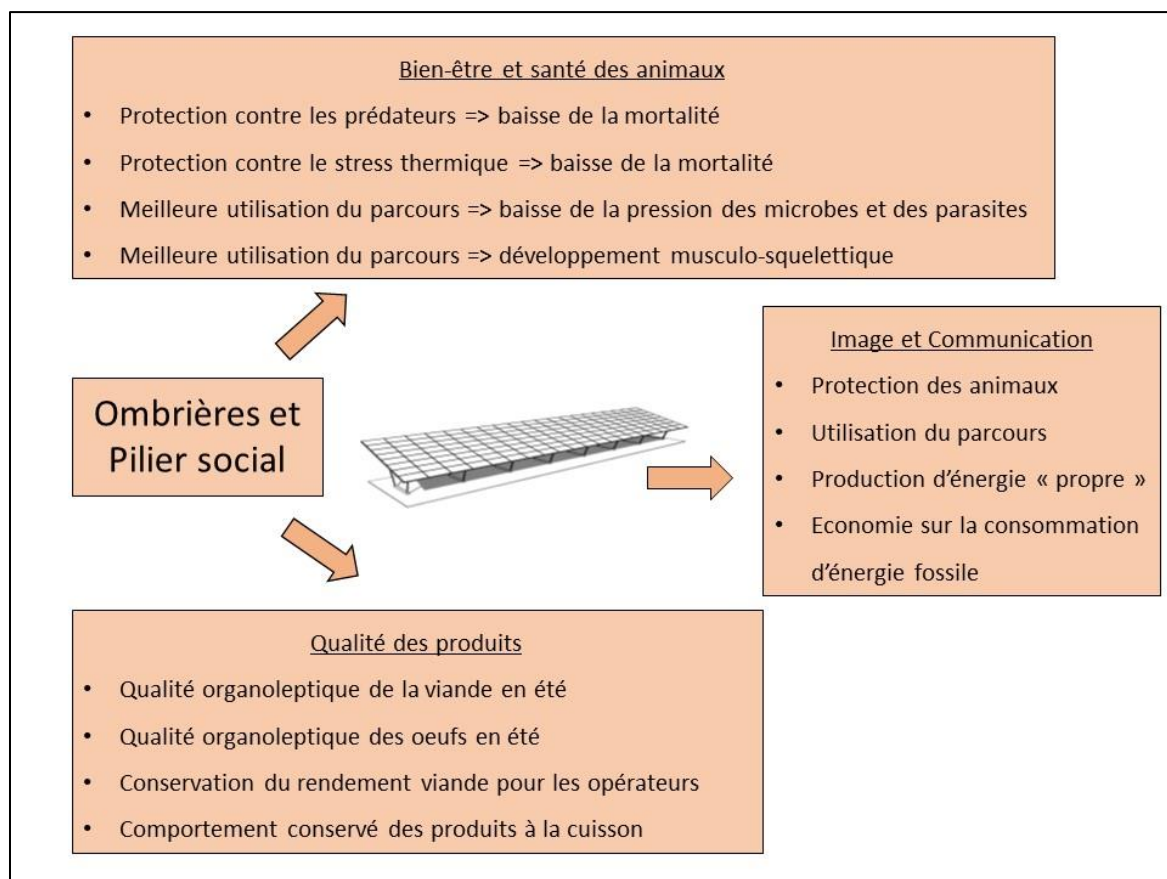


Figure 12 : Réponses apportées par la mise en place d'ombrières photovoltaïques aux critères du pilier social de la durabilité des élevages avicoles avec parcours extérieur

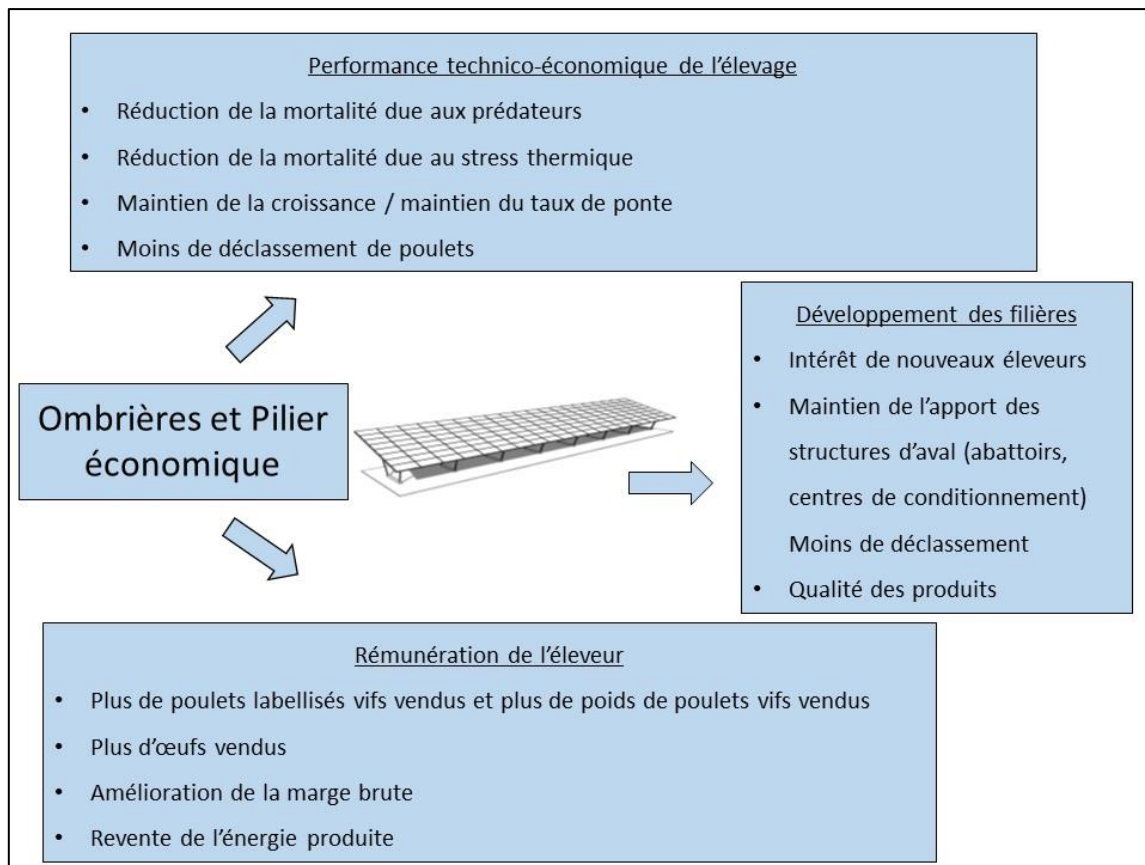


Figure 13 : Réponses apportées par la mise en place d'ombrières photovoltaïques aux critères du pilier économique de la durabilité des élevages avicoles avec parcours extérieur

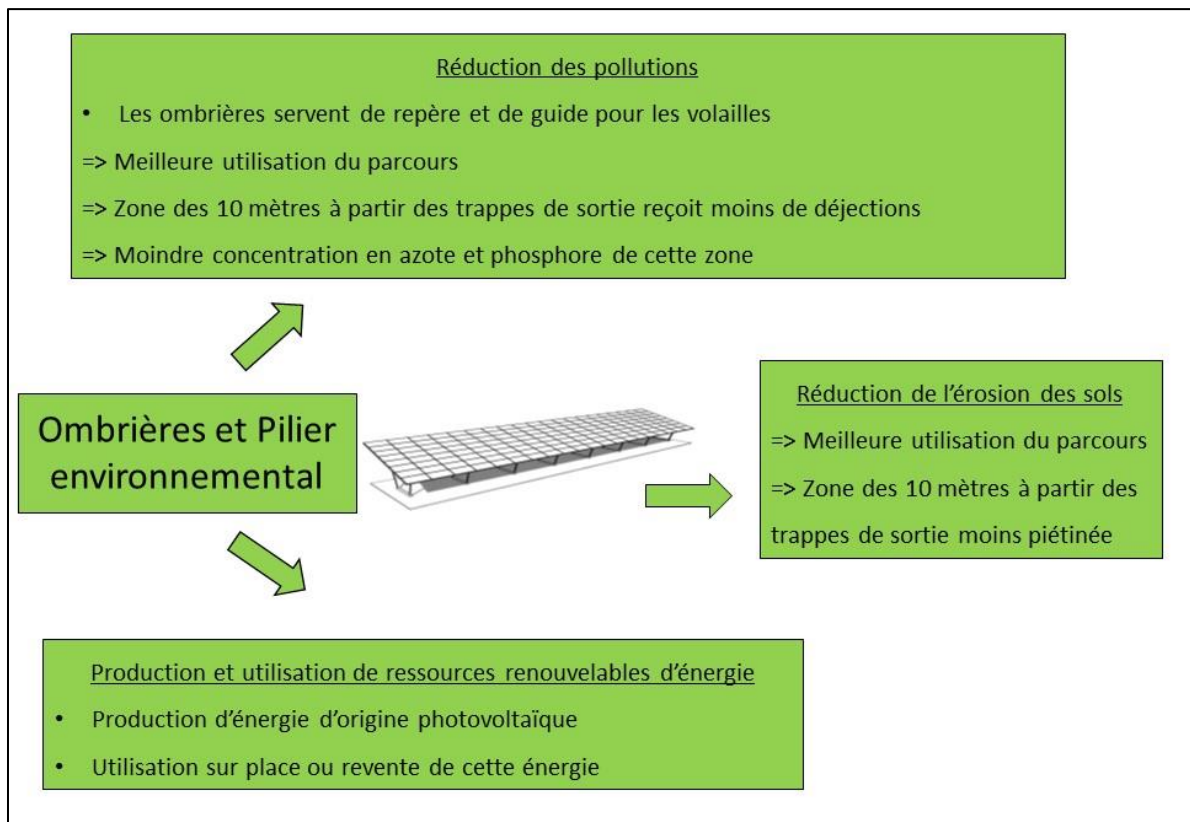


Figure 14 : Réponses apportées par la mise en place d'ombrières photovoltaïques aux critères du pilier environnemental de la durabilité des élevages avicoles avec parcours extérieur

La mise en place d'ombrières photovoltaïques sur les parcours extérieurs des élevages de volailles plein air répond donc concrètement aux critères de durabilité identifiés. Dans la dernière partie nous convertirons ces effets en données économiques.

### 3.3. Intérêts économiques liés à la mise en place d'ombrières photovoltaïques sur les parcours des élevages de volailles plein air

#### 3.3.1. Volailles de chair

Pour la réalisation de ces calculs en volailles de chair, nous avons pris en référence les données technico-économiques de l'ITAVI relatives aux productions de poulets sous signes de qualité en 2015, année pour laquelle toutes ces données ont été publiées (Tableau 8). Pour cette année 2015 l'ITAVI (2016) donnait un coût de production pour le poulet Label Rouge de 1.547 €/kg vif soit 14968 € pour une bande ; ce chiffre est à rapprocher des économies que peuvent apporter la mise en place des ombrières photovoltaïques.

Tableau 8 : Performances moyennes des élevages de poulets Label en 2015 (d'après ITAVI et Synalaf, 2016 ; ITAVI, 2016)

critère	moyenne 2015 (ITAVI)
âge à l'enlèvement (j)	85.9
poids vif (kg)	2.274
Gain Moyen Quotidien (g)	26.47
Indice de Consommation	3.043
taux mortalité (%)	3.28
taux déclassés %	5.4
prix aliment ITAVI (€/tonne)	287.2
prix poussin vacciné (€/100)	36.32
prix reprise (€/kg vif)	1.595
Marge Poussin Aliment (€/m2/lot)	13.7
Marge Poussin Aliment pour un 400 m2 (€/lot)	5480

Le tableau 9 présente les effets retenus du stress thermique en été sur les performances moyenne des élevages de poulets Label (Sciences et techniques avicoles, 2004)

Tableau 9 : Effets retenus du stress thermique en été sur les performances moyennes des élevages de poulets Label en 2015 (Sciences et techniques avicoles, 2004)

critère	effets retenus du stress thermique (%)
poids vif de poulets perdus (kg)	-4
Gain Moyen Quotidien (g)	-4
Indice de Consommation	-3
taux mortalité (%)	+23
taux déclassés %	+20



Le tableau 10 présente la conversion des effets retenus du stress thermique en été en pertes économiques pour le lot de poulets Label. Pour une bande d'été (où selon le plan de mise en place de l'organisation de production ces effets peuvent porter partiellement sur deux bandes) le manque à gagner approche donc les 800 € que la mise en place d'ombrières photovoltaïques sur le parcours extérieur peut éviter.

Tableau 10 : Pertes (en €) qui peuvent être compensées par la mise en place d'ombrières photovoltaïques sur le parcours extérieur pour un lot de poulets Label élevé en été

critère	conséquences du stress thermique (€)
nombre de poulets perdus suite au stress	33.2
poids vif de poulets perdus (kg)	75.5
perte de rémunération en vif (€)	120.4
perte rémunération poulets déclassés supplémentaires (€)	23
perte de kg de poulets par perte de croissance (kg)	383.8
perte de rémunération en vif due à la baisse de croissance (€)	612.2
quantité aliment perdue (kg)	153.2
perte due à l'aliment consommé non valorisé (€)	44.0
perte totale /lot (€)	799.6

Dans le tableau 11 nous avons également essayé de calculer les conséquences de la réduction de la mortalité liée aux prédateurs aériens. L'INRA a observé que la quasi-totalité de la mortalité était due à ces prédateurs ; nous avons pris en compte dans nos calculs une marge de sécurité et considéré que cela concernait 65% de la mortalité. Pour trois bandes la marge brute récupérée est d'un peu plus de 1330 euros par bâtiment.

Tableau 11 : Pertes (en €) qui peuvent être compensées par la mise en place d'ombrières photovoltaïques sur le parcours extérieur pour des poulets Label du fait des prédateurs aériens

critère	autres effets des ombrières
nombre de poulets non tués par les prédateurs	93.8
poids vif de poulets économisés (kg)	213.3
gain supplémentaire de rémunération en vif (€)	340.2
coût supplémentaire en aliment	93.2
poids vif de poulets déclassés économisés (kg)	66.0
gain supplémentaire de rémunération en vif (€)	105.3
gain supplémentaire de rémunération / lot (€)	445.5
gain supplémentaire de rémunération / an (€)	1336.5

### 3.3.2. Poules pondeuses

Pour les poules pondeuses nous avons pris en référence les performances techniques de l'année 2015 (ITAVI, 2016) pour les systèmes alternatifs (Tableau 12).

Nous avons repris les écarts de performances liées au stress thermique du Tableau 6. A partir de ces données nous avons calculé l'impact économique sur les performances de poules pondeuses en élevage alternatif et plus précisément en élevage Label Rouge. Nous avons considéré que les souches de pondeuses utilisées pour ce type d'élevage sont un peu plus résistantes que dans les conditions d'élevage standard ; un coefficient de 0.60 a donc minoré les effets trouvés dans l'étude de l'INRA (Tableau 13).



Adéquation  
& Performances  
DEVELOPPEMENT

Tableau 12 : Performances des poules pondeuses en systèmes alternatifs en 2015 (ITAVI, 2016)

*Principaux résultats techniques 2015. Systèmes alternatifs.*

	Label Rouge		Biologique		Plein-air		Sol	
	2015	15/14	2015	15/14	2015	15/14	2015	15/14
Densité (Nbre d'animaux / m <sup>2</sup> accessible)	9,00	0,0%	6,00	0,0%	9,00	0,0%	9,0	-
écarts	-		-		-		-	
Age d'entrée des poules (j)	121,57	-0,9%	122,95	0,3%	120,55	-1,3%	121,9	0,2%
écarts	120 à 126		119 à 126		119 à 124		119 à 126	
Durée de ponte à partir du transfert (j)	366,83	1,6%	361,17	-0,3%	373,95	2,9%	391,3	2,8%
écarts	346 à 376		347 à 381		360 à 386		381 à 404	
Durée du vide sanitaire (j)	24,57	-6,0%	29,08	-4,8%	27,12	-10,0%	37,8	12,5%
écarts	21 à 37		21 à 35		21 à 35		21 à 43	
Age des poules à la réforme (j)	488,47	1,0%	484,30	-0,1%	494,98	1,9%	513,2	2,1%
écarts	472 à 499		472 à 504		483 à 505		500 à 530	
Poids des poules de réforme (kg)	1,91	-1,2%	1,85	0,8%	1,86	2,1%	1,73	-2,5%
écarts	1,77 à 2		1,78 à 2		1,75 à 2		1,54 à 1,8	
Mortalité en ponte (%)	11,45	44,8%	9,22	19,9%	11,20	14,4%	8,91	37,7%
écarts	6 à 14,2		6,41 à 9,7		6 à 19,3		4,38 à 12	
IC (kg aliment/kg d'œuf)	2,46	-3,9%	2,48	-1,6%	2,42	-0,3%	2,34	0,1%
écarts	2,36 à 2,62		2,28 à 2,57		2,34 à 2,47		2,18 à 2,5	
Nbre d'œufs pondus par poule départ	291,8	0,6%	292,50	-0,2%	297,67	0,5%	329,4	6,7%
écarts	274 à 306		277 à 314		283 à 309		299,1 à 404	
nombre d'œufs pondus par poule à 70 semaines	292,7	-	294,1		293,68		314,4	
écarts	283 à 301		287 à 308		287 à 303		291 à 385	
Poids total d'œufs par poule départ (kg)	17,92	1,6%	18,14	1,1%	18,55	2,9%	20,54	5,6%
écarts	17 à 19,22		17,28 à 19,41		17,4 à 19,2		17,74 à 25,1	
Poids moyen de l'œuf (g)	61,3	-	62,0		62,05		62,35	
écarts	59,3 à 63,5		61,4 à 63,0		61,5 à 62,7		59,3 à 62,8	
Pourcentage d'œufs déclassés (%)	3,93	-3,2%	6,10	46,4%	6,67	29,1%	-	-
écarts	2 à 7,57		1,45 à 10,8		1,7 à 12,7		-	

- taux de réponse insuffisant

Adéquation  
& Performances

DEVELOPPEMENT

Tableau 6 : Effets d'un stress thermique sur les performances de poules pondeuses (d'après Mignon-Grasteau et al., 2015)

performance des poules pondeuses	d'après Mignon-Grasteau et al., 2015		
	thermoneutralité (15-20°C)	stress thermique (30-35°C)	écart (%)
consommation aliment (g/j)	112.82	87.27	-22.6
taux de ponte (%)	86.91	77.06	-11.3
poids œuf (g)	58.09	53.93	-7.2
masse d'œufs (g)	48.48	44.1	-9.0
solidité coquille (g)	3.513	3.009	-14.3
épaisseur coquille (mm)	0.3631	0.3439	-5.3
mortalité (% / semaine)	0.2610	0.2900	11.1
Indice consommation (g/g)	2.313	2.224	-3.8

Tableau 13 : Effets d'un stress thermique pris en compte pour leur impact sur les performances de poules pondeuses Label Rouge

performance des poules pondeuses	références (d'après ITAVI, 2016)	écart pris en compte (%)	effets du stress thermique
nombre d'œufs / poule départ	291.8	-6.8	-19.8
poids œuf (g)	61.3	-4.3	-2.6
masse d'œufs / poule départ (kg)	17.92	-5.4	-1.0
mortalité (% / semaine)	0.22	6.9	0.015
Indice consommation (g/g)	2.46	-2.3	-0.057

En prenant en référence la marge brute par poule des éleveurs de poules pondeuses Label Rouge soit 7.46 € / poule, un effet de -5.4% sur la masse d'œuf par poule et une mortalité supplémentaire de 0.015% par semaine (pour 52 semaines de production), nous pouvons estimer une perte de 0.46 € / poule départ. Pour un bâtiment de 6000 poules cela représente 2760 euros.



Adéquation  
& Performances  
DEVELOPPEMENT

## 4. Conclusions

Les volailles élevées sur des élevages avec parcours extérieur sont une attente de la société et sont l'image même d'une agriculture durable. Toutefois pour respecter les différents piliers de la durabilité le parcours extérieur, élément clef des productions dites plein air, sous signes de qualité ou non, doit satisfaire à un certain nombre de critères.

Nous avons vu que l'aménagement d'ombrières photovoltaïques permettait de satisfaire un grand nombre de ces critères aussi bien en production de volailles de chair que d'œufs, critères des piliers social, économique et environnemental de la durabilité.

D'autre part en réduisant les effets techniques et donc économiques sur les performances des volailles les ombrières photovoltaïques permettent de limiter considérablement les pertes de revenus.

Enfin la production d'énergie renouvelable assure un revenu supplémentaire aux éleveurs.



## Références

- Agricultures et territoires, 2018. Observatoire technico-économique poules pondeuses avec parcours, chambres d'Agriculture de Bretagne.
- AlterAvibio, 2009. Programme de recherche INRA – ITAVI.  
[https://www6.inra.fr/comite\\_agriculture\\_biologique/content/download/3423/35840/version/1/file/PSDR3\\_Fiche-Alteravibio.pdf](https://www6.inra.fr/comite_agriculture_biologique/content/download/3423/35840/version/1/file/PSDR3_Fiche-Alteravibio.pdf)
- CASDAR Parcours Volailles, 2012-2014. Programme de recherche INRA – ITAVI.  
<https://recherche.agrooof.net/fichesR&D/parcoursVolailles.html>
- CNPO site internet <https://oeuf-info.fr/infos-filiere/les-chiffres-cles/>
- Fortun-Lamothe L., 2012. 12èmes journées productions porcines et avicoles, Belgique, 32-39.
- Fouad A.M. et al., 2016. Int. J. Poultry Sci., 15 (3), 81-95.
- ITAVI et Synalaf, 2016. Performances techniques et résultats économiques des productions animales avicoles biologiques et sous label rouge en 2015. 32 pp.
- ITAVI, 2016. Performances techniques et coûts de production en volailles de chair, poulettes et poules pondeuses, résultats 2015, août 2016 64 pp.
- Lara L.J. et Rostagno M.H., 2013. Animals, 3, 356-369.
- Lubac S. et al., 2016. Innovations Agronomiques, 49, 1-12.
- Mignon-Grasteau S. et al., 2015. Poultry Science, 94, 586-600.
- Nielsen B.L., 2012. Animal, 6 (9), 1460-1468.
- Ponchant P. et al., 2010. TeMA n°16, octobre/novembre/décembre 2010, 4-10.
- Sciences et techniques avicoles, 2004. Numéro spécial mai 2044. 68 pp.
- Souza L.F.A.d. et al., 2016. Livestock Science, 192, 39-43.
- Synalaf site internet <http://www.volaillelabelrouge.com/fr/chiffres-cles-volailles/>
- Tang S. et al., 2013. Can. J. Anim. Sci., 93, 453-460.
- Tsiouris V. et al., 2018. Avian pathology, 47 (6), 616-624.
- Xu Y. et al., 2018. Poultry Science, 97, 4073-4082.
- Yamakazi M. et al., 2004. Proceedings ESPN Turquie 2004, 3pp.



Adéquation  
& Performances

DEVELOPPEMENT