

SCIENCES & TECHNIQUES

AVICOLES

La Revue Scientifique de l'Aviculture



LA PRÉVENTION DU COUP DE CHALEUR EN AVICULTURE



Garantie Coup de Chaleur élevages avicole



Nouveau : Groupama vous propose une garantie coup de chaleur pour indemniser la mortalité dans votre exploitation.

La canicule de l'été 2003 a démontré que, malgré les mesures de prévention prises par les éleveurs, il est très difficile de se prémunir contre les coups de chaleur extrêmes.

Dans ces circonstances, le recours à l'assurance apparaît indispensable pour garantir vos pertes.

C'est pourquoi, en concertation avec les responsables des organisations professionnelles agricoles concernées, Groupama a créé une nouvelle garantie Coup de Chaleur afin de protéger les élevages avicoles dans des conditions climatiques exceptionnelles.

La garantie coup de chaleur que nous vous proposons :

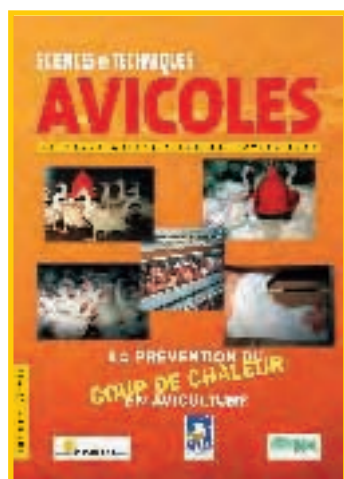
- Intervient lorsque soit la température, soit l'enthalpie dépasse la valeur de référence propre au lieu où se situe l'élevage.
- Prend en charge la perte des volailles sur la base de leur prix de revient, sous déduction d'une franchise variable selon le type d'élevage (1€/m2 pour des poulets de chair).
- Indemnise également la perte de marge brute de l'éleveur sur les volailles sinistrées.

Pour en savoir plus, n'hésitez pas à prendre rendez-vous avec un Conseiller Groupama

L'expérience agricole depuis quatre générations.



Donnons à la vie toutes ses chances.



HORS SÉRIE - MAI 2004

La Revue Scientifique
de l'Aviculture

(Publication trimestrielle)

Adresse Postale :

SCIENTIFICO-TECHNIQUES

AVICOLES

ITAVI OUEST

ZOOPOLE BEAUCERMAINE

BP 37 - 22440 PLOUFRAGAN

Tél. 02 96 76 00 05

Fax. 02 96 78 36 40

e-mail : itaviouest@itavi.asso.fr

Directeur de publication :

P. LE LOUP,

Directeur de l'ITAVI

Rédacteur en chef :

C. AUBERT, (ITAVI)

Le comité de lecture de ce numéro hors-série
était constitué de :

AMAND G. (ITAVI), AUBERT C. (ITAVI), BOURDETTE C.
(Chambre d'Agriculture de Vendée), BOUVAREL I. (ITAVI),
BREMONT G. (CRAVI des Pays de la Loire), CHEVALIER D.
(Chambre Régionale d'Agriculture des Pays de la Loire),
DAHIREL S. (CRAVI Bretagne), DREANO J. (CRAVI Bretagne),
DUSSANTER A. (ITAVI), FRANCK Y. (ITAVI), GAUTRON B.
(CRAVI des Pays de la Loire) GUILLOU M. (Avipole
Formation), HASSOUNA M. (INRA), LEBALLEUR I. (CRAVI
des Pays de la Loire), LE BIAVAN R. (EDF Entreprises
Ouest), LENOIR J.Y. (CRAVI des Pays de la Loire), MAHE F.
(GDS 22), MARTIN C. (CRAVI des Pays de la Loire), PRIGENT
J.P. (Avipole Formation), ROBIN P. (INRA), SIDANER J.N.
(CRAVI Bretagne).

Publicité - Abonnement :

C. CHARPENTIER

C. AUBERT

Abonnement (Tarifs 2004) :

1 an : 4 numéros

FRANCE		HT	TTC
	Tarif normal	58,77 €	62,00 €
	Tarif éleveur	55,92 €	59,00 €
ÉTRANGER		75,00 €	

– 25 % pour les adhérents ITAVI.

– 25 % pour les abonnements groupés à partir de
5 exemplaires.

Règlement à l'ordre de ITAVI

Crédit photos : ITAVI, GDS 22, AVIPÔLE FORMA-
TION, Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire.

ISSN : 1244-8699

Réalisation et impression :

CALLIGRAPHY PRINT - 35000 RENNES

Tous droits de reproduction, même partielle,
strictement réservés, sauf accord préalable de
la Direction.

■ INTRODUCTION

7

■ CHAPITRE 1 - RAPPELS DE QUELQUES NOTIONS FONDAMENTALES

Rappels élémentaires	8
La thermorégulation chez les oiseaux	10
Le phénomène de coup de chaleur	12

■ CHAPITRE 2 - PARAMÈTRES À RISQUES

La température	17
L'hygrométrie	17
Les vitesses d'air	17
Le renouvellement d'air	17
La quantité d'eau à vaporiser	17

■ CHAPITRE 3 - AVANT LA SAISON CHAUDE

La formation des intervenants	20
Optimisation de l'atelier pour la saison chaude	20
L'assurance du risque "Coup de Chaleur"	22
Les techniques de refroidissement utilisées en aviculture	22
Dimensionnement des installations	28

■ CHAPITRE 4 - PENDANT LA PÉRIODE CHAUDE

Alerte météo	36
Gestion de l'élevage	36
L'adaptation et le réglage du bâtiment	40
Synthèse de la conduite à tenir	62
Les pratiques à risque et interventions inutiles	62
Les trucs et astuces et interventions utiles	62

■ QUE FAIRE EN CAS DE SINISTRE ?

64

Ce document a été rédigé par :

Gérard AMAND (ITAVI), Claude AUBERT (ITAVI), Chantal BOURDETTE (Chambre d'Agriculture de Vendée), Isabelle BOUVAREL (ITAVI), Dylan CHEVALIER (Chambre Régionale d'Agriculture des Pays de la Loire), Alexandre DUSANTER (ITAVI), Yves FRANCK (ITAVI), Marcel GUILLOU (Avipole Formation), Mélynda HASSOUNA (INRA), Roland LE BIAVAN (EDF Entreprises Ouest), Félix MAHE (GDS 22), Jean-Philippe PRIGENT (Avipole Formation), Paul ROBIN (INRA)

Merci à tous les techniciens et éleveurs qui nous ont fait bénéficier de leur expérience pour la réalisation de ce document.

Merci à Catherine CHARPENTIER (ITAVI) et Katell GALLOUET (ITAVI) pour leur précieuse collaboration.

La diffusion des éléments contenus dans ce document est fortement encouragée, sous réserve de citation de la source "Sciences et Techniques Avicoles - Hors série - Mai 2004".

COUVOIR SAINT-FRANÇOIS



Qualité, diversité
et traçabilité

Saint-Hernin
Finiatère

Saint-François - 29270 Saint-Hernin

Tél. 02 98 99 55 11

Fax 02 98 99 55 47

Mail : couvoir@saint-francois.com

Site web : www.saint-francois.com/couvoir

la maîtrise
de vos
ambiances

Refroidissement ●
Ventilation ●
Chauffage ●
Régulation ●

BÉCOT
CLIMATIQUE

BÉCOT CLIMATIQUE SA
B.P. 41 - 29301 BRESSUIRE cedex
Tél. (33) 02 49 74 12 78
Fax (33) 02 49 74 30 11
Internet : <http://www.becot.com>
E-Mail : info@becot.com

TBD

Le spécialiste de la brumisation haute pression pour les élevages hors-sol

TBD

Le spécialiste de la brumisation Haute Pression, technique particulière qui permet :

- la maîtrise de la température (**refroidissement**)
- la maîtrise de l'hygrométrie (**humidification et déshumidification**)
- la maîtrise de la salubrité (**désinfection et décontamination**)
- la maîtrise des odeurs (**destruction définitive des nuisances olfactives préjudiciables**) dans les bâtiments d'agriculture hors-sol.



Un réseau
de plus de 250
installateurs

TBD

L'exigence du confort
pour de meilleures performances

GRATUIT :

Etude technique
personnalisée
sous 48h

Une qualité de
matériel
incomparable

TOUR
NOX



La destruction irréversible de
la pollution olfactive

3 semaines d'installation

Distributeur
exclusif
en France
sur toute
la France

TBD, le professionnel de la brumisation : maîtrise technique (savoir-faire), disponibilité (250 installateurs en France) et maîtrise des matériaux (choix des buses).

Grosses chaleurs ? Ne laissez plus la canicule entrer dans votre élevage...

Avec la technique de refroidissement évaporatif haute pression (110 bar)

- > Maintien de la température dans les bâtiments
- > Optimisation des performances zootechniques
- > Préservation du confort des animaux

TBD vous permet de mettre tous les atouts de votre côté : un élevage plus sain, intégré dans l'environnement, dont les indices zootechniques sont meilleurs et la rentabilité optimisée.

TBD, le partenaire brume de vos bâtiments d'agriculture hors-sol !

TBD®
Fabricant

TECHNI. BRUME. DIFFUSION



Formations avicoles

Spécialisation, Apprentissage et Perfectionnement :

- **Formations longues** : Brevet Professionnel, Certificat Technique, Technicien Supérieur Avicole

Ces formations sont conventionnées avec la Région Bretagne.

- **Formations courtes** : modules techniques et thématiques

Avipôle Formation réalise des formations personnalisées (covoiturage, éleveur, abattoir...).

Débouchés :

Aviculteur, Salarié d'élevage, Employé de couvoir, Responsable de ferme, Technicien avicole, Technico-commercial, Responsable de production.

Possibilité de rémunération PARE, CNASEA, CIF.

AVIPOLE FORMATION

Zoopôle Les Croix - BP 46 - 22440 Ploufragan - Tél : (33) 02.96.01.62.26 - Fax (33) 02.96.01.51.80
e-mail : avipole@wanadoo.fr



La référence utile,
toujours plus **proche** de vous !



Avec au sommaire

Toute l'actualité de référence,
de l'élevage à la transformation des
œufs et des volailles.



Avec en cadeau tout de suite

- L'affiche Barrières Sanitaires
- Un recueil de 10 fiches Santé

Avec compris dans votre abonnement

- Le Guide de l'éleveur de poules

Oui, je décide de recevoir

Filières Avicoles
DE L'ELEVAGE À LA TRANSFORMATION DES VOLAILLES ET DES ŒUFS

Je choisis ma formule préférée en cochant la case :

1 an de Filières Avicoles

**Avec en cadeau
tout de suite**

2 ans de Filières Avicoles

- ☐ Soit 11 n° pour 84 € TTC
au lieu de 104,50 €,
prix au n°.
Mon économie : 20,50 €
Etranger : 104 €
Etudiant : 53 € sur justificatif.



• L'affiche Barrières
Sanitaires (format poster 40x60)

• Un recueil de
10 fiches Santé



- ☐ Soit 22 n° pour 148 € TTC
au lieu de 209 €, prix au n°.
Mon économie : 61 €
Etranger : 188 €

- ☒ **Compris dans mon abonnement** : le guide de l'éleveur de poules
et d'autres suppléments et guides à découvrir et à conserver.

- ☐ Je vous joins mon règlement par chèque à l'ordre de Filières Avicoles.

- ☐ Si vous souhaitez régler par carte bancaire ou par virement, contactez-nous.

- ☐ Je désire recevoir une facture, et, pour récupérer la TVA,
j'indique mon Numéro : 2 lettres [] 11 chiffres [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] []

► Vous connaître, c'est aussi
mieux vous servir. **Merci.**

Je suis :

- ☐ **Producteur volailles chair**
Espèce : Surf. bât. : m²
☐ Standard ☐ Label
- ☐ **Producteur d'œufs**
☐ Nbre de poules
☐ en cages ☐ au sol
- ☐ Autre production :
- ☐ Ind. alimentaire : Secteur
Fonction
- ☐ Fourn. d'élevage : Secteur
Fonction
- ☐ Autre activité : merci de préciser

Date de naissance : [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] []

Merci de votre confiance et bonne lecture utile !

Adresse de réception de mon abonnement

GAEC/Société

Nom

Prénom

Adresse et BP

CP Ville

Pays

Tél Fax

Conformément à la loi "Informatique et Libertés", vous disposez d'un droit d'accès
et de rectification aux informations vous concernant.

A retourner à

Filières Avicoles

A l'attention de Monique Gicquel.

CS 77711, 35577 Cesson-Sévigné cedex, France.

☎ 33 02 99 32 21 21 Fax 33 02 99 32 89 20

e-mail : mgicquel@editionsduboisbaudry.fr

Déjà en situation délicate, les aviculteurs ont dû, au cours de l'été 2003, faire face à une nouvelle difficulté entraînant des pertes économiques : la canicule. Les hautes températures enregistrées début août ont en effet entraîné la mort de plusieurs millions de volailles et des baisses de performances en élevage tous secteurs confondus, mettant en péril une filière déjà fragilisée. Un recensement des problèmes rencontrés par les éleveurs au cours de l'été 2003 a été réalisé par les FDSEA/FRSEA et la CFA [Confédération Française de l'Aviculture] en liaison avec les organisations économiques et les Chambres d'Agriculture.

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,
- gibier : entre 80 et 1 000 animaux reproducteurs.

Des baisses de performances très importantes sont apparues :

- pertes de poids à l'abattage, déclassement, dégradation des indices alimentaires,
- diminution d'environ 15 % des volumes livrés sur les premières semaines qui ont suivi la canicule,
- une baisse de la fertilité et une augmentation de la mortalité entraînant des difficultés d'approvisionnement en animaux d'un jour,
- baisse du poids moyen des foies gras (20 à 80 g par foie),
- incidence sur la prolificité du gibier.

Les préjudices des éleveurs ont été estimés à 44,5 millions d'euros pour l'ensemble des éleveurs des filières avicoles, auxquels il faudrait rajouter les préjudices subis par les entreprises d'amont et d'aval :

- volailles de chair : 22 millions d'euros,
- œufs de consommation : 10 millions d'euros,
- reproducteurs : 10 millions d'euros,
- palmipèdes gras : 2 millions d'euros,
- gibier : 0,5 million d'euros,

sans parler de l'impact sur la sécurité sanitaire et de l'augmentation des risques de santé publique liés à l'engorgement du service public d'équarrissage et à l'enfouissement des cadavres qui en ont découlé.

Élévation excessive de la température corporelle de l'animal, le phénomène de coup de chaleur est à l'origine de cette catastrophe, tant en terme de bien-être animal qu'en terme économique pour les éleveurs. Depuis quelques années des solutions préventives sont étudiées et répertoriées. Elles concernent pour l'essentiel l'élevage des poulets. C'est pourquoi, il semble que les éleveurs de poulets les mieux préparés ont pu limiter les pertes. Cependant, en 2003, compte tenu des niveaux de températures et de leur durée, d'autres productions ont été assez fortement touchées (dindes, pondeuses, reproducteurs, ...).

Il apparaît donc nécessaire de revenir sur ce phénomène de coup de chaleur, en étudiant pour un système d'élevage donné, les solutions les mieux adaptées et les opérations préventives à privilégier. C'est l'objectif de ce numéro hors-série de Sciences et Techniques Avicoles.

Chapitre 1

Rappels de quelques notions fondamentales

Avant toute chose, un rappel des paramètres à risque, des principes d'une bonne ventilation, des exigences bioclimatiques des volailles est essentiel pour une bonne compréhension des problèmes.

1. RAPPELS ÉLÉMENTAIRES

1.1. PHYSIQUE DE L'AIR

L'air qui nous entoure (air ambiant) renferme toujours une proportion d'eau sous forme de vapeur ; on qualifie cet air "d'air humide" par opposition au cas d'un "air sec"

qui ne renfermerait pas de vapeur d'eau. L'air humide renferme une quantité de vapeur d'eau variable mais limitée ; lorsque cette quantité est maximale, on parle "d'air saturé". La quantité maximale d'eau que peut renfermer un air "saturé" augmente avec la température et la pression de l'air. Toutes les variétés d'air humide se situent entre le cas idéal d'un air parfaitement sec et un air saturé. On peut donc considérer que l'air humide est un mélange entre l'air sec et la vapeur d'eau.

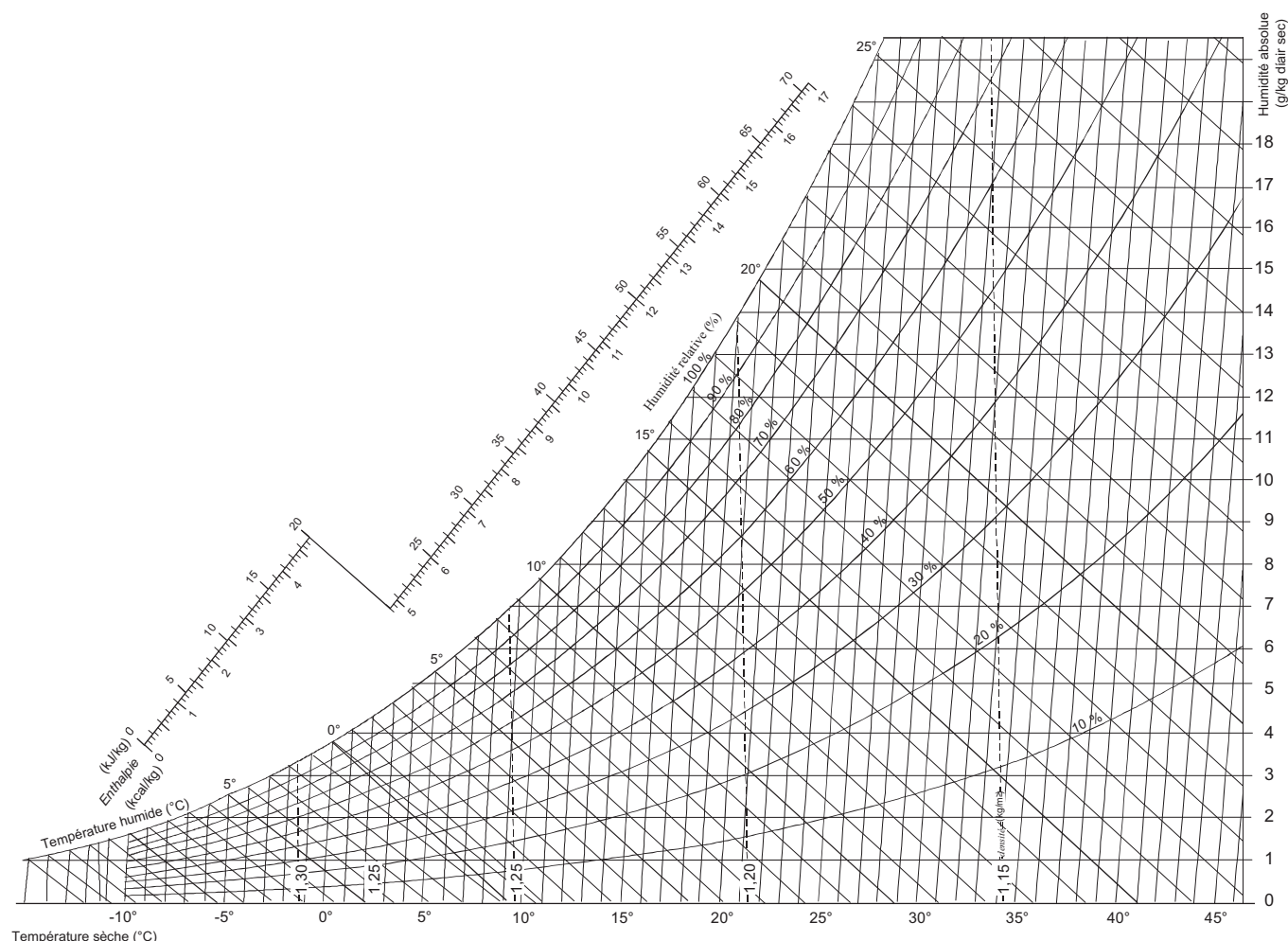
Les animaux, la litière ou le système de refroidissement évaporatif émettent de la vapeur d'eau. Le volume d'air (m^3/h) qui sort du bâtiment est donc supérieur à celui

qui y entre en raison de la vapeur d'eau ajoutée. En revanche, la masse d'air sec qui entre dans le bâtiment est égale à la masse qui en sort. C'est pourquoi le "kg d'air sec" est souvent utilisé pour caractériser l'air humide et les transformations qu'il subit en traversant le bâtiment d'élevage.

Le diagramme psychrométrique (ou de l'air humide) permet de connaître l'ensemble des paramètres physiques (enthalpie, températures, humidités...) retrouvés à chaque état de l'air humide.

Les définitions ci-après sont indispensables à la compréhension et à la lecture de ce diagramme :

■ Figure 1 : Diagramme de l'air humide



- **Température sèche** (en °C) : il s'agit de la température réelle de l'air humide. C'est la température de l'air indiquée par le thermomètre. Les capteurs sont généralement précis (0,3 °C). L'air doit être en mouvement autour du capteur pour que la mesure de la température de l'air soit correcte (thermomètre agité ou ventilé) ; si l'air est immobile, la mesure peut être influencée par les radiations arrivant sur le capteur. La température sèche diminue lors du refroidissement évaporatif. Elle n'est pas modifiée par le brassage.
- **Température humide** (en °C) : c'est la température enregistrée par un thermomètre dont le bulbe est recouvert d'une mèche imprégnée d'eau et placée dans un courant d'air entre 3 et 8 m/s. Les températures humides sont toujours inférieures aux températures sèches et le seul cas où elles sont identiques est celui de l'air saturé en eau. La température humide n'est pas modifiée lors du refroidissement évaporatif.
- **Température de rosée** (en °C) : c'est la température d'une surface froide à partir de laquelle la vapeur d'eau contenue dans l'air humide commence à se condenser. En d'autres termes, c'est la température pour laquelle l'air est saturé en eau. La température de rosée ne dépend pas de la température sèche (qui lui est toujours supérieure). Elle dépend uniquement de la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air (et de la pression atmosphérique). La température de rosée augmente lors du refroidissement évaporatif. Elle n'est pas modifiée par le brassage.
- **Humidité absolue ou Humidité spécifique ou Teneur en eau** (en kg d'eau/kg d'air sec) : c'est la masse de vapeur d'eau contenue dans un kg d'air sec. Le poids de vapeur d'eau reste constant lorsque la température sèche varie en dessous de la température de rosée. Si la température tombe en dessous du point de rosée, une partie de cette masse d'eau va se condenser sous forme de gouttelettes ou de cristaux de glace sur les parois les plus froides, ce qui réduit l'humidité spécifique de l'air. Au cours d'un refroidissement évaporatif, l'humidité spécifique et la pression partielle de la vapeur d'eau restent constantes. L'humidité spécifique n'est pas modifiée

par le réchauffement de l'air (par l'ensoleillement par exemple). Elle augmente dans le bâtiment du fait de la vapeur d'eau produite par la respiration des animaux ou l'évaporation de la litière.

- **Humidité relative ou hygrométrie** (en %) : c'est le rapport entre la masse de la vapeur d'eau contenue dans une certaine quantité d'air humide et la masse de vapeur qu'elle pourrait contenir si elle était saturée à la même température. A 100 %, l'air est complètement saturé. A 50 % l'air contient la moitié de ce qu'il pourrait avoir s'il était saturé à la même température. Quand le taux d'humidité atteint 100 %, la formation de gouttelettes de liquide se produit sur les objets. Comme la quantité de vapeur d'eau que contient l'air à saturation augmente avec la température (sèche), on observe une diminution de l'hygrométrie lorsque la température augmente et que l'humidité spécifique est stable. A l'inverse, lors du refroidissement évaporatif, l'hygrométrie augmente rapidement du fait de la baisse de la température (sèche) et de l'apport de vapeur d'eau.
- **Volume spécifique** (en m³/kg d'air sec) : c'est le volume occupé par un kilogramme d'air sec (avec sa vapeur d'eau !). Ce volume augmente avec la température et l'air devient plus léger. Cet effet explique le tirage d'air dans les cheminées. Le volume spécifique augmente aussi avec la quantité de vapeur d'eau dans l'air. Par conséquent, le tirage thermique d'un bâtiment d'élevage statique va dépendre à la fois de la chaleur produite par les animaux et de la vapeur d'eau dégagée par la respiration. Lors du refroidissement évaporatif, l'effet de la baisse de température (baisse de volume spécifique) est opposé à l'effet de l'augmentation d'humidité spécifique (hausse du volume spécifique) mais la combinaison de ces deux effets n'annule jamais le renouvellement d'air des bâtiments statiques.
- **Enthalpie** (en kJ/kg d'air sec) : c'est l'énergie (ou chaleur) totale contenue dans l'air humide. Elle inclut la chaleur sensible et la chaleur latente contenues dans l'air. Elle augmente avec la température (sèche) et avec l'humidité (spécifique) de l'air. Elle est constante quand la température humide est constante.

Elle n'est pas modifiée par le refroidissement évaporatif, dans ce cas l'énergie libérée lors de la baisse de température est compensée par l'énergie consommée par l'évaporation de l'eau.

- **Chaleur sensible** (en w) : c'est la chaleur (énergie) qui conduit à une élévation de température. Elle est apportée par les animaux, la litière, le chauffage et l'éclairage, l'ensoleillement direct dans le bâtiment et les apports à travers les parois quand il fait plus froid à l'intérieur du bâtiment. Elle est diminuée lorsque les gouttelettes d'eau s'évaporent dans l'air.
- **Chaleur latente** (en g d'eau) : c'est la chaleur (énergie) qui permet de faire passer l'eau liquide sous forme de vapeur ; c'est donc celle qui conduit à une augmentation de l'humidité spécifique. Elle est due à la respiration des animaux, à l'évaporation par la litière et au refroidissement évaporatif. Pour une même quantité d'énergie (même enthalpie ou même température humide), l'air peut donc être de l'air chaud et sec (chaleur sensible élevée) ou de l'air frais et humide (chaleur latente élevée) ; c'est le principe même du refroidissement évaporatif.

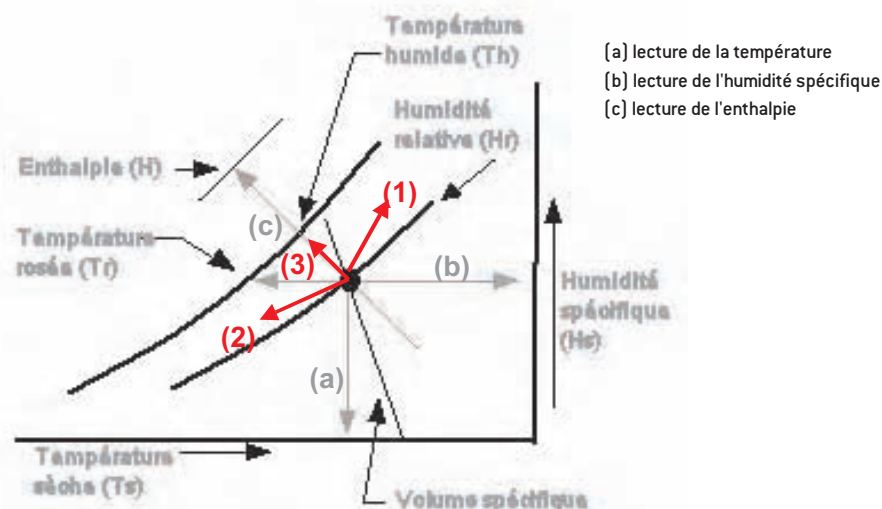
Pour être d'accord sur les termes :

- **Brumisation** : systèmes de refroidissement par injection d'eau à haute pression dans l'air. Nous appellerons "Brumisation" les appareils fonctionnant à une pression supérieure à 70 bars.
- **Pulvérisation moyenne pression** : sous cette appellation nous regroupons les systèmes de refroidissement intérieurs par pulvérisation d'eau à des pressions inférieures à 70 bars.
- **Aspersion** : nous désignons ainsi les rampes utilisées à l'extérieur du bâtiment pour injecter de l'eau dans la veine d'air entrant. Ces dispositifs travaillent à des pressions variant de 3 à 5 bars.
- **Filtre humide (Pad cooling)** : ce sont les appareils de refroidissement fonctionnant à partir d'un support d'échange air/eau.
- **Renouvellement d'air** (en m³/h) : il s'agit du volume d'air extrait du bâtiment par des ventilateurs fixes (extracteurs), encastrés dans les longs pans, la toiture ou les pignons, permettant l'évacuation de calories, d'humidité et de gaz pro-

duits au sein du milieu de vie des animaux. Dans les bâtiments statiques, l'air est extrait simplement à travers les ouvertures du bâtiment. Le renouvellement augmente avec la surface d'ouverture, la différence de hauteur entre l'ouverture basse et l'ouverture haute, la différence de volume spécifique entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment. Il augmente fortement avec le vent, ce qui conduit à fermer les ouvertures. Le niveau de renouvellement d'air est basé sur le poids des animaux, la litière et le climat. Quand il augmente, l'écart d'enthalpie entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment diminue.

- **Débit d'air théorique** (en m^3/h) : en bâtiments dynamiques, il s'agit de la capacité de ventilation maximale indiquée sur la notice technique d'un ventilateur. Autrement dit, c'est le débit d'air (idéal) que peut générer un ventilateur en l'absence d'obstacles sur le circuit d'air (cas du brassage). En bâtiments statiques, il s'agit de la ventilation minimale du bâtiment, en l'absence de vent, pour une ouverture maximale et en fonction de l'écart de température et d'humidité de l'air entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment.
- **Débit d'air réel** (en m^3/h) : il s'agit de la capacité de ventilation réelle d'un ventilateur en condition terrain. En bâtiments dynamiques, la capacité de ventilation maximale est limitée par des contraintes physiques générées par les volets anti-retour, les grilles, etc. mais aussi par la dépression induite qui augmente quand la vitesse d'air de soufflage d'air neuf augmente. En moyenne le débit d'air théorique est réduit de 20 %. Toutefois pour obtenir des valeurs précises, il conviendra de se référer aux valeurs fournies par le fabricant aux dépressions considérées (débit à 40 pascals par exemple). En bâtiments statiques, la capacité de ventilation réelle à travers les ouvertures augmente avec le vent. Le refroidissement évaporatif a également pour effet d'augmenter le débit réel lorsque l'air intérieur est nettement refroidi.
- **Pertes de charge** (en pascal ou en mm de colonne d'eau) : c'est la résistance à l'écoulement de l'air [frottement sur les matériaux, turbulences, ...] ; elle explique

■ Figure 2 : Représentation schématique du diagramme psychrométrique et sens de lecture des grandeurs physiques



- (1) hausses de température et d'humidité dues aux apports de chaleur sensible et latente par les animaux
 (2) baisses de température et d'humidité dues à une augmentation du renouvellement d'air
 (3) baisses de température et hausse d'humidité dues au refroidissement évaporatif

la différence entre débit d'air théorique et débit d'air réel dans les bâtiments dynamiques. Dans les bâtiments statiques, la perte de charge est négligeable du fait de la grande taille des ouvertures. En général, lorsqu'on augmente la vitesse de l'air on augmente également les pertes de charge.

- **Brassage d'air** : il s'agit strictement de la création de vitesses d'air (en m/s) générée par des ventilateurs mobiles ou suspendus (brasseurs) situés au sein du milieu de vie des animaux. Les vitesses d'air sont indépendantes du chargement animal en bâtiment.
- **Quantité d'eau vaporisée** (l/h) : c'est la quantité d'eau évaporée dans l'air après injection par un système de refroidissement. L'évaporation est limitée par la saturation de l'air. Elle augmente avec le débit d'air et avec l'écart d'humidité spécifique entre l'intérieur et l'extérieur.
- **Transformation adiabatique** : on appelle ainsi les transformations de l'air qui se font sans échange de chaleur, ni sensible, ni latente. C'est le cas du refroidissement évaporatif puisque la chaleur sensible est convertie en chaleur latente ; ce n'est pas le cas de l'air qui traverse le bâtiment puisque de la cha-

leur sensible et de la chaleur latente sont apportées par les animaux et la litière.

1.2. ELECTRICITÉ

Il n'est pas inutile d'effectuer un rappel sur quelques données de base de l'électricité :

- l'unité de puissance est le watt [W] ($1000 \text{ W} = 1 \text{ kW}$ et $1 \text{ CV} = 0,736 \text{ kW}$),
- l'unité d'intensité est l'ampère [A],
- l'unité de tension est le volt [V],
- l'unité de consommation est le kilowatt heure [kWh].

2. LA THERMORÉGULATION CHEZ LES OISEAUX

A l'âge d'un jour, au sortir des boîtes, la température corporelle (ou rectale) des poussins se situe entre 38°C et 39°C , lorsqu'ils ont été transportés dans de bonnes conditions. Progressivement, elle s'élève, puis se stabilise entre $40,5$ et $41,5^\circ\text{C}$, vers l'âge de 21 jours.

Nous sommes en présence de "corps chauds" qui le plus souvent, dès la mise en place dans le bâtiment, vont se trouver dans une ambiance plus fraîche (exception faite des pays à climat tropical).

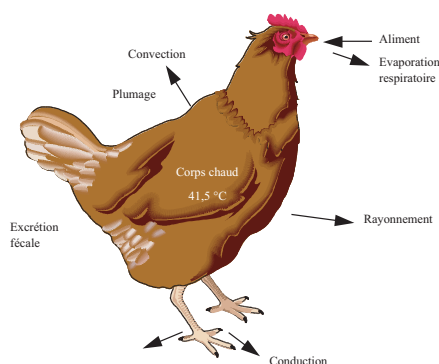
Des transferts caloriques vont nécessairement s'établir avec plus ou moins d'importance entre le corps des jeunes poussins et l'ambiance :

- **par convection**, par les mouvements de l'air, au travers des duvets, puis des plumes lorsque les animaux seront plus âgés ; la convection augmente avec la vitesse de l'air. Les volailles ne transpirent pas mais une sensation de fraîcheur équivalente peut être créée en humectant légèrement les plumes de l'animal et en entretenant des vitesses d'air autour des animaux, c'est le cas lorsque la brumisation d'eau est associée aux vitesses d'air dans l'ambiance ;
- **par conduction**, par contact de certaines parties du corps, les pattes et la poitrine, avec la litière ou le sol ; la conduction diminue quand la densité animale augmente du fait des contacts entre animaux ; elle augmente lorsque les animaux boivent de l'eau froide ;
- **par rayonnement**, des surfaces chaudes vers les surfaces froides ; Le rayonnement est une perte de chaleur de l'animal vers les parois ou les litières plus froides ; C'est un gain de chaleur avec la toiture ou la litière lorsqu'elles sont plus chaudes ;
- **par l'excrétion fécale** enfin.

2.1. LA BALANCE THERMIQUE

Pour maintenir leur température corporelle, les oiseaux ne possèdent pas de glandes sudoripares, et leur seul mécanisme pour accroître leurs pertes de chaleur en situation chaude, est de vaporiser de l'eau au niveau des voies respiratoires. De jeunes poulettes exposées à 32 °C perdent ainsi 60 % de la chaleur totale par

■ **Figure 3 : Principaux modes de transfert de chaleur entre l'animal et l'ambiance**



Mesure des vitesses d'air aux ventilateurs pour déterminer les débits réels.

évaporation. Cette augmentation des pertes évaporatoires en périodes chaudes est associée à un accroissement du rythme respiratoire.

Une humidité relative élevée réduit les possibilités d'évaporation et accroît donc la sensation de stress thermique : à 34 °C et 40 % d'humidité, les poules perdent 80 % de la chaleur par évaporation alors qu'à la même température et avec 90 % d'humidité les pertes latentes ne représentent plus que 39 %. Pour que les pertes par évaporation aient lieu, il faut que la consommation d'eau soit optimale.

L'énergie apportée par l'aliment est utilisée :

- d'une part à l'entretien et à la production,
- d'autre part, à compenser les transferts caloriques en situation froide, afin de maintenir la température corporelle de l'animal ; Ces derniers devront être bien maîtrisés si l'on désire réduire les indices de consommation.

Le maintien de cette température corporelle est nécessaire pour un fonctionnement optimal des organes vitaux de l'oiseau. La chaleur produite doit correspondre à celle perdue (ou le contraire).

Tableau 1 - Température centrale de quelques espèces aviaires (en °C)

Poulet	40,5 - 41,5
Dindon	41,0 - 41,5
Canard	41,0 - 42,5
Oie	41,5 - 46,0

Comme l'oiseau produit constamment de la chaleur, il faut que celle-ci "s'évacue" régulièrement, sinon la température corporelle s'élève (notion de température d'ambiance critique supérieure).

Par contre si les transferts deviennent trop importants, cette température corporelle aura tendance à s'abaisser (notion de température d'ambiance critique inférieure). Les animaux peuvent, dans les cas extrêmes, succomber par hyperthermie (environ 47 °C de température rectale) ou hypothermie (environ 28 °C).

La zone de neutralité thermique de l'ambiance dans laquelle vit l'animal est définie, pour un âge donné, par les températures critiques inférieures et supérieures (voir plus loin, la définition de la température effectivement vécue). Les transferts qui s'établissent dans cette zone correspondent à des dépenses énergétiques faibles, non influencées par l'environnement et égales à la production de chaleur dégagée lors de la transformation de l'aliment en muscle et graisse et lors de l'activité des animaux. Leur confort thermique est optimal. Les oiseaux transforment alors efficacement leur ration afin de produire.

2.2. LES FONCTIONS DU PLUMAGE

A un jour, le corps du poussin est recouvert d'un duvet peu épais, de capacité isolante très réduite. De plus, la surface de son corps par rapport à son poids, atteint sa valeur maximale. De ce fait, ne posséd-

dant pas encore de facultés de thermorégulation, sa température est totalement dépendante de celle de l'ambiance au démarrage. Progressivement l'emplumement apparaît. Sa fonction est double :

- **assurer une protection physique** de la peau contre diverses agressions du milieu, en provenance des litières principalement;
- **isoler efficacement l'animal** des déperditions caloriques superflues, en diminuant ses dépendances vis-à-vis de l'ambiance; de l'efficacité de cette fonction isolante dépendra en partie la valeur de l'indice de consommation.

Vers sept jours, les plumes des ailes, les rémiges, recouvrent la partie arrière du corps et protègent partiellement les reins. Le dos est progressivement recouvert vers l'âge de 21 jours. Deux lignes d'emplumement apparaissent alors de part et d'autre du bréchet. Leur croissance terminée vers 30 jours assurera dès lors une protection physique et thermique de ce dernier, ainsi que de l'abdomen.

Pour les souches chair à emplumement lent et pour les dindonneaux, cette finition de l'emplumement se fait une semaine plus tard.

La zone de neutralité thermique des jeunes volailles évolue avec l'emplumement, se déplace, s'élargit donc en fonction de leur âge.

Afin d'être à même d'assurer une protection isolante efficace à l'oiseau, les plumages doivent être maintenus bien secs et propres durant toute la durée de la vie des animaux.

2.3. L'IMPORTANCE DES PERTES DE CHALEUR

Élevés dans leur zone de neutralité thermique, bien emplumés, les animaux perdent environ 6 kCal par kg de poids vif et par heure. Ce chiffre est plus important durant les premières semaines, car la surface par rapport au poids vif est plus élevée. Ces pertes se font dans les proportions suivantes :

- 75 % par radiation, conduction et convection. Appelée encore *chaleur sensible* (chaleur qui élève la température de l'environnement), elle devient intéressante en pays à climat tempéré car récupérable; elle contribue au maintien des températures d'ambiance. En période chaude, il sera impératif de l'extraire au plus vite : c'est la principale fonction de

la ventilation.

- 20 % par vaporisation de l'eau au travers des voies respiratoires ou de la peau. Appelée *chaleur latente* (qui entraîne une augmentation de la vapeur d'eau dans l'air, sans augmentation de la température de l'environnement), elle n'est récupérée que lors de la condensation de l'eau sur les parois froides.
- 5 % par les excréta.

Pour les poules pondeuses, il faut rajouter les pertes de chaleur par la production d'œufs.

Ces proportions et ces quantités sont susceptibles de varier avec :

- l'animal (âge, poids, gain de poids quotidien, état d'engraissement, emplumement, espèce) ;
- l'environnement de vie (paramètres d'ambiance, densité d'élevage : plus elle est élevée, plus les pertes par convection et radiation diminuent) ;
- l'alimentation.

Certains paramètres de l'ambiance agissent sur le niveau de confort thermique des animaux et sont donc susceptibles de le déplacer hors de la zone de neutralité thermique, citons :

- les températures (sous radiant, dans l'aire de vie...),
- l'hygrométrie de l'air,
- les mouvements de cet air,
- l'état des litières,
- la température des parois du bâtiment.

Ces différents éléments interviennent soit individuellement ou, plus fréquemment, comme c'est le cas en élevage industriel, d'une manière combinée (exemple : température, vitesse d'air et humidité).

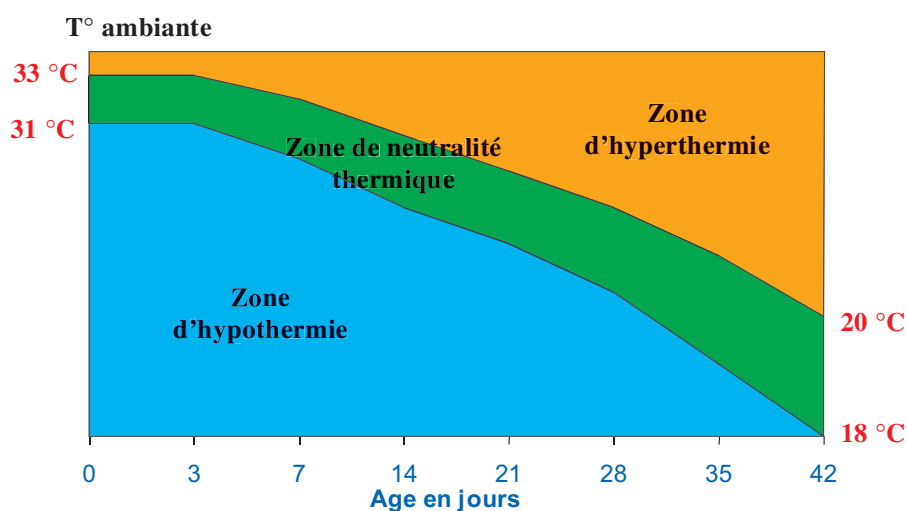
3. LE PHÉNOMÈNE DE COUP DE CHALEUR

Au-delà des points qui sont développés ci-après, le phénomène de coup de chaleur augmente les risques sanitaires au niveau de l'élevage (fragilisation des animaux, dégradation des litières, ou à l'inverse, augmentation du niveau d'empoussièrement).

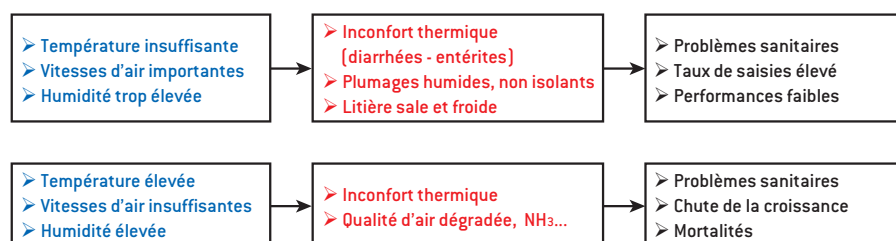
3.1. DESCRIPTION

Le phénomène de coup de chaleur est dû à une élévation excessive de la tempéra-

■ Figure 4 : Evolution de la zone de neutralité thermique chez le poulet



■ Figure 5 : Association négative de paramètres de l'ambiance

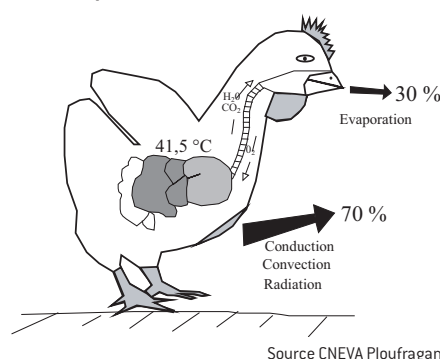


ture corporelle de l'animal aboutissant à une mortalité élevée et à des baisses de performances zootechniques. Les augmentations de mortalité touchent dans 80 à 90 % des cas les élevages de poulets de chair et les baisses de performances concernent toutes les productions à des degrés divers selon l'espèce.

Rappelons ci-après les principales étapes physiologiques vécues par les volailles en cas d'augmentation progressive de la température.

- A l'équilibre thermique (autour de 20 °C pour le poulet adulte) : l'effort d'adaptation thermique est minime à l'intérieur de cette zone de confort.

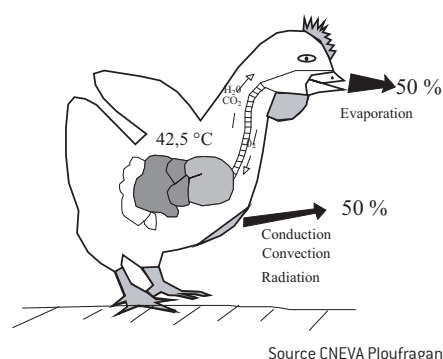
■ **Figure 6 : ÉQUILIBRE THERMIQUE :**
25 inspirations/minute



- Lorsque la température ambiante dépasse 23 °C, le premier réflexe de l'animal est de limiter ses apports énergétiques en diminuant sa consommation alimentaire. Dans un environnement chaud, le métabolisme des oiseaux se réduit rapidement au niveau d'entretien le plus bas, les déplacements sont limités et la consommation des aliments diminue. Il s'agit du premier niveau de risque de baisse de performances. De plus, l'élimination de chaleur (convection, conduction et rayonnement) est favorisée par l'intervention d'un ensemble de réactions végétatives et comportementales : augmentation de la fréquence cardiaque, dilatation des vaisseaux au niveau de la peau et des zones d'échange privilégiées car dépourvues de plumes isolantes (les pattes, les crêtes, les barbillons...), recherche de zones froides et ventilées, écartement des ailes pour augmenter la surface d'échange et présenter des zones moins emplumées.
- A partir de 25 °C, l'animal engage une véritable lutte contre la chaleur, il aug-

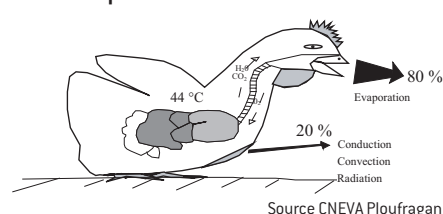
mente sa surface d'échange en écartant les ailes au maximum, modifie la disposition de son plumage pour diminuer son isolation, dilate ses vaisseaux sanguins. Au-delà de 25 °C, l'évaporation devient le mode d'élimination de chaleur le plus important. Plus la température ambiante augmente, plus les pertes de chaleur par évaporation deviennent l'unique mécanisme permettant de maintenir l'animal en vie. Le rythme respiratoire qui est de l'ordre de 25 mouvements/minute dans un environnement thermique neutre peut monter à 200 mouvements/minute lors d'un stress thermique.

■ **Figure 7 : AUGMENTATION DE LA TEMPÉRATURE :**
le rythme respiratoire augmente



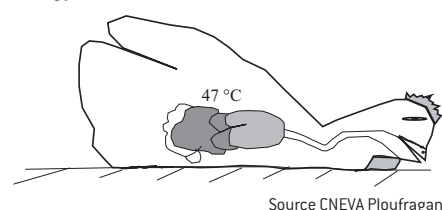
- Le risque de mortalité se situe surtout au-delà de 30 °C. A partir d'une fréquence respiratoire de 200 inspirations/minute, un emballement thermique irréversible se produit, modifiant l'équilibre acido-basique du sang (alcalose), avec des conséquences sur les cellules cardiaques et nerveuses. Par ailleurs si le rythme respiratoire atteint des valeurs trop élevées, la production de chaleur des muscles respiratoires limite l'efficacité de l'élimination. Au-delà de 30 °C, les poulets ont tendance à baisser la tête vers la litière, ils respirent alors un air plus chaud et plus chargé en CO₂, en vapeur d'eau et en NH₃ ce qui réduit encore l'efficacité de la ventilation.

■ **Figure 8 : LIMITE DE RESISTANCE :**
200 inspirations/minute



- La température corporelle augmente soudain plus vite jusqu'à un maximum de 46-47 °C. A ce stade, les échanges gazeux respiratoires deviennent insuffisants, car l'air inspiré est rejeté avant d'avoir atteint les poumons. L'hypoxie qui s'installe alors, s'ajoute à l'alcalose et provoque rapidement la mort par arrêt cardiaque ou respiratoire.

■ **Figure 9 : PHASE FINALE : Mortalité par hyperthermie**



3.2. IMPACT SUR LES PERFORMANCES TECHNIQUE- ÉCONOMIQUES DANS LES ÉLEVAGES DE VOLAILLES

A travers les enquêtes sur la gestion technico-économiques des élevages de volailles, on peut mesurer l'impact de la chaleur sur les principaux critères techniques et économiques des ateliers, mais cet impact va dépendre des conditions climatiques (importance du pic de chaleur), des types de productions et des types de bâtiment dans lesquels sont élevées les volailles. Ainsi, dans la base de données RENAVAL qui porte sur les années 1994 à 1997, l'analyse de l'évolution des critères techniques en fonction du mois d'abattage des animaux met en évidence les points suivants :

- **en poulet standard**, le gain moyen quotidien (GMQ) baisse pour les abattages de juillet et août, notamment en 1994, 1995 et 1997, de même la mortalité technique et l'indice de consommation (IC) augmentent de façon sensible pour les abattages d'été ;
- **en poulet léger** on observe pour les abattages de juillet et août le même phénomène d'augmentation de la mortalité technique et de l'IC avec des effets marqués en 1995 et 1997 ;
- **en poulet label**, compte tenu de la durée d'élevage plus longue, c'est surtout sur les bandes abattues en août, septembre et octobre, qu'on observe une baisse de

la croissance et une augmentation de la mortalité technique ; par contre on observe en parallèle pour ces 3 mois d'abattage, une amélioration de l'IC ;

- **en dinde**, on observe des baisses de croissance en juillet, août, septembre pour les mâles, alors que pour les femelles, le phénomène est peu mar-

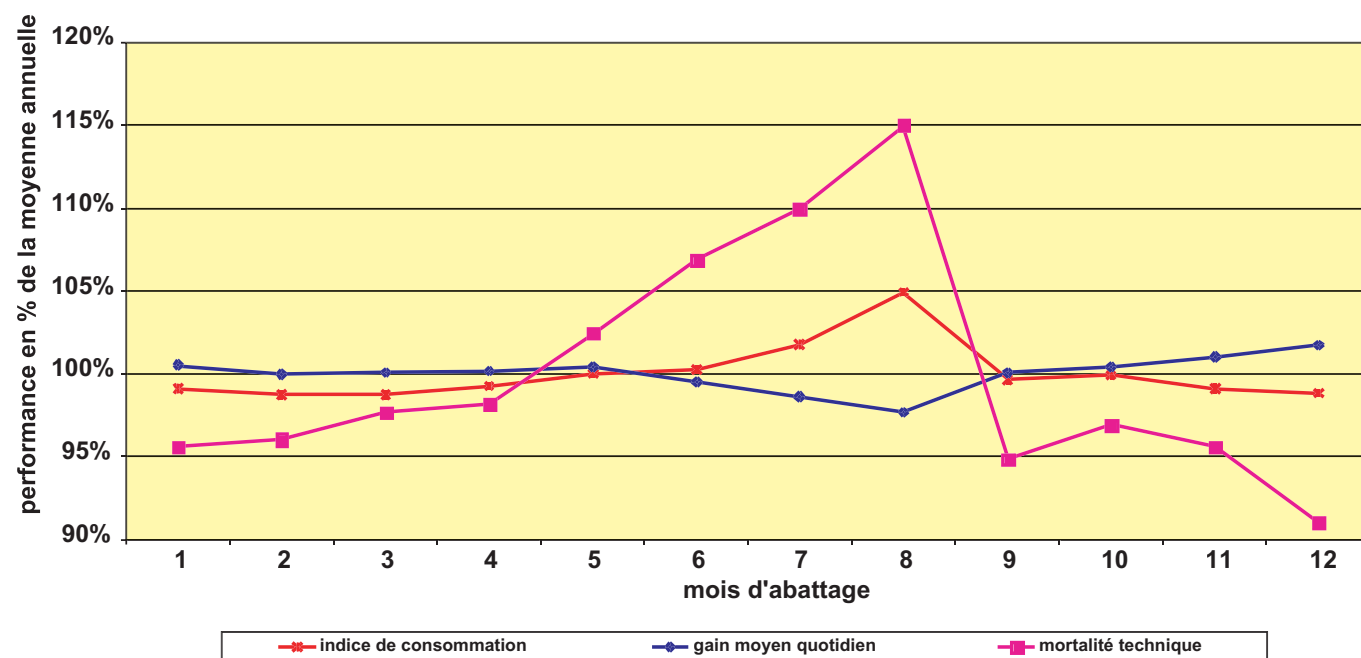
qué ; la mortalité technique et l'IC des bandes d'été sont peu différents des autres mois de l'année sauf en 1995 où l'on note à la fois une augmentation de la mortalité et de l'IC.

- pour les **canards de Barbarie**, on note peu d'effets de la saison sur la mortalité et l'index de performance. Il en est

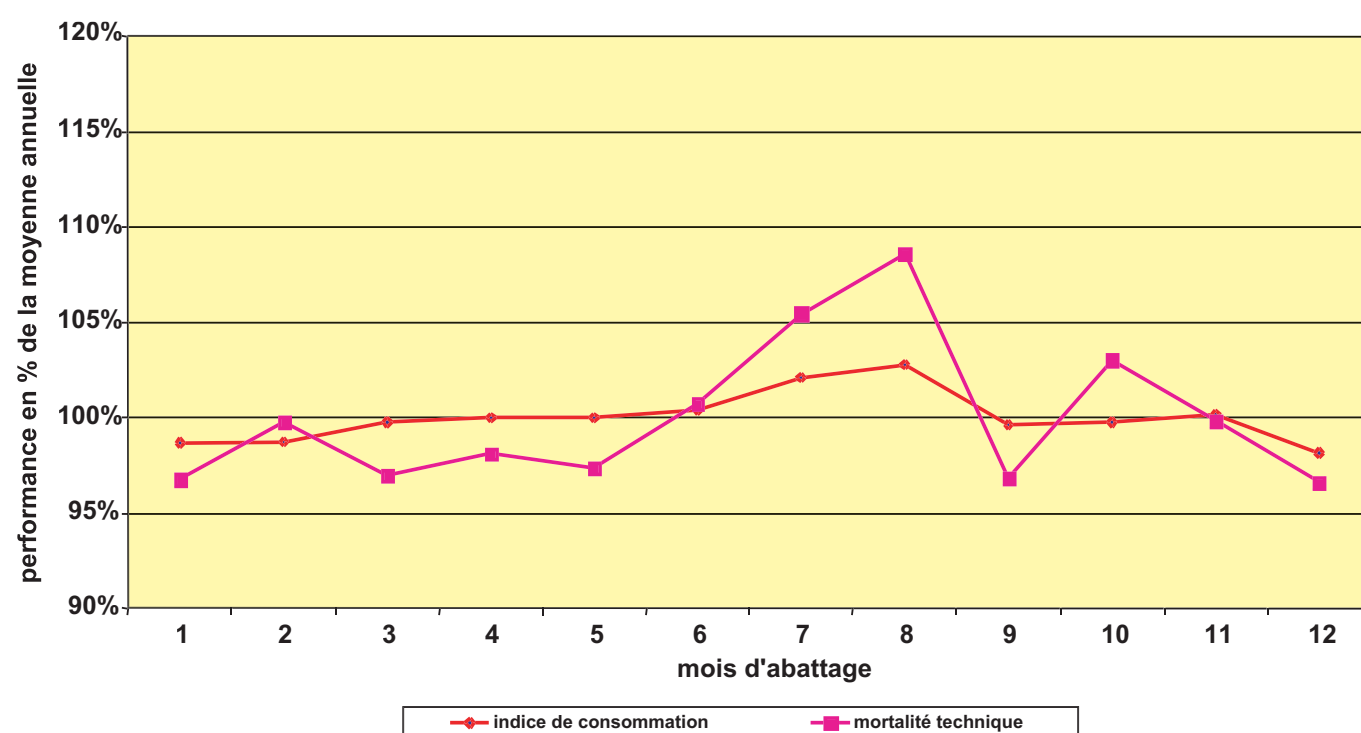
de même pour la pintade, oiseau qui supporte très bien la chaleur.

L'enquête annuelle des Chambres d'Agriculture de l'Ouest, montre pour la Bretagne et les Pays de Loire, des effets sur les performances techniques et la marge poussin-aliment (PA) par m² de bâtiment et par lot. Ainsi, on observe pour l'été

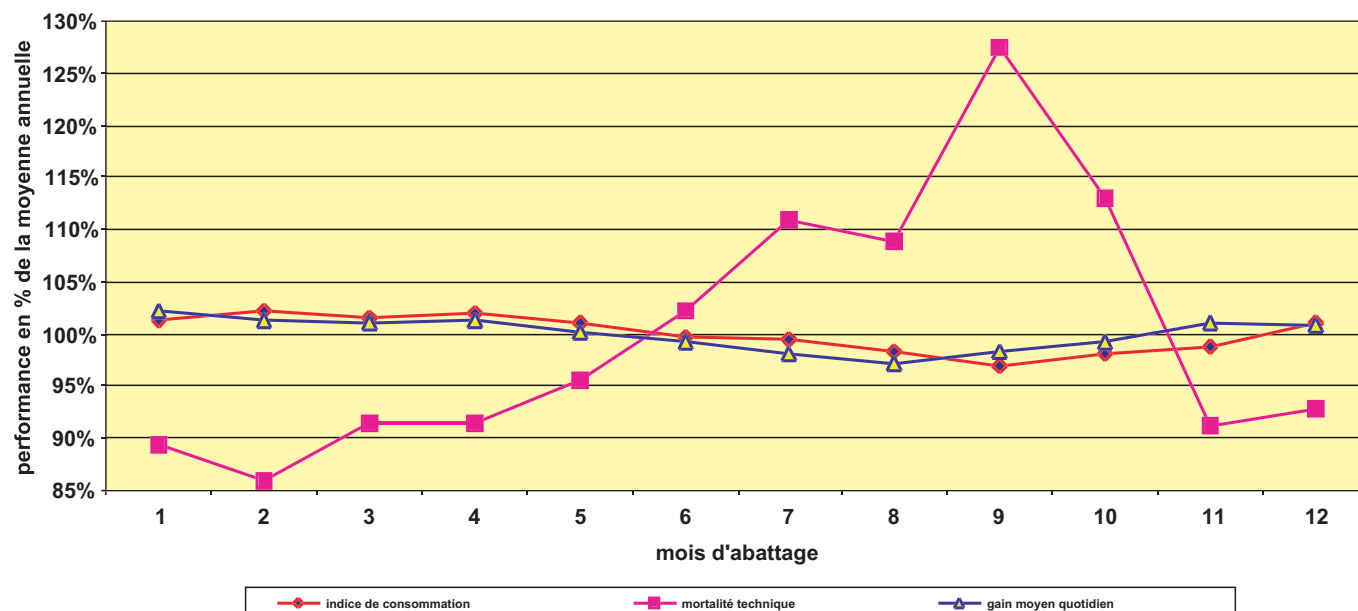
■ Figure 10 : Variations des performances techniques en poulet standard (RENAVOL 1994/1997) - incidence du mois d'abattage



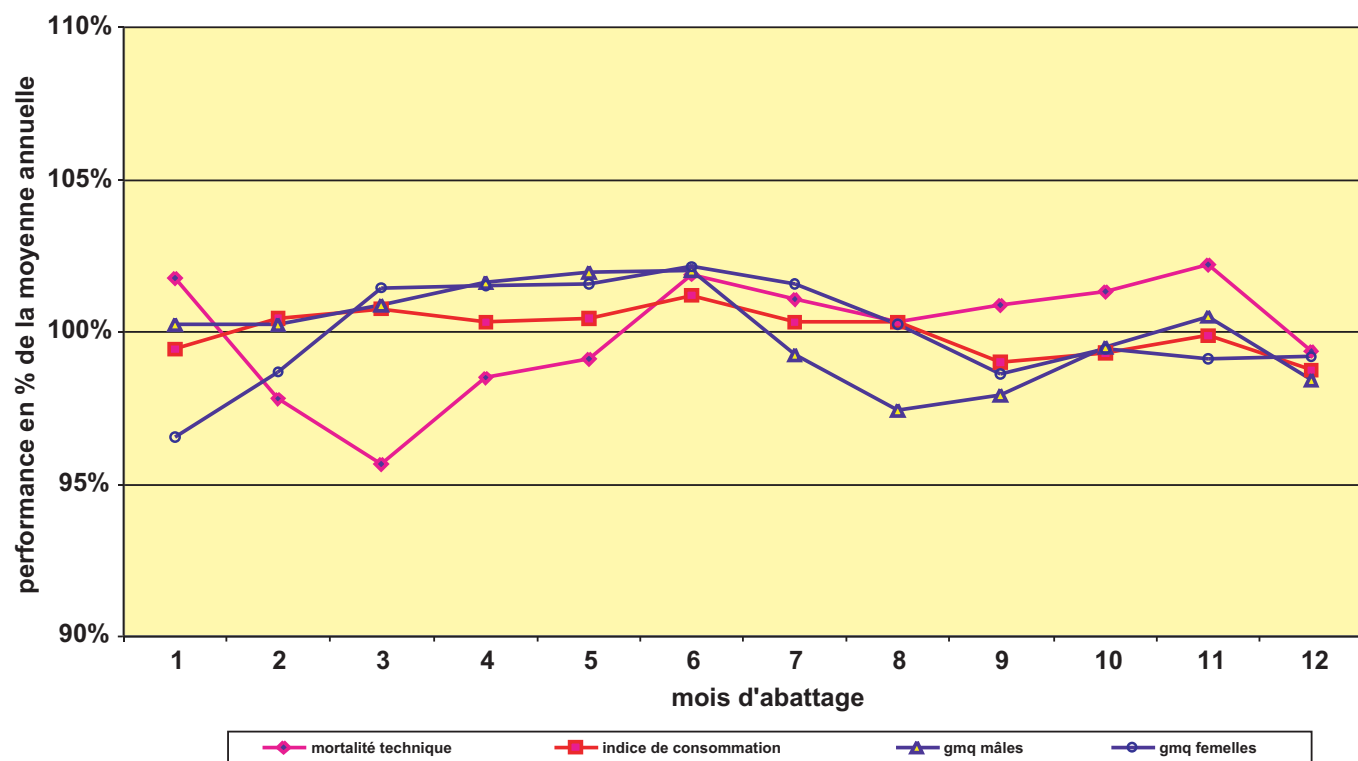
■ Figure 11 : Variations des performances techniques en poulet léger (RENAVOL 1994/1997) - incidence du mois d'abattage



■ Figure 12 : Variations des performances techniques en poulet label (RENAVOL 1994/1997) - incidence du mois d'abattage



■ Figure 13 : Variations des performances techniques en dinde (RENAVOL 1994/1997) - incidence du mois d'abattage



1995 les diminutions exprimées en % de la moyenne annuelle dans le tableau 2.

De même, pour l'été 2003 (lots abattus entre Juillet et Octobre), on observe en Bretagne et Pays de la Loire, des diminutions des performances techniques par rapport à la moyenne des résultats 2002/2003 (lots abattus entre le 1^{er} juillet 2003 et le 30 juin 2003) récapitulées dans le tableau 3. On constate pour l'été 2003 des augmentations systématiques de la mortalité, sauf en canard de Barbarie,

et des diminutions systématiques de la productivité exprimée en kg/m²/lot. On note qu'en label, la baisse de croissance et l'augmentation de la mortalité semblent compensées par la diminution de l'IC.

Cependant, ces effets de la chaleur sur les performances techniques dépendent du type de bâtiment et des équipements utilisés. Ainsi, pour la production de poulet standard, l'effet de la chaleur est plus

Tableau 2 - Effet de la chaleur durant l'été 1995 en Bretagne et Pays de la Loire (en % de la moyenne annuelle)

	poulet standard	dinde	canard
Marge PA/m ² /lot	- 12 %	- 3 %	- 3 %
kg/m ² /lot	- 7 %	+ 1 %	- 3 %
Densité	- 5 %	0 %	- 2 %

Source : Chambres d'Agriculture de l'Ouest

Tableau 3 - Effet de la canicule 2003 sur les performances techniques (en % des performances 2002/2003)

	poulet export	poulet standard	poulet lourd	dinde médium	canard de Barbarie	poulet certifié	dinde certifiée	poulet label
Densité	- 1 %	0 %	- 3 %	- 1 %	- 1 %	+ 1 %	+ 1 %	+ 1 %
Poids moyen	+ 1 %	- 7 %	- 4 %	- 5 %	- 2 %	- 4 %	- 3 %	- 4 %
Indice de consommation	+ 1 %	+ 5 %	0 %	- 1 %	- 2 %	102 %	+ 1 %	- 3 %
Mortalité	+ 32 %	+ 33 %	+ 26 %	+ 5 %	- 6 %	+ 149 %	+ 27 %	+ 23 %
kg/m ² /lot	- 2 %	- 9 %	- 8 %	- 6 %	- 2 %	- 7 %	- 4 %	- 4 %

Source : Chambres d'Agriculture de l'Ouest

faible dans les bâtiments à ventilation dynamique [-10 % de marge pendant l'été 1995 par rapport à la moyenne 1995/1996], que dans les bâtiments à ventilation statique [-15 % de marge]. L'enquête réalisée en 2003 montre que le coup de chaleur peut, à des degrés divers, avoir des conséquences sur les performances zootechniques de l'ensemble des espèces et des types de production (sauf le canard de Barbarie en production de chair). L'espèce dinde ainsi que les productions certifiées et label n'ont pas été épargnées par l'augmentation du taux de mortalité.

Par ailleurs, suivant les types de ventilation, différents types d'équipements de lutte contre la chaleur ont été suivis dans les enquêtes des Chambres d'Agriculture de l'Ouest au cours du temps :

- Équipement de brassage dans les bâtiments en ventilation statique ou installation de ventilateurs en pignons de bâtiment : cette dernière technique semble notamment intéressante dans les bâtiments type "Louisiane" où les bâtiments équipés n'enregistrent une perte de marge que de 9 % en poulet contre 16 % pour les bâtiments non équipés pendant l'été 1995 par rapport à la moyenne annuelle.
- Installation de rampe d'aspersion d'eau dans les jupes d'entrée d'air ou de sys-

Tableau 4 - Synthèse des résultats technico économiques en volailles de chair (Résultats d'été en % de la moyenne annuelle)

	poulet standard	dinde médium	Poulet label
Densité	- 2,5 %	- 1,5 %	0 %
Gain moyen quotidien	- 7 %	- 1,5 %	- 2,5 %
Indice de consommation	+ 5 %	- 1 %	- 3 %
% mortalité technique	+ 24 %	+ 3 %	+ 25 %
kg/m ² /lot	- 8 %	- 4,5 %	- 4 %
Marge PA/m ² /lot	- 12 %	- 6,5 %	+ 1 %

Sources : Chambres d'Agriculture de l'Ouest et ITAVI

tèmes de brumisation dans les bâtiments en ventilation dynamique : ces équipements permettent de réduire l'effet de la chaleur sur la croissance, l'efficacité alimentaire et la mortalité ; on observe globalement des améliorations de marge de 2 à 12 % dans les bâtiments équipés de l'un ou l'autre de ces systèmes par rapport aux bâtiments dynamiques non équipés, avec un effet plus net du système de brumisation intérieure que de l'aspersion extérieure.

En conclusion, les effets de la chaleur sur les performances techniques et économiques sont variables selon les types de productions, le type de ventilation et autres équipements installés ; ils sont, bien entendu, aussi liés au pic de chaleur atteint en été. Cependant, on peut retenir l'impact figurant au tableau 4 pour les principales productions par rapport à la moyenne annuelle.

Le tableau 4 est issu d'une compilation des différentes enquêtes terrain évoquées précédemment ; il montre que le poulet standard est beaucoup plus sensible que la dinde, et que pour le poulet label il est observé un impact surtout sur les performances techniques. A l'échelle nationale, c'est donc essentiellement en poulet standard que l'on devrait constater des investissements de prévention de la chaleur dans les prochaines années. Du point de vue de l'éleveur, le choix entre investir et adapter ses pratiques devrait dépendre de son autonomie financière, de choix personnels et du besoin d'investir dans le brassage, la ventilation ou le refroidissement selon la situation du bâtiment, son état et la production réalisée en été. Toutefois, si les investissements de prévention contre la chaleur se justifient pleinement pour le poulet standard, ils peuvent également s'avérer intéressants en dinde pour pallier la baisse de performances.

Chapitre 2

Paramètres à risques

En période chaude, il existe cinq paramètres à hauts risques en élevage de volailles qui doivent faire l'objet de la plus grande attention : la température, l'hygrométrie, les vitesses d'air, le renouvellement et la quantité d'eau à vaporiser.

1. LA TEMPÉRATURE

L'écart entre la température du corps de l'animal et celle de l'air permet les transferts caloriques par convection. Des essais réalisés par le CNEVA ont montré qu'une température n'excédant pas 30 à 31 °C dans l'après-midi n'est pas préjudiciable sur des animaux en fin de bande à condition qu'ils soient bien ventilés (qualités de l'air, vitesses d'air,...) et qu'ils puissent bénéficier de conditions favorables pendant la nuit. Il est souhaitable que cette valeur ne soit pas dépassée lors des saisons chaudes.

2. L'HYGROMÉTRIE

Plus l'hygrométrie de l'air ambiant (ou humidité relative) est faible et plus l'efficacité de la thermorégulation par voie pulmonaire est bonne. Il conviendra donc de la conserver en dessous d'un certain seuil. Parallèlement, plus l'air est sec et plus le taux de poussières de l'air augmente ; il est donc souhaitable de conserver un minimum d'humidité dans l'air. La valeur supérieure à ne pas dépasser se situe aux environs de 70 % à la température de 30 °C.

3. LES VITESSES D'AIR

La vitesse de l'air permet à l'animal d'augmenter ses pertes de chaleur par convection forcée. Des essais réalisés au CNEVA ont montré qu'une vitesse d'air de l'ordre de 1 m/s utilisée à une température de 33 °C (65 % d'hygrométrie) permet de limiter les taux de mortalités lors d'une augmentation de la chaleur dans le bâtiment en agissant sur la température effectivement vécue par les animaux. Au-delà de 0,3 m/s et en dessous de 30 °C, une augmentation de la vitesse de l'air de 0,1 m/s équivaut à une baisse de la température vécue par l'animal de l'ordre de 1 °C.

Dans tous les cas, les vitesses d'air doivent être adaptées à l'âge de l'animal et à la température de la veine d'air. Ainsi l'utilisation de vitesses d'air élevées en climat chaud permet de ramener la température effectivement vécue par les animaux adultes plus près de leurs besoins. En revanche, l'utilisation de vitesses d'air trop élevées sur de jeunes sujets ou à des températures insuffisantes peut se révéler très dommageables pour les oiseaux d'un point de vue sanitaire.

L'entretien des vitesses d'air est déterminant sur la conduite de la litière. Il favorise l'évacuation de la vapeur d'eau, du CO₂ et de l'ammoniac émit. Il permet de ce fait de limiter l'humidification de la litière en fin de bande. En l'absence de vitesses d'air entretenues en fin de lot, on constate une augmentation des concentrations en CO₂ et NH₃ dans la zone de vie des animaux par rapport à l'ambiance moyenne.

4. LE RENOUVELLEMENT D'AIR

Le volume renouvelé agit sur la qualité de l'air et notamment la teneur en ammoniac, le niveau d'humidité relative, mais il intervient également sur la température intérieure, les vitesses d'air et par conséquent sur la thermorégulation de l'oiseau par convection forcée. Pour un bâtiment dynamique, les débits réels de renouvellement qui peuvent actuellement être conseillés se situent aux alentours de 5 m³/h/kg de poids vif avec ou sans système de refroidissement.

Le renouvellement nécessaire diminue si la charge animale est plus faible (densité animale ou croissance moindres) ou si le climat est moins chaud. Il augmente si le climat est plus chaud ou si les apports de chaleur dans le bâtiment sont accrus (isolation moindre ou ensoleillement direct supérieur ou fermentation de litière accrue). Le débit augmente avec la capacité de ventilation dans les bâtiments dyna-

miques. Chaque bâtiment a donc une charge animale maximale qui dépend des conditions climatiques les plus chaudes. Dans les bâtiments statiques, la ventilation augmente avec la largeur des ouvrants (et la hauteur du lanterneau) et l'accroissement du différentiel de température et d'humidité entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment. Le refroidissement évaporatif permet donc d'augmenter le renouvellement d'air en augmentant l'écart entre température d'air intérieure et extérieure.

5. LA QUANTITÉ D'EAU À VAPORISER

Plus la température extérieure augmente et plus l'écart entre la température intérieure et la température extérieure tend à diminuer du fait de la baisse de chaleur sensible et de la hausse de chaleur latentes aux animaux. Le seul renouvellement d'air ne suffit plus, à maintenir la température inférieure à 30 °C. Il devient indispensable de refroidir l'air. Le refroidissement est réalisé en évaporant de l'eau, ce qui consomme la chaleur sensible de l'air et la transforme en chaleur latente (vapeur d'eau). Une quantité d'eau suffisante permet de ramener la température à un seuil correct pour les animaux. Néanmoins, la vapeur d'eau ainsi apportée doit être évacuée par un débit d'air suffisant. Pour faciliter la thermorégulation de l'oiseau en abaissant la température d'ambiance au maximum, il faut donc réduire le renouvellement d'air de façon à "garder le froid" dans le bâtiment. Au contraire, pour éviter la dégradation de la qualité de la litière, il faut obtenir une hygrométrie faible, ce qui signifie que le débit d'air est maximum pour évacuer la vapeur d'eau apportée par le refroidissement. Compte tenu de ces deux objectifs opposés, il convient donc de bien réfléchir au dimensionnement des installations (capacité de refroidissement et de ventilation) et au système de régulation de l'ambiance (basé sur la température et l'hygrométrie).



Parc économique de Rorthais
B.P. 18 79700 MAULEON
Tel : 05.49.82.05.05 / Fax : 05.49.82.05.11



*Des éleveurs et une équipe tous fiers de
leur métier pour apporter transparence et
sécurité alimentaire aux consommateurs*



Nous construisons votre réussite

Choisir SERUPA, c'est choisir d'investir
dans un outil de production performant



Personnalisation des études avec
accompagnement jusqu'à la mise
en service des bâtiments.

Maîtrise des techniques de pro-
duction et sélection rigoureuse des
matériels et matériaux.

Savoir-faire unique qui sécurise
totalement votre investissement.
Bâtiments livrés clés en main à la
rentabilité immédiate et optimale.
Garantie d'une entreprise à votre
service depuis plus de 30 ans.

SERUPA

Unités d'élevage avicole

SERUPA S.A.S. - B.P. 49 - 22230 MERDRIGNAC
Tél. 02 96 67 43 50 - Fax 02 96 67 43 69 - www.serupa.fr

BioZink Rescue Kit®

Traiter autrement



Solubles dans l'eau, BioZink & Rescue Kit®, un kit de sauvetage
pour aider vos animaux à surmonter les périodes critiques.



Biochem

10 rue Jules Verne • 44700 Orvault - France
Tél: +33 (0) 2 28 01 77 38 • Fax: +33 (0) 2 28 01 77 39 • www.biochem.net

Le meilleur choix pour l'équipement volaille...



Big Dutchman

Big Dutchman International GmbH - B.P. 1163 - D-49360 Vechta - B.F.A. - Tél. +49(0)4477001-0 - Fax +49(0)4477001-237 - www.bigdutchman.de
Bureau en France Van The Nung - Directeur Technique et de Développement - 48, Rue de l'Albion - 95510 Eragny-sur-Oise
 Tél. 01 30 37 06 99 - Fax 01 34 48 35 32 - E-mail vh.bigdutchman@wanadoo.fr

Agrimatel - Z.I. du Fond Souin - Rue des Cornettes - 52020 St. Martin du Lac - Tél. 03 21 88 03 03 - Fax 03 21 88 16 16 - **Agrimat SA** - Rue de la Chénzie
 22150 Saint-Carreuc - Tél. 02 96 42 48 01 - Fax 02 96 42 22 80 - **A.S. Bouvage** - Z.A. La Plaine - 25400 Creat - Tél. 04 75 25 23 88 - Fax 04 75 25 50 48 - **B.F.C.**
Constructions - Z.A. Les Brumées - 21200 Vignolles - Tél. 03 80 24 04 00 - Fax 03 80 24 00 25 - **Elevage Service SAS** - B.P. 100 - 41010 N. Sully
 Tél. 03 45 75 44 84 - Fax 03 45 75 44 87 - **SARL A.B.E.R.** - 41 Rue du Grand Courtil - 63005 Angers - Tél. 03 41 81 55 55 - Fax 03 41 45 74 31

Agence pour DORIS-TOM et Afrique francophone - Soproda - Z.I. 3 - Rue de l'Industrie - 77510 Paris - Tél. 01 61 20 94 10 - Fax 01 61 20 91 21

Chapitre 3

Avant la saison chaude

1. LA FORMATION DES INTERVENANTS

La politique de prévention du risque "Coup de chaleur" menée en 1996 a permis la mise en application d'une stratégie de lutte satisfaisante au regard des conditions météorologiques constatées depuis 8 ans en France. L'exceptionnelle canicule d'août 2003, avec les conséquences que l'on connaît, nous contraint d'avoir une réflexion encore plus approfondie sur ce qui n'a pas fonctionné et sur ce qui peut être amélioré.

La démarche menée en 1996 avait mis l'accent sur la nécessité de formation de l'encadrement technique des éleveurs et des éleveurs eux-mêmes. Le résultat avait été concluant ; les techniciens et les éleveurs avaient appliqué avec succès sur le terrain les pratiques préconisées, d'autant plus qu'ils avaient souvent participé à la rédaction de ces préconisations.

Malheureusement l'hécatombe liée à la canicule 2003 a rappelé la nécessité et l'intérêt de la formation continue auprès des techniciens et éleveurs permettant une mise en application des principes essentiels de lutte contre le coup de chaleur en fonction des différentes situations terrain. Chaque élevage est unique, le couple éleveur – bâtiment a ses propres contraintes ; aussi la formation doit-elle permettre de donner des points-clés pour analyser et gérer le risque en fonction de chaque cas.

Former, c'est responsabiliser chacun (technicien, éleveur) face aux possibilités d'action de lutte contre le coup de chaleur et au besoin d'évaluer la nécessité d'actions.

La stratégie de lutte à adopter sera bien entendue différentes selon les conditions météorologiques, le type de bâtiment, le type d'équipement, l'espèce, l'éleveur. La formation doit permettre le choix dans l'utilisation des moyens de lutte dont on dispose en fonction de sa situation propre.

La formation doit mettre en avant 4 points primordiaux :

- les pratiques à risques,
- le dimensionnement des équipements de ventilation et de lutte contre le coup de chaleur,
- le réglage du bâtiment et la gestion du matériel d'appoint,
- les mesures de prévention ainsi que les mesures de gestion des imprévus.

La formation doit se faire dans la continuité en s'adaptant aux nouvelles contraintes de production, de météo, ...

La formation est indispensable à 2 niveaux :

- au niveau des techniciens qui ont la responsabilité de conseiller les éleveurs sur les choix à faire et sur les mesures adéquates à prendre ;
- au niveau des éleveurs qui doivent être en mesure d'anticiper et de répondre efficacement aux problèmes posés par le coup de chaleur (mal-être, mortalité).

2. OPTIMISATION DE L'ATELIER POUR LA SAISON CHAUDE

2.1. L'ISOLATION DU BÂTIMENT

Pour pouvoir lutter contre un réchauffement par le soleil, le bâtiment doit être correctement isolé. Cette isolation doit être accompagnée d'une bonne ventilation de la lame d'air en sous-toiture.

Une isolation des entrées d'air exposées au soleil (côté sud et ouest) pourra être réalisée, évitant ainsi un réchauffement de la veine d'air. C'est le cas notamment :

- des jupes d'entrée d'air au niveau desquelles le réchauffement est d'autant plus important que le matériau est conducteur (tôle laquée par exemple) ;
- des caissons d'entrées d'air, sur les bâtiments de type "Britannia", qui sont particulièrement exposés au soleil.

Ces éléments sont autant de fours qui

jouent un rôle d'échangeur et augmentent la température de l'air de quelques degrés avant qu'il n'ait atteint l'intérieur du bâtiment.

Cette isolation devra être réalisée de préférence avec des matériaux non hydrofuges, surtout si l'on utilise un système d'aspersion au niveau des jupes. La mise en place de plaques de mousses alvéolaires en doublage des matériaux incriminés pourra limiter ce réchauffement.

2.2. L'ENVIRONNEMENT DU BÂTIMENT (ORIENTATION, SITE, ABORDS)

L'utilisation de matériaux de couleurs claires permet de réfléchir les rayons solaires par conséquent de limiter le réchauffement du bâtiment. Il est donc conseillé de bien nettoyer les plaques de couverture des mousses et lichens qui pourraient les assombrir.

Selon leur orientation, les bâtiments clairs à rideaux (type "Louisiane"), peuvent être sensibles aux entrées de soleil par les ouvertures qui représentent une source de chaleur supplémentaire. Celles-ci peuvent occasionner des mortalités dues au rayonnement solaire sur les animaux et à leur fuite de ces zones trop chaudes qui va générer une sur densité dans le reste du bâtiment. Sur ce type de bâtiment, il est souhaitable de pouvoir disposer d'un toit à large débord pour limiter ce phénomène.

Le maintien d'un couvert végétal (maïs, ...) à proximité du bâtiment permettra de conserver un niveau d'humidité relative plus important et donc de bénéficier d'un air légèrement plus frais autour du bâtiment. L'idéal serait de maintenir un gazon ras, dense et humide autour du bâtiment et au niveau des jupes. Malheureusement ceci n'est pas toujours possible par rapport aux impératifs d'écoulement des eaux le reste de l'année (rigoles bétonnées, drainage,...).



Photo Chambres d'Agriculture des Pays de la Loire

En élevages avec parcours, la mise à disposition de zones ombragées mettra les animaux à l'abri du soleil

Pour les volailles avec parcours, l'utilisation de parcours plantés et ombragés permettra aux animaux de se mettre à l'abri du soleil.

2.3. MAINTENANCE ET PRÉPARATION DU MATÉRIEL

Pour permettre au bâtiment de "respirer" librement en période chaude, il est impératif de dégager les entrées et sorties d'air de tout obstacle et poussières. Il faut s'assurer que les grillages ne sont pas colmatés au niveau des jupes et des sorties d'air. L'efficacité du système de régulation de l'ambiance des bâtiments repose sur la fiabilité des mesures relevées par les sondes et autres appareils. Les sondes et

les appareils de mesures doivent donc être régulièrement étalonnés. Il convient de ré étalonner les sondes une fois par an (idéal deux fois par an pour l'hygrométrie). Elles peuvent être étalonnées par un technicien équipé d'un instrument de mesure (thermomètre-hygromètre) lui-même ré étalonné tous les ans, avant l'été. Un autre instrument, le psychromètre à fronde, peut être utilisé. Il s'agit d'un dispositif constitué de deux thermomètres, l'un mesure la température sèche et l'autre, dont le bulbe est recouvert d'une gaze imprégnée d'eau, mesure la température humide. Cet appareil présente l'avantage d'être peu coûteux et fourni toujours, dans des conditions d'utilisation correcte, une mesure fiable. Il présente l'inconvénient de ne pas disposer d'une lecture immédiate et de devoir se référer à un abaque ou au diagramme psychrométrique.

Depuis plusieurs années, les systèmes de refroidissement se sont répandus et couvrent des domaines d'utilisation plus ou moins importants : le refroidissement, la désinfection,... Cependant ces dispositifs sont relativement sensibles et nécessitent une maintenance et un entretien. Ceci est d'autant plus vrai que la qualité de l'eau utilisée est mauvaise.

Il est donc nécessaire d'entretenir ces appareils en suivant les préconisations des constructeurs. Une vérification s'impose chaque année avant l'arrivée des grosses chaleurs.

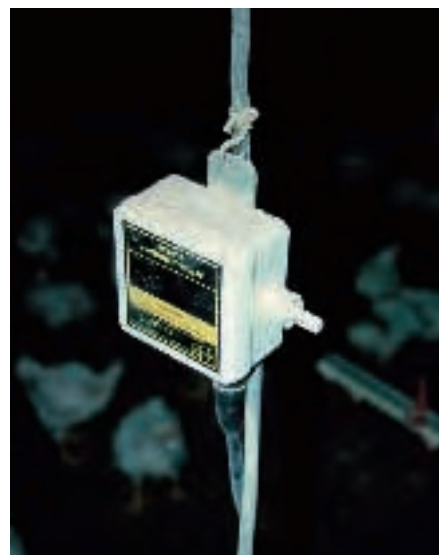


photo Avipôle Formation

L'étalonnage régulier de la sonde hygrométrique est indispensable

Le dispositif de refroidissement est vidangé après la saison chaude. Si le matériel est utilisé à d'autres fins que le refroidissement (désinfection, désodorisation, ...) pendant le reste de l'année, il est important que les canalisations et la pompe soient vides d'eau en période froide pendant le vide sanitaire. Ceci évitera que le gel occasionne des dégâts sur le matériel.

2.4. GESTION DES ANIMAUX (CHARGEMENT ET ACCLIMATATION)

2.4.1. LE CHARGEMENT

Le chargement exprime le poids d'animaux par m² de bâtiment.

Chaque animal produit de la chaleur qu'il élimine par la respiration, par conduction (contact) par convection (échange avec l'air) et par rayonnement. Les animaux, à très forte densité, produisent donc beaucoup de chaleur et forment un tapis difficile à ventiler, ce qui signifie qu'en période à risque, l'augmentation du chargement accroît également les risques de mortalité et de baisses de performances du lot.

Le niveau de chargement pourra varier en fonction de la sensibilité à la chaleur de l'espèce élevée. La dinde présente une sensibilité moins forte que le poulet, bien que les baisses de performances soient constatées dans ces deux productions. Pour la production de dindes, les mortalités constatées en 2003 ont porté essentiellement sur la production de mâles.

Cependant, la rentabilité d'un lot dépend largement du nombre de volailles produites. Il faudra sur ce critère trouver un compromis entre le risque de mortalité, de baisse de performances et le revenu attendu de l'éleveur, ceci en tenant compte du potentiel présenté par l'ensemble éleveur + animal + bâtiment + équipements.

Le chargement pourra donc être précisé, au cas par cas, après une évaluation de ces différents éléments.

Pour dimensionner les installations, c'est le chargement maximum qu'il convient de prendre en compte, associé aux conditions climatiques les plus difficiles que l'on risque de rencontrer.



photo Avipôle Formation

Plus le chargement est élevé, plus la chaleur produite est grande et les besoins de ventilation importants

2.4.2. L'ACCLIMATATION DES ANIMAUX

Il a été démontré qu'un stress thermique précoce (24h à 36-40 °C à 5 jours) améliorerait la résistance thermique des poulets lors d'un stress thermique à 6 semaines d'âge.

Pour réduire le stress thermique chaud sur les volailles, il est également possible d'élever les animaux, à partir de l'âge de 15 jours jusqu'à 35 jours, à des températures supérieures de 2 à 3 °C par rapport aux préconisations habituelles. Cette pratique permet d'accroître leur résistance à la chaleur lorsque surviennent les températures élevées. Le gain de résistance ainsi obtenu est à peu près du même ordre que l'élévation de température provoquée. Cette méthode ne semble pas générer de baisse de performance pour les animaux à condition qu'ils aient une possibilité de compenser pendant la nuit (rechercher des températures plus fraîches de 2 à 3 °C par rapport aux préconisations usuelles).

Ces techniques sont relativement délicates à mettre en oeuvre et nécessitent de la part de l'éleveur une très bonne maîtrise des installations (risques de diarrhées).

3. L'ASSURANCE DU RISQUE "COUP DE CHALEUR"

Dans certains secteurs géographiques, le risque coup de chaleur est assurable dans

le cadre des accidents d'élevage au même titre que la mort de froid ou par asphyxie liée aux conséquences d'un dommage électrique, coupure de courant, tempête ou l'étouffement consécutif à une frayeur soudaine. La garantie "accidents d'élevage" intègre alors le risque "coup de chaleur".

Dans d'autres régions, les deux garanties sont dissociées mais la souscription à la garantie "coup de chaleur" implique obligatoirement une souscription à la garantie "accidents d'élevage".

Le coup de chaleur est défini par les assureurs comme une élévation brusque et anormalement haute de la température pour la région à l'époque du dommage. L'indemnisation de l'éleveur se fait sur le prix de revient des animaux au(x) jour(s) du sinistre, estimé à dire d'expert, dès lors qu'un certain nombre de conditions sont remplies, ces conditions étant selon les cas déterminantes pour l'assurabilité du risque, ou entraînant l'application de franchises sur le remboursement du sinistre (d'une façon générale une franchise de 5 % des animaux présents le jour de la mise en place est appliquée en cas de sinistre, cette franchise pouvant monter à 20 % des animaux mis en place).

Parmi ces conditions, appliquées notamment dans le Sud-Est de la France, le respect de densités d'élevage entre le 15 juin et le 15 septembre est impératif pour l'assurabilité du risque : poulet standard 30 kg/m², dinde médium 40 kg/m².

Cela suppose en poulet standard de

réduire la densité de mise en place pendant cette période ou de pratiquer un desserrage. En dinde médium, compte tenu de l'évolution des souches, le respect de cette densité maximale est problématique avant l'enlèvement des femelles ou en fin de bande pour les mâles.

Dans certains cas, l'assurance du risque coup de chaleur est conditionnée par des niveaux d'enthalpie extérieurs importants (68 à 75 kJ/kg d'air sec) rencontrés lors du sinistre et correspondants à des conditions climatiques extrêmes. En outre, l'indemnisation peut être fonction du type de production (label et bio / standard et certifié).

Les autres conditions concernent les équipements des bâtiments et entraînent généralement, en cas de non-respect, l'application d'une franchise plus forte entre le 15 juin et le 15 septembre, il s'agit :

- de la présence d'alarme dans les bâtiments à ventilation statique ou dynamique,
- de la présence de brasseurs d'air dans les bâtiments à ventilation statique,
- d'un dimensionnement minimum des installations et/ou de la présence de pulvérisation dans les bâtiments à ventilation dynamique.

En Bretagne, compte tenu du désengagement du principal assureur entre 1995 et 2003 sur le risque "coup de chaleur", plusieurs groupements ont mis en place une caisse "coup dur". Celles-ci sont alimentées par les éleveurs et participent à l'indemnisation des adhérents lors de mortalité par coup de chaleur. Dans certains cas elles permettent également de financer des actions de prévention (participation à l'équipement en matériel, ...).

4. LES TECHNIQUES DE REFROIDISSEMENT UTILISÉES EN AVICULTURE

4.1. DESCRIPTIF ET POSSIBILITÉS D'UTILISATION

Le principe de fonctionnement de tous ces appareils est basé sur l'échange air-eau : pour passer de l'état liquide à l'état gazeux, un litre d'eau absorbe 678 watts

à 25 °C ; cette énergie est prise à l'air et entraîne une diminution de la température.

Ce principe est d'autant plus intéressant que le climat est sec, ce qui rend son utilisation encore plus attrayante dans le Sud-Est et le Centre de la France.

Les matériels de refroidissement peuvent être classés en trois catégories :

- les systèmes de nébulisation (brumisation, pulvérisation moyenne pression...),
- les filtres humides,
- les disques à humidifier.

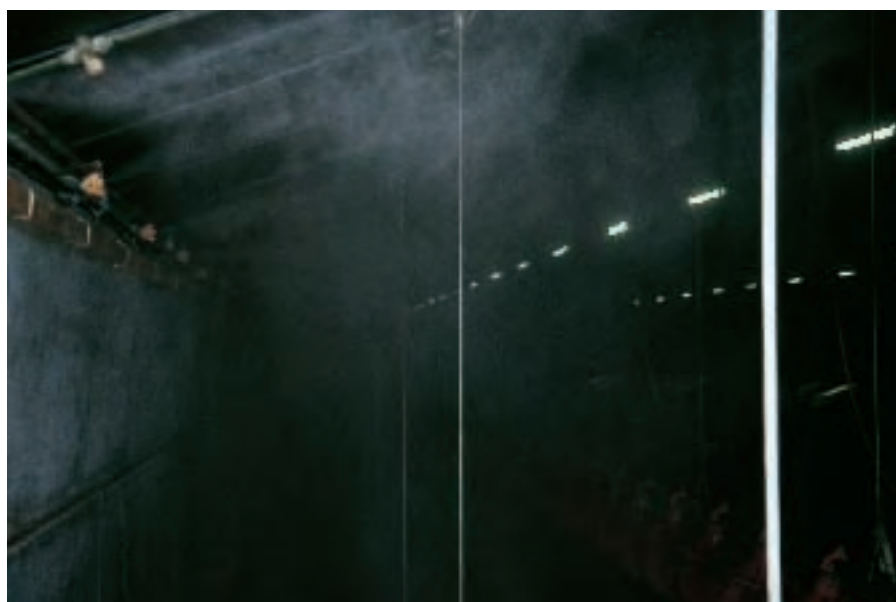
4.1.1. LES SYSTÈMES DE PULVÉRISATION

Ils regroupent des matériels aux caractéristiques et aux performances variables.

Dans tous les cas, il s'agit de pulvériser l'eau en gouttelettes fines qui vont se vaporiser dans l'air. La surface d'échange air-eau est donc constituée par l'ensemble des gouttelettes et l'objectif est de vaporiser la totalité de l'eau pulvérisée, pour éviter de mouiller la litière. Le temps de vaporisation de l'eau dépend essentiellement du diamètre de la gouttelette et de la vitesse de l'air. Pratiquement, on conseille de ne pas dépasser des tailles de 25 microns pour avoir une bonne vaporisation.

La taille de la gouttelette à la sortie de la buse de pulvérisation dépend surtout de la pression de l'eau, mais aussi du type de buse utilisée. De la pression utilisée va dépendre aussi le type de canalisation à utiliser (PVC, cuivre, inox). Un point essentiel est le dispositif de traitement de l'eau de façon à éviter tout colmatage des buses.

Enfin, compte tenu du risque d'humidification excessif, lorsque l'air extérieur est frais, une surveillance de l'hygrométrie est indispensable. Actuellement, la plupart des systèmes utilisent une régulation du fonctionnement de l'appareil travaillant au débit d'air maximum et arrêtant le débit d'eau selon l'hygrométrie intérieure (mise en marche au-dessus d'une consigne basse de température, arrêt au-delà d'une consigne haute d'hygrométrie). Nous verrons plus loin l'intérêt d'un doseur cyclique (ou temporisateur) pour un fonctionnement optimal de ces appareils. Les capteurs d'hygro-



Un système de refroidissement moyenne pression n'est pas le plus performant mais peut s'avérer suffisant pour certaines productions ou dans certaines zones

métrie sont sensibles à une dérive vers des fortes hygrométries avec le vieillissement, l'empoussièrement et le dépôt de gouttelettes sur le filtre de protection du capteur. On pourrait donc penser que des régulations basées sur l'hygrométrie extérieure et sur l'écart de température intérieure-extérieure seraient plus performantes. Cependant les essais terrains réalisés à ce jour en France sur ce dernier point n'ont pas donné satisfaction.

On peut distinguer les matériels de brumisation (pression d'utilisation > 70 bars), les systèmes de pulvérisation moyenne pression (pression de 25 à 70 bars) et des dispositifs qui fonctionnent en injectant en même temps de l'eau et de l'air comprimé. Ces derniers dispositifs sont apparus relativement récemment et nous ne disposons actuellement que de peu de recul sur les performances de ces appareils.

Il ne faut pas confondre les appareils à pulvérisation d'eau. Les systèmes à moyenne et haute pression se positionnent dans le bâtiment. Les systèmes à basse pression se placent à l'extérieur du bâtiment car les retombées de gouttelettes sont fréquentes.

Les systèmes à basse pression (aspersion)

Ils se fixent à 60 à 80 cm à partir du bas des jupes vers l'extérieur. Leur efficacité est limitée car une partie du refroidissement reste à l'extérieur du bâtiment, les gouttelettes absorbent une part d'éner-

gie solaire avant d'être évaporées, une partie de l'eau tombe à terre et ne refroidit pas l'air. Cependant, ils demandent un investissement faible (matériel, installation et traitement d'eau) et permettent de gagner 3 à 5 °C suivant la pression d'eau qui varie selon les matériels de 3 à 5 bars. Il est important de bien veiller à ce que le système ne mouille pas les litières à l'entrée.

Les systèmes à haute pression (brumisation)

Il s'agit d'appareils plus complexes que les précédents qui permettent d'obtenir des tailles de gouttelettes d'eau beaucoup plus fines (moins de 10 microns). Le temps de contact avec l'air nécessaire pour évaporer l'eau est donc réduit. L'efficacité accrue du refroidissement permet d'obtenir un abaissement de température supérieur à 10 °C lorsque l'air extérieur est suffisamment sec et les gouttelettes suffisamment fines. L'homogénéité du refroidissement est obtenue en pulvérisant l'eau de façon homogène dans le bâtiment. Leur pression d'utilisation varie de 25 à 70 bars pour les matériels "moyenne pression" et 70 à 150 bars pour les matériels "haute pression". La taille de la gouttelette d'eau est d'autant plus fine que la pression d'utilisation est importante. Plus les gouttelettes sont fines, plus le risque de retombées sur la litière et les animaux est faible.

La quantité d'eau nécessaire au refroidissement étant voisine de 1 m³/h/bâti-

photo GDS 22

QUESTIONS À SE POSER POUR L'INSTALLATION D'UN SYSTÈME DE BRUMISATION HAUTE PRESSION

J'ai besoin de refroidir l'ambiance de mon bâtiment, La brume me paraît intéressante ...

... Peut-elle effectivement répondre à mes attentes ?

Pour le refroidissement de mon ambiance

- Quelles sont les températures et hygrométries extrêmes rencontrées en été ?
- Est-ce qu'en périodes critiques je dispose d'un renouvellement d'air suffisant pour faire fonctionner ce type de matériel sans risque ?
- De combien de degrés je souhaite diminuer la température d'ambiance de mon élevage ?
- Quelle quantité d'eau ai-je besoin de brumiser pour un tel refroidissement ?

Par exemple :

Pour passer d'un air à 35 °C et 30 % d'humidité relative à un air de 28 °C et 65 % d'humidité, il sera nécessaire d'apporter 0,003 kg d'eau par kg d'air sec (d'après le diagramme de l'air humide).

Le débit d'eau recherché sera alors :

$$\text{Débit d'eau} = 0,003 \times \text{débit de l'air} \times 0,87$$

(litre/h) (kg d'eau) (m³/h) (densité de l'air)

- Est-ce possible par la brumisation ?
- Quel nombre de buses nécessaires ?
- Quel type de cycle ?

Pour bien choisir son système de brumisation haute pression.... Quelles sont les bonnes questions à se poser ?

Le potentiel de refroidissement

- 1 Quelle quantité d'eau dois-je apporter ?
- 2 Comment apprécier les débits de ventilation de mon bâtiment ?
- 3 Comment coupler ventilation et brumisation ?
- 4 Comment mesurer la quantité d'eau réellement brumisée ?
- 5 Quelle pression d'utilisation choisir ? 70, 85 ou 110 bars ?
- 6 Quelle taille de gouttelettes ?
- 7 Quel sera le temps d'évaporation de ces gouttelettes ?
- 8 Quelle influence ont la température et l'hygrométrie sur cette évaporation ?
- 9 Quel débit de buse nécessaire ?
- 10 Quel type de buse choisir ?
- 11 Puis-je brumiser dans toutes les conditions climatiques ?
- 12 Quels cycles de brumisations sont proposés ?
- 13 Quels sont les moyens pour piloter la brumisation ?
- 14 Comment contrôler son efficacité ?

Positionnement du matériel

- 15 Quel emplacement des buses sur les rampes ? d'un côté, de l'autre, des deux côtés ?
- 16 Quel angle de diffusion de l'eau choisir ?
- 17 Quel emplacement des rampes de brume dans le bâtiment ?
- 18 Comment adapter mon matériel à mon bâtiment à ventilation dynamique ? Ventilation statique ?

Qualité des matériaux

- 19 Nature des canalisations ?
- 20 Quel matériau pour les buses ?
- 21 Quels types d'assemblage : soudures, joints et raccords ?
- 22 Quel type d'attache au plafond ?
>> choix de l'inox ?
- 23 Quel type de surpresseur ?
- 24 Quel est le niveau de bruit du surpresseur ?
- 25 Un dispositif anti-coup de bélier est-il nécessaire ?
- 26 Quel est le système antigouttage ?

Qualité de l'eau brumisée

- 27 Quelle est la qualité de l'eau que je vais brumiser ?
- 28 Quelles seront les conséquences de cette qualité sur la pérennité de mon matériel ?
- 29 Ai-je besoin d'un traitement anti-calcaire ?
- 30 Quel système de filtration de l'eau dois-je mettre en amont ?

Importance de l'entretien

- 31 Quel est l'entretien nécessaire ?
- 32 Quelles pièces d'usure faut-il surveiller ?
- 33 Quelle est la pérennité des différents matériaux ?
- 34 Une maintenance est-elle proposée ?

Des utilisations complémentaires possibles

Les systèmes de brumisation peuvent être utilisés pour d'autres applications : détrempage, 2^e désinfection, désinsectisation, remplacement d'un nettoyeur haute pression, traitement de l'air...

- 35 Quelles sont les exigences spécifiques à ces utilisations ?

Lubac S., Martin-Peulet G.
Novembre 2003

Température et hygrométrie extérieures extrêmes rencontrées en été

Il s'agit de la température maximum atteinte en août 2003 (moyenne sur 3 heures) et des hygrométries enregistrées à ce moment là : le service météorologique le plus proche de votre bâtiment peut vous renseigner.

Vérification d'un renouvellement d'air suffisant

En ventilation dynamique, vérifier que le débit réel de ventilation permet bien d'apporter 5 m³/h/kg de poids vif.

En ventilation statique, l'efficacité d'un système de brumisation haute pression est beaucoup plus aléatoire : moindre maîtrise des temps d'évaporation. Préférer plutôt les systèmes de buses associées à un brassage de l'air intérieur.

Abaissement de température désiré

D'une façon pratique, rester en dessous d'une température de 30 °C dans les élevages de volailles de chair et de poules ; l'abaissement de température souhaité va donc être la différence entre la température extrême rencontrée et 30 °C.

Calcul de la quantité d'eau à apporter

Voir chapitre 3 page 30 - 5.4.1. Systèmes de pulvérisation.

Comment déterminer la durée du cycle ?

Celui-ci peut être basé sur le temps de renouvellement de l'air du bâtiment : ainsi pour un bâtiment de 1 000 m² et de 3,5 mètres de haut, le volume est de 3 500 m³. Si le débit de ventilation est de 180 000 m³/heure, ou 50 m³/seconde, le temps de renouvellement de l'air du bâtiment est de 70 secondes.

A l'intérieur de ce cycle, le temps de pulvérisation peut être de 35 secondes, ce qui entraînera un débit de pulvérisation de 50 % du débit maximum.

D'une façon générale, pour l'homogénéité du traitement de l'air, il vaut mieux prévoir des cycles courts et des temps de pulvérisation répétés pour assurer un bon traitement et une bonne vaporisation de l'eau dans l'air entrant.

Plus la température sera élevée et plus le temps de pulvérisation à l'intérieur du cycle sera important.

Mesure de la quantité d'eau brumisée

Il est extrêmement intéressant de mesurer la quantité d'eau réellement brumisée par l'installation d'un compteur d'eau en amont de la pompe haute pression. Cette mesure cependant, inclut l'eau perdue pendant la vidange de la rampe après le cycle de brumisation.

Comment coupler ventilation et brumisation ?

Il n'y a pas de règles dans ce domaine, mais il est évident que si l'on brumise, on a intérêt à réduire le débit d'air chaud entrant et à refroidir, si l'on veut faire des économies d'eau et optimiser le refroidissement. Le débit d'air doit cependant être suffisant pour les animaux.

Quelle pression d'utilisation choisir ?

Un brouillard efficace est un brouillard qui offre la plus grande surface d'échange possible dans l'air. Cette surface sera d'autant plus grande que la taille des gouttelettes sera petite et le nombre de gouttelettes élevé. Cette taille et ce nombre dépendent de la buse d'une part et de la pression d'autre part. En pratique, une pression de 70 bars permet d'obtenir un brouillard de qualité. En augmentant la pression, on augmente encore la qualité du brouillard.

La taille des gouttelettes

Elle dépend de la pression, mais aussi du type de buse. Plus

cette taille est faible et plus l'évaporation est rapide ; par ailleurs, le poids des gouttelettes dépend de la taille, et donc va conditionner la vitesse de retombée du brouillard au sol.

En pratique, on conseille de ne pas dépasser 25 microns de diamètre pour avoir une bonne vaporisation.

Positionnement du matériel

Dans les bâtiments à ventilation dynamique, les rampes de pulvérisation doivent être situées au niveau des entrées d'air. Pour les bâtiments à ventilation transversale type "Colorado", la rampe est donc située au niveau du volet d'entrée d'air avec les buses orientées dans le flux d'air entrant. Ceci afin de favoriser l'évaporation de l'eau. Dans les bâtiments pondueuses, avec entrée d'air par lanterneau et extraction bilatérale par turbine, on disposera une rampe centrale avec des buses orientées des deux côtés de la rampe dans le flux d'air entrant.

En bâtiment à ventilation statique, préférer les systèmes de buses installées sur les brasseurs d'air intérieur.

Nature des canalisations

Compte tenu des pressions utilisées, préférer des rampes en inox. Les assemblages entre canalisation peuvent être des soudures ou des raccords haute pression, dans tous les cas, la qualité des assemblages est essentielle dans le fonctionnement de l'installation. Les rampes doivent être suspendues au plafond par câbles souples. Attention aux bâtiments canard où l'oxydation est rapide : les attaches au plafond doivent aussi être en acier inoxydable.

Enfin les buses doivent être de préférence vissées dans la rampe pour permettre leur entretien régulier.

Surpresseur

Attention au bruit du surpresseur. Veiller à ce que les fixations au sol soit faites avec des joints caoutchouc qui amortissent vibrations et bruits, de même installer le surpresseur si possible dans une pièce isolée phoniquement.

Pour amortir les chocs liés à la mise en pression des rampes, des dispositifs anti-coups de bélier sont indispensables. Enfin, les buses doivent être équipées de système antigouttage qui évitent les fuites pendant la baisse de pression.

Traitement de l'eau en amont

Pour les petites installations, un filtre avec un tamis de 5 microns est généralement suffisant, avec un changement du filtre une fois par an. Pour les plus grosses installations, un traitement de l'eau peut permettre la mise en solution des sels contenus dans l'eau et ainsi permettre de limiter le colmatage des buses.

Entretien du matériel

Pratiquement, un entretien du matériel est indispensable pour que le système soit efficace :

- au niveau du surpresseur, changement de l'huile une fois par an. Révision complète tous les 3 ans.
- changement du filtre une fois par an.
- dévisser les buses et les nettoyer (bains acides) avant la campagne d'été.

Une vidange de la rampe après pulvérisation peut aussi permettre de réduire la sédimentation de minéraux au niveau des buses et diminuer leur colmatage.

Utilisations complémentaires

Des utilisations complémentaires sont possibles mais le plus souvent restent encore à tester sur le plan de leur efficacité (désinfection, traitement des odeurs...).

ment, certains nettoyeurs haute pression peuvent être utilisés pour pulvériser de l'eau dans l'ambiance intérieure. Toutefois cette solution n'est pas utilisable avec n'importe quel appareil. Il est nécessaire de disposer d'une pompe à haute pression de bonne qualité, de s'assurer qu'elle pourra supporter une utilisation prolongée et des démarrages et des arrêts fréquents. En outre il sera, dans la majorité des cas, nécessaire de lui apporter certaines modifications (dispositif anti-coup de bélier, possibilités de régulation, ...) et de prévoir une filtration de l'eau en entrée.

Pour ces matériels, il est indispensable de filtrer l'eau en entrée et d'en maîtriser la diffusion dans la salle d'élevage (répartition, fréquence, etc.) par le biais d'une régulation spécifique. L'alternance de cycles de pulvérisation courts est préférable pour obtenir une température et une hygrométrie régulière. Le matériel se présente sous la forme de rampes munies de buses qui s'installent dans la salle d'élevage au niveau des entrées d'air, pour refroidir l'air entrant, où de couronnes qui se positionnent devant les ventilateurs ou brasseurs, pour refroidir l'air soufflé vers les animaux. Pour dimensionner et installer un système de ce type, faites appel à des personnes compétentes (techniciens et installateurs). Le système de pompage filtration régulation représentant une part importante de l'investissement, certains constructeurs proposent des équipements déplaçables, seules les rampes de pulvérisation étant alors installées dans les bâtiments.

Nous proposons un logiciel d'aide au dimensionnement et au diagnostic des systèmes de refroidissement en complément de ce numéro hors série. Pour vous le procurer, contactez l'ITAVI.

Le brassage d'air dans la zone de vie des animaux est nécessaire pour favoriser l'évaporation complète des gouttelettes en suspension dans l'air ou déposées sur le plumage. Une ventilation suffisante est également nécessaire pour évacuer la vapeur d'eau et rester en deçà de la saturation. Il faut donc ventiler le bâtiment, contrairement aux climatisations avec pompe à chaleur. Lorsque l'évaporation

est incomplète, le refroidissement est moindre et l'eau pulvérisée risque d'humidifier la litière.

4.1.2. LES FILTRES HUMIDES

Le principe consiste à avoir une surface d'échange, le pad, dans lequel circule de l'eau et à travers lequel on fait passer l'air ; ce pad est généralement en cellulose imprégnée. Contrairement aux systèmes de pulvérisation, la surface d'échange est donc bien matérialisée et l'air sortant du pad est refroidi et ne contient pas d'eau sous forme liquide.

Ce système offre l'avantage d'être très performant au niveau des gains en température et d'être peu sensible à la qualité de l'eau à condition d'évacuer régulièrement l'eau chargée à la base du filtre. Des systèmes mobiles par surpression existent, ceux-ci peuvent être placés en pignon et déplacés en fonction des pics de chaleur et des stades physiologiques des animaux.

Pour être efficace, l'ensemble de l'air entrant doit passer par le pad, ce qui suppose des bâtiments étanches. Si ce n'est pas le cas, il faut éviter la mise en dépression du bâtiment. L'adjonction de ventilateurs derrière les pads qui soufflent l'air refroidi dans le bâtiment permet de pallier au problème d'étanchéité.

Compte tenu du fait que l'air refroidi contient entre 70 et 80 % d'humidité, il est inutile de réguler avec une sonde d'hy-

grométrie, le risque d'humidification de litière étant faible, voire nul. En contrepartie, le refroidissement maximum que l'on atteindrait après réchauffement de l'air par les apports de chaleur sensible du bâtiment et humidification jusqu'à 80 % d'hygrométrie, n'est jamais obtenu.

Un système de déconcentration de l'eau circulant dans le pad est indispensable : l'eau non évaporée retombe dans le réservoir et se concentre progressivement ; pour une bonne irrigation du pad sur toute sa surface, il est important de déconcentrer régulièrement l'eau de refroidissement en remplaçant l'eau du réservoir.

4.1.3. LES DISQUES À HUMIDIFIER

Il s'agit d'un disque horizontal ou vertical tournant à vitesse fixe ou variable et disposant d'une admission d'eau à débit réglable au centre du disque, sous l'effet de l'énergie cinétique, ces gouttes d'eau sont entraînées à l'extérieur du disque et viennent s'écraser sur une couronne fixe ; on obtient un brouillard qui va permettre, par évaporation de l'eau, de refroidir l'atmosphère.

Le réglage du débit d'eau est délicat, ce qui peut entraîner un mouillage important des litières (dimension importante des gouttelettes d'eau). Notons cependant son intérêt à la fois pour sa fonction de brassage et pour sa fonction de refroidissement ; et son utilisation possible dans les élevages sans litière (poules pondeuses, canards sur caillebotis).



Un filtre humide ou pad-cooling

Tableau 5 - Les différents systèmes de refroidissement utilisés en aviculture

Systèmes	Montant de l'investissement	Pression d'utilisation de l'eau	Avantage	Inconvénient	Domaine d'utilisation	Zone de température
Aspersion dans l'entrée d'air	1,5 à 2 €/ m ²	3 à 5 bars	faible coût	gaspillage d'eau, faible refroidissement	VD ⁽¹⁾	inférieur à 35 °C
Pulvérisation intérieure moyenne pression	2,5 à 3 €/ m ²	20 à 70 bars	bon rapport coût/efficacité	risque d'humidifier la litière, refroidissement moyen	VN ⁽²⁾ avec brassage ou VD ⁽¹⁾	supérieur à 35 °C
Brumisation	5 à 8 €/ m ²	> 70 bars	fort refroidissement et homogénéité	sensibilité à la qualité de l'eau	VN ⁽²⁾ avec brassage ou VD ⁽¹⁾	supérieur à 35 °C
Filtre humide	5 à 8 €/ m ²	< 3 bars	fort refroidissement après le pad, faible sensibilité à la qualité de l'eau	sensibilité aux entrées d'air parasite, risque d'accumulation de pathogènes	VD ⁽¹⁾ en dépression VD ⁽¹⁾ en surpression	supérieur à 35 °C

(1) Ventilation dynamique – (2) Ventilation statique

Tableau 6 - Coût annuel des équipements en fonction de la configuration retenue

système de prévention	coût (€/m ²)	durée d'amortissement (ans)	coût annuel de l'investissement (€/m ² /an)	coût de fonctionnement (€/m ² /an) ⁽¹⁾	coût total (€/m ² /an)
Brassage intérieur en bâtiment statique	5	5	1,00	0,09	1,09
Aspersion en bâtiment dynamique	2	5	0,40	0,14	0,54
Brumisation en bâtiment dynamique	8	5	1,60	0,44	2,04

(1) **Brassage intérieur**

Pour un bâtiment de 1000 m², consommation électrique de 10 brasseurs de 600 W/h pendant 10 heures/jour pendant 30 jours, prix du kW/h de 0,05 euros.

Aspersion

Pour un bâtiment de 1000 m², 90 buses à 7 litres/heure pendant 10 heures/jour pendant 30 jours, prix de l'eau de 0,76 euros. (190 m³ d'eau consommée).

Brumisation

Pour un bâtiment de 1000 m², consommation de 100 m³ d'eau à 0,76 euros plus une visite annuelle de maintenance à 150 euros, plus les produits de remplacement estimés à 150 euros (1 filtre par an, huile pour la pompe, trempage des buses, changement de pièces de la pompe tous les 3 ans). La consommation électrique est calculée sur la base d'une pompe de 5 cv fonctionnant 10 heures par jour pendant 30 jours et un prix de 0,05 euros du kW/h soit environ 55 euros par an.

4.2. TEMPS DE RETOUR SUR INVESTISSEMENT DANS UN SYSTÈME DE LUTTE CONTRE LA CHALEUR

A partir de l'impact de la chaleur sur les performances techniques et surtout économiques des élevages de volailles, nous avons étudié le temps de retour sur investissement de quelques solutions de lutte contre la chaleur :

- **le brassage de l'air** dans les bâtiments à ventilation statique. Le coût de l'investissement est estimé à 5 euros/m² pour l'installation de brasseurs verticaux espacés de 15 mètres dans le sens de la longueur du bâtiment et en 2 rangées dans le sens de la largeur du bâtiment (brasseurs de 20 000 m³/h).
- **l'aspersion** pour les bâtiments à ventilation dynamique. Le coût de l'investissement est estimé à 2 euros/m² et est

le plus souvent installé au niveau de jupes d'entrée d'air. Ce système présente l'inconvénient d'être gros consommateur d'eau et il convient de s'assurer d'une disponibilité en eau suffisante en été.

- **la brumisation** dans les bâtiments à ventilation dynamique. Le coût de l'investissement est estimé à 8 euros/m² pour une pompe de 100 bars avec l'équipement de filtration de l'eau en amont, une rampe inox équipée de buses en aval dans le bâtiment, la rampe étant disposée au niveau des entrées d'air.

D'après nos estimations antérieures, les effets de la chaleur se traduisent par une baisse de rémunération de l'éleveur estimée à 12 % en poulet et à 6,5 % en dinde. Le tableau 7 montre l'impact économique annuel prévisible pour ces deux productions.

L'efficacité des systèmes de prévention de la chaleur est variable suivant le système adopté. Nous avons considéré que

par rapport à la perte annuelle estimée liée à l'été, pour une température de 35 °C et une hygrométrie de 40 % :

- le brassage intérieur permet de réduire d'environ 50 % cette perte, en poulet standard et de 40 % en dinde médium ;
- l'aspersion permet de réduire d'environ 40 % cette perte, en poulet standard et de 30 % en dinde médium ;
- la brumisation permet de réduire d'environ 90 % cette perte en poulet standard et de 80 % en dinde médium.

Compte tenu de ces éléments, sur la base d'une utilisation annuelle de 30 jours en considérant que l'éleveur n'a pas recours à l'emprunt, le temps de retour sur investissement figure dans le tableau 8.

On observe des temps de retour situés entre 0,8 année et 1,3 années en poulet, ils sont beaucoup plus élevés en dinde (entre 2 et 3 ans).

Tableau 7 - Impact économique annuel prévisible pour ces deux productions

	marge moyenne annuelle [€/m ² /lot]	% de perte estivale	perte de marge/lot [€/m ² /lot]	nombre de lots d'été	perte de marge annuelle [€/m ² /lot]
Poulet standard	6,83	12	0,82	2	1,64
Dinde médium	13,83	6,5	0,90	1	0,90

Tableau 8 - Temps de retour sur investissement en fonction du type de configuration et de la production

	perte de marge [€/m ² /lot]	efficacité des systèmes	gain estimé en [€/m ² /lot]	coût des systèmes en [€/m ² /lot]	temps de retour [en années]
Poulet					
Brassage intérieur en bâtiment statique	1,64	50 %	0,82	1,09	1,3
Aspersion en bâtiment dynamique	1,64	40 %	0,66	0,54	0,8
Brumisation haute pression en bâtiment dynamique	1,64	90 %	1,48	2,04	1,4
Dinde					
Brassage intérieur en bâtiment statique	0,90	40 %	0,36	1,09	3,0
Aspersion en bâtiment dynamique	0,90	30 %	0,27	0,54	2,0
Brumisation haute pression en bâtiment dynamique	0,90	80 %	0,72	2,04	2,8

Cette analyse économique n'est cependant pas le seul élément à prendre en compte dans le choix de l'investissement ; en effet, les assurances peuvent imposer de leur côté un certain nombre d'équipements qui rendent le risque coup de chaleur assurable, dans le cadre des accidents d'élevage. Par ailleurs, cette approche est à moduler par région compte tenu des différences climatiques. Enfin, bien sûr notre approche n'est basée que sur des moyennes statistiques alors que l'on sait que l'incidence de la chaleur est très variable selon les lots, en fonction de l'âge des animaux au moment des grosses chaleurs et selon les pratiques des éleveurs.

5. DIMENSIONNEMENT DES INSTALLATIONS

5.1. PRINCIPES DU DIMENSIONNEMENT

On a vu précédemment que les paramètres à maîtriser étaient la température, l'hygrométrie et la vitesse de l'air dans la zone de vie des animaux. Le dimensionnement des installations vise à rester en deçà des valeurs limites pour ces para-

mètres, pour des conditions données d'espèce, de chargement, de climat extérieur et de bâtiment (isolation et apports de chaleur par l'ensoleillement).

L'aviculteur dispose de trois niveaux d'intervention :

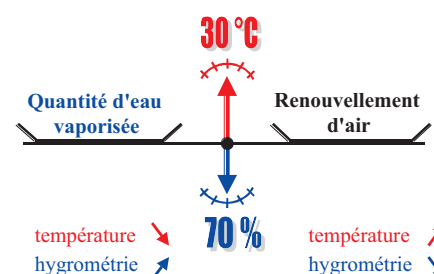
- **la ventilation du bâtiment**, elle permet d'évacuer la chaleur produite par les animaux et la litière ; l'augmentation du débit d'air maximum donne la possibilité à l'aviculteur de réduire l'écart d'enthalpie (augmentation de température et d'humidité) entre l'intérieur et l'extérieur de son bâtiment ;
- **la ventilation associée au brassage de l'ambiance**, lorsque la température intérieure dépasse 30 °C, l'augmentation des vitesses d'air vers 1 m/s au niveau des animaux permet de réduire les conséquences de la chaleur sur les volailles ; cette augmentation des vitesses d'air est d'autant plus nécessaire que la densité des animaux est élevée et la litière humide ;
- **la ventilation associée au brassage et au refroidissement**, lorsqu'en fin de lot la température dépasse 30 °C, l'aviculteur devra refroidir l'air intérieur pour éviter la mortalité ; le moyen le plus économique de refroidissement est l'éva-

poration d'eau ; pour que ce moyen soit efficace, il doit être associé à une ventilation suffisante (pour évacuer la vapeur d'eau supplémentaire) ou à un brassage suffisant là où l'eau est apportée (pour que l'eau à l'état liquide s'évapore le plus complètement possible).

Pour utiliser au mieux son refroidissement évaporatif lorsque l'air est plus chaud à l'extérieur qu'à l'intérieur du bâtiment, l'aviculteur doit choisir entre privilégier l'abaissement de température ou privilégier l'hygrométrie (figure 14) :

- s'il augmente le débit d'air, il va évacuer en même temps le froid et la vapeur d'eau ; un débit d'air élevé doit donc être préféré lors des journées chaudes en cours de lot, pour maintenir une litière

■ Figure 14 : Variation de la température et de l'hygrométrie intérieures lorsque l'air est plus chaud à l'extérieur



sèche le plus longtemps possible à l'aide d'une hygrométrie faible associée au brassage de l'air, quitte à ce que l'abaissement de température soit moindre ;

- s'il augmente le débit d'eau, le refroidissement maximum ne pourra être obtenu qu'en contrepartie d'une hygrométrie élevée, en réduisant le débit d'air pour "garder le froid" à l'intérieur du bâtiment ; cette situation doit être préférée lorsque la charge animale est maximale, dans les quelques jours qui précèdent le départ des animaux ; la litière n'a alors pas le temps de se dégrader.

Les mesures d'humidité en situation de refroidissement doivent être considérées avec beaucoup de précautions : le capteur doit être bien étalonné entre 70 et 100 %, le filtre de protection doit être bien propre et sec car les dépôts de poussières et d'eau créent des conditions plus humides à l'intérieur du filtre, la mesure doit être faite au même endroit que la température et dans la zone de vie animale.

5.2. LA VENTILATION

5.2.1. LES ENTRÉES D'AIR (TRAPPES, RIDEAUX...)

L'efficacité des ouvrants est cruciale pour les bâtiments statiques lors des journées chaudes sans vent. S'ils sont limitants dans les statiques à lanterneau, les passages d'air au niveau des jupes seront agrandis. Un passage de 60 cm par rapport au sol est souhaitable. L'entrée d'air par les volets peut être complétée par l'ouverture des portails de pignon.

L'air sera introduit du côté le plus frais (côté nord, côté ombragé) pour bénéficier de sa fraîcheur quand le bâtiment le permet. Cette technique permet de gagner quelques degrés (de 1 à 3 °C) sur la température de l'air entrant. Cette technique est utilisable dans le cas :

- de bâtiments dynamiques à extraction haute,
- de bâtiments dynamique à extraction latérale si l'implantation du bâtiment le permet,
- dans le cas de bâtiments statiques avec mise en place d'extracteurs.

Elle n'est pas utilisable en bâtiment statique car elle réduirait dramatiquement la ventilation en condamnant une des rangées de



Un lanterneau mal dimensionné ne permet pas une ventilation efficace

trappes. Les entrées d'air parasite empêchent d'obtenir les vitesses d'air maximales aux entrées d'air souhaitées (brassage transversal ou ventilation tunnel). Elles sont encore plus gênantes en cas de refroidissement évaporatif par pulvérisation extérieure ou par filtre humide (pad) car elles augmentent l'entrée d'air non refroidi dans le bâtiment. Elles doivent être détectées dans le cas des bâtiments dynamiques au moyen de fumigènes, ou simplement en repérant les points froids avec un thermomètre radiatif (infrarouge) en hiver ou lors des matinées fraîches lorsque la température intérieure est chaude.

5.2.2. LES SORTIES D'AIR (LANTERNEAUX, RIDEAUX, VENTILATEURS...)

L'efficacité des sorties d'air est aussi cruciale pour les bâtiments statiques que celle des entrées d'air. Il faut s'assurer que les grillages ne sont pas colmatés au niveau des sorties d'air.

Lorsque des extracteurs sont ajoutés en longs pans ou en pignons, veiller au respect des réglementations (installations classées, code de l'urbanisme ; matériaux contenant de l'amiante,...). Il est également préférable de tenir compte des habitations proches du bâtiment : les extracteurs vont augmenter les productions de plumes, poussières, odeurs et bruits dans leur axe de soufflage. En cas de besoin, la pose de plaques ou grillages à quelques mètres du ventilateur réduira cet effet local.

5.3. LE BRASSAGE

5.3.1. BRASSEURS INTÉRIEURS

Les brasseurs génèrent des vitesses d'air qui sont plus ou moins homogènes en fonction du nombre, du type, de la mobilité et de la disposition des appareils. Il existe plusieurs types de brasseurs d'air : horizontaux, verticaux, à balayage, etc. Le besoin de brassage en été est supérieur à celui nécessaire en hiver dont le but est seulement d'éviter l'accumulation d'air chaud en partie haute. L'avantage des brasseurs intérieurs est de réduire la consommation d'énergie pour les mêmes vitesses dans l'aire de vie des animaux et de permettre un brassage maximum sans être à la ventilation maximale, ce qui est essentiel en situation de refroidissement maximum (débit d'eau maximum et débit d'air limité).

La difficulté avec les brasseurs d'air est d'obtenir un balayage total de la zone de vie des animaux. L'homogénéité des vitesses n'est pas indispensable mais un minimum voisin de 1 m/s est conseillé. Avant tout équipement, l'aviculteur doit s'assurer auprès du fabricant ou d'un technicien, des possibilités d'obtention de vitesses d'air supérieures à 0,8 m/s quel que soit l'endroit de la zone de vie des animaux, ce qui pourra être contrôlé à la mise en route. La seule contre indication à l'emploi de brasseurs est le cas des bâtiments avec de nombreux obstacles (pondeuses) ou ceux où l'on veut éviter les obstacles dans le volume du bâtiment (circulation des matériels ou des personnes).

photo GDS 22



Exemple de brasseur vertical qui peut-être associé (notre photo) ou non à de la brumisation



En ventilation longitudinale (ventilation tunnel), le dimensionnement se fait en fonction de la section du bâtiment

5.3.2. VENTILATION "TUNNEL"

La vitesse d'air dans la zone de vie animale est obtenue en faisant passer tout le débit d'air dans la section la plus petite du bâtiment. Par conséquent l'air doit entrer par une extrémité et sortir par le pignon opposé. La vitesse d'air est dépendante de la section du bâtiment et du

débit d'air. Le calcul du débit nécessaire est réalisé selon la formule suivante :

$$D = (V \times 3600) \times S$$

où D est le débit réel à obtenir, en m^3/h
 V est la vitesse recherchée, en m/s
 S est la section du bâtiment, en m^2

Pour éviter des vitesses d'air trop faibles dans la zone de vie animale, il est néces-

saire d'enlever tous les obstacles présents dans la section (cloisons pleines, planches de séparation,...). Pour l'élevage d'animaux en sexes séparés, il conviendra d'utiliser des cloisons non pleines (grillagées par exemple). Pour éviter des vitesses d'air trop fortes dans la zone d'entrée d'air, il est possible de positionner les entrées au-dessus de l'aire de vie de animaux ou bien utiliser des "déflecteurs".

Ce mode de brassage présente un inconvénient dans les bâtiments équipés d'un système de refroidissement par pad ou aspersion extérieure car il ne permet pas d'associer un brassage maximum au débit d'eau maximum lorsque le débit d'air est réduit pour obtenir un refroidissement maximum.

Ce type de configuration présente un inconvénient dans les bâtiments équipés d'un système de refroidissement par pad cooling car il ne permet pas de réduire le débit d'air entrant sans diminuer le débit d'eau. Il convient donc d'en limiter l'usage aux climats modérément chauds (température extérieure $< 35^\circ C$) ou d'associer une moindre charge animale dans les périodes chaudes ou d'utiliser la brumisation dans tout le volume du bâtiment.

5.3.3. VITESSE DE SOUFFLAGE À L'ENTRÉE D'AIR

Dans le cas des bâtiments dynamiques, les trappes d'entrée d'air permettent d'assurer le soufflage d'air neuf. Les trappes directionnelles permettent d'orienter la veine d'air en sorte de balayer au mieux les animaux et la litière. La portée de la veine d'air dépend principalement de la vitesse au soufflage, de son épaisseur et de l'absence d'obstacles. Par exemple, pour une entrée d'air large de 6 cm, la portée pour une vitesse résiduelle de 0,6 m/s passe de 4 m si la vitesse de soufflage est de 2 m/s, à 12 m si la vitesse de soufflage est de 6 m/s. La veine de soufflage crée en outre une circulation d'air dans l'ensemble du bâtiment.

L'avantage de ce système par rapport au précédent est que la réduction du débit d'air et l'augmentation du brassage peuvent aller de pair : en réduisant la section d'ouverture, on augmente la vitesse de soufflage et on réduit le débit. L'inconvénient est que cette possibilité demande

Tableau 9 - Puissances d'extraction réelles à installer en fonction des vitesses d'air recherchées

Exemples de ventilation longitudinale	Statique ventilation transversale ⁽¹⁾	Statique lanterneau (faible pente de toit) ⁽²⁾	Statique lanterneau (bonne pente de toit) ⁽³⁾	Statique lanterneau (grand volume) ⁽⁴⁾
Surface du pignon (Section du bâtiment)	36 m ²	50 m ²	57 m ²	70 m ²
Vitesse d'air recherchée				
0,8 m/s	105 000 m ³ /h	145 000 m ³ /h	165 000 m ³ /h	200 000 m ³ /h
1,0 m/s	130 000 m ³ /h	180 000 m ³ /h	205 000 m ³ /h	250 000 m ³ /h
1,2 m/s	155 000 m ³ /h	215 000 m ³ /h	245 000 m ³ /h	300 000 m ³ /h

Source CNEVA Ploufragan

[1] largeur intérieure = 12 m / hauteur intérieure du long pan = 2,20 m / Pente intérieure (sous-toiture) = 26 %

[2] largeur intérieure = 15 m / hauteur intérieure du long pan = 2,20 m / Pente intérieure (sous-toiture) = 30 %

[3] largeur intérieure = 15 m / hauteur intérieure du long pan = 2,20 m / Pente intérieure (sous-toiture) = 42 %

[4] largeur intérieure = 17 m / hauteur intérieure du long pan = 2,40 m / Pente intérieure (sous-toiture) = 40 %

une bonne étanchéité du bâtiment pour atteindre la dépression nécessaire et qu'elle augmente la consommation d'énergie pour le même débit d'air. Ce système convient donc aux bâtiments dynamiques bien étanches. Un autre inconvénient peut apparaître si le circuit d'air est trop court. Dans ce cas, la vitesse d'air peut devenir faible sous la trappe. Il est donc particulièrement important de vérifier les vitesses d'air sous les trappes lors de leur réglage, par exemple au moyen de fumigènes. Ce système convient donc aux bâtiments dynamiques bien étanches.

5.4. LE REFROIDISSEMENT

Le calcul de la quantité d'eau à vaporiser est réalisé à l'aide du diagramme de l'air humide. C'est cette valeur qui permettra ensuite de déterminer la quantité d'eau nécessaire au niveau du dispositif de refroidissement.

La quantité d'eau à vaporiser dépend du débit de ventilation du bâtiment, du climat et de l'ambiance recherchée. La formule suivante permet de l'estimer :

$$E = (h_{sint} - h_{s ext}) \times D \times 0,87$$

où E = quantité d'eau à apporter en l/h
 $h_{sint} - h_{s ext}$ = écart d'humidité spécifique
 (par exemple $h_{sint} = 0,016$ kg eau/kg air sec à 30 °C et 60 % hygrométrie intérieure ; $h_{s ext} = 0,011$ kg eau/kg air sec à 40 °C et 25 % hygrométrie extérieure ; soit un écart de 5 g d'eau/kg air sec)

D = débit réel de ventilation en m^3/h
 (D = surface bâtiment x chargement x

$5 m^3/h/kg$ PV ; par exemple $160\,000 m^3/h$ pour $1\,000 m^2$ et $32 kg$ PV/ m^2)

L'ambiance effectivement obtenue à l'intérieur du bâtiment sera à la fois plus chaude et plus humide que les valeurs utilisées dans la formule. L'augmentation de température est due à l'apport de chaleur sensible dans le bâtiment (animaux, litière, parois mal isolées, ...). L'augmentation d'hygrométrie est due à l'augmentation de chaleur latente (respiration des animaux ; évaporation d'eau par la litière, ...).

Les valeurs d'humidité spécifique peuvent être obtenues à l'aide du diagramme de l'air humide (cf. figure 1) sachant que la transformation est adiabatique. Déterminer le poids d'eau dans l'air pour les conditions extrêmes (exemple pour 40 °C et 25 % d'hygrométrie intérieure, le poids d'eau est de 0,011 kg d'eau par kg d'air sec). Sur le diagramme, suivre la diagonale (qui représente la transformation adiabatique de l'air) jusqu'à la température que l'on veut atteindre (exemple 30 °C) et calculer le poids d'eau dans l'air à cette température (ex : 0,016 kg d'eau/kg d'air sec). Vérifier que le taux d'hygrométrie à cette température n'est pas trop élevé (dans l'exemple, on obtiendrait plus de 60 % d'hygrométrie intérieure ce qui est correct pour les volailles, ne pas dépasser 80 % d'hygrométrie).

La plupart des systèmes apportent entre 400 et 800 litres d'eau par heure pour $1\,000 m^2$ de bâtiment. Si l'on applique la formule ci-dessus, on obtient un débit d'eau de 720 l/h. Pour économiser l'eau

tout en refroidissant, il est impératif que la régulation réduise le renouvellement d'air lors des pics de température.

Lors du dimensionnement de l'installation, pour déterminer la quantité d'eau vaporisée, le débit maximal sera retenu sur la base d'un fonctionnement continu de la pulvérisation. En pratique, un doseur cyclique est utilisé dans lequel on peut programmer un temps de pulvérisation sur une période de cycle.

5.4.1. SYSTÈMES DE PULVÉRISATION

Les différents systèmes de nébulisation (aspersion, pulvérisation moyenne pression et brumisation) se dimensionnent tous sur le même principe. Il convient juste de déterminer le rendement des appareils c'est à dire la quantité d'eau qui va être effectivement évaporée.

Pour la brumisation, compte tenu de la fine taille des gouttelettes, on considère qu'elle est proche de 100 %. Donc que toute l'eau injectée est évaporée (dans la limite de la saturation), ce qui est loin d'être le cas pour les systèmes d'aspersion. Dans ce dernier cas, compte tenu de la diversité des matériels rencontrés (débit des buses, pressions d'utilisation, taille des gouttelettes, positionnement, efficacité du système,...), il convient de se renseigner auprès du vendeur.

Lorsque la quantité d'eau à vaporiser est définie, en divisant celle-ci par le rendement, nous obtenons la quantité d'eau nécessaire au système. Ainsi par exemple un dispositif d'aspersion qui présenterait



Pour dimensionner un système de refroidissement, il faut avant tout déterminer la quantité d'eau à évaporer



L'aspersion : un investissement moindre mais un résultat limité

Photo Avipôle Formation

un rendement de 20 à 30 % aurait besoin d'un volume d'eau 3 à 5 fois supérieur (2 400 à 3 600 litres par heure) à un système de brumisation pour obtenir la même quantité de vapeur d'eau.

Pour un système de brumisation, dont le rendement est de 100 %, il nous faut calculer le nombre de buses nécessaires. Si l'on reprend notre exemple ci-dessus, pour lequel nous devons évaporer 720 litres/heure, le calcul est le suivant :

- dans le cas où les buses débitent en moyenne 5 litres/heure, il faudra donc une installation comportant 144 buses (720/5) pour apporter 720 litres/heure,
- dans l'hypothèse où ces buses fournissent 16 litres par heure, il sera nécessaire de disposer de 45 buses (720/16).

5.4.2. PAD COOLING

Le rendement du pad est défini par le rapport entre l'humidité de l'air à la sortie du pad et l'humidité que l'air aurait s'il était saturé à la température humide. Il augmente avec son épaisseur (5 cm à 20 cm), il diminue quand la vitesse de l'air qui le traverse augmente (vitesse recommandée de 1 m/s), quand le taux d'humidité de l'air entrant diminue et quand l'état du pad se dégrade (régularité de l'irrigation, colmatage du pad par des concrétions ou des poussières d'élevage).

Le dimensionnement des pads et des ventilateurs est basé sur la capacité de ventilation du bâtiment de façon à ce que l'air entrant traverse le pad à une vitesse de l'ordre de un mètre par seconde : ainsi, pour une capacité de ventilation de 150 000 m³/h, soit 42 m³/seconde, la surface de pad nécessaire est de 42 m². Les systèmes fixes nécessitent une puissance de ventilation importante pour faire passer l'air à travers le filtre, une bonne étanchéité du bâtiment si le filtre est en dépression (sinon l'air entre par les fuites et non par le filtre), une bonne protection intérieure du filtre pour éviter l'accumulation de poussières et de plumes susceptibles de favoriser le développement de pathogènes. L'inconvénient des systèmes utilisant la ventilation du bâtiment par dépression est que le débit d'eau ne peut être maximum si le débit d'air traversant le bâtiment n'est pas également maximum.

5.5. SÉCURITÉ DES INSTALLATIONS

5.5.1. SÉLECTIVITÉ ÉLECTRIQUE

Dans de nombreux cas, les pannes d'origine électrique sont liées à des installations mal conçues ou mal réalisées. L'installation devra être conforme à la norme NF C 15-100.

Un disjoncteur différentiel sera installé au moins avant chaque groupe de ventilateurs. On s'assurera que le disjoncteur différentiel qui protège le circuit électrique de l'élevage est suffisamment bien calibré. Il sera choisi de telle façon que les dispositifs terminaux de protection contre les surintensités agissent en priorité. Par exemple, on choisira un disjoncteur différentiel à déclenchement "retardé" en protection de l'élevage pour permettre aux protections des circuits terminaux de jouer leur rôle et éviter qu'un ventilateur défectueux ne fasse disjoncter la totalité de l'installation. Ceci sous-entend, bien sûr, un circuit électrique indépendant pour chaque protection mise en place.

Les appareils électroniques craignent tous les températures élevées, il est donc intéressant de disposer d'un thermostat de type "bilame" installé en secours qui pourra prendre le relais en cas de défaillance du régulateur.

5.5.2. RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE

La continuité de l'alimentation est à prendre en compte, si celle-ci présente des faiblesses, il est indispensable de dimensionner largement la ventilation statique de secours et il est préférable de privilégier des moyens moins consommateurs de courant ou de réduire la charge animale en période chaude.

Pour garantir un bon fonctionnement du matériel de lutte contre la chaleur (ventilateurs et dispositifs de refroidissement), il faut s'assurer au préalable que vous disposez de la puissance suffisante au niveau du bâtiment. Cette puissance peut s'obtenir par un redimensionnement de l'installation électrique ou par une utilisation plus rationnelle de l'électricité consommée. Il est en effet possible, dans certaines situations d'utiliser un délesteur. Cet appareil permet de déterminer au niveau de l'exploitation les circuits prioritaires ou non. Il compare en permanence l'intensité du courant absorbée par rapport à un seuil choisi. Lors d'un dépassement de ce seuil, un ou plusieurs circuits non prioritaires sont coupés. Lorsque la consommation passe de nouveau en dessous du seuil, les circuits sont rétablis. L'utilisation du délesteur permet donc de gérer au mieux la consommation au niveau de l'exploitation. Il faut cependant

Tableau 10 - Les rapports puissance / intensité

	Changement du branchement						Changement de tarif					
kW	9	12	15	18	24	30	36	42	48	54	60	
Ampères	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	
	Tarif bleu						Tarif rouge					

Tableau 11 - Le tarif bleu (option tempo) prix du kWh en centimes d'euros

22 jours rouges		43 jours blancs		300 jours bleus	
Entre 01/11 et 31/03		Répartis sur toute l'année		Répartis sur toute l'année	
Heures Pleines	Heures Creuses	Heures Pleines	Heures Creuses	Heures Pleines	Heures Creuses
35,58	12,54	7,91	6,63	3,93	3,11

Source EDF Entreprises – Tarifs publics en vigueur en avril 2004

Tableau 12 - Le tarif jaune (option de base longues utilisations) prix du kWh en centimes d'euros

Hiver		Été	
Entre 01/11 et 31/03		Du 1/04 au 31/10	
Heures Pleines	Heures Creuses	Heures Pleines	Heures Creuses
7,228	5,491	2,721	2,143

Source EDF Entreprises – Tarifs publics en vigueur en avril 2004

disposer de circuits qui puissent s'effacer sinon il conviendra de redimensionner l'installation.

Tarifs et contrats

La tarification de l'électricité repose sur un binôme :

- l'abonnement ou prime fixe qui est fonction de la puissance,
- le prix du kWh X la consommation.

Les tarifs, au nombre de trois, se structurent en fonction de la puissance

- le tarif bleu jusqu'à 36 kW (ou 60 A),
- le tarif jaune de 36 kW à 250 kW (ou 400 A),
- le tarif vert au-delà de 250 kW.

Le tableau 11 et le tableau 12 reprennent deux contrats EDF parmi les plus adaptés aux élevages avicoles.

Précautions d'installation

Il est bien évident que les équipements de ventilation ou de brumisation mis en place pour lutter contre les coups de chaleurs vont nécessiter des modifications électriques plus ou moins conséquentes à l'aval et à l'amont du compteur.

Au travers de 2 exemples nous allons faire ressortir les points importants à ne pas négliger que se soit sur les raccordements réseaux, les branchements et les installations électriques intérieures.

Cas n° 1 : deux bâtiments de 1000 m², ventilation statique, s'équipant de ventilation d'été (puissance supplémentaire estimée à 2 X 6 kW = 12 kW)

Cas n° 2 : deux bâtiments de 1 000 m², ventilation dynamique, renforçant leurs équipements de ventilation + brumisation (puissance supplémentaire : 2 X 6 kW = 12 kW)

En résumé, les éléments majeurs à prendre en compte lors de modification de la ventilation d'un bâtiment sont :

- le dimensionnement de l'installation électrique intérieure, surtout
 - si l'installation de départ est en statique et ancienne,
 - si le bâtiment est distant du disjoncteur général.

Contacter votre électricien pour évaluer les modifications à apporter

- les délais de renforcement du réseau électrique de distribution (si besoin) qui

«Nous alimentons
chaque année plus
de 1,5 milliards
de poulets
en Europe».

Savoir **ANTICIPER**
toute la **COMPLEXITÉ**
de l'élevage.

*En matière de nutrition
et d'élevage avicole,
l'innovation doit être continue,
la prise en compte
des impératifs de la filière,
du producteur au consommateur,
doit être permanente et évolutive,
la compréhension
du comportement des animaux
et de l'évolution de leurs
performances doit être rapide.*



Trouw Nutrition
INTERNATIONAL

Trouw Nutrition France est une entreprise certifiée ISO 9002 par BVQI

dépendent le plus souvent des syndicats départementaux d'électrification ;

- le disjoncteur général est à la charge du client dans le cas d'un passage en tarif jaune (estimation de coût : de 1 000 à 1 200 €).

5.5.3. ALIMENTATION EN EAU

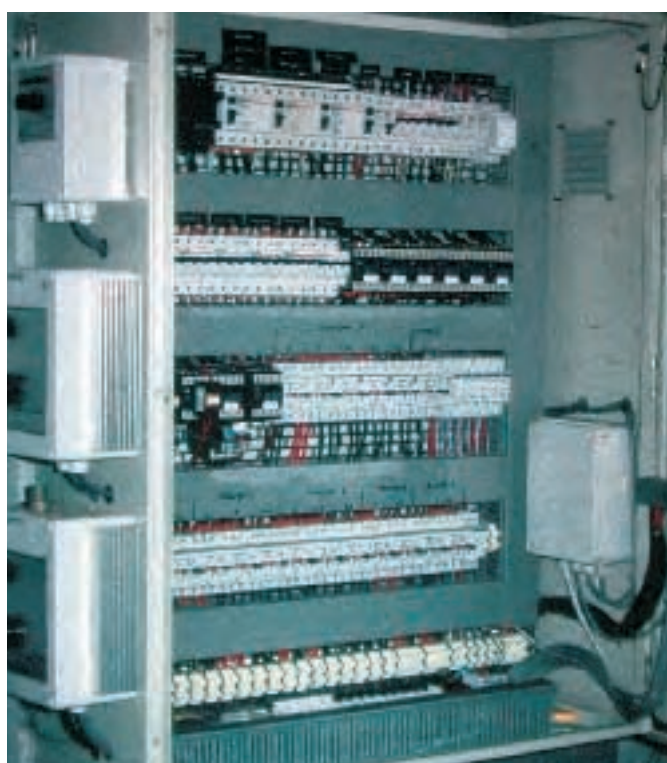
L'eau sert à l'abreuvement et éventuellement au refroidissement évaporatif. La consommation du refroidissement peut dépasser 1 m³/h selon les systèmes. Plus l'eau est chargée, plus il sera nécessaire

de la traiter ou de prévoir un gaspillage destiné à éviter le colmatage du système de refroidissement (systèmes de déconcentration des filtres humides).

5.5.4. ALARME

Un système d'alarme doit permettre de prévenir l'aviculteur d'un défaut de son système (eau, électricité) ou d'une élévation anormale de la température. Compte tenu des difficultés de mesurer l'hygrométrie, il est préférable que cette mesure ne soit pas considérée dans la pro-

cédure d'alarme. La présence de l'aviculteur à proximité de son bâtiment est souhaitable afin de veiller au bon fonctionnement de l'ensemble, d'affiner les réglages en fonction du comportement des animaux et de disposer de plus de temps pour réagir en cas de déclenchement d'alarme. Il est souhaitable que cette alarme puisse alerter l'éleveur ou la personne qui assure la surveillance, sur le site (alarme locale) ou par téléphone (transmetteur téléphonique).



Veillez à ce que l'installation électrique respecte les normes - faites appel à un professionnel



Une alarme fonctionnelle permet de réagir rapidement - attention à son paramétrage

Tableau 13 - Exemples de modifications de l'installation électrique liées à la gestion de la période chaude

Modifications à entreprendre	changement de puissance ⁽¹⁾	renforcement du branchement ⁽²⁾	changement de Tarif ⁽³⁾	Estimation du coût	Estimation des délais
Cas n° 1 Puissance avant projet : 12 kW	24 kW	de 18 à 36 kW		260 € HT	de 4 à 6 semaines
Cas n° 2 Puissance avant projet : 24 kW	42 kW		Passage en tarif jaune	De 2165 € à 8200 € HT	de 12 à 18 semaines

(1) il s'agit d'un réglage du disjoncteur

(2) pour les puissances inférieures ou égales à 18 kW, il est nécessaire d'adapter la liaison allant du réseau (dernier support) au disjoncteur

(3) le coût est fonction de la distance entre le compteur et le transformateur le plus proche (un forfait de 2165 € jusqu'à 200 m et 15,09 € /mètre supplémentaire au-delà)

**POUR
LA PREVENTION
DES COUPS DE CHALEURS**

Un spécialiste depuis 30 ans



BRUMISATION 70 Bars



**Pompe et ordinateur
climatique pour 1 ou
2 bâtiments**

**LUBING INTERNATIONAL
62840 SAILLY SUR LA LYS**

Tél. : (00 33) 03.21.27.60.68 – Fax. : (00 33) 03.21.26.26.70

Internet : <http://www.lubing.fr>

Email : contact@lubing.fr – commercial@lubing.fr

Chapitre 4

Pendant la période chaude

1. ALERTE MÉTÉO

Un épisode caniculaire n'arrive jamais à l'improviste. En effet, chacun, au cours de ses diverses activités, peut se rendre compte que la température s'élève (il fait "chaud"), et que le phénomène, au lieu d'être circonscrit à une journée, prend progressivement de l'ampleur, y compris la nuit (la température ne retombe pas ou pas assez). Si l'on est à l'écoute des bulletins météo diffusés par la radio et la télévision, sans compter ceux qui le sont par voie de presse, il est relativement facile d'obtenir un minimum d'informations, mais celles-ci sont insuffisantes pour savoir s'il s'agit d'un phénomène "coup de chaleur" (température supérieure à 30 °C, hygrométrie faible, et souvent également vent faible voire absent). Par ailleurs, il est primordial que les informations recueillies concernent la zone où l'on vit.

Il convient donc de s'informer le mieux possible de l'éminence d'un coup de chaleur. Le service public Météo-France peut fournir des informations très précieuses.

1.1. LA MÉTÉO DU PARTICULIER

Météo-France propose différents services pour se procurer les prévisions pour les heures ou les jours à venir. Ils sont accessibles de différentes manières :

- minitel : 36 15 METEO,
- téléphone : 32 50 ou 0 892 68 02 XX (XX correspondant au numéro minéralogique du département),
- SMS (variable selon les opérateurs),

mais les informations recueillies seront celles que chacun peut interpréter facilement, surtout en période estivale. Il s'agit donc d'une météo à destination du particulier ou du vacancier.

1.2. LA MÉTÉO DU PROFESSIONNEL

Météo-France propose des services professionnels, plus complets et mieux aptes à répondre aux demandes professionnelles, notamment celles du milieu agri-

cole. Ces services sont payants, mais donnent une information beaucoup plus rigoureuse. En prévision des coups de chaleur, deux produits peuvent être intéressants : le bulletin de prévision et l'atmogramme.

1.2.1. LE BULLETIN DE PRÉVISIONS

Le bulletin de prévisions est établi à l'échelle départementale. Il s'agit d'une prévision à 7 jours. Ce bulletin décrit l'évolution de la situation météorologique jour par jour, indique des fourchettes de température et de vent, prévient de phénomènes particuliers (brouillards, orages...). Pour les quatre derniers jours, la tendance générale est décrite et accompagnée d'un indice de confiance de la prévision sur une échelle allant de 1 à 5 (5 étant l'indice de confiance maximal). Réalisé au cœur du département, il est réactualisé 3 fois par jour à heures régulières (07H30, 13H et 18H) et amendé lorsque la prévision est corrigée ou substantiellement affinée.

Accessibilité : consulter le site www.meteo.fr ; le service professionnel est consultable sur abonnement

1.2.2. L'ATMOGRAMME

L'atmogramme donne des prévisions synthétiques, sous forme de pictogrammes ou de valeurs chiffrées qui en facilitent la lecture et la compréhension.

L'atmogramme complet est une prévision, par tranches de 3 heures, réactualisée toutes les 3 heures, pour la journée et le lendemain. Pour le surlendemain et le début de la journée suivante, l'information est fournie par pas de 6 heures et réactualisée 2 fois par jour. Élaborée par les centres départementaux de Météo-France, elle permet en cas de situation météorologique instable, de suivre en temps quasi-réel l'évolution de la situation et de prendre toutes les dispositions nécessaires dans un délai très court.

Les paramètres météorologiques proposés sont les suivants : température, couverture nuageuse, direction et force du vent, rafales, temps sensible (pluie, brouillard, neige, etc.), humidité, tempé-

ratures minimale et maximale quotidiennes, cumul quotidien de précipitations. Chaque département a été divisé en zones climatiquement homogènes, de façon à prendre en compte les spécificités locales (vallées, zones maritimes, altitude...) susceptibles d'influer sur les variations climatiques.

Accessibilité : consulter le site www.meteo.fr ; le service professionnel est consultable sur abonnement. Ce service est également accessible par simple appel à partir d'un téléphone-fax

Coût : le lot de 50 atmogrammes, consommables sur un an : 250 €

1.2.3. L'ATMOFAX

Destiné notamment aux coopératives agricoles, ce service de Météo-France se compose des deux produits précédents (atmogramme et bulletin de prévision) qui sont très complémentaires. Météo-France propose Atmofax 100 (pour 5 adhérents) et Atmofax 500 (pour 25 adhérents). Si la demande porte sur un ou plusieurs sites géographiques dans un même département, il suffit d'adresser un message électronique au centre départemental de Météo-France concerné. L'adresse électronique est de la forme : cdmxx@meteo.fr (avec xx = numéro minéralogique du département).

Exemple : cdm29@meteo.fr est l'adresse électronique du Finistère département 29.

Accessibilité : le service est accessible par télécopie. Le coût est de 347 € pour Atmofax 100 et 1 523 € pour Atmofax 500 (plus 46 € par adhérent supplémentaire).

2. GESTION DE L'ÉLEVAGE

2.1. CONDUITE DE LA LITIÈRE

Le sol du bâtiment est frais et les volailles s'y couchent pour rechercher la fraîcheur. Pour privilégier les pertes de chaleur par le sol, il pourra être conseillé de réduire la quantité de litière pour les bandes d'été,

celle-ci pourra être ramenée aux environs de 3 kg/m² en élevage de poulets.

Il faut éviter une fermentation excessive de la litière. Celle-ci augmente la température sous l'animal et gêne l'évacuation de sa chaleur. Elle augmente la production de dioxyde de carbone par la litière ce qui gêne la respiration de l'animal. Elle augmente également les dégagements d'ammoniac particulièrement sensibles à l'élévation de température.

Pour garder une litière sèche le plus longtemps possible, il faut :

- un sol sec et sain, légèrement drainant ;
- le maintien d'une faible hygrométrie ;
- entretenir les vitesses d'air près de la litière dès le début de l'élevage, pour éliminer la vapeur d'eau, les gaz et la chaleur produits par la litière ; en effet, cette élimination sera de plus en plus difficile à mesure que les animaux couvriront davantage le sol ;
- lorsqu'une humidification exceptionnelle de la litière se produit (système d'abreuvement dérégulé, diarrhée), il est préférable de la compenser rapidement par un apport complémentaire de litière sèche ou un asséchant minéral ou végétal en surface ; en effet, dès que la litière est moins poreuse, l'eau des déjections a tendance à s'accumuler au lieu d'être régulièrement évaporée par la combinaison des vitesses d'air et de la chaleur métabolique produite par les animaux et la litière, créant des zones à partir desquelles les fermentations se développent irréversiblement.

2.2. CONDUITE DE L'ALIMENTATION

Le stress thermique désigne la réaction de l'animal à des températures ambiantes élevées. Néanmoins selon le type de stress thermique, les réponses des poulets sont différentes : en cas de coup de chaleur, des changements immédiats et radicaux convergent vers un seul objectif, la survie de l'animal, tandis qu'en cas d'exposition prolongée à la chaleur, les changements sont relativement faibles jusqu'à atteindre un nouvel équilibre (homéostasie) qui permet à l'animal de s'acclimater.

Les mesures nutritionnelles ou de conduite d'élevage à prendre pour réduire

les effets négatifs de la chaleur dépendent du type de stress thermique auquel les animaux sont exposés. Lors d'un "coup de chaleur", des mesures d'urgence doivent être prises, les solutions sont essentiellement techniques, passant par une gestion adaptée des principaux paramètres à risque (température, hygrométrie, débit de renouvellement et vitesse d'air), et pouvant être complétées par d'autres stratégies telles que la mise à jeun et une bonne gestion de l'abreuvement. Lors d'une exposition prolongée à la chaleur, des solutions nutritionnelles peuvent être envisagées, sans toutefois rétablir vraiment des résultats zootechniques comparables à ceux obtenus en climat tempéré.

Pour prévenir le coup de chaleur, des mesures de précaution sont à prendre au niveau de l'abreuvement des animaux et de l'alimentation.

ATTENTION À LA DÉGRADATION DE LA QUALITÉ DE L'ALIMENT

En raison d'éventuels phénomènes de condensation, il faut veiller à éviter toute dégradation de la qualité de l'aliment. Pour cela, il est nécessaire de disposer d'une ventilation suffisante au niveau des silos, qui seront de préférence de couleur claire limitant ainsi le réchauffement par le rayonnement solaire.

2.2.1. LA MISE À JEUN : UNE TECHNIQUE EFFICACE, EN RESPECTANT QUELQUES RÈGLES

Cette technique consiste à mettre à jeun les animaux **avant et pendant** le coup de chaleur, dans le but de limiter le dégagement de chaleur dû à la consommation d'aliment, et ainsi de minimiser la mortalité.

En production de volailles de chair, la mise à jeun doit être réalisée suffisamment tôt dans la matinée pour être efficace et dès l'âge de 30 jours, quand les poulets sont sensibles aux températures élevées. Certains éleveurs pratiquent la mise à jeun dès l'âge de 15-20 jours dès lors que le lot est élevé dans une période à risque de coup de chaleur. Cette pratique leur permet d'habituer les animaux à un nouveau rythme alimentaire et diminue les risques d'étouffement lors de la reprise de l'alimentation.

Dans les élevages de poules pondeuses, les dernières distributions d'aliment seront réalisées le plus tôt possible dans la matinée de façon à ce que l'aliment soit digéré aux moments les plus chauds, pour éviter une production de chaleur supplémentaire. Il conviendra de tenir compte

En élevage de reproducteurs, distribuer le dernier aliment 4 heures avant le pic de chaleur.



Par temps chaud, alimenter préférentiellement les animaux aux heures les plus fraîches.

des programmes lumineux pour la mise à jeun de façon à ce que les animaux puissent recevoir leur ration quotidienne dans les meilleures conditions.

Avec une chaîne d'alimentation au sol

Les assiettes sont relevées à 80 cm – 1 m de hauteur vers 7 – 8 h du matin. Cette solution est préférable à la simple coupure des vis de reprise, car elle induit moins de stress à la remise en alimentation et moins d'obstacles à la ventilation. Ceci nécessite un bon ancrage de la chaîne d'alimentation sur la charpente du bâtiment. Les chaînes doivent être bien réglées à la même hauteur.

La remise en place des assiettes doit se faire dès que la température a commencé à baisser de plusieurs degrés et/ou dès que quelques poulets cherchent à manger. De cette manière, les poulets les plus alertes vont se ré-alimenter les premiers, puis laisser la place aux autres. Le jeûne de la journée est ainsi compensé par une prise alimentaire au cours de la nuit, favorisée par un éclairage continu jusqu'au matin.

Le relevage de la chaîne offre en outre l'avantage de libérer l'espace au sol pour les volailles.

Avec une chaîne d'alimentation aérienne

Le principe de mise à jeun reste le même avec une chaîne aérienne, toutefois dans l'impossibilité de relever ses assiettes,

ATTENTION, avant de ré-alimenter les volailles, il est impératif de s'assurer que la température a suffisamment baissé, pour ne pas engendrer de pertes supplémentaires. La technique de la mise à jeun permet de limiter la mortalité sans engendrer plus de perte sur la croissance que sa non mise en œuvre **dans des conditions de température élevée** (supérieure à 30 °C). C'est pourquoi il est nécessaire d'anticiper à bon escient, en disposant d'une alerte météo fiable !

Cette technique est conseillée notamment pour les bâtiments non équipés en système de refroidissement.

Attention toutefois, il semblerait que dans des conditions de températures élevées en pratiquant une mise à jeun plusieurs jours consécutifs, les indices de consommation peuvent se dégrader.

Tableau 14 - La mise à jeun permet de réduire la mortalité de plus de moitié

	Mortalité (en %)
Mise à jeun 4 h avant le stress	25
Pas de mise à jeun	57

Source : CNEVA Ploufragan, 1994
Chargement : 36,5 kg/m², T° : 32 °C, Humidité relative : 67 %, Vitesse d'air : 0,20 m/s

l'éleveur devra anticiper et interrompre son alimentation de façon à ce que les mangeoires soient vides vers 7 à 8 heures du matin.

En fin de journée, pour la ré-alimentation des animaux, il faudra veiller à ce que le bruit de la chaîne n'entraîne pas un afflux trop important des animaux aux mangeoires. Ceci pourrait être un facteur d'étouffement et de mortalité.

2.3. L'ABREUVEMENT (CONSUMMATION ET QUALITÉ DE L'EAU)

2.3.1. FAVORISER LA CONSOMMATION EN EAU

Les animaux augmentent leur consommation en eau en période de chaleur afin de réduire leur température corporelle. En élevage de reproducteurs, pendant les journées chaudes présentant un risque pour les animaux, on fournira un abreuvement à volonté.

Pour que les volailles puissent boire à volonté, il est donc important de :

- prévoir un nombre de points d'abreuvement suffisant ;
- vérifier le débit d'eau, notamment pour les pipettes. Le débit habituel doit être à peu près doublé.

ATTENTION AU COLMATAGE

Les eaux calcaires ou chargées en fer, manganèse, sont susceptibles de colmater les canalisations, et ceci surtout pour l'élevage d'espèces à cycle long comme la dinde, la pintade ou le canard. Dans ces conditions, les canalisations doivent être entretenues tous les 10-15 jours pour éviter un colmatage, et donc une réduction du débit disponible pour les animaux.

Privilégier une eau fraîche

Il convient d'alimenter les rampes d'abreuvement en direct avec de l'eau la plus fraîche possible. Les eaux de forage sont généralement plus fraîches que celles du réseau. Pour ce faire, il est souhaitable de purger régulièrement les lignes d'abreuvement, toutefois attention à ne pas introduire d'air dans les circuits et ainsi d'occasionner des fuites au niveau des abreuvoirs. Dans le cas de circuit d'abreuvement avec bac, l'ajout de pains de glace dans l'eau peut être utilisé pour diminuer sa température.



Aux heures les plus chaudes, fournir à volonté l'eau la plus fraîche possible aux animaux

Supplémentations en sels : avec modération

L'apport de sels dans l'eau de boisson permet de corriger l'alcalose respiratoire et/ou le déséquilibre électrolytique (concentrations faibles en HCO_3^- et K^+ notamment) liés aux températures élevées. L'apport simultané du bicarbonate de sodium et du chlorure de potassium permet bien souvent d'améliorer les performances de croissance et de réduire la mortalité (cf. tableau 16), du fait d'une augmentation de la consommation en eau, permettant de diminuer la température corporelle.

Toutefois, cette technique est à utiliser avec précaution car l'utilisation de sels peut provoquer des diarrhées et la litière risque d'être dégradée.

2.3.2. ACCENTUER LA SURVEILLANCE DE LA DÉSINFECTION DE L'EAU

Une température supérieure à 30 °C est particulièrement favorable aux développements de germes bactériens, et notamment des bactéries fécales. Une attention particulière doit être portée à la désinfection de l'eau, et ceci d'autant plus qu'une température élevée va favoriser le dégagement du chlore (Cl_2) et baisser l'efficacité de la chloration.

Il est donc recommandé d'accentuer les contrôles de chlore libre en bout de ligne afin de s'assurer d'une bonne désinfection de l'eau.

2.4. L'ÉCLAIREMENT

En production de volailles de chair : le niveau d'éclairage sera diminué, il conviendra de garder une intensité suffisante pour que les animaux puissent s'abreuver facilement. Au cours de la nuit, surtout lorsque la mise à jeun a été pratiquée dans la journée, il est souhaitable que les animaux soient éclairés en permanence de façon à pouvoir s'alimenter à volonté.

En élevages de poules pondeuses : si possible, il est souhaitable d'adapter le programme lumineux de façon à privilégier les phases d'obscurité pendant les périodes chaudes de la journée. Il serait souhaitable que ce programme permette également une alimentation des animaux tôt le matin.

En élevages de reproducteurs : les intensités et durées d'éclairage ne seront pas modifiées.

2.5. ENLÈVEMENT DES ANIMAUX

La méthode d'attrapage utilisée et les conditions du ramassage provoquent un stress important. Ce stress peut se traduire par des blessures et des étouffements. En présence d'animaux affaiblis par la chaleur, l'étape du ramassage représente un risque pour le lot et sa rentabilité.

2.5.1. L'HEURE DU RAMASSAGE ET LA GESTION DES PLANNINGS

Avec l'accumulation de la chaleur dans les bâtiments, le mal-être des animaux est au maximum en fin de journée entre 17 et 21 heures. Cependant, il est préférable d'éviter toute intervention auprès des animaux lorsque la température dépasse 26 °C dans le bâtiment.

Pour les enlèvements du soir, il est impératif d'attendre la fraîcheur nocturne avant de commencer le ramassage. Les animaux doivent récupérer et se réoxygéner pour éviter les arrêts cardiaques ou "coups de sang" lors de l'attrapage.

D'une manière générale, il est conseillé d'enlever les animaux tôt le matin. De même, il faut prévoir des enlèvements partiels et privilégier les bâtiments où le chargement est faible (animaux détassés).

Pour les bâtiments à risque du fait d'un chargement élevé, il paraît souhaitable que l'abattoir puisse anticiper et proposer aux éleveurs des desserrages avant que survienne le pic de chaleur.

Il existe une sensibilité différente des volailles face à la chaleur selon l'espèce : du plus risqué, le poulet standard, au moins sensible, la pintade et le canard de Barbarie. Ainsi, la prévision de l'heure d'enlèvement doit être décidée en fonction des conditions climatiques, de l'espèce, et du planning de l'abattoir.

2.5.2. AMÉLIORER LES CONDITIONS D'AMBIANCE

Avant le ramassage, l'éleveur recherchera des vitesses d'air pour améliorer les conditions d'ambiance dans le bâtiment (cf. Chapitre 3 - 5). Dans les bâtiments où la densité animale est réduite (ex : volailles label rouge), l'humidification des litières juste avant l'enlèvement peut constituer une technique intéressante pour rafraîchir l'ambiance et diminuer le niveau d'empoussièrement.

2.5.3. L'ORGANISATION DU CHANTIER

Le ramassage des volailles est une étape délicate. Même s'il est difficile d'éliminer complètement toutes les sources de stress associées au ramassage, il est possible de les minimiser. Au préalable, le bâtiment devra être préparé soigneusement pour l'enlèvement. Le mauvais parage des animaux (en dinde et canard

Tableau 15 - Une eau fraîche et un apport en sels (KCl à 5 %) améliorent la résistance à la chaleur

T° eau	GMQ (g/j)		Consommation en eau (ml/j)		T° corporelle (°C)	
	Témoin	KCl	Témoin	KCl	Témoin	KCl
13 °C	55,4	60,2	364	470	42,8	42,7
31 °C	50,3	56,5	359	466	43,1	42,9
42 °C	47	42,5	364	340	43,3	43,1

Source : Teeter et al, 1994

Tableau 16 - Fréquence des lots présentant des performances améliorées lors d'un apport en bicarbonate de sodium et chlorure de potassium par rapport à leur homologue témoin, en fonction de la température du bâtiment

Performances	T < 30 °C	T > 30 °C
Poids plus élevé	50 %	75 %
IC diminué	44 %	71 %
Mortalité 28 jours – abattage diminuée	56 %	86 %

Source : Bouvarel et al, 1998.

Étude réalisée chez 24 éleveurs, distribution en continu de NaHCO_3 et KCl (2/3, 1/3) à raison de 1g/l, de 28 jours à l'abattage.

maigre] ne facilite pas l'attrapage et stresse les volailles. Une mauvaise organisation dans le bâtiment provoque une panique des animaux et des étouffements.

L'annonce erronée du poids moyen par l'éleveur entraînera un nombre insuffisant de cages ou de containers pour le ramassage. Les animaux seront en surdensités, le risque d'étouffement sera très élevé.

L'éleveur doit faire appel à un nombre de personnes suffisant pour le ramassage. Le manque d'effectif joue directement sur la qualité de l'enlèvement. Le temps de chargement est allongé avec le risque d'une mortalité élevée.

Le ramassage mécanisé améliore les conditions de ramassage des volailles dans la mesure où les animaux sont plus calmes.

2.5.4. LE CHARGEMENT DANS LES CAMIONS

L'état sanitaire et physique des animaux le jour du ramassage détermine, en grande partie, le nombre de morts en caisse observé à l'abattoir. Les animaux affaiblis par la chaleur deviennent très sensibles aux conditions du ramassage (animaux faibles, rachitiques ou cardiaques). Pour l'équipe d'attrapage, la connaissance du comportement des animaux et de la façon de les manipuler est essentielle pour minimiser les risques de

blessures.

Au niveau du matériel, l'utilisation des containers diminue le stress comparativement aux cages mobiles. Il existe deux types de containers : à petit et à grand tiroir. Ces derniers sont plus pratiques pour les encageurs et le fonctionnement des machines à ramasser mais le risque d'étouffements est plus élevé.

En période de forte chaleur, les densités dans les caisses et les containers doivent être diminuées afin d'éviter les étouffements et de réduire la mortalité. Le chargement peut être adapté en fonction de la durée du transport des animaux jusqu'à l'abattoir.

Pour maintenir les animaux dans de bonnes conditions d'ambiance, toutes les précautions devront être prises lors du transport et à l'abattoir. Ces précautions permettront de proposer au consommateur un produit de qualité.

3. L'ADAPTATION ET LE RÉGLAGE DU BÂTIMENT

Dans les exemples ci-après, nous avons repris pour différents types de bâtiments un schéma de principe et deux tableaux, l'un tableau pour les caractéristiques et l'autre pour le niveau de performances du bâtiment dans diverses situations climatiques.

ATTENTION, dans les tableaux de caractéristiques qui suivent, nous fournissons une valeur indicative du prix en euro hors taxe des différents équipements non montés. Ces montants ne tiennent pas compte des accessoires, de l'installation de protections, de la pose et du raccordement. Les frais éventuels liés à une augmentation de la puissance de l'installation électrique souscrite auprès d'EDF (cf. chapitre correspondant) ne sont pas non plus inclus. Les frais d'installation peuvent se révéler très différents d'un type de matériel à un autre. C'est pourquoi il est souhaitable avant tout choix définitif de faire établir des devis détaillés par différents fournisseurs.

3.1. LES BÂTIMENTS STATIQUES

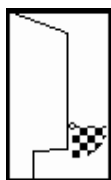
Un bâtiment statique sans aucune assistance mécanique (ventilateurs ou brasseurs d'air) est d'autant plus dépendant de la présence de vent que la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur est faible. En période chaude, les animaux émettent essentiellement leur chaleur métabolique sous forme de vapeur d'eau (la chaleur latente). Comme la chaleur latente est moins efficace que la chaleur sensible pour générer le renouvellement d'air des bâtiments statiques, les ouvertures s'avèrent souvent trop petites pour assurer la ventilation. La charge animale dépasse alors la capacité de ventilation du bâtiment. Pendant les périodes de forte chaleur, le vent est généralement faible. L'éleveur peut augmenter la ventilation de son bâtiment en s'équipant d'une assistance de ventilation mécanique. En théorie, il est possible d'accroître nettement le renouvellement d'air d'un bâtiment statique en l'absence de vent par l'utilisation d'un système de refroidissement évaporatif. Dans ce dernier cas, il conviendra de s'assurer que le renouvellement ainsi créé est suffisant pour évacuer la chaleur latente dégagée dans le bâtiment.

Les appareils installés, bien qu'identiques quelquefois (par exemple des ventilateurs d'un débit de 40 000 m³/h), pourront donner des résultats relativement différents en fonction de leur positionnement à l'in-

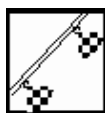
■ Pour les tableaux des niveaux de performances des bâtiments en fonction des équipements dans diverses situations climatiques, nous avons utilisé un code couleur dont la signification est la suivante :

-  **Très bonnes Performances** : permet d'éviter la sur-mortalité et de maintenir le niveau de performances
-  **Bonnes Performances** : permet d'éviter la sur-mortalité avec un risque de dégradation des performances
-  **Moyennes Performances** : permet d'éviter la sur-mortalité mais avec une dégradation des performances
-  **Mauvaises Performances** : augmentation nette de la mortalité et dégradation importante des performances
-  **Très mauvaises Performances** : ne permet pas d'assurer dans des conditions fiables l'élevage des animaux.

La signification des pictogrammes utilisés dans la suite de ce document est la suivante :



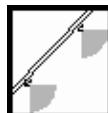
Aspersion à l'extérieur du bâtiment (au niveau des jupes par exemple)



Rampe de Pulvérisation Moyenne Pression



Couronne de brumisation



Rampe de brumisation



Filtre humide (pad cooling)



Extracteur en long pan équipé de ses volets

térieur (brasseurs) ou sur les parois du bâtiment (extracteurs). Un choix doit-être fait sur le dispositif à mettre en place :

Des ventilateurs chargés d'extraire l'air vicié du bâtiment ou de pulser l'air neuf dans le bâtiment. Ces appareils offrent le double service de créer des vitesses d'air et de renouveler l'ambiance du bâtiment quand ce dernier est bien étanche. Ils sont indispensables au fonctionnement des filtres humides ou quand le renouvellement d'air du bâtiment est trop faible.

Des brasseurs d'air qui ont pour rôle de créer des vitesses d'air et de brasser l'air dans la salle d'élevage pour homogénéiser les températures, améliorer les échanges de chaleur des animaux, sécher la litière et accélérer l'évaporation des gouttelettes d'eau.

Dans le cas des bâtiments statiques, le refroidissement évaporatif est théoriquement moins efficace sur le renouvellement d'air quand l'air est humide (par exemple 30 °C et 60 % HR comparé à 40 °C et 25 % HR). Théoriquement, car on dimensionne les ouvrants pour la situation "sans vent". En réalité, on constate que dans des conditions d'enthalpie identiques, le vent est plus élevé lorsque l'air est plus humide, l'écart de température entre l'in-

térieur et l'extérieur est donc moins essentiel puisque le vent va participer au renouvellement d'air. Par conséquent il est préférable de dimensionner les ouvrants sur la situation d'enthalpie maximum avec un air chaud et sec.

Le tableau 18 illustre les caractéristiques dimensionnelles de quelques situations. Il montre en particulier qu'a chargement égal un grand nombre de petits animaux demande plus de renouvellement d'air et de refroidissement qu'un petit nombre de gros animaux. Il montre aussi que le refroidissement évaporatif requiert des ouvertures suffisantes dans le cas des bâtiments statiques (de l'ordre de 1 m en bâtiment à lanterneau ; 1,8 m en bâtiment à ventilation transversale) pour pouvoir évacuer la vapeur d'eau produite par les animaux et par le refroidissement. En conséquence, si ce type d'investissement est envisagé dans le cas d'un poulailler de type label, il est préférable que la pulvérisation s'effectue pour partie à l'extérieur du bâtiment, du côté ombragé. On constate également que le refroidissement favorise le renouvellement d'air des bâtiments statiques et que le dimensionnement des ouvrants est élevé dans la situation d'un air chaud et humide 30 °C et 60 % d'hygrométrie.



photo GDS 22

Il existe plusieurs modèles de brasseurs. Ils n'ont pas tous la même efficacité. Ce modèle fourni des vitesses à son aplomb mais elles se réduisent très rapidement

La notation utilisée dans le tableau 18 est la suivante :

- **Lo** = bâtiment statique à ventilation transversale (type "Louisiane") (bâtiment 12 m largeur ; nous considérons qu'au-delà de la nécessité d'une ouverture de 2 m de rideau sur chaque côté, il est préférable d'installer des extracteurs). Ce cas de figure est largement au-dessus des caractéristiques des ouvertures des bâtiments de ce type rencontrés actuellement sur le terrain (1 m à 1,20 m) ; hauteur d'ouverture du rideau en mètres ;
- **La** = bâtiment statique à lanterneau et faible pente de toiture (bâtiment de 12 m de largeur ; nous considérons que

Tableau 17 - Quelques éléments de réflexion entre extraction et brassage

Type d'appareils	Vitesses d'air	Renouvellement de l'air intérieur	Avantages	Inconvénients
Extracteurs	Oui	Oui	• Permet l'utilisation de tous les systèmes de refroidissement • Augmente le renouvellement d'air des bâtiments statiques (cas des ouvrants trop étroits) • Les vitesses d'air obtenues sont homogènes sous réserve d'un bon réglage	• Mise en place définitive (à quelques exceptions près). • En cas de coupure d'électricité la ventilation est inopérante • Obligations réglementaires (ICPE, Code de l'urbanisme, amiante,...) • Vitesses d'air faibles en cas d'étanchéité faible
Brasseurs	Oui	Non (*)	• Possibilité d'installation "amovible" • Plus grande sécurité par rapport à une coupure d'électricité • Vitesses d'air obtenues sont supérieures au niveau des brasseurs	• Ne permet pas d'augmenter le renouvellement d'air(*) • Les vitesses d'air intérieures sont plus hétérogènes • Crée des obstacles dans le volume intérieur du bâtiment

(*) excepté dans certaines configurations spécifiques

ATTENTION, quelle que soit l'option retenue, s'il s'agit d'un système de secours pour la période estivale, il est fortement déconseillé d'utiliser celui-ci en dehors de la saison chaude. L'utilisation de ces appareils permet de réduire la température effectivement vécue par les animaux en augmentant les vitesses d'air. Leur emploi avec un air trop frais aurait des conséquences néfastes sur le confort des volailles et donc sur les résultats du lot.

s'il est nécessaire de disposer d'un passage d'air libre supérieur à 1 m au lanterneau et l'équivalent sur les 2 trappes, il est préférable d'installer des extracteurs) : largeur de passage d'air au lanterneau en mètres ;

• **Dy** = bâtiment dynamique : débit d'air (m³/h).

Avec vitesses d'air supérieures à 0,8 m/s et refroidissement (< 30 °C ; 70 %) signifie que nous sommes dans le cas d'une configuration capable de générer des vitesses d'air, disposant d'un dispositif de refroidissement et qu'il est possible d'obtenir des conditions intérieures inférieures à 30 °C et à 70 % d'hygrométrie.

Dy (145 000 m³/h ; 150 l/h) on se situe ici dans le cas d'un dynamique et dans

une situation où la ventilation doit débiter au moins 145 000 m³/h et le système de refroidissement évaporer au moins 150 l/h d'eau.

3.1.1. UTILISATION DE BRASSEURS D'AIR

Ces derniers génèrent des vitesses d'air qui sont plus ou moins homogènes en fonction du nombre, du type et de la disposition des appareils. La difficulté avec les brasseurs d'air est d'obtenir un balayage de la totalité de la zone de vie des animaux; l'existence de zones sous-ventilées est fréquente. Les brasseurs peuvent améliorer le renouvellement d'air lorsqu'ils créent un mouvement d'air sortant du bâtiment. Il existe plusieurs types de brasseurs d'air : horizontaux, verticaux, à balayage,... Avant tout équipement avec ces appareils, il est conseillé de s'assu-

rer auprès du fabricant ou d'un technicien, des possibilités d'obtention d'un renouvellement d'air suffisant et de vitesses d'air minimales dans la zone de vie des animaux.

Le choix du type d'appareil en fonction de la configuration du bâtiment déterminera l'efficacité du brassage et donc de l'amélioration du confort thermique des animaux.

L'efficacité de ces équipements va dépendre du nombre d'appareils mais aussi de la puissance de chacun d'eux, du caractère oscillant et de leur répartition dans le bâtiment. Il est souhaitable d'obtenir du fournisseur les distances d'installation entre les brasseurs pour obtenir des vitesses d'air suffisantes et homogènes.

Tableau 18 - Quelques indications de renouvellement d'air, de surface d'ouvrants et de débit d'eau de refroidissement en fonction du chargement et du climat pour un bâtiment de 1000 m²

Climat extérieur		Température Hygrométrie Enthalpie	30 °C 40 % 57 kJ / kg d'air sec	30 °C 60 % 71 kJ / kg d'air sec	35 °C 30 % 62 kJ / kg d'air sec	40 °C 25 % 70 kJ / kg d'air sec
20 kg/m ² poulets (18x1,12 kg)	Sans brassage (< 31 °C ; 42 % HR)	Lo {extracteurs} La {extracteurs} Dy {450 000 m ³ /h}	—	—	—	—
	Avec vitesses d'air (*) (< 32 °C ; 60 % HR)	Lo {extracteurs} La {extracteurs} Dy {200 000 m ³ /h}	Lo {extracteurs} La {extracteurs} Dy {200 000 m ³ /h}	—	—	—
	Avec vitesses d'air (*) et refroidissement (< 30 °C ; 70 % HR)	Lo {1,50 m ; 240 l/h} La {0,9 m ; 220 l/h} Dy {55 000 m ³ /h ; 220 l/h}	Lo {extracteurs} La {extracteurs} Dy {156 000 m ³ /h ; 40 l/h}	Lo {1,32 m ; 420 l/h} La {0,79 m ; 400 l/h} Dy {70 000 m ³ /h ; 390 l/h}	Lo {1,65 m ; 1010 l/h} La {0,94 m ; 850 l/h} Dy {142 000 m ³ /h ; 900 l/h}	
35 kg/m ² poulets (18x1,93 kg)	Sans brassage (< 31 °C ; 42 % HR)	Lo {extracteurs} La {extracteurs} Dy {481 000 m ³ /h}	—	—	—	—
	Avec vitesses d'air (*) (< 32 °C ; 60 % HR)	Lo {extracteurs} La {extracteurs} Dy {205 000 m ³ /h}	Lo {extracteurs} La {extracteurs} Dy {205 000 m ³ /h}	—	—	—
	Avec vitesses d'air (*) et refroidissement (< 30 °C ; 70 % HR)	Lo {1,76 m ; 260 l/h} La {1,19 m ; 240 l/h} Dy {65 000 m ³ /h ; 240 l/h}	Lo {extracteurs} La {extracteurs} Dy {205 000 m ³ /h ; 280 l/h}	Lo {1,54 m ; 520 l/h} La {0,98 m ; 490 l/h} Dy {85 000 m ³ /h ; 430 l/h}	Lo {1,84 m ; 1150 l/h} La {extracteurs} Dy {173 000 m ³ /h ; 1060 l/h}	
50 kg/m ² dindons (4,2 x 11,9 kg)	Sans brassage (< 31 °C ; 42 % HR)	Lo {extracteurs} La {extracteurs} Dy {270 000 m ³ /h}	—	—	—	—
	Avec vitesses d'air (*) (< 32 °C ; 60 % HR)	Lo {2,04 m} La {extracteurs} Dy {110 000 m ³ /h}	Lo {extracteurs} La {extracteurs} Dy {265 000 m ³ /h}	—	—	—
	Avec vitesses d'air (*) et refroidissement (< 30 °C ; 70 % HR)	Lo {1,58 m ; 170 l/h} La {0,84 m ; 150 l/h} Dy {45 000 m ³ /h ; 150 l/h}	Lo {extracteurs} La {extracteurs} Dy {145 000 m ³ /h ; 150 l/h}	Lo {1,22 m ; 320 l/h} La {0,69 m ; 320 l/h} Dy {60 000 m ³ /h ; 300 l/h}	Lo {1,43 m ; 760 l/h} La {0,97 m ; 830 l/h} Dy {140 000 m ³ /h ; 800 l/h}	
80 kg/m ² pondeuses (44 x 1,8 kg)	Sans brassage (< 31 °C ; 42 % HR)	Lo {extracteurs} La {extracteurs} Dy {731 000 m ³ /h}	—	—	—	—
	Avec vitesses d'air (*) (< 32 °C ; 60 % HR)	Lo {extracteurs} La {extracteurs} Dy {228 000 m ³ /h}	—	—	—	—
	Avec vitesses d'air (*) et refroidissement (< 30 °C ; 70 % HR)	Lo {extracteurs} La {extracteurs} Dy {161 000 m ³ /h ; 430 l/h}	Lo {extracteurs} La {extracteurs} Dy {537 000 m ³ /h ; 430 l/h}	Lo {extracteurs} La {extracteurs} Dy {209 000 m ³ /h ; 900 l/h}	Lo {extracteurs} La {extracteurs} Dy {457 000 m ³ /h ; 2 590 l/h}	

Débit d'air et débit d'eau de refroidissement (effectivement évaporée).

(*) vitesses d'air supérieures à 0,8 m/s

Voici à titre d'exemple cinq configurations avec utilisation de brasseurs d'air parmi les plus utilisées selon les types de bâtiments et de production.

ATTENTION, l'utilisation de brasseurs par fortes chaleurs permet de créer des vitesses d'air hétérogènes, élevées au voisinage des brasseurs qui permettent de ramener la température effectivement vécue par les volailles à des niveaux plus proches de leurs besoins. De plus, l'entretien des vitesses d'air favorise l'évacuation des gaz produits par la litière. Cependant, **en période froide ou (et) en démarrage de lot**, les conséquences sur les animaux peuvent être catastrophiques. C'est pourquoi, il convient de la réserver uniquement pour la période chaude, sauf si la configuration a été aussi prévue pour l'utilisation hors de ce contexte, c'est à dire en permettant d'obtenir des vitesses d'air faibles adaptées aux débuts de lots ($< 0,3 \text{ m/s}$).

Prix Européen du Bien Être animal

MISTRAL



**Ambiance locale
et environnement
meilleurs
Animaux plus calmes**

Sans
phosphore

Dindes, canards, poulets, repro, label

Mistralisez vos élevages

- jusqu'à 30% d'économie de litière
- jusqu'à 40% de réduction d'ammoniac
- réduction des pertes (saisies, mortalité, problèmes de pattes...)
- meilleures performances

AGREE ECOCERT

N° Vert 0 800 16 60 40

BRASSEURS VERTICAUX "EN BOUCLE"

■ Figure 15 - Bâtiment "statique" équipé de brasseurs "en boucle"

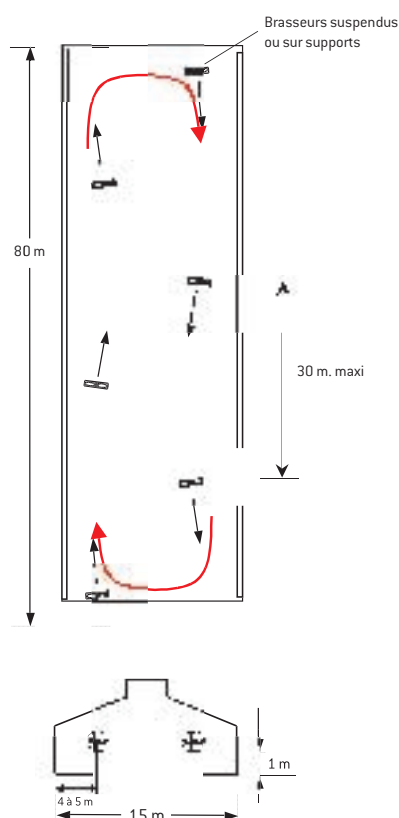
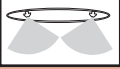
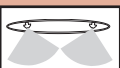


Tableau 19 - Caractéristiques de la configuration "brasseurs en boucle"

Configuration initiale	Bâtiment statique à extraction haute (lanterneau) ou ventilation transversale (type "Louisiane") de 1200 m ² . Ce type de configuration est transposable au cas des productions de volailles de chair avec parcours.		
Adaptation	6 brasseurs verticaux de 40 000 m ³ /h		
Portes et portails	Fermés ou ouverts (à partir de 30 °C) selon renouvellement d'air obtenu dans le bâtiment		
Trappes et lanterneau ou rideaux	Conserver le fonctionnement habituel de la ventilation		
Renouvellement	Il doit être assuré par les organes habituels : lanterneau, trappes d'entrées ; rideaux ; le cas échéant additionnés des portes et portails si nécessaire		
Vitesses d'air	Elles sont obtenues à l'aide des brasseurs, vérifiez bien que la surface d'élevage bénéficie d'une vitesse d'air moyenne de l'ordre de 1 m/s avec un minimum de 0,8 m/s en tous points.		
Refroidissement		Possible sous réserve d'un renouvellement d'air minimum	
Coût indicatif de l'équipement (*)	Brasseurs	6 x 600 €	3 600 €
		4 € / m ² (Groupe haute pression, couronnes, ...)	4 800 €

(*) Coût indicatif en € HT pour un bâtiment de 1200 m²

BRASSEURS VERTICAUX "EN LIGNE"

■ Figure 16 - Bâtiment "statique" équipé de brasseurs "en ligne"

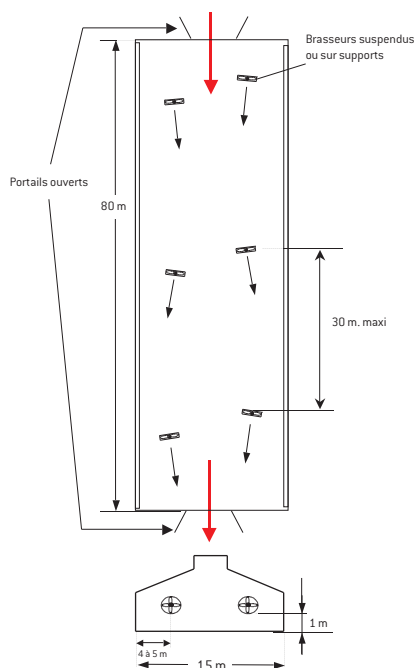
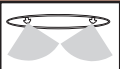


Tableau 20 - Caractéristiques de la configuration "brasseurs en ligne"

Configuration initiale	Bâtiment statique à extraction haute (lanterneau) ou ventilation transversale (type "Louisiane") de 1200 m ² (nécessite de disposer d'un portail à chaque extrémité)		
Adaptation	6 brasseurs verticaux de 40 000 m ³ /h		
Portails	Ouverts		
Trappes et lanterneau ou rideaux	Conserver le fonctionnement habituel de la ventilation		
Renouvellement	Il doit être assuré par les organes habituels : lanterneau, trappes d'entrées ; rideaux ; les brasseurs accroissent le renouvellement d'air du fait de l'ouverture des portails		
Vitesses d'air	Elles sont obtenues à l'aide des brasseurs, vérifiez bien que la surface d'élevage bénéficie d'une vitesse d'air moyenne de l'ordre de 1 m/s avec un minimum de 0,8 m/s en tous points.		
Refroidissement		Possible sous réserve d'un renouvellement d'air minimum	
Coût indicatif de l'équipement (*)	Brasseurs	6 x 600 €	3 600 €
		4 € / m ² (Groupe haute pression, couronnes, ...)	4 800 €

(*) Coût indicatif en € HT pour un bâtiment de 1200 m²

Attention, en cas d'ouverture des portails sur les bâtiments statiques, les animaux doivent s'habituer. Prévoir la mise en place d'un cloisonnement du bâtiment pour éviter les regroupements (cloisons perméables à l'air)

Tableau 21 - Niveau de performances du bâtiment “avec brasseurs en ligne” ou “en boucle” en production de poulet standard en fonction du climat et du niveau d'équipement(*)

Climat extérieur	Température	30 °C	30 °C	35 °C	40 °C
	Hygrométrie	40 %	60 %	30 %	25 %
Enthalpie extérieure correspondante		57 kJ/ kg d'air sec	71 kJ/ kg d'air sec	62 kJ/ kg d'air sec	70 kJ/ kg d'air sec
Sans brassage		Mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises
Avec brassage et sans refroidissement		Moyennes	Très mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises
Avec brassage et  si renouvellement d'air suffisant		Très bonnes	Mauvaises	Moyennes	Très mauvaises

(*) Sous réserve d'une bonne gestion de l'élevage, du bâtiment et d'une absence de défauts majeurs sur le bâtiment

Tableau 22 - Niveau de performances du bâtiment “avec brasseurs en ligne” ou “en boucle” en production de dindes en fonction du climat et du niveau d'équipement(*)

Climat extérieur	Température	30 °C	30 °C	35 °C	40 °C
	Hygrométrie	40 %	60 %	30 %	25 %
Enthalpie extérieure correspondante		57 kJ/ kg d'air sec	71 kJ/ kg d'air sec	62 kJ/ kg d'air sec	70 kJ/ kg d'air sec
Sans brassage		Moyennes	Très mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises
Avec brassage et sans refroidissement		Moyennes	Mauvaises	Moyenne	Très mauvaises
Avec brassage et  si renouvellement d'air suffisant		Très bonnes	Moyennes	Moyennes	Mauvaises

(*) Sous réserve d'une bonne gestion de l'élevage, du bâtiment et d'une absence de défauts majeurs sur le bâtiment

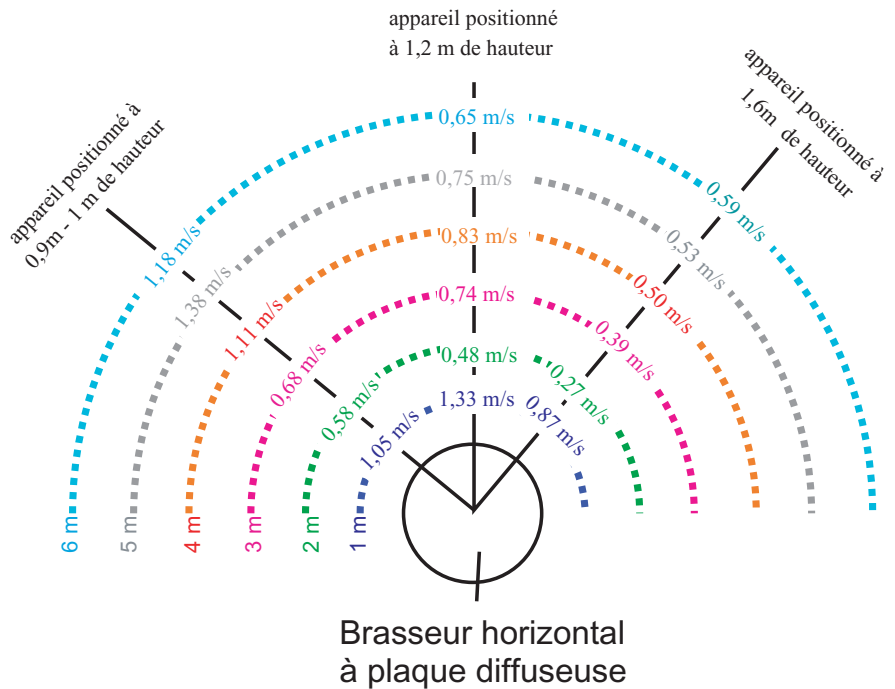


L'ouverture des portails en bâtiments statiques permet souvent d'améliorer le renouvellement, mais nécessite quelques précautions



Brasseur vertical oscillant, ici équipé d'une couronne de brumisation

■ Figure 17 - Valeur des vitesses d'air dans la zone de vie des animaux à différentes distances du brasseur en fonction de sa hauteur



BRASSEURS VERTICAUX OSCILLANTS

■ Figure 18 - Bâtiment statique à ventilation transversale - mise en place de brasseurs verticaux oscillants

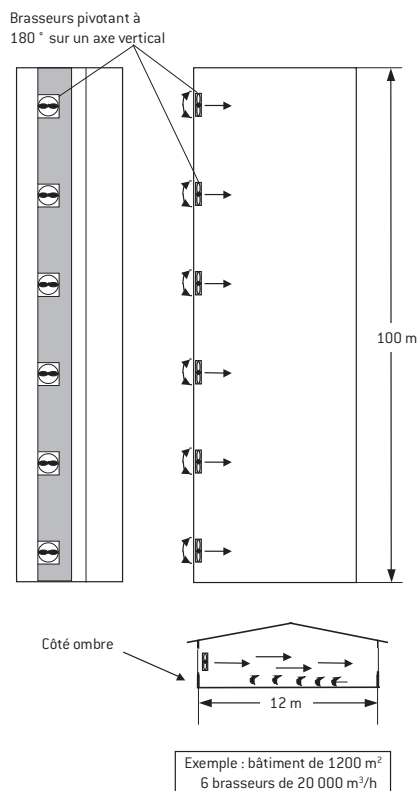
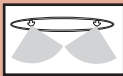
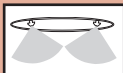


Tableau 23 - Caractéristiques de la configuration "brasseurs verticaux oscillants"

Configuration initiale	Bâtiment statique à ventilation transversale (type “Louisiane”) de 1200 m²		
Adaptation	6 brasseurs verticaux oscillants de 20 000 m³/h		
Portes et portails	Fermés ou ouverts (à partir de 30 °C de T° intérieure et en fonction du renouvellement d’air obtenu dans le bâtiment).		
Rideaux	Conserver le fonctionnement habituel de la ventilation. Les rideaux doivent-être ouverts au maximum pendant les pics de chaleur.		
Renouvellement	Il doit être assuré par les ouvertures ; le cas échéant additionnés des portes et portails si nécessaire. Les brasseurs positionnés près des entrées d’air vont participer au renouvellement.		
Vitesses d’air	Elles sont obtenues à l’aide des brasseurs, vérifiez bien que la surface d’élevage bénéficie d’une vitesse d’air moyenne de l’ordre de 1 m/s avec un minimum de 0,8 m/s en tous points. Le réglage de l’angle de rotation des brasseurs sera effectué de façon à ce que toute la zone d’élevage soit balayée.		
Refroidissement		Possible, assurez-vous de disposer en permanence d’un renouvellement d’air minimum	
Coût indicatif de l’équipement (*)	Brasseurs	6 x 1 000 €	6 000 €
		4 € / m² (Groupe haute pression, couronnes, ...)	4 800 €

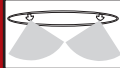
(*) Coût indicatif en € HT pour un bâtiment de 1200 m²

Tableau 24 - Niveau de performance du bâtiment en fonction du climat extérieur et du niveau d'équipement en production de poulets (*)

Climat extérieur	Température	30 °C	30 °C	35 °C	40 °C
	Hygrométrie	40 %	60 %	30 %	25 %
Enthalpie extérieure correspondante		57 kJ/ kg d'air sec	71 kJ/ kg d'air sec	62 kJ/ kg d'air sec	70 kJ/ kg d'air sec
Sans brassage		Mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises
Avec brassage et sans refroidissement		Moyennes	Très mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises
Avec brassage et 		Très bonnes	Moyennes	Moyennes	Très mauvaises
si renouvellement d'air suffisant					

(*) Sous réserve d'une bonne gestion de l'élevage, du bâtiment et d'une absence de défauts majeurs sur le bâtiment

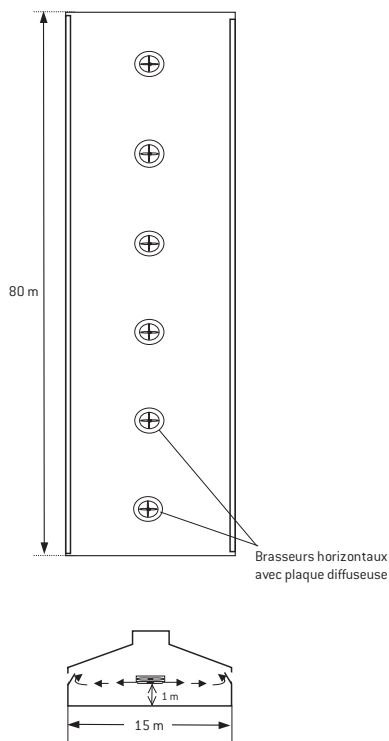
Tableau 25 - Niveau de performance du bâtiment en fonction du climat extérieur et du niveau d'équipement en production de dindes (*)

Climat extérieur	Température	30 °C	30 °C	35 °C	40 °C
	Hygrométrie	40 %	60 %	30 %	25 %
Enthalpie extérieure correspondante		57 kJ/ kg d'air sec	71 kJ/ kg d'air sec	62 kJ/ kg d'air sec	70 kJ/ kg d'air sec
Sans brassage		Mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises
Avec brassage et sans refroidissement		Moyennes	Mauvaises	Moyennes	Très mauvaises
Avec brassage et 		Très bonnes	Moyennes	Moyennes	Très mauvaises
si renouvellement d'air suffisant					

(*) Sous réserve d'une bonne gestion de l'élevage, du bâtiment et d'une absence de défauts majeurs sur le bâtiment

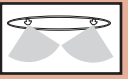
BRASSEURS HORIZONTAUX AVEC PLAQUE DIFFUSEUSE

■ Figure 19 - Bâtiment statique - mise en place de brasseurs horizontaux avec plaque diffuseuse



Exemple : bâtiment de 1200 m²
6 brasseurs de 20 000 m³/h

Tableau 26 - Caractéristiques de la configuration "brasseurs horizontaux avec plaque diffuseuse"

Configuration initiale	Bâtiment statique à extraction haute (lanterneau) ou ventilation transversale (type "Louisiane") de 1200 m ²		
Adaptation	6 brasseurs horizontaux de 20 000 m ³ /h avec plaque diffuseuse.		
Portes et portails	Fermés ou ouverts (à partir de 30 °C de T° intérieure et en fonction du renouvellement d'air obtenu dans le bâtiment)		
Trappes et lanterneau ou rideaux	Conserver le fonctionnement habituel de la ventilation.		
Renouvellement	Il doit être assuré par les organes habituels : lanterneau, trappes d'entrées ; rideaux ; le cas échéant additionnés des portes et portails si nécessaire		
Vitesses d'air	Elles sont obtenues à l'aide des brasseurs, vérifiez bien que la surface d'élevage bénéficie d'une vitesse d'air moyenne de l'ordre de 1 m/s avec un minimum de 0,8 m/s en tous points.		
Refroidissement	 ou  ou  Possible sous réserve d'un renouvellement d'air minimum		
Coût indicatif de l'équipement (*)	Brasseurs	6 x 700 €	4 200 €
		2,5 € / m ²	3 000 €
		4 € / m ² (Groupe haute pression, couronnes, ...)	4 800 €
		6 € / m ²	7 200 €

(*) Coût indicatif en € HT pour un bâtiment de 1200 m²



Le brasseur horizontal avec plaque diffuseuse peut lui aussi être équipé d'une couronne de brumisation

Tableau 27 - Niveau de performance du bâtiment en fonction du climat extérieur et du niveau d'équipement en production de poulets (*)

Climat extérieur	Température	30 °C	30 °C	35 °C	40 °C
	Hygrométrie	40 %	60 %	30 %	25 %
Enthalpie extérieure correspondante		57 kJ/ kg d'air sec	71 kJ/ kg d'air sec	62 kJ/ kg d'air sec	70 kJ/ kg d'air sec
Sans brassage		Mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises
Avec brassage et sans refroidissement		Moyennes	Très mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises
Avec brassage et si renouvellement d'air suffisant 		Bonnes	Très mauvaises	Moyennes	Très mauvaises
Avec brassage et si renouvellement d'air suffisant 		Très bonnes	Mauvaises	Moyennes	Très mauvaises
Avec brassage et si renouvellement d'air suffisant 		Très bonnes	Mauvaises	Moyennes	Très mauvaises

(*) Sous réserve d'une bonne gestion de l'élevage, du bâtiment et d'une absence de défauts majeurs sur le bâtiment

Tableau 28 - Niveau de performance du bâtiment en fonction du climat extérieur et du niveau d'équipement en production de dindes (*)

Climat extérieur	Température	30 °C	30 °C	35 °C	40 °C
	Hygrométrie	40 %	60 %	30 %	25 %
Enthalpie extérieure correspondante		57 kJ/ kg d'air sec	71 kJ/ kg d'air sec	62 kJ/ kg d'air sec	70 kJ/ kg d'air sec
Sans brassage		Moyennes	Très mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises
Avec brassage et sans refroidissement		Moyennes	Mauvaises	Moyennes	Très mauvaises
Avec brassage et si renouvellement d'air suffisant		Bonnes	Mauvaises	Moyennes	Très mauvaises
Avec brassage et si renouvellement d'air suffisant		Très bonnes	Moyennes	Moyennes	Mauvaises
Avec brassage et si renouvellement d'air suffisant		Très bonnes	Moyennes	Moyennes	Mauvaises

(*) Sous réserve d'une bonne gestion de l'élevage, du bâtiment et d'une absence de défauts majeurs sur le bâtiment

BRASSEURS VERTICAUX - EXEMPLE EN POULES REPRODUCTRICES AVEC PONDOIRS À RAMASSAGE MANUEL

■ Figure 20 - Bâtiment "statique" équipé de brasseurs

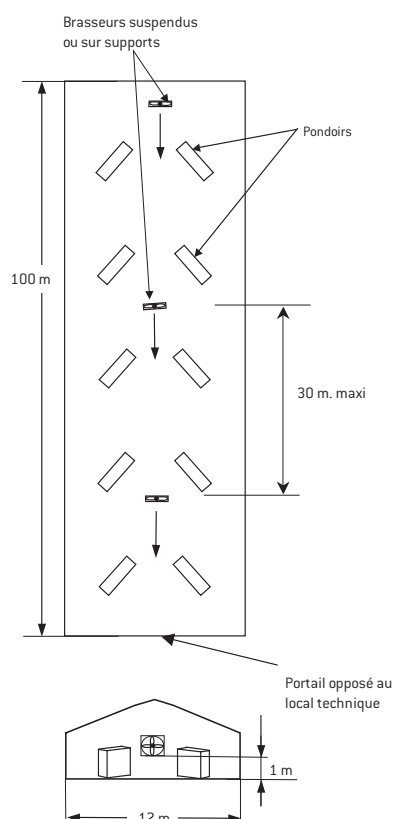
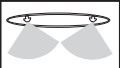
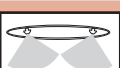


Tableau 29 - Caractéristiques de la configuration "brasseurs verticaux oscillants"

Configuration initiale	Bâtiment statique à extraction haute (lanterneau) ou ventilation transversale (type "Louisiane") de 1200 m ²		
Adaptation	3 brasseurs verticaux de 40 000 m ³ /h		
Portes et portails	Fermés ou ouverts (à partir de 30 °C de température intérieure et en fonction du renouvellement d'air obtenu dans le bâtiment)		
Trappes et lanterneau ou rideaux	Conserver le fonctionnement habituel de la ventilation.		
Renouvellement	Il doit être assuré par les organes habituels : lanterneau, trappes d'entrées ; rideaux ; le cas échéant additionnés des portes et portails si nécessaire		
Vitesses d'air	Elles sont obtenues à l'aide des brasseurs, vérifiez bien que les animaux puissent bénéficier d'une vitesse d'air moyenne de l'ordre de 1 m/s. Compte tenu des chargements beaucoup plus faibles en volailles reproductrices qu'en production de chair, la production de chaleur interne sera beaucoup plus faible et les animaux seront moins tassés ce qui facilitera leur ventilation. Par contre, les pondeurs seront des obstacles supplémentaires à la bonne diffusion de l'air sur les animaux. L'utilisation de brasseurs verticaux oscillants devrait encore améliorer la circulation de l'air.		
Refroidissement		Possible sous réserve d'un renouvellement d'air minimum	
Coût indicatif de l'équipement (*)	Brasseurs	3 x 600 €	1 800 €
		3 € / m ²	3 600 €

(*) Coût indicatif en € HT pour un bâtiment de 1200 m²

Tableau 29 - Niveau de performance du bâtiment en poules reproductrices (*)

Climat extérieur	Température	30 °C	30 °C	35 °C	40 °C
	Hygrométrie	40 %	60 %	30 %	25 %
Enthalpie extérieure correspondante		57 kJ/ kg d'air sec	71 kJ/ kg d'air sec	62 kJ/ kg d'air sec	70 kJ/ kg d'air sec
Sans brassage		Moyennes	Très mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises
Avec brassage et sans refroidissement		Bonnes	Moyennes	Mauvaises	Très mauvaises
Avec brassage et  si renouvellement d'air suffisant		Très bonnes	Moyennes	Moyennes	Mauvaises

(*) Sous réserve d'une bonne gestion de l'élevage, du bâtiment et d'une absence de défauts majeurs sur le bâtiment

3.1.2. UTILISATION D'EXTRACTEURS

Voici quelques-unes des installations avec extracteurs qui peuvent être proposées comme solution dans le cas de bâtiments statiques. Attention, dès lors que l'on utilise des ventilateurs pour assurer le renouvellement d'air, le bâtiment disposera des mêmes contraintes que les bâtiments dynamiques (dépendance énergétique, réglementation, ...) et il faudra donc le considérer comme tel.

ATTENTION, si l'utilisation d'extracteurs est retenue pour prévenir le coup de chaleur, il est nécessaire d'habituer les animaux à leur fonctionnement. Il ne faudra pas attendre "le coup de chaud" pour mettre en route les extracteurs, ce qui risque de provoquer un stress et un mouvement de panique chez les volailles. Au contraire, on commencera à habituer les animaux aux bruits générés par les ventilateurs à partir de 20 à 25 jours. Lors de ces séances d'habituation, on veillera à ne pas provoquer de vitesses d'air trop importantes si les animaux sont jeunes ou (et) la température extérieure insuffisante.

Mise en place d'extracteurs ou turbines en pignon

Elles peuvent être disposées en pignon, voire fixées dans un cadre à la place du portail, le fonctionnement du bâtiment s'effectue alors par ventilation longitudinale en admettant l'air par les ouvrants (trappes ou rideaux) sur 1/3 à 1/2 de la longueur du bâtiment côté opposé aux extracteurs. Concrètement, il s'agit de la première portion d'ouvrant régulée.

La mise en route et l'arrêt des turbines peuvent être effectués manuellement en fonction du niveau des températures à l'intérieur du bâtiment. Ce type d'équipement peut être utilisé pour des bâtiments statiques avec extraction par lanterneau ou pour des bâtiments statiques avec ventilation transversale (type "Louisiane"). Il est nécessaire d'obtenir une relativement bonne étanchéité sur le reste des ouvrants (trappes, lanterneau, rideau,...). De cette étanchéité dépendra la vitesse d'air obtenue dans la zone de vie des animaux. Dans cette configuration c'est la section du bâtiment et la vitesse d'air à obtenir qui guide le choix de la capacité d'extraction à instal-

ler et non le poids d'animaux présents dans le bâtiment.

ATTENTION, l'utilisation de cette configuration par fortes chaleurs permet de privilégier les vitesses d'air et par conséquent de ramener la température effectivement vécue par les volailles à des niveaux plus proches de leurs besoins. De plus, l'entretien des vitesses d'air favorise l'évacuation des gaz produits par la litière. Cependant, **en période froide ou (et) en démarrage de lot**, les conséquences sur les animaux peuvent être catastrophiques. C'est pourquoi, il convient de la réserver uniquement pour la période chaude, sauf si la configuration a été aussi prévue pour l'utilisation hors de ce contexte. C'est à dire avec notamment un étagement des débits des ventilateurs adapté aux démarrages et une régulation qui permette de gérer les petits et les gros débits aussi bien aux entrées d'air qu'au niveau des ventilateurs.



La ventilation longitudinale offre l'avantage de créer des vitesses d'air relativement homogènes et un renouvellement de l'air



La "dynamisation" d'un bâtiment nécessite une réflexion préalable

MISE EN PLACE D'EXTRACTEURS EN PIGNON

■ Figure 21 - Bâtiment statique

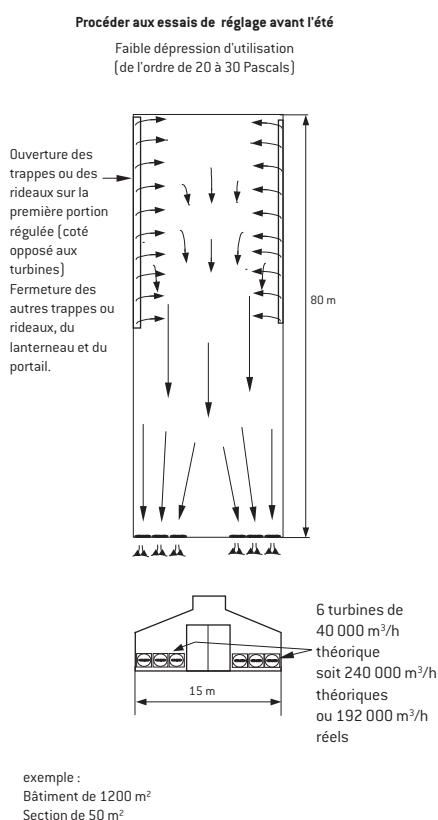
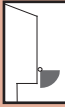
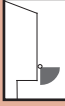
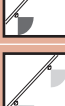


Tableau 30 - Caractéristiques de la configuration "ventilation tunnel" en volailles de chair

Configuration initiale	Bâtiment statique à extraction haute (lanterneau) ou ventilation transversale (type "Louisiane") de 1200 m ²		
Adaptation	6 extracteurs de 40 000 m ³ /h (débit théorique) en pignon.		
Portes et portails	Fermés (excepté si l'entrée d'air se fait par le portail opposé aux ventilateurs)		
Trappes et lanterneau ou rideaux	Ouverture des trappes ou des rideaux sur 1/3 ou la 1/2 de la longueur sur les cotés opposés aux ventilateurs (excepté si l'entrée d'air se fait par le portail opposé aux ventilateurs)		
Renouvellement	Le renouvellement d'air est assuré par les extracteurs. En cas d'utilisation d'un dispositif de refroidissement, il conviendra d'adapter le niveau de renouvellement et les vitesses d'air aux exigences des animaux et aux conditions climatiques.		
Vitesses d'air	Elles sont obtenues à l'aide des extracteurs, vérifiez bien qu'au moment des pics de chaleur la surface d'élevage puisse bénéficier d'une vitesse d'air moyenne de l'ordre de 1 m/s (voire plus) avec un minimum de 0,8 m/s en tous points. Ces vitesses d'air devront être modulées en fonction du stade physiologique de l'animal et des conditions de température. S'assurer d'obtenir des vitesses d'air suffisantes sous les trappes et au niveau du pignon opposé aux extracteurs.		
Refroidissement	 ou  ou  ou 		
Coût indicatif de l'équipement (*)	 Extracteurs	6 x 800 €	4 800 €
		2 € / m ²	2 400 €
		2,5 € / m ² (Groupe haute pression, couronnes, ...)	4 800 €
		6 € / m ²	7 200 €
		6 € / m ²	7 200 €

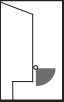
(*) Coût indicatif en € HT pour un bâtiment de 1200 m²

Tableau 31 - Niveau de performance du bâtiment en fonction du climat extérieur et du niveau d'équipement en production de poulets (*)

Climat extérieur	Température	30 °C	30 °C	35 °C	40 °C
	Hygrométrie	40 %	60 %	30 %	25 %
Enthalpie extérieure correspondante		57 kJ/ kg d'air sec	71 kJ/ kg d'air sec	62 kJ/ kg d'air sec	70 kJ/ kg d'air sec
Avec brassage et sans refroidissement		Moyennes	Très mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises
		Bonnes	Mauvaises	Mauvaises	Très mauvaises
		Bonnes	Moyennes	Moyennes	Très mauvaises
		Bonnes	Bonnes	Moyennes	Moyennes
		Très bonnes	Bonnes	Bonnes	Moyennes

(*) Sous réserve d'une bonne gestion de l'élevage, du bâtiment et d'une absence de défauts majeurs sur le bâtiment

Tableau 32 - Niveau de performance du bâtiment en fonction du climat extérieur et du niveau d'équipement en production de dindes (*)

Climat extérieur	Température	30 °C	30 °C	35 °C	40 °C
	Hygrométrie	40 %	60 %	30 %	25 %
Enthalpie extérieure correspondante		57 kJ/ kg d'air sec	71 kJ/ kg d'air sec	62 kJ/ kg d'air sec	70 kJ/ kg d'air sec
Avec brassage et sans refroidissement		Bonnes	Mauvaises	Mauvaises	Très mauvaises
		Bonnes	Moyennes	Moyennes	Moyennes
		Très bonnes	Moyennes	Bonnes	Moyennes
		Très bonnes	Bonnes	Bonnes	Moyennes
		Très bonnes	Bonnes	Bonnes	Moyennes

(*) Sous réserve d'une bonne gestion de l'élevage, du bâtiment et d'une absence de défauts majeurs sur le bâtiment

Mise en place d'extracteurs ou turbines en long pan

L'utilisation de cette technique entraîne dans la majorité des cas une pose définitive des extracteurs ou des turbines. Ceci nécessite de pouvoir obtenir une très bonne étanchéité au niveau des ventilateurs lorsqu'ils ne fonctionnent pas (notamment en période hivernale). Le choix du débit réel d'extraction à installer sera déterminé par la plus grande des deux valeurs entre un minimum de 160 m³/heure/m² ou un débit réel de

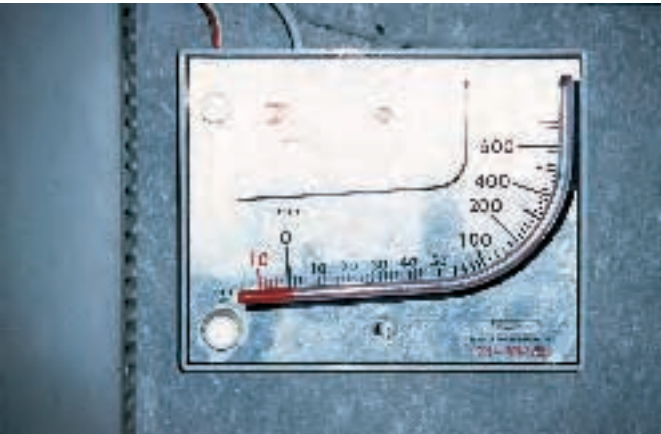
5 m³/h/kg de poids vif pour le chargement maximum prévu.

Par exemple un bâtiment de 1200 m² se verra doté d'une ventilation de 192 000 m³/h (160 x 1 200 m²) si le chargement maximum prévu est d'environ 30 kg/m². A l'inverse on installera un débit de ventilation de 210 000 m³/h pour un chargement de 35 kg/m² (35 x 5 x 1200 m²).

Dans cette configuration le réglage du bâtiment sera l'une des conditions du succès pour obtenir des vitesses d'air suffi-

santes en tout point au niveau des animaux.

Avec ce système, il est souhaitable de prélever l'air entrant du côté le plus frais (côté nord) il est ainsi possible de gagner les premiers degrés. Attention, il n'est pas toujours possible d'adapter des turbines de 40 000 m³/h sous les volets d'entrées d'air existants (bien vérifier les possibilités d'adaptation avant d'opter pour cette configuration).



Dans tous les cas, procéder aux essais de réglage avant l'été, ceci permettra de ne pas tâtonner au moment crucial



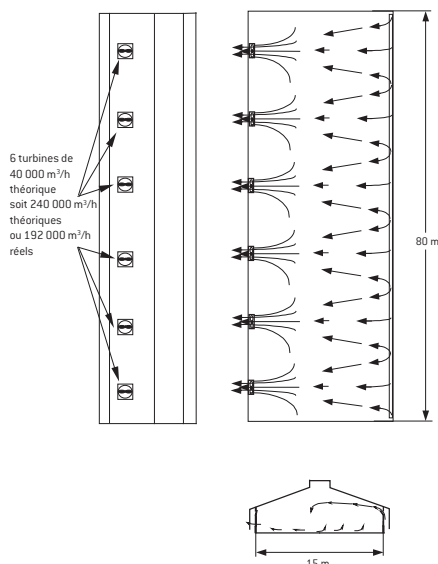
Bâtiments dynamiques à extraction haute : il arrive souvent que les cheminées soient mal dimensionnées et réduisent les débits de ventilation

MISE EN PLACE D'EXTRACTEURS OU TURBINES EN LONG PAN

■ Figure 22 - Bâtiment statique avec lanterneau - (cas de l'utilisation uniquement en périodes chaudes et en fin de lot).

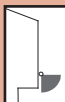
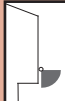
Procéder aux essais de réglage avant l'été.

Dépression d'utilisation en période chaude : de l'ordre de 20 à 30 pascals



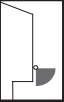
Exemple :
Bâtiment de 1200 m²
(ici base 160 m³/m²/h de débit réel)

Tableau 33 - Caractéristiques de la configuration "extraction monolatérale" en volailles de chair

Configuration initiale	Bâtiment statique à extraction haute (lanterneau) de 1200 m²			
Adaptation (ici calculs faits sur la base de 160 m³/h/m²)	Elle consiste au passage du bâtiment en extraction monolatérale. L'adaptation peut-être utilisée uniquement pour la gestion des fins de lots et notamment en été. Dans ce cas elle peut consister en la mise en place de 6 extracteurs de 40 000 m³/h (débit théorique) sur un long pan, l'utilisation d'une régulation permettant de commander les trappes et les ventilateurs est alors souhaitable (mais pas indispensable). Lorsqu'il est envisagé d'utiliser la nouvelle configuration en début de lots et en périodes froides, il conviendra d'adapter le nombre et l'étagement des débits des extracteurs en conséquence (par exemple : 4 x 40 000 m³/h + 3 x 20 000 m³/h + 2 x 10 000 m³/h). Dans le cadre d'une utilisation pour les démarrages et en périodes froides, la pose d'une régulation est indispensable. Dans tous les cas, la fermeture et l'étanchéité du lanterneau et de la rangée de trappes située sur le long pan où sont placées les turbines s'avèrent indispensables. Attention, le passage en dynamique extraction monolatérale nécessite une très bonne étanchéité du bâtiment (une étanchéité bonne à moyenne pourra être tolérée pour une utilisation pendant les seules périodes chaudes et les fins de lots).			
Renouvellement d'air	La plus forte valeur entre 160 m³/h/m² et 5 m³/h/kg de poids vif.			
Portes et portails	Fermés.			
Trappes	Ouverture des trappes sur le long pan opposé aux ventilateurs – Lanterneau fermé et étanche			
Renouvellement	Le renouvellement d'air est assuré par les extracteurs. En cas d'utilisation d'un dispositif de refroidissement, il conviendra d'adapter le niveau de renouvellement et les vitesses d'air aux exigences des animaux et aux conditions climatiques.			
Vitesses d'air	Elles sont obtenues à l'aide des extracteurs, vérifiez bien qu'au moment des pics de chaleur la surface d'élevage puisse bénéficier d'une vitesse d'air moyenne de l'ordre de 1 m/s (voire plus) avec un minimum de 0,7 à 0,8 m/s en tous points. Ces vitesses d'air devront être modulées en fonction du stade physiologique de l'animal et des conditions de température.			
Refroidissement	 ou  ou  ou 			
Coût indicatif de l'équipement (*)	Extracteurs	Si utilisation estivale et fins de lots	6 x 40 000 m³/h et volets anti-retour et volets d'étanchéité	4 200 €
		Si utilisation continue	2 x de 10 000 m³/h à 650 € 3 x de 10 000 m³/h à 750 € 4 x de 40 000 m³/h à 800 € (tous équipés de volet anti retour et volets)	6 750 €
		Régulation	2 € / m²	2 400 €
		2 € / m²		2 400 €
		2,5 € / m²		4 800 €
		6 € / m²	7 200 €	
	6 € / m²	7 200 €		

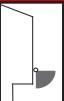
(*) Coût indicatif en € HT pour un bâtiment de 1200 m²

Tableau 33 - Niveau de performance du bâtiment en fonction du climat extérieur et du niveau d'équipement en production de poulets (*)

Climat extérieur	Température	30 °C	30 °C	35 °C	40 °C
	Hygrométrie	40 %	60 %	30 %	25 %
Enthalpie extérieure correspondante		57 kJ/ kg d'air sec	71 kJ/ kg d'air sec	62 kJ/ kg d'air sec	70 kJ/ kg d'air sec
Sans refroidissement		Moyennes	Très mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises
		Bonnes	Mauvaises	Mauvaises	Très mauvaises
		Bonnes	Moyennes	Moyennes	Très mauvaises
		Bonnes	Bonnes	Moyennes	Moyennes
		Très bonnes	Bonnes	Bonnes	Moyennes

(*) Sous réserve d'une bonne gestion de l'élevage, du bâtiment et d'une absence de défauts majeurs sur le bâtiment

Tableau 34 - Niveau de performance du bâtiment en fonction du climat extérieur et du niveau d'équipement en production de dindes (*)

Climat extérieur	Température	30 °C	30 °C	35 °C	40 °C
	Hygrométrie	40 %	60 %	30 %	25 %
Enthalpie extérieure correspondante		57 kJ/ kg d'air sec	71 kJ/ kg d'air sec	62 kJ/ kg d'air sec	70 kJ/ kg d'air sec
Sans refroidissement		Bonnes	Mauvaises	Mauvaises	Très mauvaises
		Bonnes	Moyennes	Moyennes	Moyennes
		Très bonnes	Moyennes	Bonnes	Moyennes
		Très bonnes	Bonnes	Bonnes	Moyennes
		Très bonnes	Bonnes	Bonnes	Moyennes

(*) Sous réserve d'une bonne gestion de l'élevage, du bâtiment et d'une absence de défauts majeurs sur le bâtiment

3.2. BÂTIMENTS DYNAMIQUES

Dans les bâtiments à ventilation dynamique, les problèmes rencontrés sont surtout des problèmes de sous-capacité de ventilation, cette sous-capacité est due à un mauvais dimensionnement de l'installation d'origine et (ou) à un vieillissement des matériels utilisés. Il est alors possible de compléter les équipements existants à l'aide de nouveaux ventilateurs. Il conviendra de s'assurer que les actions des ventilateurs ainsi rajoutés ne s'opposent pas. Après ces rajouts, il faudra veiller au bon réglage du bâtiment, celui-ci devra permettre d'obtenir les vitesses d'air souhaitées au niveau des animaux en tout point du bâtiment.

Pour déterminer les débits réels de ventilation à installer en bâtiments dynamiques, nous prendrons la plus forte valeur entre 160 m³/h/m² et 5 m³/h/kg de

poids vif appliqué au chargement maximum. Les débits maximum ne sont pas toujours utilisés, notamment lorsqu'un système de refroidissement est utilisé. Ces débits maxi représentent toutefois un gros intérêt aux moments où l'utilisation du refroidissement s'avère impossible (panne du système, temps chaud et très

humide, au moment des enlèvements,...). Pour refroidir l'air entrant de 40 °C et 25 % vers 30 °C et 70 % il faudra vaporiser de 1 à 1,8 kg eau/h/m² selon le chargement pour refroidir. Ce qui représente entre 0,5 et 3 m³/h pour un bâtiment. Il convient de s'assurer en période chaude que la quantité d'eau prévue s'évapore effectivement.

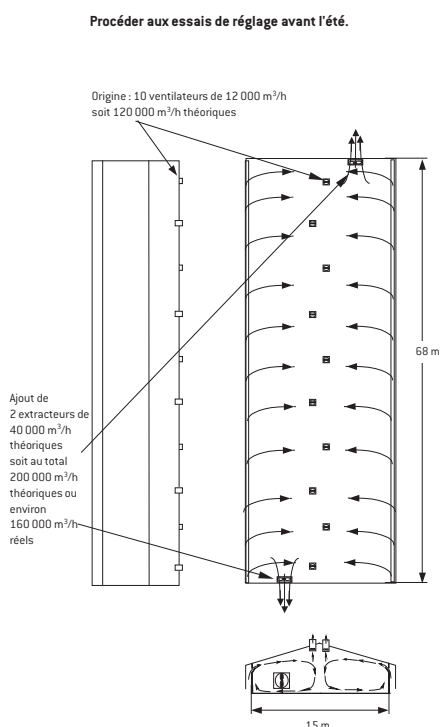
Tableau 35 - Débits réels à installer(en m³/h) en fonction de la taille du bâtiment et du chargement maximum du bâtiment (base 5 m³/h/kg de poids vif)

Chargement (Kg/m ²)	par m ²	pour 800 m ²	pour 1000 m ²	pour 1200 m ²	pour 1500 m ²
27	135	108 000	135 000	162 000	202 500
30	150	120 000	150 000	180 000	225 000
33	165	132 000	165 000	198 000	247 500
36	180	144 000	180 000	216 000	270 000
39	195	156 000	195 000	234 000	292 500
42	210	168 000	210 000	252 000	315 000
45	225	180 000	225 000	270 000	337 500
48	240	192 000	240 000	288 000	360 000
51	255	204 000	255 000	306 000	382 500

Dans certains bâtiments dynamiques, compte tenu des circuits d'air, il peut être intéressant, voire impératif de disposer un déflecteur dans la veine d'air de façon à rabattre celle-ci (ou une partie de celle-ci) pour ventiler une zone spécifique ou pour obtenir les circuits d'air recherchés.

DYNAMIQUE EXTRACTION HAUTE

■ Figure 23 - Bâtiment dynamique à extraction haute - ajout d'extracteurs ou turbines en pignon



Exemple :
Bâtiment de 1200 m²
(ici base 160 m³/m²/h de débit réel)

Tableau 36 - Caractéristiques de la configuration "dynamique extraction haute" en volailles de chair

Configuration initiale	Bâtiment dynamique à extraction haute de 1020 m ²		
Extracteurs	Mise en place de 2 extracteurs supplémentaires au niveau des pignons du bâtiment		
Renouvellement d'air	La plus forte valeur entre 160 m ³ /h/m ² et 5 m ³ /h/kg de poids vif.		
Portes et portails	Fermés		
Trappes	Utiliser une dépression de l'ordre de 20 à 30 pascals pour le réglage des trappes de façon à obtenir les circuits d'air souhaités et des vitesses d'air suffisantes en tous points (notamment sous les trappes). Attention les vitesses d'air doivent tenir compte de l'âge des animaux et de la température de la veine d'air.		
Renouvellement	Le renouvellement d'air est assuré par les extracteurs. En cas d'utilisation d'un dispositif de refroidissement, il conviendra d'adapter le niveau de renouvellement et les vitesses d'air aux exigences des animaux et aux conditions climatiques.		
Vitesses d'air	Elles sont obtenues à l'aide des extracteurs, vérifiez bien qu'au moment des pics de chaleur la surface d'élevage puisse bénéficier d'une vitesse d'air moyenne de l'ordre de 1 m/s (voire plus) avec un minimum 0,8 m/s en tous points. Ces vitesses d'air devront être modulées en fonction du stade physiologique de l'animal et des conditions de température.		
Refroidissement	 ou  ou  ou 		
Coût indicatif de l'équipement (*)	Extracteurs	2 x 800 €	4 200 €
		2 € / m ²	2 040 €
		2,5 € / m ²	2 550 €
		6 € / m ²	6 120 €
		4 € / m ²	4 080 €

(*) Coût indicatif en € HT pour un bâtiment de 1200 m²

Tableau 37 - Niveau de performance du bâtiment en fonction du climat extérieur et du niveau d'équipement en production de poulets (*)

Climat extérieur	Température	30 °C	30 °C	35 °C	40 °C
	Hygrométrie	40 %	60 %	30 %	25 %
Enthalpie extérieure correspondante		57 kJ/ kg d'air sec	71 kJ/ kg d'air sec	62 kJ/ kg d'air sec	70 kJ/ kg d'air sec
Sans refroidissement		Moyennes	Très mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises
   		Bonnes	Mauvaises	Mauvaises	Très mauvaises
		Bonnes	Moyennes	Moyennes	Très mauvaises
		Bonnes	Bonnes	Moyennes	Moyennes
		Très bonnes	Bonnes	Bonnes	Moyennes

(*) Sous réserve d'une bonne gestion de l'élevage, du bâtiment et d'une absence de défauts majeurs sur le bâtiment

Tableau 38 - Niveau de performance du bâtiment en fonction du climat extérieur et du niveau d'équipement en production de dindes (*)

Climat extérieur	Température	30 °C	30 °C	35 °C	40 °C
	Hygrométrie	40 %	60 %	30 %	25 %
Enthalpie extérieure correspondante		57 kJ/ kg d'air sec	71 kJ/ kg d'air sec	62 kJ/ kg d'air sec	70 kJ/ kg d'air sec
Sans refroidissement		Bonnes	Mauvaises	Mauvaises	Très mauvaises
		Bonnes	Moyennes	Moyennes	Très Mauvaise
		Très bonnes	Moyennes	Bonnes	Très Mauvaise
		Très bonnes	Bonnes	Bonnes	Moyennes
		Très bonnes	Bonnes	Bonnes	Moyennes

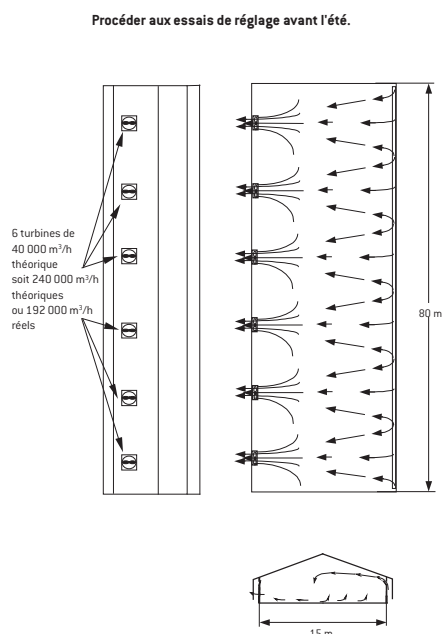
(*) Sous réserve d'une bonne gestion de l'élevage, du bâtiment et d'une absence de défauts majeurs sur le bâtiment



Bâtiment type "Colorado" : comme pour tous les bâtiments un bon réglage des circuits d'air est nécessaire

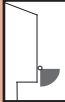
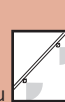
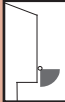
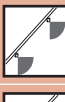
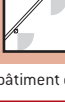
DYNAMIQUE EXTRACTION MONOLATÉRALE (TYPE "COLORADO")

■ Figure 24 - Bâtiment dynamique à extraction monolatérale basse



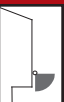
Exemple :
Bâtiment de 1200 m²
(ici base 160 m³/m²/h de débit réel)

Tableau 39 - Caractéristiques de la configuration "extraction monolatérale basse" en volailles de chair

Configuration initiale	Bâtiment dynamique à extraction monolatérale basse de 1200 m²		
Extracteurs	2 x 10 000 m³/h 3 x 20 000 m³/h 4 x 40 000 m³/h		
Renouvellement d'air	La plus forte valeur entre 160 m³/h/m² et 5 m³/h/kg de poids vif.		
Portes et portails	Fermés		
Trappes	Utiliser une dépression de l'ordre de 20 à 30 pascals (en fonction de l'étanchéité) pour le réglage des trappes de façon à obtenir les circuits d'air souhaités et des vitesses d'air suffisantes en tous points. Attention les vitesses d'air doivent tenir compte de l'âge des animaux et de la température de la veine d'air.		
Renouvellement	Le renouvellement d'air est assuré par les extracteurs. En cas d'utilisation d'un dispositif de refroidissement, il conviendra d'adapter le niveau de renouvellement et les vitesses d'air aux exigences des animaux et aux conditions climatiques.		
Vitesses d'air	Elles sont obtenues à l'aide des extracteurs, vérifiez bien qu'au moment des pics de chaleur la surface d'élevage puisse bénéficier d'une vitesse d'air moyenne de l'ordre de 1 m/s (voire plus) avec un minimum de 0,7 à 0,8 m/s en tous points. Ces vitesses d'air devront être modulées en fonction du stade physiologique de l'animal et des conditions de température. Le dispositif de refroidissement sera placé dans la veine d'air.		
Refroidissement	 ou  ou 		
Coût indicatif de l'équipement (*)		2 € / m²	2 040 €
		2,5 € / m²	2 550 €
		6 € / m²	6 120 €

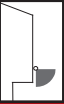
(*) Coût indicatif en € HT pour un bâtiment de 1200 m²

Tableau 40 - Niveau de performance du bâtiment en fonction du climat extérieur et du niveau d'équipement en production de poulets (*)

Climat extérieur	Température	30 °C	30 °C	35 °C	40 °C
	Hygrométrie	40 %	60 %	30 %	25 %
Enthalpie extérieure correspondante		57 kJ/ kg d'air sec	71 kJ/ kg d'air sec	62 kJ/ kg d'air sec	70 kJ/ kg d'air sec
Sans refroidissement		Moyennes	Mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises
		Bonnes	Mauvaises	Mauvaises	Très mauvaises
		Bonnes	Moyennes	Moyennes	Très mauvaises
		Bonnes	Bonnes	Moyennes	Moyennes

(*) Sous réserve d'une bonne gestion de l'élevage, du bâtiment et d'une absence de défauts majeurs sur le bâtiment

Tableau 41 - Niveau de performance du bâtiment en fonction du climat extérieur et du niveau d'équipement en production de dindes (*)

Climat extérieur	Température	30 °C	30 °C	35 °C	40 °C
	Hygrométrie	40 %	60 %	30 %	25 %
Enthalpie extérieure correspondante		57 kJ/ kg d'air sec	71 kJ/ kg d'air sec	62 kJ/ kg d'air sec	70 kJ/ kg d'air sec
Sans refroidissement		Bonnes	Mauvaises	Mauvaises	Très mauvaises
		Bonnes	Moyennes	Moyennes	Très Mauvaises
		Très bonnes	Moyennes	Bonnes	Mauvaises
		Très bonnes	Bonnes	Bonnes	Moyennes

(*) Sous réserve d'une bonne gestion de l'élevage, du bâtiment et d'une absence de défauts majeurs sur le bâtiment



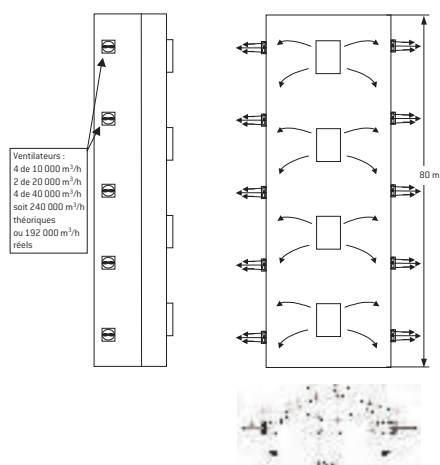
Bâtiment type "Britannia"

Photo Avipôle Formation

DYNAMIQUE EXTRACTION BI LATÉRALE BASSE (TYPE "BRITANNIA")

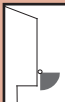
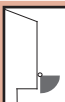
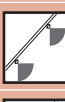
■ Figure 25 - Bâtiment dynamique à extraction bilatérale basse type "Britannia"

Procéder aux essais de réglage avant l'été.



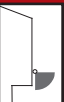
Exemple :
Bâtiment de 1200 m²
(ici base 160 m³/m²/h de débit réel)

Tableau 42 - Caractéristiques de la configuration "extraction bi latérale basse" en volailles de chair

Configuration initiale	Bâtiment dynamique à extraction monolatérale basse de 1200 m²
Extracteurs	4 x 10 000 m³/h 2 x 20 000 m³/h 4 x 40 000 m³/h
Renouvellement d'air	La plus forte valeur entre 160 m³/h/m² et 5 m³/h/kg de poids vif.
Portes et portails	Fermés
Trappes	Utiliser une dépression de l'ordre de 30 à 35 pascals pour le réglage des trappes de façon à obtenir les circuits d'air souhaités et des vitesses d'air suffisantes en tous points. Attention les vitesses d'air doivent tenir compte de l'âge des animaux et de la température de la veine d'air. Compte tenu du fonctionnement particulier de ce type de bâtiment (entrée d'air en faitage et extraction au niveau des longs pans), il faut veiller à la bonne isolation des caissons d'entrée d'air qui risque de générer une élévation de température de la veine d'air avant son introduction dans le bâtiment. L'utilisation d'un dispositif de refroidissement de l'air au niveau du caisson d'entrée d'air ou en sortie est souhaitable.
Renouvellement	Le renouvellement d'air est assuré par les extracteurs. En cas d'utilisation d'un dispositif de refroidissement, il conviendra d'adapter le niveau de renouvellement et les vitesses d'air aux exigences des animaux et aux conditions climatiques.
Vitesses d'air	Elles sont obtenues à l'aide des extracteurs, vérifiez bien qu'au moment des pics de chaleur la surface d'élevage puisse bénéficier d'une vitesse d'air moyenne de l'ordre de 1 m/s (voire plus) avec un minimum de 0,7 à 0,8 m/s en tous points. Ces vitesses d'air devront être modulées en fonction du stade physiologique de l'animal et des conditions de température.
Refroidissement	 au niveau des caissons d'entrée ou (et)  ou 
Coût indicatif de l'équipement (*)	 2 € / m² 2 040 €
	 2,5 € / m² 2 550 €
	 6 € / m² 6 120 €

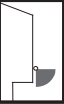
(*) Coût indicatif en € HT pour un bâtiment de 1200 m²

Tableau 43 - Niveau de performance du bâtiment en fonction du climat extérieur et du niveau d'équipement en production de poulets (*)

Climat extérieur	Température	30 °C	30 °C	35 °C	40 °C
	Hygrométrie	40 %	60 %	30 %	25 %
Enthalpie extérieure correspondante		57 kJ/ kg d'air sec	71 kJ/ kg d'air sec	62 kJ/ kg d'air sec	70 kJ/ kg d'air sec
Sans refroidissement		Moyennes	Mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises
		Bonnes	Mauvaises	Mauvaises	Très mauvaises
		Bonnes	Moyennes	Moyennes	Très mauvaises
		Bonnes	Bonnes	Moyennes	Moyennes

(*) Sous réserve d'une bonne gestion de l'élevage, du bâtiment et d'une absence de défauts majeurs sur le bâtiment

Tableau 44 - Niveau de performance du bâtiment en fonction du climat extérieur et du niveau d'équipement en production de dindes (*)

Climat extérieur	Température	30 °C	30 °C	35 °C	40 °C
	Hygrométrie	40 %	60 %	30 %	25 %
Enthalpie extérieure correspondante		57 kJ/ kg d'air sec	71 kJ/ kg d'air sec	62 kJ/ kg d'air sec	70 kJ/ kg d'air sec
Sans refroidissement		Bonnes	Mauvaises	Mauvaises	Très mauvaises
		Bonnes	Moyennes	Moyennes	Très Mauvaises
		Très bonnes	Moyennes	Bonnes	Mauvaises
		Très bonnes	Bonnes	Bonnes	Moyennes

(*) Sous réserve d'une bonne gestion de l'élevage, du bâtiment et d'une absence de défauts majeurs sur le bâtiment



photo GDS 22

Utilisation d'un système de refroidissement sous les volets d'admission en "Britannia"



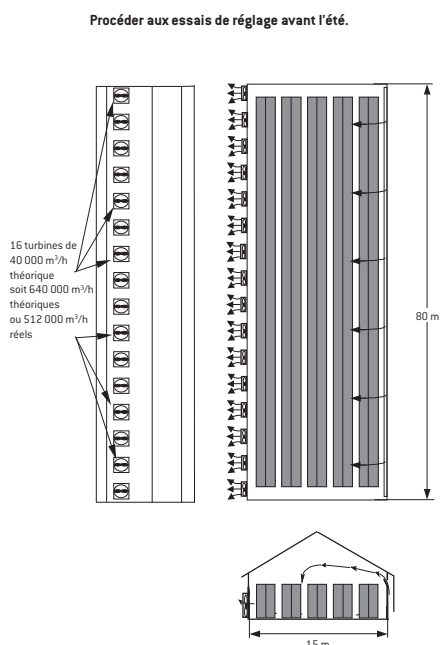
L'anémomètre, un instrument très utile pour mesurer les vitesses d'air



L'environnement du bâtiment n'est pas à négliger pour gagner quelques degrés

DYNAMIQUE EN EXTRACTION MONOLATÉRALE (BÂTIMENT DE PRODUCTION D'ŒUFS DE CONSOMMATION)

■ Figure 26 - Bâtiment dynamique à extraction monolatérale type "Colorado"



Exemple :
Bâtiment de 50 000 poules pondeuses en cages
(base 5 m³/h/ kg vif – soit 10 m³/h/place)

Tableau 45 - Caractéristiques de la configuration "extraction monolatérale basse" en pondeuses œufs de consommation

Configuration initiale	Bâtiment dynamique à extraction monolatérale (type "Colorado")	
Renouvellement d'air	On se basera sur une capacité de renouvellement de l'ordre de 5 m³/h/kg de poids vif soit environ 10 m³/h et par place.	
Portes et portails	En bâtiments dynamiques, surtout conserver les portes et portails bien fermés. Dans le cas contraire, les circuits d'air ne pourraient plus être assurés et les risques augmenteraient pour les cages du haut et celles du bas de ne plus avoir de vitesses suffisantes.	
Trappes	Ouverture des trappes sur le long pan opposé aux ventilateurs travailler sur une dépression de l'ordre de 20 à 30 pascals (en fonction de l'étanchéité).	
Renouvellement	Le renouvellement d'air est assuré par les extracteurs. En cas d'utilisation d'un dispositif de refroidissement, il conviendra d'adapter le niveau de renouvellement et les vitesses d'air aux conditions climatiques.	
Vitesses d'air	Elles sont obtenues à l'aide des extracteurs, vérifiez bien qu'au moment des pics de chaleur les animaux puissent bénéficier de vitesses d'air de l'ordre de 1 m/s (voire plus) avec un minimum de 0,7 à 0,8 m/s en tous points. Ces vitesses d'air devront être modulées en fonction des conditions de température.	
Refroidissement		
Coût indicatif de l'équipement (*)		Compte-tenu de la variabilité importante des densités ramenées au m² de bâtiment et de l'incidence de ces densités sur les besoins en équipements, nous vous invitons à consulter les fournisseurs d'équipements et de leur demander de réaliser une étude personnalisée

(*) Coût indicatif en € HT pour un bâtiment de 1200 m²

Tableau 46 - Niveau de performance du bâtiment en production d'œufs de consommation (*)

Climat extérieur	Température	30 °C	30 °C	35 °C	40 °C
	Hygrométrie	40 %	60 %	30 %	25 %
Enthalpie extérieure correspondante		57 kJ/ kg d'air sec	71 kJ/ kg d'air sec	62 kJ/ kg d'air sec	70 kJ/ kg d'air sec
Avec brassage et sans refroidissement		Moyennes	Très mauvaises	Très mauvaises	Très mauvaises
		Bonnes	Mauvaises	Mauvaises	Très mauvaises
		Bonnes	Moyennes	Moyennes	Très mauvaises
		Bonnes	Bonnes	Moyennes	Moyennes
		Très bonnes	Bonnes	Bonnes	Moyennes

(*) Sous réserve d'une bonne gestion de l'élevage, du bâtiment et d'une absence de défauts majeurs sur le bâtiment

3.3. RÉGULATION DE LA BRUMISATION SUR LA TEMPÉRATURE

Sur la base du dimensionnement suivant...

- Surface de bâtiment (dynamique) : 1 000 m²
- Renouvellement d'air théorique : 200 000 m³/h ou 160 000 m³/h de débit réel
- Capacité de refroidissement : 40 buses de 16 l/h

... voici quelques préconisations en terme de régulation d'un système de brumisation sur la température.

En période de très forte chaleur (sur la base des conditions climatiques rencontrées dans les Pays de la Loire en août 2003), ce système parvient à conserver une température intérieure maximum de 32° C pour des poulets de plus de 25 jours

en réduisant le débit de ventilation lors de l'utilisation de la brumisation. Il faudrait disposer d'un dimensionnement encore plus important si l'on souhaite obtenir des conditions de température intérieure plus faible ou si les conditions climatiques devenaient encore plus défavorables (enthalpie très élevée).

Il existe des dispositifs permettant de réguler la brumisation sur l'hygrométrie. Ces derniers laissent généralement la possibilité de réguler également sur la température, ce que nous conseillons ici.

Nous avons repris dans le tableau 47 l'exemple d'une régulation sur laquelle la durée de marche doit être modifiée en fonction de la durée du cycle. Sur les dernières générations de régulation, la tendance est d'avoir une durée de fonctionnement fixe et de régler la durée du cycle. Le principe de régulation doit toutefois rester le même

: il convient de modifier la durée du cycle selon le volume du bâtiment.

Attention, il est fortement déconseillé de descendre en dessous d'une durée minimum de fonctionnement à chaque mise en route (de l'ordre de 7 à 10 secondes). En dessous de ces valeurs, les consommations électriques sont accrues, le matériel risque de souffrir compte tenu d'un échauffement plus important.

Il est souhaitable de réduire les débits de renouvellement lorsque la brumisation est en fonctionnement de façon à optimiser l'efficacité du refroidissement. Pour obtenir ce résultat, il est nécessaire de décaler l'enclenchement du ou des derniers groupes de ventilateurs de quelques degrés vers le haut. Si le décalage de groupes isolés de ventilateurs n'est pas possible, la plage de ventilation pourra être élargie.

Tableau 47 - Exemple de régulation d'ambiance avec un bâtiment "dynamique" équipé d'un système de brumisation

Volume du bâtiment	Poulets âge (en jours)	Dindes âge (en jours)	Température intérieure (en °C)	Débit de ventilation réel (en m ³ /h/kg de poids vif)	Temps de Cycle total (en s)	Temps de fonctionnement (en s)	Consigne supérieure d'hygrométrie ⁽²⁾ (en %)
Élevé (3500 m ³)	< 25	< 55	< 30	5	brumisation non déclenchée		70
			30 (TC) (1)	4	30	10	
			32	3		19	
			34	3		28	
			> 34	3		dimensionnement insuffisant	
	> 25	> 55	< 28	5	brumisation non déclenchée		75
			28 (TC) (1)	4	30	10	
			30	3		19	
			32	3		28	
			> 32	3		dimensionnement insuffisant	
	Abattage — 5 j	Abattage — 5 j	< 26	5	brumisation non déclenchée		80
			26 (TC) (1)	4	30	10	
			28	3		19	
			30	3		28	
			> 30	3		dimensionnement insuffisant	
Faible (3000 m ³)	< 25	< 55	< 30	5	brumisation non déclenchée		70
			30 (TC) (1)	4	15	5	
			32	3		9	
			34	3		13	
			> 34	3		dimensionnement insuffisant	
	> 25	> 55	< 28	5	brumisation non déclenchée		75
			28 (TC) (1)	4	15	5	
			30	3		9	
			32	3		13	
			> 32	3		dimensionnement insuffisant	
	Abattage — 5 j	Abattage — 5 j	< 26	5	brumisation non déclenchée		80
			26 (TC) (1)	4	15	5	
			28	3		11	
			30	3		13	
			> 30	3		dimensionnement insuffisant	

(1) TC : Température de consigne conseillée du système de refroidissement. Au-delà de la TC, le système se déclenche et en deçà, il se coupe.

(2) CSH : Consigne supérieure d'hygrométrie. Au-delà de la CSH, le système de brumisation se coupe.

Débit de ventilation réel : Débit d'air réel conseillé. En cas d'utilisation d'un système de brumisation, il convient de limiter le renouvellement d'air pour avoir moins d'air à refroidir et conserver une marge en terme de capacité de ventilation en cas d'hygrométrie trop élevée.

4. SYNTHÈSE DE LA CONDUITE À TENIR

Lors d'une journée à risques, comme tous les autres jours, l'observation du comportement des animaux reste un bon guide sur la conduite à tenir.

Voici un rappel des principales opérations à réaliser un jour de coup de chaleur annoncé.

La veille au soir :

- consulter les prévisions météorologiques pour le lendemain (cf. page 36 Chapitre 4 - 1 Alerte météo), si une journée à forte température est annoncée, prendre les précautions nécessaires à savoir :

Tout au long de la journée :

- vérifier régulièrement la température de l'eau d'abreuvement et la maintenir dans la mesure du possible en dessous de 20 °C ;
- vérifier régulièrement le bon fonctionnement des équipements.

Le matin :

- ramasser les animaux morts durant la nuit ;
- pratiquer la mise à jeun (cf. page 37 Chapitre 4 - 2.2.1 La mise à jeun : une technique efficace, en respectant quelques règles) ;
- si la litière est humide et croûtée, épandre un acidifiant pour limiter les émissions d'ammoniac (cf. page 36 Chapitre 4 - 2.1 Conduite de la litière) ;
- vérifier le débit d'abreuvement (cf. page 38 Chapitre 4 - 2.3 L'abreuvement [consommation et qualité de l'eau]) ;
- en l'absence de régulation automatique, enclencher progressivement les ventilateurs et (ou) les brasseurs en fonction de la température dans le bâtiment ;
- contrôler la mise en marche du système de refroidissement lorsque la température atteint la consigne d'enclenchement (ou l'enclencher si sa mise en route est manuelle - aspersion).

Dans la soirée :

- lorsque la température a commencé à baisser de plusieurs degrés à l'intérieur du bâtiment, ré-alimenter les animaux ;
- lorsque la température le permet, arrêter le système de refroidissement (si son arrêt est manuel) ;

- en l'absence de régulation automatique, couper progressivement les brasseurs et les extracteurs pour ajuster le débit de ventilation et les vitesses d'air aux besoins des animaux.

Pendant la nuit :

- en volailles de chair : maintenir la lumière en permanence pour permettre aux animaux de se ré-alimenter ;
- rechercher des températures de consignes de l'ordre de 17 à 20 °C après emplumement (en fonction de l'âge des animaux) avec des vitesses d'air de l'ordre de 0,3 m/s.

5. LES PRATIQUES À RISQUE ET INTERVENTIONS INUTILES

Il n'est pas inutile de récapituler les principales pratiques à éviter en période chaude :

- **Ne pas déplacer les pompiers pour arroser la toiture :** cette pratique, souvent réalisée en désespoir de cause n'abaisse que très faiblement la température dans le bâtiment pour une isolation "normale". Cet arrosage peut être à l'origine d'une stagnation d'eau en périphérie immédiate du bâtiment. Les conséquences peuvent être une remontée par capillarité à l'intérieur du bâtiment provoquant une fermentation de la litière et donc une élévation de température, des productions de gaz nocifs.
- **Ne pas utiliser de refroidissement sans l'assurance d'un renouvellement d'air suffisant :** pour éviter le risque important d'augmentation de l'hygrométrie intérieure en cas d'utilisation d'un système de refroidissement, il convient d'apporter un renouvellement minimum (au moins 3 m³/h/kg de poids vif en bâtiments dynamiques). En bâtiments statiques, le dimensionnement des ouvrants est très souvent insuffisant en été (peu de vent). L'installation d'un système de refroidissement doit alors être couplée à une augmentation du dimensionnement des ouvrants ou préférentiellement à l'installation d'extracteurs pour l'été (ventilation tunnel ou mono-latérale).

- **Proscrire l'ouverture des portes et portails en bâtiments dynamiques :** cette opération supprime toute possibilité de régulation du système de ventilation. Les bâtiments ne sont alors plus en situation de dépression et les circuits d'air sont modifiés et difficilement gérables.

- **Ne pas intervenir dans le bâtiment au cours de la journée :** sauf cas de force majeure, toute intervention humaine doit être proscrite en journée pour éviter de déranger les animaux ce qui provoquerait une production supplémentaire de chaleur et des risques de tassage puis d'étouffement.

- **Ne pas arroser précocement les animaux :** excepté lors des deux derniers jours avant le départ vers l'abattoir de l'ensemble du lot, l'arrosage des animaux est à proscrire afin d'éviter l'augmentation trop importante de l'hygrométrie intérieure et les problèmes sanitaires liés à la dégradation très probable de la litière. En dernier ressort, dans les 2 jours précédents le départ de l'ensemble du lot, si tous les moyens de préventions ont été épuisés, l'arrosage des animaux peut-être envisagé.

6. LES TRUCS ET ASTUCES ET INTERVENTIONS UTILES

- Pour les bâtiments "dynamisés" (statiques équipés de ventilateurs pour la période chaude) et les bâtiments dynamiques, disposer préférentiellement d'un groupe électrogène en cas de coupure électrique (fréquent en été avec les orages), ou d'une génératrice (fonctionnant sur tracteur).
- Disposer d'un brasseur ou (et) d'un ventilateur d'avance qui permette de compenser rapidement la défaillance d'un appareil qui tombe en panne (y compris les week-end et les jours fériés).
- Avoir en stock des pièces détachées de première urgence de manière à procéder à une remise en marche rapide du matériel défectueux (1 courroie de ventilateur, quelques têtes de brumisateur,...).
- Faire rentrer la fraîcheur dans le(s) bâtiment(s) pendant la nuit, avant le début

de la journée. Attention toutefois avec des jeunes animaux, s'assurer que les températures et vitesses d'air obtenues correspondent à leurs exigences. En bâtiments statiques, il est possible d'ouvrir les portails pour faciliter l'évacuation de chaleur et l'introduction d'air plus frais.

- En dépannage, il est possible d'obtenir un effet rafraîchissant en utilisant un nettoyeur haute pression. Il convient alors de l'équiper de la buse produisant les gouttelettes les plus fines (buse rotative par exemple) et de mettre celui-ci en marche à l'intérieur du bâtiment, en orientant le jet dans le flux d'air entrant

et en ayant un maximum d'échange entre l'eau et l'air.

- Fournir une eau fraîche.
- En dernier ressort, dans les 2 jours précédents le départ de l'ensemble du lot, l'arrosage des animaux peut-être envisagé.

Litière sèche, propre, confortable et très absorbante



remplace la paille, moins de travail, pas de rajouts, pas de volume...



> **LITAVIC®** : Poulets, Dindes, Pintades...

> **LITOPORC®** : Post-sevrage, engraissement, quarantaine

> **BOVILIT®** : Stabulation, logettes, bergerie...

Economique

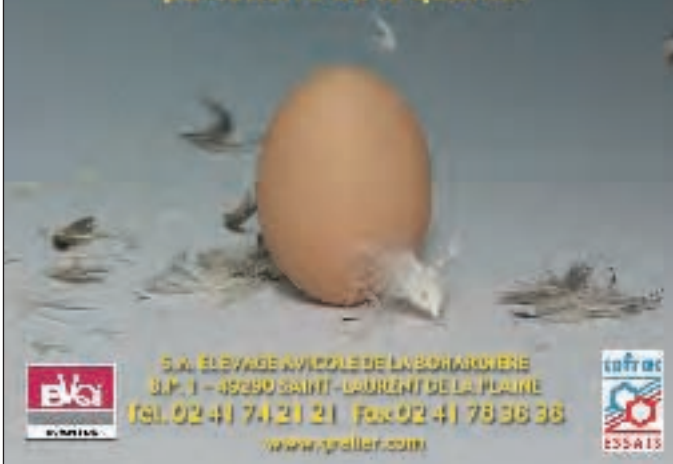
Livraison vrac et big bag

LCBE

Le Garlan • 22460 SAINT-THELO
Tél. 02 96 26 27 59 • Fax 02 96 32 45 96

GRELIER
De l'œuf au sujet d'un jour...

Nous vous assurons
prévention et contrôle
pour rester, de jour en jour,
partenaire de la qualité.



S.A. ELEVAGE AVICOLE DE LA BOUARRE
BP 3 - 45290 SAINT-LAURENT-DE-LA-TAINE
TEL 02 41 74 21 21 Fax 02 41 78 36 36
www.grelrier.com



Que faire en cas de sinistre ?

Voici quelques recommandations supplémentaires sur la conduite à tenir par les éleveurs en cas de sinistre :

- Ne pas pénétrer dans le bâtiment pendant le pic de chaleur, attendre les heures fraîches pour ramasser les morts...
- Contacter la société d'équarrissage et préciser l'étendue des pertes animales.
- Contacter l'organisation de production afin que l'abattoir puisse connaître le plus rapidement possible l'importance du manque en approvisionnement prévu, et puisse éventuellement modi-

fier l'heure du ramassage.

- Contacter l'assureur si un contrat a préalablement souscrit auprès d'une société spécialisée d'assurance, ou l'organisation de production si une cotisation est versée à une éventuelle caisse "coup dur".
- Dans tous les cas, il est indispensable que l'éleveur évalue les conséquences financières sur son élevage : les pertes directes (sur-mortalité) et les pertes indirectes de type baisse de performances (IC, poids, saisies et/ou chute de ponte, chute de fertilité...).

- Enfin, il est essentiel d'identifier les causes d'apparition du problème :

- Vérifier que toutes les mesures préventives ont été prises en amont du problème (avant la saison chaude) et notamment, si nécessaire, diagnostiquer le bâtiment et l'équipement installé (dimensionnement, cohérence globale du système...)
- Vérifier également que toutes les opérations de lutte possible ont été assurées pendant la période chaude et notamment vérifier le protocole de réglage des installations.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AMAND G., VALANCONY H., 1996 - Lutter contre le coup de chaleur. Recueil de recommandations. Le coup de chaleur et les paramètres à risques - Sciences et Techniques Avicoles - n° 15, 5-8

AMAND G., VALANCONY H., 1996 - Lutter contre le coup de chaleur. Recueil de recommandations. Gestion de l'élevage - Sciences et Techniques Avicoles - n° 15, 15-18

AMAND G., VALANCONY H., 1996 - Lutter contre le coup de chaleur. Recueil de recommandations. Le bâtiment et le matériel - Sciences et Techniques Avicoles - n° 15, 9-14

AMAND G., VALANCONY H., 1996 - Lutter contre le coup de chaleur. Recueil de recommandations. Le bâtiment: mise en application - Sciences et Techniques Avicoles - n° 15, 19-27

BOUGON M., LE MENEC M., LAUNAY M., 1994 - Influence de la température et de l'alimentation sur les performances des poulets de chair et leurs rendements à l'abattage - Sciences et Techniques Avicoles - n° 8, 4-6

BOUGON M., LE MENEC M., BALAINE L., LAUNAY M., 1996 - Influence d'un stress thermique à 5 jours et d'une mise à jeun des poulets, lors d'un coup de chaleur à 37 jours, sur la mortalité - Sciences et Techniques Avicoles - n° 14, 4-11

BOUVAREL I., FRANCK Y., 1994 - Importance des coups de chaleur et de baisses de performances en été en aviculture - Sciences et Techniques Avicoles - n° 8, 7-10

BOUVAREL I., FARGEAS E., FERCHAL E., ROFFIDAL L., GUILLAUMIN J.M., de SAINT-JAN B., TISSERAUD S., 1998 - Distribution dans l'eau de boisson de NaHCO_3 et de KCl à des poulets de chair en période estivale - Sciences et Techniques Avicoles - n° 24, 15-18

FRANCK Y., 1992 - Les étouffements de volailles en zone chaude. Quelles solutions ? - Sciences et Techniques Avicoles - n° 1, 4-9

FRANCK Y. et col., 1993 - Tests de fiabilité de différents systèmes de refroidissement intérieurs en poulets de chair - Deuxième partie - Sciences et Techniques Avicoles - n° 5, 27-38

FRANCK Y., GERARD A., LE MENEC M., SOULOUMIAC D., ALLARD F., BOUTALBI O., 1993 - Tests de fiabilité de différents systèmes de refroidissement intérieurs en poulets de chair - Sciences et Techniques Avicoles - n° 4, 13-28

FRANCK Y., 1995 - Analyse des équipements réalisés pour la lutte contre les coups de chaleur en zone méditerranéenne et efficacité pendant l'été 1994 - Sciences et Techniques Avicoles - n° 12, 13-16

FRANCK Y., BOUTALBI O., 1996 - Étude de l'amortissement d'un système de refroidissement en poulet de chair : effet de l'augmentation du chargement en période estivale - Sciences et Techniques Avicoles - n° 14, 21-25

LE MENEC M., VALANCONY H., 1995 - Utilisation des vitesses d'air dans la lutte contre le coup de chaleur - Sciences et Techniques Avicoles - n° 11, 28-30

VALANCONY H., BOUGON M., 1997 - Influence de la température d'élevage sur la croissance des dindons en finition - Sciences et Techniques Avicoles - n° 19, 16-20

VALANCONY H., BOUGON M., BALAINE L., 1998 - Reproduction expérimentale d'un coup de chaleur sur les dindons âgés de 15 semaines - Sciences et Techniques Avicoles - n° 24, 3-6

VALANCONY H., BALAINE L., TAVAREZ M., 1999 - Utilisation d'un système de brumisation haute pression - Sciences et Techniques Avicoles - n° 27, 12-16

SOULOUMIAC D., ROBIN P., 1995 - Maîtrise climatique en période de fortes chaleur en bâtiments d'élevage avicole intensifs; travaux de l'unité I.N.R.A. de Bioclimatologie de Rennes : mesures en bâtiments réels de la profession, mesures en élevages expérimentaux contrôlés, recommandations dimensionnelles. Note pour la réunion professionnelle du 2 novembre, 21p.

ROBIN P., SOULOUMIAC D., FERREN J.C., 1995 - Maîtrise climatique en bâtiment statique d'élevage de volailles de chair ; refroidissement d'ambiance en période de forte chaleur. 1ères Journées de la Recherche Avicole, Angers, 28-30 mars 1995, Communication, 93-95.

ROBIN P., SOULOUMIAC D., DE OLIVEIRA P.A.V., 1998 - Misting systems for poultry - Dimension and Application. International Environment and Poultry Production Systems Symposium, Concordia, Brasil, 28-29 October 1998, Communication, 12p

SOULOUMIAC D., 1995 - Étude des microclimats réalisables dans des enceintes énergétiquement autonomes soumises à des flux de chaleur d'origine métabolique. Thèse de Docteur de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon, 24 janvier 1995, 191p.

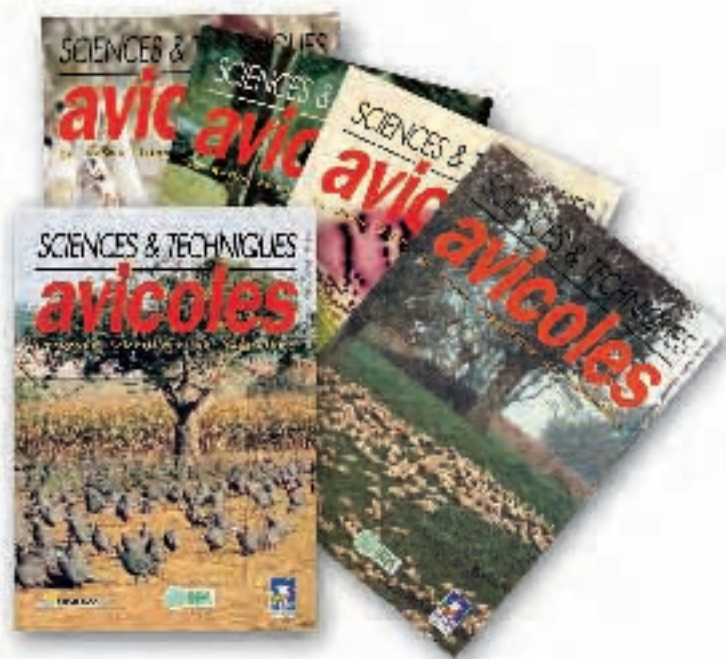
SOULOUMIAC D., ITIER B., 1989 - Prise en compte des phénomènes de chaleur latente dans la ventilation. C.R.Acad. Sci., série 11, Tome 308 n°3, 269-274.

SCIENCES & TECHNIQUES *avicoles*

La Revue Scientifique de l'Aviculture

Des articles sur les thèmes suivants

- Ambiance et techniques d'élevage
- Batiments et équipements
- Alimentation
- Environnement
- Génétique
- Pathologie - Sanitaire
- Qualité
- Filière
- Bien-être



SCIENCES ET TECHNIQUES AVICOLES



Zoopôle Beaucemaine
BP 37 22440 Ploufragan
Tél. : 02 96 76 00 05 - Fax : 02 96 78 36 40
e-mail : itaviouest@itavi.asso.fr

TARIF ABONNEMENT (4 N°)

		HT	TTC
	Tarif normal	58,77 €	62,00 €
	Tarif éleveur	55,92 €	59,00 €
ÉTRANGER		75,00 €	

-25 % pour les adhérents ITAVI.

-25 % pour les abonnements groupés à partir de 5 exemplaires

BULLETIN D'ABONNEMENT SCIENCES ET TECHNIQUES AVICOLES

SOCIÉTÉ/GAEC
NOM Prénom
ADRESSE
CODE POSTAL COMMUNE
PAYS TÉL. :
Ci-joint chèque de, libellé à l'ordre de Itavi

Abonnement souhaité à partir du N°

Souhaite recevoir le sommaire des précédents numéros : oui ☐ non ☐

Pour mieux vous connaître et mieux vous satisfaire, préciser si vous êtes :

- | | | |
|--|--|---|
| ☐ 1 Sélectionneur - Accoureur | ☐ 6 Technicien de terrain | ☐ 11 Conditionnement d'œufs |
| ☐ 2 Multiplicateur | ☐ 7 Vétérinaire - Laboratoire | ☐ 12 Enseignement - Formation |
| ☐ 3 Éleveur chair | ☐ 8 Groupement - Coopérative | ☐ 13 Recherche - Développement |
| ☐ 4 Éleveur poulettes | ☐ 9 Fabricant d'aliments | ☐ 14 Autres (préciser :) |
| ☐ 5 Producteur d'œufs | ☐ 10 Abattage - Découpe | |



PREVENTION DES COUPS DE CHALEUR

Brumisation, Refroidissement, Traitement des odeurs
Désinfection, Poussières, Lavage H.P.



De nombreuses références en France ! **35 ans d'expérience**

Pour vos élevages de pondeuses, de poulets de chair,
de poulettes, de dindes, de reproducteurs, pour vos couvoirs...

Consultez-nous pour un devis détaillé
et adapté à votre bâtiment

B.R.O. MICROMIST – 5, rue Marthe Dutheil – 87220 Feytiat

Tél. 05 55 30 44 44 – Fax. 05 55 30 44 66

Site internet : www.bro-micromist.com - E-mail : bro.micromist@wanadoo.fr

INDEX DES ANNONCEURS

GROUPAMA	2 ^e COUV	TROUW NUTRITION	page 33
COUVOIR ST FRANCOIS	page 4	LUBING INTERNATIONAL	page 35
BECOT	page 4	MISTRAL OMIX	page 43
ELECTROTECHNIC (TBD) - PHODE 1	page 5	LITIERE CONFORT BIEN ETRE (LCBE)	page 63
AVIPOLE FORMATION	page 6	ELEVAGE AVICOLE	
FILIERES AVICOLES	page 6	DE LA BOHARDIERE	page 63
GASTRONOME ELEVAGE	page 18	STA	page 65
SERUPA	page 18	BRO MICROMIST	page 66
BIOCHEM GMBH	page 18	ITAVI	3 ^e COUV
BIG DUTCHMAN	page 19		

Le 11 juin 2004, le site ITAVI fait peau neuve

Des informations,
des études,
des référentiels,...
... au service des filières

PRESENTATION

- Pour mieux connaître l'ITAVI

ELEVAGE ET TRANSFORMATION

- Des études qui répondent aux préoccupations de la filière :
Sanitaire/Hygiène Alimentation Qualité des produits
Bâtiment Bien-être Environnement
- Des référentiels utiles aux professionnels

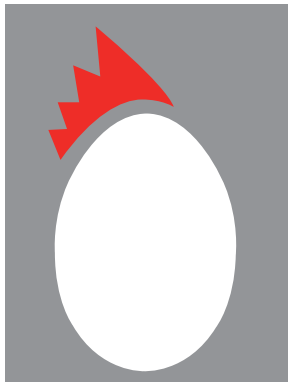
ECONOMIE

- Les études récentes et en cours
- La conjoncture
- Les chiffres clés des filières
- Des référentiels technico-économiques

PUBLICATIONS ET FORMATIONS

- L'agenda des formations et sessions ITAVI
- Les nouveautés
- Les ouvrages disponibles

Ce document a été réalisé en concertation
avec les professionnels de l'aviculture
et avec la collaboration de



**AVIPÔLE
FORMATION**



et le soutien financier de



ADAR
agence de développement
agricole et rural

