

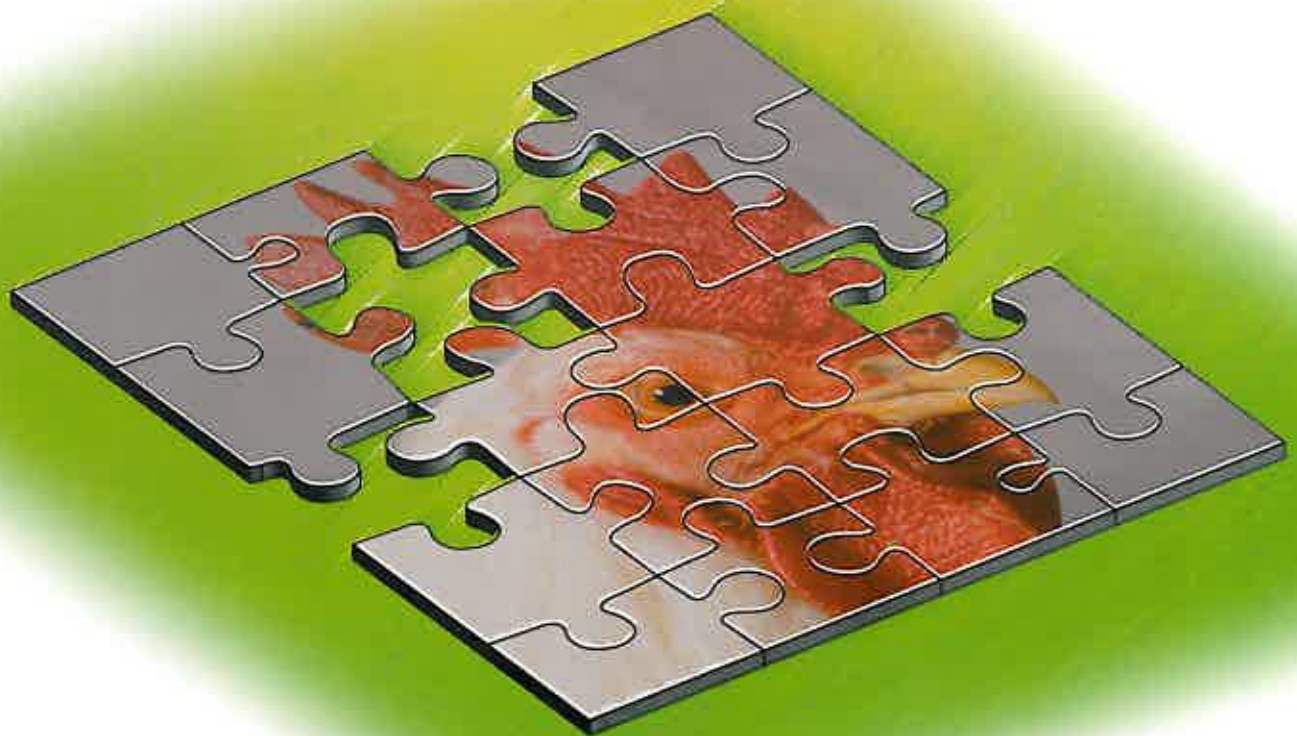
SCIENCES & TECHNIQUES

avicoles

SEPTEMBRE 1998

La Revue Scientifique des Professionnels de l'Aviculture

H O R S S E R I E



La gestion technique des bâtiments avicoles



INSTITUT TECHNIQUE DE L'AVICULTURE
ET DE L'ÉLEVAGE DES PETITS ANIMAUX



ISOLATION

INTERIEUR

Des étincelles... le feu...
Pas de panique !

EFIFOAM 50

CLASSE : AV 2

Conforme aux critères d'assurabilité **GROUPAMA**



Avant incendie.



Propagation de l'incendie.



Extinction du feu.



Après incendie.

BÂTIMENTS
AGRICOLLES

THERMIQUE

EFIS L

Délégation Commerciale n° 1 Z.I. 89330 St JULIEN-du-SAULT
Tél : 03 86 63 29 07 - Fax : 03 86 91 18 79



La gestion technique
des bâtiments avicoles

La Revue Scientifique
des Professionnels de l'Aviculture
(Publication Trimestrielle)

Adresse Postale :

SCIENCES ET TECHNIQUES
avicoles

ITAVI OUEST
ZOOPOLE BEAUCEMAINE
BP 37 - 22440 PLOUFRAGAN
Tél. 02 96 78 00 05
Fax 02 96 78 36 40

Directeurs de publication :

P. VANNIER,
Directeur du CNEVA-Ploufragan

P. LE LOUP,
Directeur de l'ITAVI

Comité de rédaction :

C. AUBERT,
Responsable bâtiment - environ-
nement à l'ITAVI

I. BOUVAREL,
Responsable alimentation - qualité
des produits à l'ITAVI

J. CHAMPAGNE, Directeur-adjoint
de l'ITAVI

P. COLIN, Sous-Directeur chargé des
Filieres Avicoles et Cunicoles au
CNEVA - Ploufragan

H. VALANCONY, Unité de recherches
et d'expérimentations avicoles
du CNEVA - Ploufragan

M. LESSIRE - Station de Recherches
Avicoles - INRA Nouzilly

J.M. FAURE - Station de Recherches
Avicoles - INRA Nouzilly

Publicité - Abonnement :

C. AUBERT
C. CHARPENTIER

Abonnement (Tarifs 1998) :

1 an : 4 numéros

FRANCE	Tarif normal	366 F TTC
	Tarif éleveur	348 F TTC
ETRANGER		420 F TTC

- 25 % pour les adhérents ITAVI.
- 25 % pour les abonnements groupés
à partir de 5 exemplaires.
Règlement à l'ordre de ITAVI

Crédit photo :

G. AMAND, F. GUIBERT,
H. VALANCONY, Réussir Aviculture
ISSN : 1244-6699

Conception et Impression :

Imprimerie Saint-Michel
22950 Trégueux

sommaire

Hors série - SEPTEMBRE 1998

La gestion technique des bâtiments avicoles

Un savoir-faire à votre portée	3
Introduction	5
■ L'isolation et le chauffage	9
■ La ventilation : objectifs, normes & mise en œuvre	17
■ Les différents systèmes de ventilation	25
■ La régulation automatique de la ventilation	39
■ Les équipements complémentaires	47
■ Bilans thermiques et hydriques	53
Conclusion	63

G. AMAND (ITAVI), C. AUBERT (ITAVI), L. BALAIN (CNEVA), H. VALANCONY,
P. RENAULT (ITAVI)

ont assuré la mise à jour de ce document, à partir du travail de M. LE MENEC (CNEVA).

Remerciements à C. CHARPENTIER (ITAVI) qui a assuré la logistique de cette publication.

Document réalisé avec le soutien financier de l'ANDA.

INDEX DES ANNONCEURS

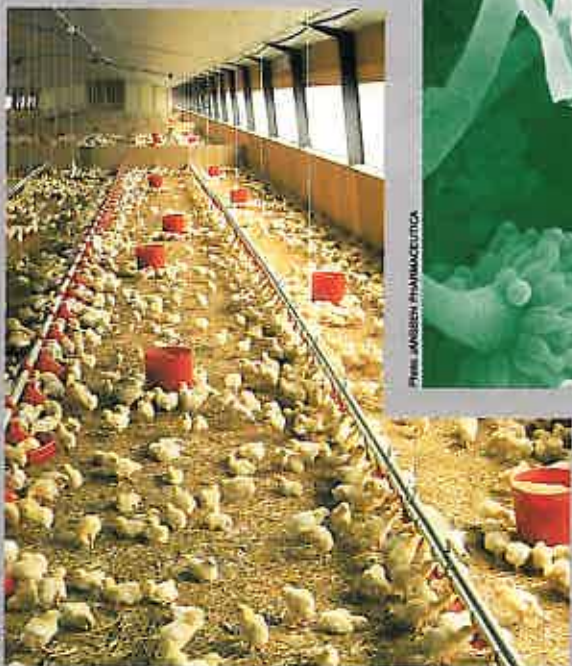
Sté EFFISOL	2 ^e de couv.	SACBA	p 44
JANSSEN-CILAG	p 2	FILIERES AVICOLES	p 45
ITAVI	p 4	CEREM	p 45
BIG DUTCHMAN	p 7	MULTIFAN	p 46
REUSSIR AVICULTURE	p 8	LES FABRICANTS ASSOCIES	p 46
STÄUBLI	p 15	GRIMAUD FRERES	p 51
CFPPSA	p 16	ASTEC	p 52
TECHNI BRUME DIFFUSION	p 16	MICHARD	p 52
PARTNER FRANCE	p 22	AZF	p 61
ELF ANTARGAZ	p 23	SCIENCES ET TECHNIQUES	
SANOFI	p 24	AVICOLES	p 62
INO BIO	p 37	CNEVA	p 64
LE ROY	p 37	ZOOPOLE	3 ^e de couv.
RICHEL	p 38	SANDERS	4 ^e de couv.

Clinafarm

TRADE MARK

Solution

Générateur de fumée



désinfection anti-aspergillaire

Traitement fongicide des logements d'animaux domestiques. Clinafarm[®] Solution, pour la destruction des dermatophytes et *Aspergillus fumigatus*. Clinafarm[®] Générateur de fumée, pour la destruction des *Aspergillus*. • **Mode d'emploi :** Clinafarm[®] Solution : la dilution d'emploi est de 1 % soit 100 ml de Clinafarm[®] Solution pour 2,4 litres d'eau (de préférence tiède). La dose d'anticongazole efficace correspond à 1 litre de solution diluée pour 75 m² ou 300 m³ en aspersion, nébulisation, aérosolisation ou thermomisation. Le flacon de 100 ml permet de traiter 180 m² de surface. • Clinafarm[®] Générateur de fumée : Un générateur pour 25 m². Retirer le couvercle du générateur, puis le placer dans l'espace à traiter, sur une surface non combustible, et enflammer la mèche. Fermer toutes les ouvertures, arrêter la ventilation. Lors d'aspergilliose chronique, les traitements doivent être appliqués pendant au moins 4 semaines au niveau des couloirs, chaque fois avant le remplissage et le ramassage des œufs. Le traitement comprend nécessairement la désinfection de tout le couloir, sans le stockage des œufs, immergés d'inoculation et d'éclosion, pavillon et gares d'extraction des œufs. Clinafarm[®] Générateur de fumée : N'est pas corrosif. • **Précautions d'emploi :** Ne pas traiter en présence d'animaux. Ne pas pulvériser en présence d'aliments. Ne pas fumer ou absorber. Ne pas manger, boire, ni fumer pendant la pulvérisation ou produit. Après l'opération de désinfection, se laver les mains et le visage au savon. Éviter le contact avec les yeux, en cas de contact accidentel, laver les yeux à l'eau. En cas d'ingestion accidentelle, consulter immédiatement un médecin ou un centre anti-poison. Conserver le produit dans son emballage d'origine, à l'écart des denrées alimentaires et des boissons, hors de la portée des enfants et des animaux domestiques. Détruire ou enterrer les emballages vides. Ne pas les jeter sur les bas-côtes des routes, dans les fossés, mares, cours d'eau. Clinafarm[®] Générateur de fumée est facilement inflammable. Comme pour toute autre désinfection, procéder préalablement à un nettoyage mécanique rigoureux. Après pulvérisation de la solution diluée et après la dispersion de la fumée, il est recommandé de garder les locaux fermés le plus longtemps possible. Clinafarm[®] Solution : n'est pas corrosif. • **Caractéristiques :** Produit de désinfection. • **Présentation :** Clinafarm[®] Solution : Ericonazole - 150 mg/ml - Flacon de 100 ml - Flacon de 1000 ml. N° d'homologation 8600380 du 02/06/88. Clinafarm[®] Générateur de fumée : Ericonazole - 5 g/générateur - Boîte de 6 générateurs de fumée. N° d'homologation 8600358 du 01/05/89. • JANSSEN CILAG S.A., Division Santé Animale - 1, rue Camille Desmoulins - TSA 91 000 - 92787 ISSY-LES-MOULINEAUX CEDEX 9



JANSSEN-CILAG
DIVISION SANTÉ ANIMALE

AVICULTEURS,
FUTURS AVICULTEURS,
TECHNICIENS, FORMATEURS
ET AUTRES PRESCRIPTEURS
EN BATIMENTS-MATERIEL
ET CONDUITE
D'ELEVAGES AVICOLES.

Un savoir-faire à votre portée ...

En Septembre 1997, SCIENCES ET TECHNIQUES AVICOLES consacrait un numéro hors-série à LA MAITRISE DE L'AMBIANCE DANS LES BATIMENTS AVICOLES. Cette publication était le fruit d'une actualisation et d'une adaptation de la première partie d'un document réalisé en 1987 par M. LE MENEZ, alors chef d'élevage à la Station Expérimentale d'Aviculture de PLOUFRAGAN. Diffusé en 15 000 exemplaires auprès de tous les acteurs de la filière, ce document a connu un franc succès car il correspondait à un besoin.

Il fallait une suite à ce premier document, mais axée cette fois, sur la conduite du bâtiment et de la ventilation. C'est pourquoi, les ingénieurs du CNEVA de PLOUFRAGAN (H. VALANCONY, L. BALAINE) et de l'ITAVI (G. AMAND, C. AUBERT et P. RENAULT) ont uni une nouvelle fois leurs compétences, en s'inspirant de la seconde partie du document de M. LE MENEZ, pour rédiger LA GESTION TECHNIQUE DES BATIMENTS AVICOLES. Nous les remercions vivement pour leur travail de rédaction et pour leur souci de transmettre leur savoir.

Depuis 1996, par le biais des cotisations perçues par l'ANDA (Association Nationale pour le Développement Agricole), les aviculteurs participent directement aux travaux de recherche appliquée conduits par l'ITAVI dans leur secteur, aux côtés de l'Etat. C'est la raison pour laquelle nous avons souhaité qu'ils soient prioritairement destinataires de ce nouveau numéro hors-série de SCIENCES ET TECHNIQUES AVICOLES, en souhaitant qu'il leur permette de mieux répondre encore aux défis auxquels se trouve confrontée notre aviculture.

E. SCHAEFFER
Président de l'ITAVI

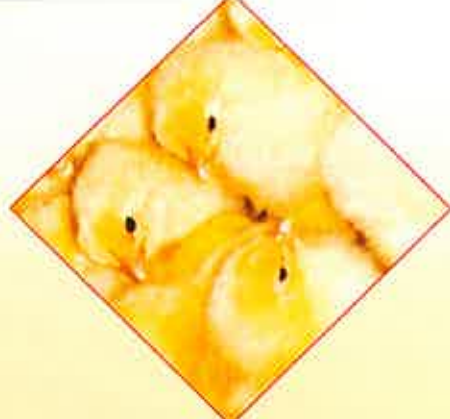
P. VANNIER
Directeur du CNEVA - Ploufragan

La Performance au Service des Filières



AU CŒUR DES REGIONS

PARIS
LYON
MONTPELLIER
MONT-DE-MARSAN
BORDEAUX
PLOUFRAGAN



Bâtiment
Techniques d'élevage
Matériels
Environnement
Formation
Alimentation
Qualité des produits
Bien-être
Economie
Filières

Des actions qui vous concernent



AVICULTURE - CUNICULTURE - ÉLEVAGE DES PETITS ANIMAUX

Zoopôle Beaucemaine - BP 37 - 22440 PLOUFRAGAN - Tél. 02 96 76 00 05 - Fax 02 96 78 36 40

Introduction

Un véritable outil de travail

Depuis les années 1960 et les débuts de l'aviculture moderne, la production française de volailles a vu ses tonnages multipliés par cinq. Ce développement spectaculaire s'explique bien sûr par les progrès réalisés par la génétique, la nutrition, et la prophylaxie sanitaire, mais également par ceux faits en matière de conception et de conduite de bâtiments avicoles.

Si pendant des siècles, le logement des petits animaux de basse-cour n'a pas été considéré comme un facteur de production, le bâtiment d'élevage avicole est devenu aujourd'hui un véritable outil de travail au service de l'éleveur, de la production et de l'économie de l'exploitation. Les unités avicoles modernes, dont la taille varie de 400 à 1500 m² s'orientent vers des productions de plus en plus spécialisées. Leur conception et leur gestion tiennent compte du type de volailles logées, mais aussi de l'environnement, de l'hygiène et du bien être animal.

Satisfaire les exigences des oiseaux

Il est bien admis aujourd'hui que le hasard n'existe pas en production de volailles et que la réussite d'un élevage dépend beaucoup des capacités de l'éleveur à maintenir à son meilleur niveau le confort physiologique des oiseaux.

Les volailles sont des homéothermes et doivent évoluer dans des conditions bioclimatiques facilitant leur thermorégulation. A l'âge d'un jour, l'animal n'est pas emplumé (il ne le sera complètement qu'à partir de 5 semaines chez le poulet et 6 semaines pour la

dinde) ; cette période est caractérisée par une extrême sensibilité aux stress thermiques froids. Après emplumement, l'oiseau présente une excellente isolation et sera plutôt sensible aux excès de chaleur. Ses possibilités d'adaptation durant le jeune âge (phase d'emplumement) ont des limites assez étroites qui s'élargissent par la suite, et toute anomalie peut avoir des répercussions sur l'équilibre physiologique de l'animal, son état de santé et ses performances zootechniques.

La température de l'air ambiant, son hygrométrie, les mouvements de cet air, la température de la litière et celle des parois sont les 5 paramètres susceptibles d'agir de façon combinée sur le confort thermique des oiseaux. La température ambiante lue au thermomètre est insuffisante pour appréhender l'environnement bioclimatique de l'animal et on la complète par la notion de température effectivement vécue (T.E.V.) qui combine l'action de ces 5 paramètres. Les poussières, la charge microbienne de l'air, les gaz divers, dont l'ammoniac, peuvent, associés souvent à l'une ou l'autre des 5 variables citées, contribuer à l'inconfort physiologique des volailles.

Les facteurs de risques liés au bâtiment

Les recherches, entreprises depuis plusieurs années en matière de bâtiment d'élevage, ont pour but de répondre aux exigences physiologiques des animaux, afin que ceux-ci extériorisent au mieux leur potentiel génétique et que les éleveurs obtiennent des rendements zootechniques élevés et des coûts de gestion faibles.

De très nombreuses enquêtes, essais

et mesures, réalisés dans les élevages de poulets, de dindes et de pondeuses d'œufs de consommation, ont permis d'établir des liens entre certains types ou structures de bâtiments avicoles et des problèmes d'élevages.

Ainsi, certains facteurs de risques, tant au niveau de la conception des bâtiments que de leur gestion, ont été mis en évidence. Certaines anomalies observées en élevage avicole ont permis aux éleveurs d'améliorer progressivement leur outil de travail que constitue le bâtiment.

Litières humides

Dans les élevages où la litière est de mauvaise qualité, il est souvent observé des problèmes sanitaires et de mauvais résultats. Les facteurs responsables peuvent se situer au niveau :

- de la qualité des sols,
- d'une isolation insuffisante (parois et plafonds),
- d'une étanchéité insuffisante des parois,
- d'une ventilation mal conçue et/ou mal conduite...

Écarts de température

Des écarts de température supérieurs à 5 °C sur 24 h, une ambiance non satisfaisante au démarrage se révèlent être également des facteurs de risques importants. Ils peuvent provenir :

- d'une mauvaise isolation,
- d'une étanchéité insuffisante,
- d'un site exposé,
- d'une mauvaise conception ou fonctionnement de la ventilation,
- d'un chauffage insuffisant...

Chocs thermiques

Des chutes d'air froid sont très souvent à l'origine de problèmes sanitaires et de mauvaises performances. Dans ce cas, sont incriminées :

- la hauteur des admissions d'air par

rapport aux animaux,

- la régulation et la conception de la ventilation,
- la capacité de mise en dépression stable de l'ambiance...

Taux excessifs d'humidité et d'ammoniac

Des troubles liés à des taux excessifs ont pour cause directe ou indirecte :

- la qualité des sols,
- certaines structures des lanterneaux,
- le volume d'air dont dispose l'animal,
- le type d'admission d'air,
- la régulation de la ventilation,
- la pente des toitures.

Renouvellement d'air insuffisant

En fin d'élevage, quelle que soit la saison, un fort ralentissement de la croissance, accompagné parfois de troubles respiratoires, peut être observé. Les causes peuvent être :

- le lieu d'implantation du bâtiment, en général encaissé et humide,

- le volume d'air insuffisant dont dispose l'animal,
- la pente trop faible de la toiture liée à un lanterneau ne permettant pas un tirage suffisant dans le cas d'une ventilation naturelle,
- une mauvaise conduite de la ventilation.

Matériels d'élevage inadaptés

Lorsque les normes relatives au matériel d'élevage ne sont pas respectées, notamment en ce qui concerne l'accessibilité et la répartition du matériel d'élevage pendant la période de démarrage, il s'ensuit des performances zootechniques insuffisantes.

Les facteurs de risques liés au bâtiment sont donc les suivants :

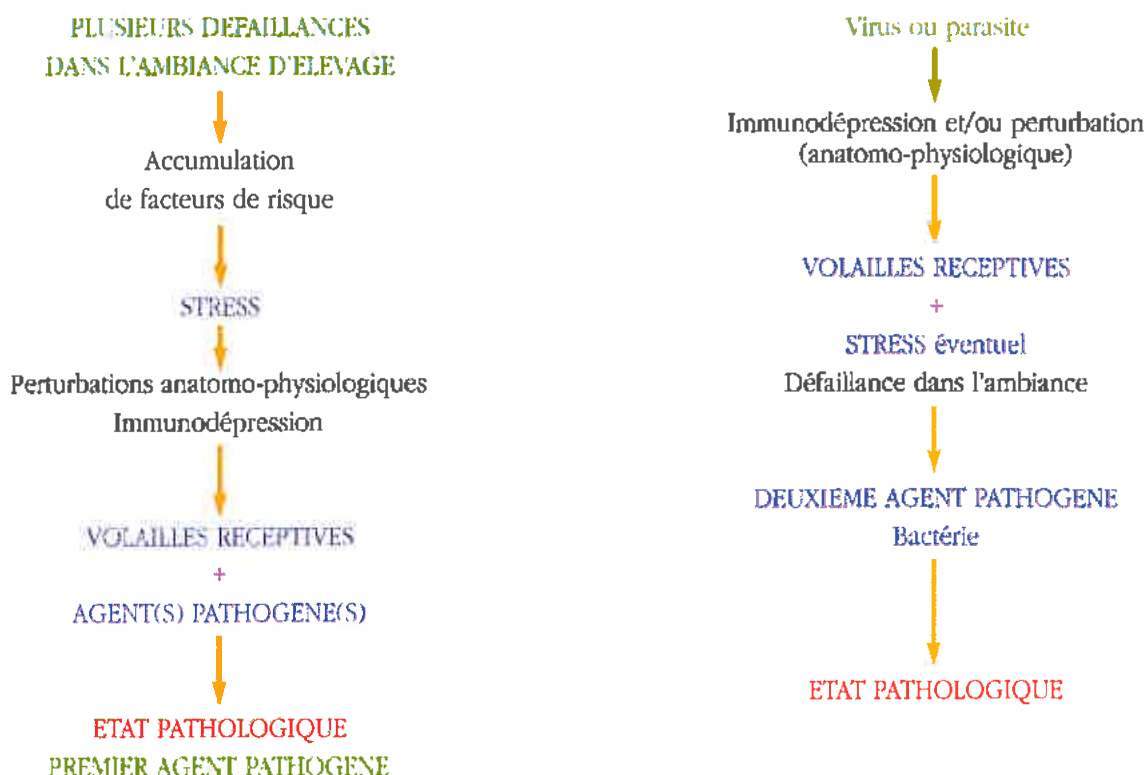
- l'implantation (le site),
- la qualité du sol,
- l'isolation thermique,
- l'étanchéité des ouvrants et les entrées d'air parasites,
- le volume d'air disponible par animal,

- la hauteur et le type d'admissions d'air,
- la pente du toit,
- les structures du lanterneau ou de la ventilation dynamique,
- le système de régulation de la ventilation,
- le matériel d'élevage (chauffage, abreuvement, alimentation...).

Chaque facteur peut être lui-même divisé en plusieurs sous-facteurs qu'il sera nécessaire de prendre en compte lors d'une étude détaillée. Ces paramètres peuvent agir séparément, ou d'une manière combinée, ce qui a pour conséquence de rendre plus complexe l'approche des problèmes de structures ou de gestion liés au bâtiment en vue d'y apporter une solution.

Le bâtiment forme donc un ensemble indissociable dont le niveau de performances dépend de la manière avec laquelle sont résolus les problèmes liés à chacune de ses composantes.

Figure 1 - Perturbations aboutissant à un état pathologique



**Responsable
Commercial**

Bernard Guillet
Les Epinays d'en Haut
01250 Revonnas
Tél. 04-74.30.04.67
Fax 04-74.25.05.14

**Directeur Technique
et de Développement**

Van The Hung
48, Rue de l'Alizé
95610 Eragny-sur-Oise
Tél. 01-30.37.06.99
Fax 01-34.48.85.32

Agrimat

Z.A. R.N. 42
62500 Tatinghem
Tél. 03-21.88.03.03
Fax 03-21.88.16.16

SERCAP Siège social

Z.A. de Chentepie
22150 Ploëuc sur Lié
Tél. 02-96.64.21.00
Fax 02-96.42.83.87

SERCAP Dépôt

Sud Loire
Z.A. de la Buzinière
85500 Les Herbiers
Tél. 02-51.64.93.07
Fax 02-51.64.93.09

SERCAP Dépôt

Mayenne-Normandie
26, Rue Vénus
53470 Martigné s/M
Tél. 02-43.02.58.08
Fax 02-43.02.54.82

B.F.C. Constructions

Z.A. Les Bruotées
21200 Vignolles
Tél. 03-80.24.04.00
Fax 03-80.24.00.85

A.S. Elevage

Z.I. B.P. 234
26401 Crest Cédex
Tél. 04-75.25.23.88
Fax 04-75.25.50.48

Eurobat

Le Cardayre
47150 Lacauzade
Tél. 05-53.36.54.26
Fax 05-53.36.49.12

**Agence pour DOM-TOM
et Afrique francophone**

Soproda
Z.I. 3, Rue de l'Industrie
77510 Rebais
Tél. 01-64.20.94.40
Fax 01-64.20.91.23



► Batteries tapis 3 à 8 étages avec séchage de fientes, nécessaire à la protection de l'environnement • Cages compactes et californiennes • Batteries d'élevage de poulettes et parentaux • Alimentation, abreuvement et ramassage d'œufs programmables et contrôlés • Alimentation séparée et rationnée pour parentaux • Traitement médicamenteux automatique par l'eau ou par l'aliment • Système unique Big Pan 330 anti-gaspillage pour volailles chair • Programme complet de ventilation et d'ordinateurs de gestion d'élevage de pondeuses et volailles chair ◀



Big Dutchman

Usine et bureau central: Big Dutchman International GmbH • B.P. 1163
D-49360 Vechta, R.F.A. • Tél. +49(0)447-801-0 • Fax +49(0)447-801-237 • Tlx 255 10 big d d

**S'informer,
Gérer,
Réussir,
100 % EFFICACE**

Grâce à
REUSSIR Aviculture,

cultivez votre compétitivité
et profitez de notre offre

**"DÉCOUVERTE
3 NUMÉROS"**



Retrouvez chaque mois
dans ce magazine des rubriques
dynamiques, pertinentes et précises,
écrites en liaison étroite
avec tous ceux qui participent
au développement
de ce secteur d'activité.



PROFITEZ DÈS À PRÉSENT DE CETTE OFFRE

en retournant au plus vite le bon ci-dessous (Vous pouvez aussi photocopier ce bulletin)
REUSSIR Abonnements • 2/4 avenue de la Cerisaie • Silic 311 • 94266 FRESNES Cedex

OUI, je désire découvrir **REUSSIR Aviculture**
et recevoir gratuitement les 3 prochains numéros*

Société / GAEC _____

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code Postal _____

Commune _____

Tel. _____ Fax: _____

Date de naissance _____

* Sans engagement ultérieur de votre part.

SAU totale

Producteur : ☐ Volailles de chair nombre de places _____
☐ Reproducteur nombre de places _____
☐ Oeufs nombre de places _____
☐ Gras nombre de places _____

☐ Autres volailles, précisez : _____

☐ Autres productions : _____

☐ Fournisseur, précisez : _____

☐ Prescripteur, précisez : _____

☐ Enseignant / Etudiant _____

☐ Autres, précisez : _____

Ces renseignements, destinés au seul usage des services de REUSSIR, feront l'objet d'un traitement informati-
 sé. Conformément à l'article 27 de la loi du 06/01/1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification des
 données vous concernant (sans obligation de votre part, vos informations pourront être utilisées par des tiers).

L'isolation et le chauffage

I - L'isolation

■ 1. Objectifs

Les objectifs de l'isolation thermique d'un bâtiment d'élevage, sont de rendre les conditions d'ambiance intérieures les plus indépendantes possibles des conditions climatiques extérieures. Elle doit permettre :

- de limiter le refroidissement de l'ambiance du poulailler en hiver par température basse et vents importants, condition nécessaire pour que l'éleveur maîtrise correctement les facteurs susceptibles d'avoir une influence, d'abord sur la réussite du démarrage, puis sur celle de l'élevage de la bande,
- d'éviter au maximum les entrées de chaleur, au travers des parois par temps chaud et fort rayonnement solaire,
- de diminuer enfin les écarts de température existant entre le sol et la litière, afin d'éviter principalement

des condensations au niveau de cette dernière.

Il est important de prévoir l'isolation de toutes les parois.

■ 2. Les règles de calcul

Deux coefficients sont utilisés pour définir l'isolation : le coefficient de conductivité thermique (λ), le coefficient de transmission thermique (K).

2.1. Le coefficient de conductivité thermique (λ)

Il correspond à la quantité de chaleur qui traverse en une heure un matériau d'une surface d'un mètre carré, d'un mètre d'épaisseur, pour une différence de température d'un degré Celsius entre ses deux faces. Ce coefficient λ s'exprime en $W/m \cdot ^\circ C$. Plus il est faible, plus le matériau est isolant.

2.2. Le coefficient de transmission thermique (K)

Il peut se calculer pour une paroi composée de plusieurs couches de

matériaux homogènes. Il correspond au flux de chaleur traversant une paroi de nature et d'épaisseur connues, d'une surface d'un mètre carré, pendant une heure, pour un écart de température entre les deux faces de la paroi d'un degré Celsius. Le coefficient K s'exprime en $W/m^2 \cdot ^\circ C$. Plus il est faible, meilleure est l'isolation.

La valeur de K est dépendante du coefficient λ du matériau utilisé et de son épaisseur. Il sera donc nécessaire de trouver un compromis entre l'isolation et son coût.

Les normes d'isolation thermique souhaitables en bâtiments de volailles sont les suivantes :

- toiture : $0,35 W/m^2 \cdot ^\circ C$,
- murs : $0,60 W/m^2 \cdot ^\circ C$,
- périmètre et sol : $0,60 W/m^2 \cdot ^\circ C$.

■ 3. Qualités d'un isolant

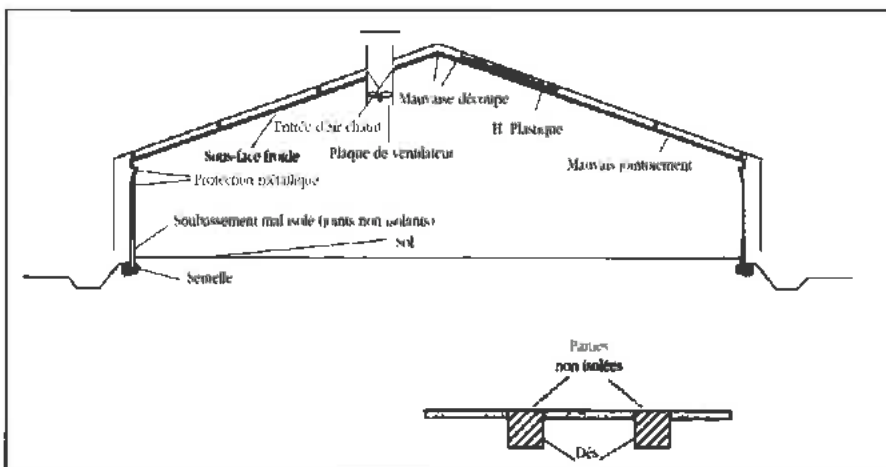
Les qualités à rechercher pour un isolant sont les suivantes :

- excellente résistance aux transferts calorifiques (λ),
- résistance à la chaleur et au feu,
- faible sensibilité à l'humidité (coefficient de perméabilité bas),
- résistance aux insectes et aux rongeurs,
- résistance aux pressions utilisées pour le nettoyage,
- bon comportement à l'humidité,
- absence de tassement,
- facilité de pose,
- bon rapport qualité/prix au m^2 en place.

Dans le choix de l'isolant, l'éleveur devra aussi tenir compte des risques présentés par les matériaux en tant que charge calorifique et éléments contribuant à la propagation de l'incendie. Les résultats de divers essais permettent de classer les matériaux en 5 catégories, de M0 à M4.

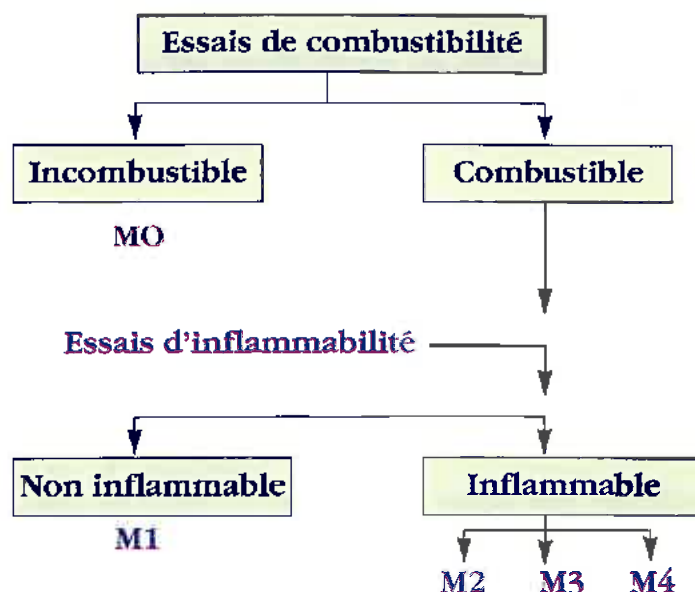
La pose des isolants en toiture doit faire l'objet de soins et d'une sur-

Figure 2 - Les points de condensation les plus courants



Les règles de calcul des caractéristiques thermiques utiles des parois, des déperditions de base des bâtiments ont fait l'objet d'un Document Technique Unifié (DTU). Ce document intitulé "Règles Th. K 97" est édité par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB, 4, avenue du Recteur Poincaré, 75782 PARIS CEDEX 16).

Figure 3 - Classement de réaction au feu



veillance particulière, afin que l'isolation demeure efficace pendant toute la période d'exploitation du bâtiment. Parmi les facteurs susceptibles de détériorer cette isolation, l'eau est l'une des causes majeures puisqu'elle prend la place de l'air, principal composant de la qualité thermique du produit. Cette eau peut provenir de la condensation de la vapeur d'eau venant de l'intérieur des locaux, mais elle peut provenir également de l'extérieur par infiltration des eaux de pluie, de la neige, par les jointures des plaques de couverture.

■ 4. Les principaux isolants

4.1. Les fibres minérales

Fabriquées à partir de matériaux fondus, elles ont une excellente résistance à la chaleur et au feu, mais ont

une faible imperméabilité. Leur emploi n'est possible qu'avec une pose très soignée.

4.2. Les polystyrènes expansés

Ils se différencient selon leur masse volumique. Leur résistance à la chaleur est limitée à 80 °C. Ils sont endommagés par les rongeurs et les insectes. Du fait de leur faible résistance mécanique, ils doivent être utilisés avec des précautions particulières. Ils sont utilisés dans la fabrication de parois sandwich.

4.3. Les polystyrènes extrudés

Ils sont différents des précédents par leur mode de fabrication et leur masse volumique est plus élevée. Ils sont résistants aux agressions physiques mais sont, par contre, sensibles à certains produits chimiques ainsi

qu'aux rongeurs et insectes. D'une grande facilité d'emploi, ils sont souvent utilisés en sous-toiture.

4.4. Les mousses de polyuréthane

Rigides, elles se présentent en général avec une ou deux faces enduites d'une feuille d'aluminium, ce qui leur confère une bonne résistance mécanique et une bonne imperméabilité. Cet isolant résiste à la chaleur jusqu'à 130 °C.

Il est possible pour l'acheteur de réclamer au vendeur le certificat de qualification ACERMI correspondant au produit isolant, établi à partir d'essais effectués par le CSTB.

■ 5. Parties à isoler

L'équilibre thermique des animaux est obtenu lorsque leur déperdition de chaleur se situe à la valeur minimale. A ce moment, la répartition des pertes par convection, conduction, rayonnement et évaporation se fait d'une manière adéquate.

L'étude des parois à isoler, c'est à dire la valeur K de chaque partie, doit prendre en compte la nécessité de maintenir cet équilibre.

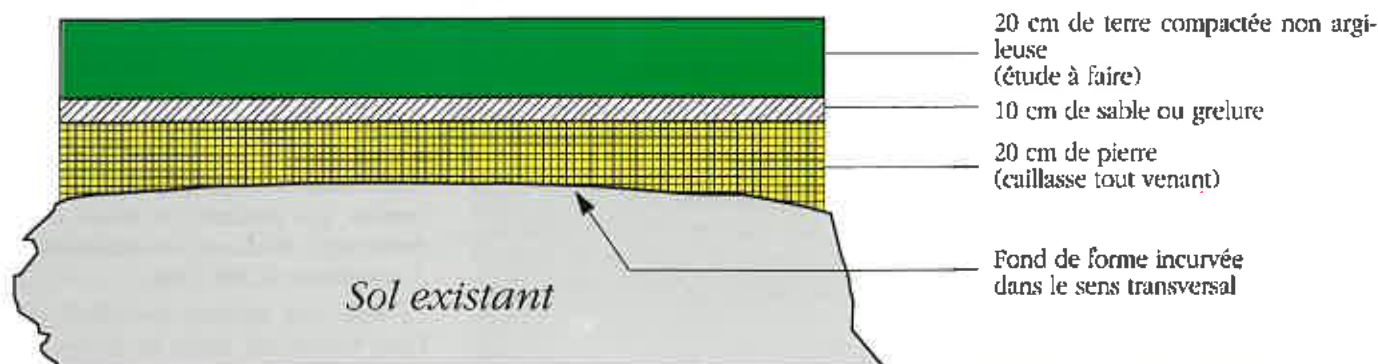
Les parties à isoler sont donc : le sol, les soubassements, les parois latérales et la toiture.

5.1. Le sol

Le sol constitue le lieu sur lequel vivent les animaux. C'est pourquoi, il devra être sain, sec, isolant et facile à désinfecter. La qualité isolante d'un sol est obtenue par l'utilisation d'un matériau alvéolé emprisonnant de l'air sec (éviter les sols humides et argileux).

Les bâtiments étant de grandes dimensions, il est très fréquent que l'une des extrémités se trouve en déblai et l'autre en remblai.

Figure 4 - Exemple de sol "performant" (sous réserve d'un bon drainage de l'ensemble)



**Responsable
Commercial**

Bernard Guillet
Les Epinays d'en Haut
01250 Revonnas
Tél. 04-74.30.04.67
Fax 04-74.25.05.14

**Directeur Technique
et de Développement**

Van The Hung
48, Rue de l'Aizé
95610 Eragny-sur-Oise
Tél. 01-30.37.06.99
Fax 01-34.48.85.32

Agrimatel

Z.A. R.N. 42
62500 Tatinghem
Tél. 03-21.88.03.03
Fax 03-21.88.16.16

SERCAP Siège social

Z.A. de Chantepie
22150 Ploëuc sur Lié
Tél. 02-96.64.21.00
Fax 02-96.42.83.87

SERCAP Dépôt

Sud Loire
Z.A. de la Buzinière
85500 Les Herbiers
Tél. 02-51.64.93.07
Fax 02-51.64.93.09

SERCAP Dépôt

Mayenne-Normandie
26, Rue Vénus
53470 Martigné s/M
Tél. 02-43.02.58.08
Fax 02-43.02.54.82

B.F.C. Constructions

Z.A. Les Bruottées
21200 Vignolles
Tél. 03-80.24.04.00
Fax 03-80.24.00.85

A.S. Elevage

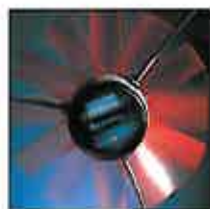
Z.I. B.P. 234
26401 Crest Cédex
Tél. 04-75.25.23.88
Fax 04-75.25.50.48

Eurobat

Le Cardayre
47150 Lacauzade
Tél. 05-53.36.54.26
Fax 05-53.36.49.12

**Agence pour DOM-TOM
et Afrique francophone**

Soproc
Z.I. 3, Rue de l'Industrie
77510 Rebais
Tél. 01-64.20.94.40
Fax 01-64.20.91.23



► Batteries tapis 3 à 8 étages avec séchage de fientes, nécessaire à la protection de l'environnement • Cages compactes et californiennes • Batteries d'élevage de poulettes et parentaux • Alimentation, abreuvement et ramassage d'œufs programmables et contrôlés • Alimentation séparée et rationnée pour parentaux • Traitement médicamenteux automatique par l'eau ou par l'aliment • Système unique Big Pan 330 anti-gaspillage pour volailles chair • Programme complet de ventilation et d'ordinateurs de gestion d'élevage de pondeuses et volailles chair ◀



Big Dutchman

Usine et bureau central: Big Dutchman International GmbH • B.P. 1163
D-49360 Vechta, R.F.A. • Tél. +49(0)4447-801-0 • Fax +49(0)447-801-237 • Tlx 255 10 big d d

**S'informer,
Gérer,
Réussir,
100 % EFFICACE**

Grâce à
REUSSIR *Aviculture*,

cultivez votre compétitivité
et profitez de notre offre

**"DÉCOUVERTE
3 NUMÉROS"**



Retrouvez chaque mois
dans ce magazine des rubriques
dynamiques, pertinentes et précises,
écrites en liaison étroite
avec tous ceux qui participent
au développement
de ce secteur d'activité.



PROFITEZ DÈS À PRÉSENT DE CETTE OFFRE

en retournant au plus vite le bon ci-dessous (Vous pouvez aussi photocopier ce bulletin)
REUSSIR Abonnements • 2/4 avenue de la Cerisaie • Silic 311 • 94266 FRESNES Cedex

OUI, je désire découvrir **REUSSIR *Aviculture***
et recevoir gratuitement les 3 prochains numéros*

Société / GAEC _____

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code Postal _____

Commune _____

Tél. _____ Fax _____

Date de naissance _____

* Sans engagement ultérieur de votre part.

SAU totale

Producteur : ☐ Volailles de chair nombre de places : _____
☐ Reproducteur nombre de places : _____
☐ Œufs nombre de places : _____
☐ Gras nombre de places : _____

☐ Autres volailles, précisez : _____

☐ Autres productions : _____

☐ Fournisseur, précisez : _____

☐ Prescripteur, précisez : _____

☐ Enseignant / Étudiant

☐ Autres, précisez : _____

Ces renseignements, destinés au seul usage des services de REUSSIR, feront l'objet d'un traitement informatique. Conformément à l'article 27 de la loi du 6/01/1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification des données vous concernant (sans opposition de votre part, ces informations pourront être utilisées par des tiers).

Pour assurer une bonne isolation, il convient d'abord de dégager une plate-forme sur toute la surface du bâtiment et ensuite de la surélever au moyen des déblais s'ils sont de qualité isolante satisfaisante. Le sol constitué sera horizontal et plat. Le fond sera réalisé de préférence de forme incurvée pour éviter les formations de poches d'eau en présence de matériaux imperméables. Il est impératif que le niveau du sol intérieur soit au moins à 20 cm au-dessus du niveau du sol extérieur, quel que soit l'endroit du bâtiment.

Une bonne isolation ne saurait se suffire à elle-même si par ailleurs il n'y a pas une bonne gestion des eaux pluviales : une gestion de l'eau en périphérie de la plate-forme (drainage, collecteurs,...) permettra d'évacuer tout excédent d'humidité et d'éviter les infiltrations.

Les sols des bâtiments déjà construits qui présentent l'inconvénient d'être frais et humides ne seront améliorés qu'à condition d'être :

- parfaitement drainés,
- isolés par l'introduction dans la

couche supérieure d'un matériau alvéolé de type sable, facilement compactable,

- cimentés, à l'occasion, mais dans des conditions précises.

5.2. Les soubassements

Il faut veiller tout particulièrement à l'isolation des soubassements et à la liaison avec le sol. Les dés doivent être en retrait de manière à permettre une isolation continue de l'intérieur. Les panneaux isolants utilisés assureront une continuité.

Quel que soit le matériau de soubassement employé, il faut :

- prévoir un coefficient K inférieur à 0,60 soit une épaisseur minimale de 60 mm de polystyrène expansé de classe III,
- utiliser des joints ciments isolants, suivant le cas,
- veiller à ce que le portique métallique soit toujours en position de retrait et ne crée aucun pont thermique,
- veiller à l'étanchéité des liaisons.

Figure 5 - Exemple de drainage correctement réalisé

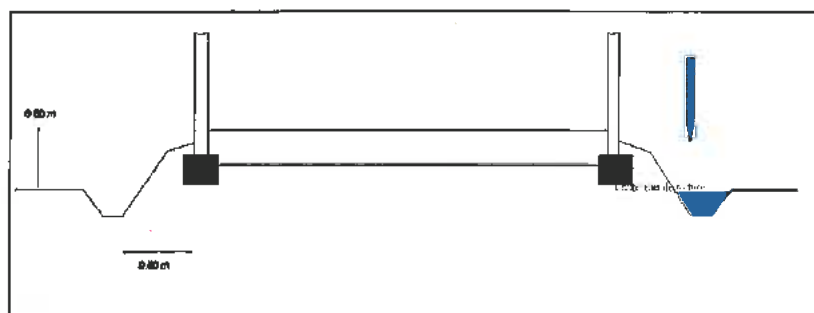


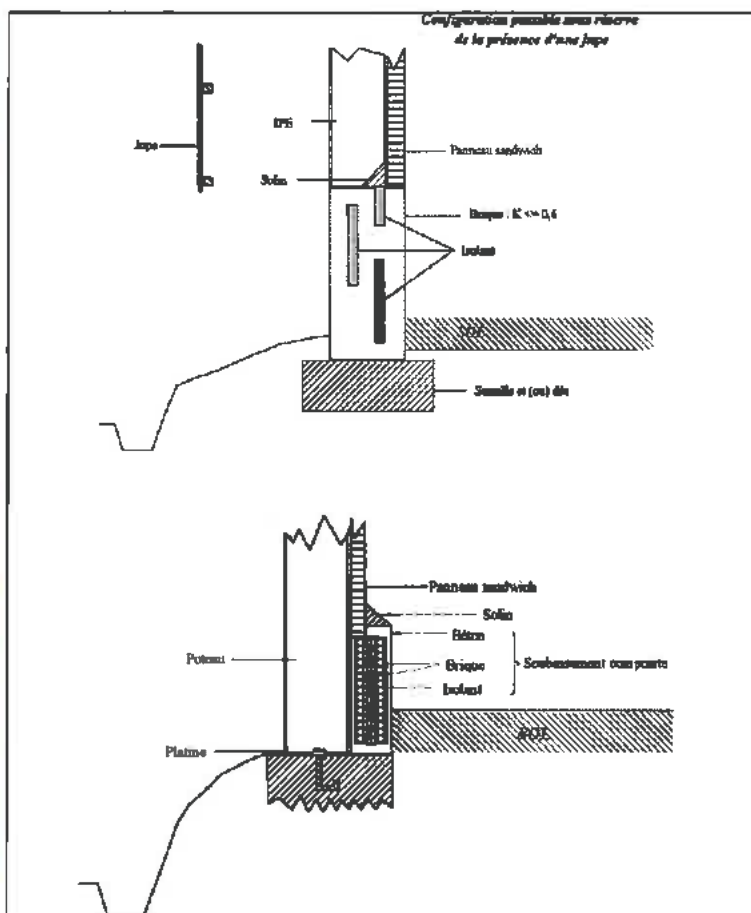
Figure 6 - Exemples de soubassement



Gestion de l'eau en périphérie d'un bâtiment



Un soubassement bien isolé contribue au confort des animaux



5.3. Les parois verticales

Le coefficient K recherché sera inférieur à $0,60 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$. Ainsi, pour un panneau sandwich constitué de deux plaques de fibrociment de 3 mm d'épaisseur et de 60 mm de polystyrène expansé de classe III ($\lambda = 0,039 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$), le coefficient K sera égal à $0,58 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$.

Aucun matériau métallique ou plastique ne doit être en contact direct entre l'intérieur et l'extérieur, excepté en cas de rupture de pont thermique. Un soin tout particulier sera apporté à l'isolation et à l'étanchéité des liaisons verticales des panneaux sandwich.

5.4. La toiture

5.4.1. Conditions d'une bonne isolation

Afin de maîtriser les conditions d'ambiance en les rendant les plus indépendantes possibles des conditions climatiques extérieures, en toutes saisons, le coefficient K à obtenir sera, pour les mêmes raisons que précédemment, voisin de $0,35 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$, ce qui correspond à un minimum de :

- 50 à 60 mm de mousse de polyuréthane ($\lambda = 0,022 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$) soit un K compris entre 0,41 et $0,34 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$,
- 120 à 140 mm de fibre minérale ($\lambda = 0,041 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$) soit un K compris entre 0,32 et $0,29 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$,
- 40 mm de mousse de polyuréthane et 100 mm de fibre minérale sans pare-vapeur, ce qui constitue un excellent compromis ($K = 0,23 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$).



Importance d'une bonne isolation de la toiture

La présence de ponts thermiques (absence d'isolant, mauvais jointolement) a des conséquences néfastes qui se traduisent par :

- le refroidissement de l'ambiance,
- l'existence de points de condensation avec possibilités de retombées de gouttelettes d'eau sur les animaux et les litières,
- l'augmentation dans certains cas de la température du matelas d'air situé en partie supérieure de l'isolant qui provoque à certains moments de l'année une très forte condensation en sous-face de la plaque de couverture de la toiture.

L'absence de passage direct d'air chaud et d'humidité de l'ambiance dans le vide isolant est à rechercher par un jointolement très minutieux des plaques intérieures et des gaines de ventilation dans le cas d'utilisation d'extracteurs, sinon les mêmes désordres cités précédemment seront observés.

Du côté extérieur, il sera porté une

attention particulière aux moyens mis en œuvre afin d'éviter les infiltrations d'eau :

- superposition des plaques d'au moins 15 cm,
- rejet des plaques fêlées.

Enfin, comme à certains moments de l'année, sous certaines conditions climatiques, il n'est pas possible d'éviter les condensations. Les règles de ventilation des parties froides des isolants seront scrupuleusement respectées.

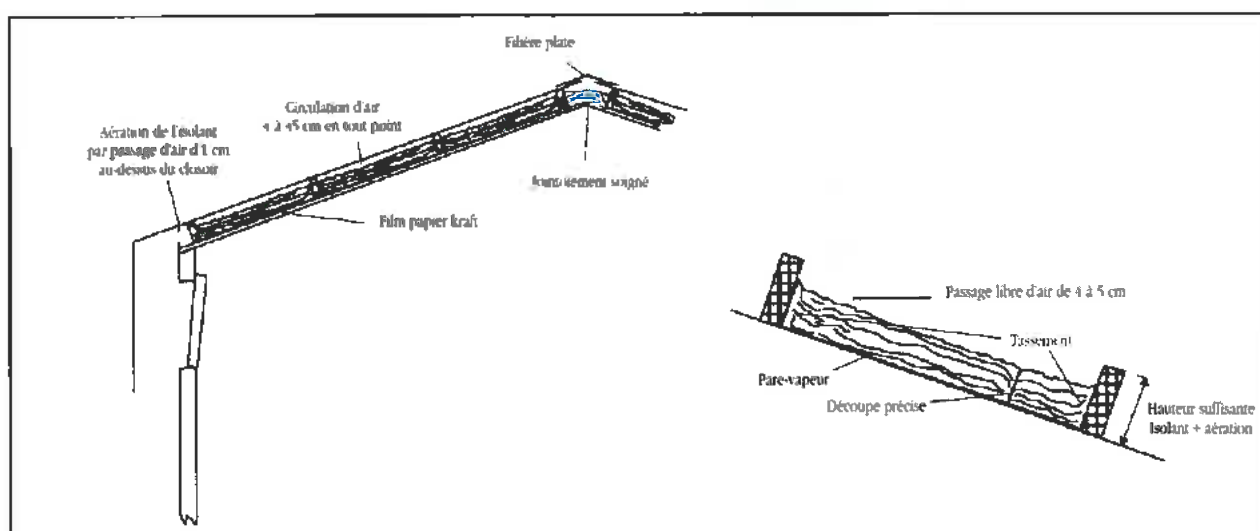
5.4.2. Soins particuliers pour la pose de fibres minérales

Il est nécessaire de se renseigner sur les qualités hygroscopiques des laines minérales. Les laines de roches sont toutes non hydrophiles, certaines laines de verre le sont également après traitement.

Lors de la pose, des soins particuliers doivent être apportés :

- éviter de poser de la fibre minérale par temps de pluie ou rosée très forte le matin,
- toute mauvaise découpe de l'isolant provoque des points de condensation en sous-face de la toiture à l'intérieur du bâtiment ; il faut donc découper l'isolant de manière à ce qu'il n'y ait aucun vide lorsque les entre-axes de pannes sont plus larges que les rouleaux de fibres utilisés et tasser l'isolant entre les pannes, avec éventuellement agrafage de celui-ci si la pente du toit excède 40 %,
- placer, côté intérieur, un pare-vapeur (papier kraft),

Figure 7 - Pose de fibre minérale en toiture



- en présence de fermes métalliques, prévoir une isolation d'au moins 30 mm de mousse de polyuréthane (à l'exclusion de tout autre matériau) sous la ferme et sur la plaque de protection du plafond (faire une découpe très précise, au millimètre près ; ne pas utiliser de chutes qui sont souvent mal dimensionnées),
- protéger l'isolant contre toute possibilité d'humidification par l'étanchéité de la couverture et de la sous-face de la toiture (plafond), par l'absence de condensation par entrée d'air chaud provenant de l'intérieur ou du lanterneau,
- procéder à un premier traitement rodenticide avant de refermer la toiture.

5.4.3. Soins particuliers pour la pose de panneaux rigides de mousses alvéolaires

Les mêmes règles techniques sont à appliquer :

- absence d'entrées d'air chaud dans le vide de l'isolant,
- aération de la partie froide de l'isolant,
- des demi "H" plastique seront préférés aux "H" complets pour réaliser la liaison entre les plaques, excepté s'il y a de la laine minérale au-dessus (ceux-ci devront être bien serrés et étanches),
- découpes précises des panneaux avec collage d'une bande adhésive pour leur protection contre les insectes et les rongeurs.

II - Le chauffage

Pour répondre aux exigences de confort des animaux, le choix des modes d'émission de la chaleur est primordial. Il existe deux modes de transfert de chaleur pour le chauffage des grands locaux : le rayonnement et la convection. Les besoins en chauffage pour les régions tempérées varient de 75 à 100 W par m².

Il convient de distinguer deux modes de chauffage : le chauffage d'ambiance et le chauffage localisé. Le premier est obtenu par un procédé de convection (on chauffe l'air), le second est obtenu par un procédé de rayonnement (qui chauffe un corps). L'un et l'autre système ont leurs avantages et leurs contraintes.

Outre la qualité, le type et l'emplacement des appareils de chauffage, il faudra veiller au bon emplacement des sondes de commande.

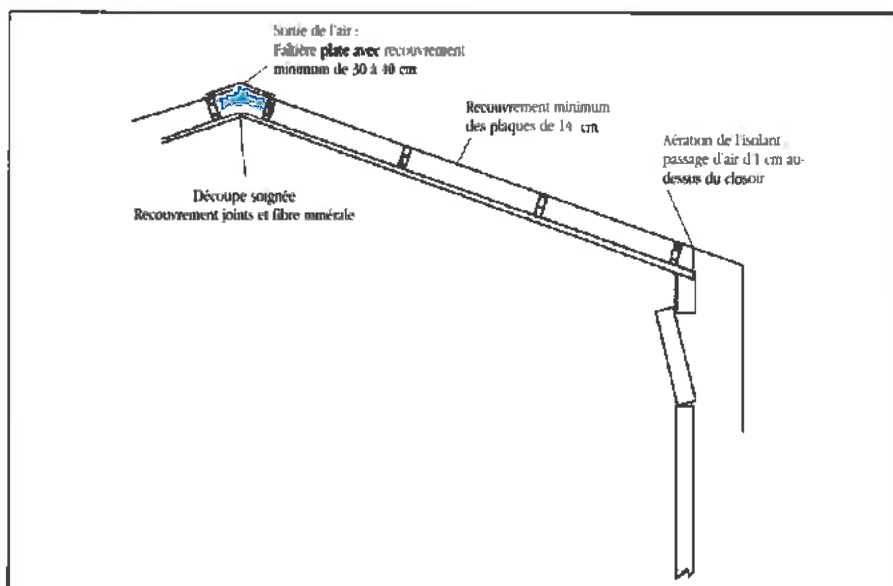
Attention au monoxyde de carbone

Les bâtiments d'élevage sont construits de plus en plus étanches et il est nécessaire de prévoir une ventilation minimum dès la mise en chauffe du bâtiment. En effet, l'émission de gaz de combustion toxiques sans renouvellement d'air suffisant risque d'intoxiquer l'éleveur.

Tableau 1 - Comparaison du chauffage d'ambiance et du chauffage localisé sur quelques critères

Critère	Chauffage d'ambiance	Chauffage localisé
Types d'appareil	Générateurs d'air chaud, tubes chauffants, radiants (pseudo-ambiance), convecteurs	Radiants
Contraintes liées au bâtiment	Nécessite un bâtiment de très bonne qualité : étanche et bien isolé	Permet d'atténuer certaines carences du bâtiment
Résultats technico-économiques	Identiques	Identiques
Travail de l'éleveur	Moins important en période de démarrage qu'en localisé	Plus important en période de démarrage qu'en ambiance
Technique	Technique pointue laissant peu de place à l'erreur	Technique moins pénalisante en cas d'erreur

Figure 8 - Aération de l'isolant



■ 1. Chauffage localisé

Avec un mode de chauffage localisé, la température de l'aire de vie et la température sous chauffage doivent permettre aux jeunes animaux d'équilibrer leur température corporelle, par leurs déplacements à l'intérieur des parcs de démarrage.

Les appareils radiants (électriques ou à gaz) sont utilisés pour travailler en chauffage localisé. Ils sont alors situés à une hauteur d'environ 1,20 m et nécessitent la mise en place de gardes grillagées pour le démarrage.

■ 2. Chauffage d'ambiance

L'objectif de ce type de chauffage est de fournir aux volailles, réparties sur

toute la surface du bâtiment, une température obtenue par convection qui soit identique en tous points de la zone de vie. Contrairement au chauffage localisé, le chauffage d'ambiance agit sur tout le volume du bâtiment. Le but à atteindre est d'obtenir une température qui soit homogène et qui permette à l'animal de se déplacer, sans avoir à lutter contre le froid ou la chaleur.

Il existe plusieurs types d'appareils utilisables en chauffage d'ambiance.

3. Les appareils

3.1. Les aérothermes

Les puissances de ces appareils peuvent varier de 35 à 100 kW. Il est préférable d'opter pour quatre petits appareils que pour deux gros, l'homogénéité du chauffage sera meilleure et les risques plus limités en cas de panne de l'un d'entre eux.

Installés à 2 m de hauteur, ils fonctionnent selon le principe suivant : un brûleur situé dans le corps de l'appareil chauffe l'air qui est ensuite pulsé à l'aide d'un ventilateur. Il existe actuellement dans le commerce des appareils à puissance de chauffage modu-

cas des avantages et des inconvénients. Dans le contexte présent, le gaz est une source d'énergie qui s'avère plus économique que l'électricité, ce qui explique que la majorité des installations actuelles soit réalisée avec un chauffage au gaz.

Les sondes de températures de type "boules noires" sont recommandées et situées à une hauteur d'environ 0,30 m, hors du rayonnement direct des appareils.

L'appareil de chauffage en ambiance se situe à une hauteur d'environ 2,00 m à 2,50 m. L'installation de ces appareils peut se faire sur treuils. Ils

- les radiants modulables : ils permettent d'obtenir des puissances variables suivant leur pression d'alimentation. La puissance minimale devra être aussi faible que possible (de l'ordre de 10 %) et pouvoir monter progressivement à 100 %.

- les radiants fonctionnant en tout ou rien : ce sont des appareils qui fonctionnent à régime maximum ou pas du tout.

3.3. Les tubes rayonnants chauffants

Ce sont des appareils qui chauffent suivant le même principe que les

Figure 10 - Exemple de positionnement d'un radiant pour chauffage en "ambiance"

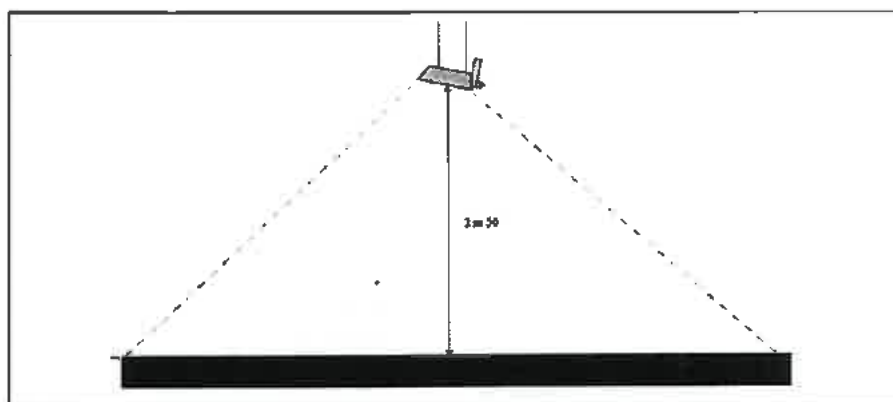
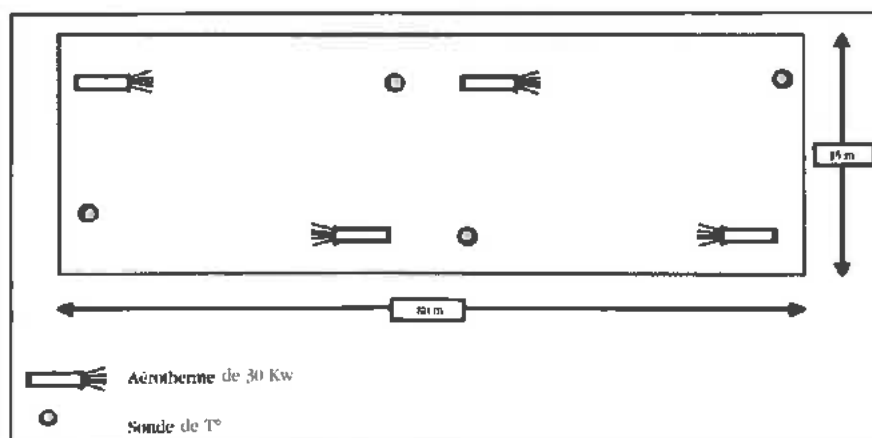


Figure 9 - Exemple d'une installation avec aérothermes



lable. Compte tenu de leur poids, les points d'ancrage spécifiques devront être prévus et renforcés si nécessaire pour l'installation de ces appareils. En cas de coupure d'électricité, les aérothermes ne fonctionnent plus ; il convient donc de prendre les mesures nécessaires (groupe électrogène, ...).

3.2. Les radiants

L'énergie d'alimentation peut être le gaz ou l'électricité, avec dans chaque

seront fixés par au moins deux chaînettes ou câbles en acier sur deux points d'ancrage distincts. Dans tous les cas, on s'assurera qu'il existe une distance minimale de 0,60 m entre le radiant et le plafond.

Il convient de prévoir 2 lignes de radiants (2 zones de chauffage) pour assurer une bonne homogénéité de température dans le bâtiment.

Les radiants peuvent être de deux types :



Exemple d'aérotherme

radiants à gaz (rayonnement). Leur installation devra répondre aux mêmes exigences. On préférera des appareils de faible puissance afin de limiter leur rayonnement (environ 22 kW).

Compteur à gaz

L'utilisation d'un compteur à gaz présente l'intérêt de connaître précisément la consommation de gaz du bâtiment et par conséquent de mesurer l'efficacité du système et des réglages en fonction du climat extérieur. L'intervention en cas de consommations anormales peut alors se faire beaucoup plus rapidement.

4. La régulation du chauffage

Les équipements de chauffage doivent permettre un maintien des conditions d'ambiance à une température déterminée. La variation des flux thermiques impose une modulation de la puissance de chauffage. L'équipement doit donc être en mesure de fournir aussi bien 100 % de sa puissance que 0 %. Faute de quoi, la température ambiante va s'accroître et il sera nécessaire d'augmenter la ventilation pour évacuer des calories apportées en excès par le chauffage.

L'optimisation des coûts énergétiques et des conditions d'ambiance passe par l'utilisation de matériels gérés par des automatismes (régulation) qui vont intervenir sur l'allumage ou l'extinction des appareils de chauffage. De nombreux systèmes existent sur le marché.

Il convient de respecter certaines règles :

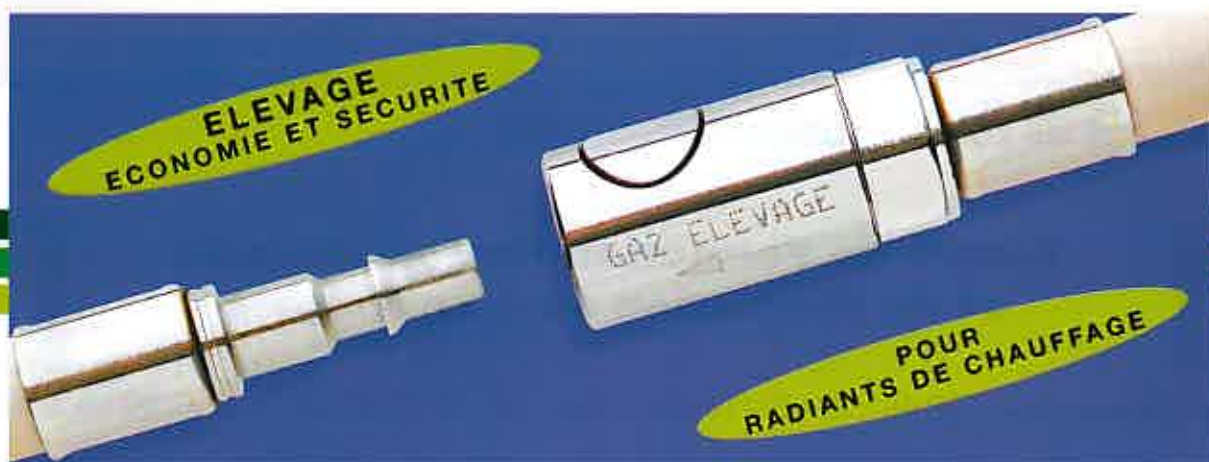
- le type de sonde doit être adapté au mode de chauffage,
- la sonde doit être proche de l'aire de vie des volailles (1 m),
- coupler la régulation du chauffage avec celle de la ventilation.

Tableau 2 - Les fonctions de base selon l'équipement installé

Matériel	Type d'action	Action sur...
Chauffage radiants gaz mini-maxi	Tout ou peu	Electrovanne
Chauffage radiants gaz modulables	Proportionnelle	Electrovanne
Chauffage par générateurs à gaz	Tout ou rien	Brûleur



Exemple de radiant



Équipement complet STÄUBLI pour radiants de chauffage : raccord rapide serti sur flexible Gaz

100% d'étanchéité au service de votre rentabilité

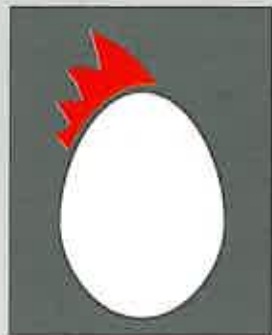
Les équipements complets Gaz Elevage STÄUBLI vous permettent d'installer ou de déplacer rapidement vos radiants de chauffage. Ils intègrent des raccords rapides équipés d'une double étanchéité pour une sécurité totale. Ces raccords disposent d'une fermeture automatique du circuit d'arrivée Gaz lors du désaccouplement. Leur excellent débit assure le rendement maximum des radiants de chauffage. La technologie et les matériaux

utilisés garantissent à l'équipement complet Gaz Elevage STÄUBLI une grande longévité pour vous faire gagner en rentabilité.

STÄUBLI

Le raccord exact

STÄUBLI FAVERGES - PLACE ROBERT STÄUBLI - BP 70 - 74210 FAVERGES
TEL. 04 50 65 60 60 FAX 04 50 65 60 69
Internet : <http://www.staebli.com> • E-mail : connectors.sales@staebli.com



*Le CFPPSA de PLOUFRAGAN
propose des formations aux*

METIERS DE L'AVICULTURE

Formations :

- BPA, BP REA, Certificat technique, Certificat de spécialisation.
- Formations intra-interentreprises, Bâtiments avicoles, Conduite d'élevage des volailles, Couvoir...

Débouchés :

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

Formations réalisées avec la Région Bretagne

Possibilités de rémunération AFR, CNSFA, CIF.



**Centre de Formation Professionnelle
et de Promotion Sociale Avicole**



Zoopôle Beaucemaine - BP 46 - 22440 PLOUFRAGAN - Tél. 02 96 01 62 26 - Fax 02 96 76 06 45

AÉRO BRUMISATION

Technique de Refroidissement Évaporatif Haute Pression (110 bars)
Equipements : Avicole - Agricole - Horticole

*Une équipe
de professionnels
expérimentés est
à votre service.*

BRUMINDUS®

Lorsque l'expérience et la compétence s'associent...



TECHNI • BRUME • DIFFUSION

*Etudes techniques
GRATUITES
sous 72 heures.*



De nombreuses et sérieuses références dans le monde Avicol (plusieurs centaines à ce jour) diffusées par votre Installateur d'équipement.

20 rue Raoul Dautry - B.P. 253 49302 - CHOLET CEDEX - Tél. 02 41 46 43 19 - Fax 02 41 71 06 76

La ventilation : objectifs, normes et mise en œuvre

I. Objectifs

Une ventilation efficace correctement réglée est sans conteste le facteur le plus important pour réussir en élevage avicole.

L'objectif de la ventilation est bien sûr de renouveler l'air dans le bâtiment d'élevage afin :

- d'assurer une bonne oxygénation des sujets,
- d'évacuer les gaz nocifs produits par les animaux, la litière et les appareils de chauffage, tels que CO_2 , NH_3 , H_2S , CO ...
- d'éliminer les poussières, mais aussi de gérer l'ambiance du bâtiment, en luttant contre les excès de chaleur et d'humidité, par un balayage homogène et parfaitement contrôlé de la zone de vie des volailles.



La zone de vie des volailles

Le renouvellement d'air doit permettre d'atteindre ces objectifs tout en respectant l'ensemble des paramètres d'ambiance. Ceci impose que la ventilation des poulaillers réponde aussi bien à des critères qualitatifs (circuits d'air, respect des consignes), que quantitatifs (débits d'air).

Toute ventilation d'un bâtiment d'élevage de volailles doit obéir à trois règles fondamentales :

- un débit de renouvellement d'air précis,
- une bonne diffusion de l'air neuf,

- le respect des consignes (de température, d'humidité...) grâce à une bonne régulation.

II. Normes de débits

1. Minima de ventilation

Les normes de débits de renouvellement de l'air sont précisées dans le tableau suivant ; elles s'appuient sur des calculs, des essais et de nombreuses observations de terrain.

Les besoins de ventilation varient suivant la saison et augmentent avec l'âge des animaux.

En période de démarrage, le renouvellement d'air est basé uniquement sur l'apport d'oxygène et l'évacuation des gaz issus de la combustion. Pour un poulailler de 1 000 m³ et 3 500 m³ de volume, cela nécessite un

débit de 400 m³/h l'été, et 800 m³/h l'hiver. En effet, lorsque des appareils de chauffage à gaz sont très sollicités, on doit mettre en place un renouvellement d'air minimum d'au moins 20 % du volume du bâtiment, dès la mise en chauffe. Cette ventilation doit se faire en maintenant la température dans l'aire de vie des animaux, sans créer de chutes d'air froid, ni de courants d'air.

Pendant les trois premières semaines d'élevage (phase endothermique), c'est l'évacuation de l'eau produite par les volailles, qui est prise en compte pour calculer le seuil minimal de ventilation : de 0,5 à 1,2 m³/h/kg vif. Lorsque certaines conditions sont réunies (humidité, chaleur, oxygénation de la litière, accumulation des déjections) l'élimination de l'ammoniac devient prioritaire : de 1 à 1,5 m³/h/kg vif.

Enfin lors de la phase exothermique

Tableau 3 - Seuils minimaux de renouvellement d'air

CRITÈRES À PRENDRE EN COMPTE	DÉBITS D'AIR (en m ³ /h/kg de poulet)
Oxygène (O_2)	0,1 à 0,3
Gaz de combustion (CO_2 , CO)	0,4 à 0,8 (en hiver)
Humidité (HR)	0,5 à 1,2
Ammoniac (NH_3)	1 à 1,5
Chaleur animale	3 à 5

Tableau 4 - Recommandations bioclimatiques pour volailles
emplumées sur litière

PARAMÈTRES	PÉRIODE TEMPÉRÉE		PÉRIODE CHAUDE	
	Valeurs	Débit d'air (m ³ /h/kg)	Valeurs	Débit d'air (m ³ /h/kg)
TEMPÉRATURES	17 à 21 °C		> 22 °C	3 à 5
VITESSES D'AIR	0,1 à 0,3 m/s		0,3 à 1,5 m/s	
HYGROMÉTRIE	50 à 70 %	0,5 à 1,2	50 à 60 %	
NH_3	< 15 ppm	1 à 1,5	< 15 ppm	

(forte production de chaleur par rapport aux besoins), il est nécessaire d'extraire la chaleur animale excédentaire en appliquant un débit de 3 à 5 m³/h/kg de poids vif ; ceci, pour respecter les consignes de température, et créer des vitesses d'air pour aider les volailles à lutter contre la chaleur.

■ 2. Calcul en période hivernale

En période hivernale, le seuil de renouvellement d'air est très souvent celui correspondant à l'évacuation de l'eau produite par les animaux. Le débit nécessaire s'exprime alors par la relation :

$$\text{Débit} = \frac{P}{P_i - P_e}$$

P = Poids d'eau dégagée par les volailles en g/h

P_i = Poids de vapeur d'eau en g contenue dans un m³ d'air intérieur

P_e = Poids de vapeur d'eau en g contenue dans un m³ d'air extérieur

Exemple :

Un poulet de 1,5 kg produit environ 5 g d'eau/h par kg de poids vif, donc 22 000 poulets de 1,5 kg produisent 22 000 x 1,5 x 5 = 165 000 g d'eau/h

T_i = 20 °C et HR_i = 70 % d'où P_i = 12 g d'eau/m³ d'air sec

T_e = 10 °C et HR_e = 80 % d'où P_e = 7 g d'eau/m³ d'air sec

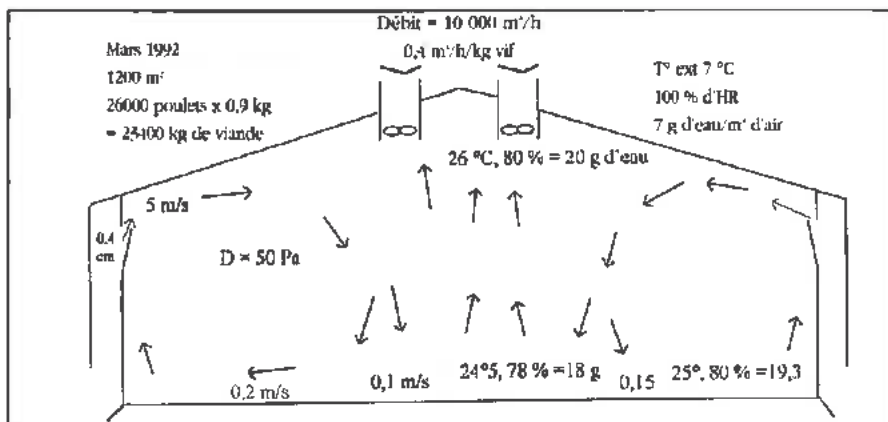
d'où Débit = 165 000/5 = 33 000 m³/h, soit 1 m³ h/kg vif.

Les débits de ventilation minimaux varient entre des valeurs faibles la première semaine, et des valeurs beaucoup plus importantes en fin de lot. L'analyse de ce tableau montre que l'éleveur a tout intérêt à maîtriser la formation d'ammoniac, de façon à ventiler de manière économique.

Tableau 5 - Recommandations bioclimatiques pour poules pondeuses en cage

PARAMÈTRES	PÉRIODE TEMPÉRÉE		PÉRIODE CHAUDE	
	Valeurs	Débit d'air (m³/h/kg)	Valeurs	Débit d'air (m³/h/kg)
TEMPÉRATURES	22 à 24 °C		> 25 °C	3 à 5
VITESSES D'AIR	0,2 à 0,3 m/s		0,3 à 1,5 m/s	
HYGROMÉTRIE	50 à 70 %	0,5 à 1,2	50 à 60 %	
NH ₃	< 15 ppm	1 à 1,5	< 15 ppm	

Figure 11 - Exemple de gestion de la ventilation sur l'eau



■ 3. Calcul en phase exothermique

Pendant la deuxième phase d'élevage, correspondant à la phase exothermique (production de chaleur supérieure aux besoins), la formule suivante est appliquée au calcul de la ventilation :

$$\text{Débit} = \frac{Q}{(T_i - T_e) \times 0,34}$$

Q = Chaleur dégagée par les volailles en Watt

0,34 = Chaleur spécifique d'un

m³ d'air exprimée en Watt/°C

T_i-T_e = Ecart de température de l'air entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment

Exemple :

Un poulet de 1,5 kg dégage 5,6 Watts de chaleur sensible par kg de poids vif

d'où 22 000 poulets de 1,5 kg dégagent 22 000 x 1,5 x 5,6 = 185 000 W

si T_i = 20 °C et T_e = 16 °C, alors T_i-T_e = 4 °C

d'où Débit = 185 000/(4 x 0,34) = 136 000 m³/h, soit 4,1 m³/h/kg vif.

Tableau 6 - Calcul de ventilation en période hivernale pour 22000 poulets

ÂGE EN JOURS	POIDS DE VIANDE en kg	PARAMÈTRE CONSIDÉRÉ	SEUIL DE VENTILATION en m³/h/kg vif		VOLUME D'AIR À EXTRAIRE en m³/h	
			MINI	MAXI	MINI	MAXI
7	3 200	HR	0,5	0,7	1 600	2 200
14	8 000	HR	0,5	0,7	4 000	5 600
21	15 000	HR ou NH ₃	0,7	1,0	10 500	15 000
28	24 000	NH ₃ ou HR	1,0	1,5	24 000	36 000
35	34 000	NH ₃ ou HR	1,0	1,5	34 000	51 000
40	40 000	NH ₃ ou HR	1,2	1,5	48 000	60 000

Tableau 7 - Calcul du débit d'extraction de l'eau pour 22 000 poulets

ÂGE EN JOURS	POIDS DE VIANDE EN KG	PRODUCTION D'EAU ⁽¹⁾		DÉBIT D'EXTRACTION	
		en g/h/kg	en g/h	en m³/h	en m³/h/kg
7	3 200	12	38 000	$38\,000 : 20 = 1\,900$	0,6
14	8 000	10	80 000	$80\,000 : 14 = 5\,700$	0,7
21	15 000	7,5	112 500	$112\,500 : 10 = 11\,250$	0,8
28	24 000	6	144 000	$144\,000 : 6 = 24\,000$	1,0
35	34 000	5	170 000	$170\,000 : 5 = 34\,000$	1,0
40	40 000	4,5	180 000	$180\,000 : 4 = 45\,000$	1,1

⁽¹⁾ Dont 25 à 40 % sous forme liquide dans les déjections

Tableau 8 - Calcul du débit d'extraction de la chaleur pour 22 000 poulets

ÂGE EN JOURS	POIDS DE VIANDE EN KG	PRODUCTION DE CHALEUR ⁽¹⁾		DÉBIT D'EXTRACTION ⁽²⁾	
		en W/kg	en Watt	en m³/h	en m³/h/kg
7	3 200	5	16 000	Phase endothermique production de chaleur animale < besoins	
14	8 000	5	40 000		
21	15 000	5,5	82 500		
28	24 000	5,5	132 000	$132\,000 : (8 \times 0,34) = 48\,500$	2,0
35	34 000	5,6	190 000	$190\,000 : (4 \times 0,34) = 140\,000$	4,1
40	40 000	5,6	224 000	$224\,000 : (4 \times 0,34) = 165\,000$	4,1

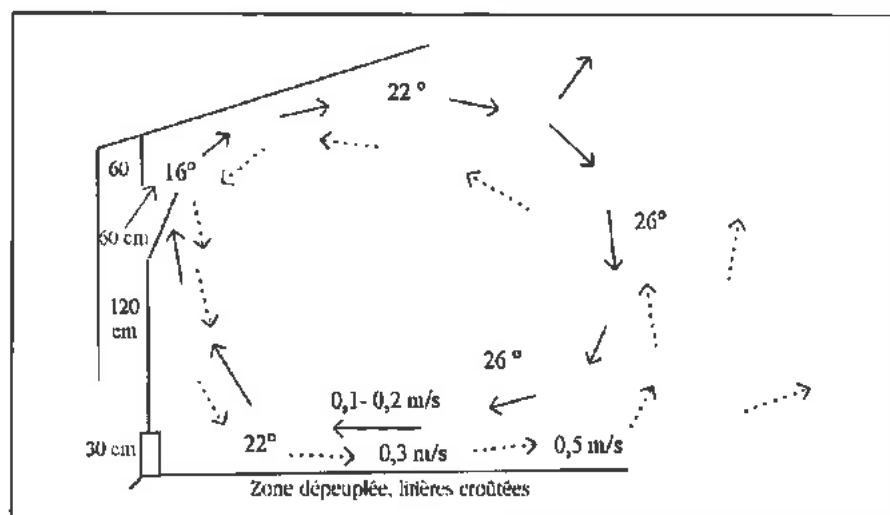
⁽¹⁾ Chaleur sensible uniquement - ⁽²⁾ Calculé avec T ext. = 16 °C

III. Diffusion de l'air

■ 1. L'effet plafond

La masse volumique de l'air varie beaucoup avec la température ; c'est ce qui explique la difficulté qu'il y a à mélanger de l'air froid et de l'air chaud ; l'air froid introduit dans l'air chaud à faible vitesse va couler comme de l'eau. Par temps froid, quel que soit le type de bâtiment utilisé, on recherchera à "coller" la veine d'air au plafond lors de son introduction. L'air doit être réchauffé et sa vitesse parfaitement contrôlée au moment où il atteint les animaux. L'effet plafond assure une portée plus longue aux fines lames d'air ; utilisé en période de démarrage, il améliore ainsi leur réchauffement.

Figure 12 - Exemples extrêmes de diffusion de l'air



En pointillé : températures et vitesses d'air obtenus à partir d'un mauvais réglage des admissions et sorties d'air



L'effet plafond améliore le réchauffement des fines veines d'air utilisées au démarrage.

■ 2. Notion de dépression

Lorsque des ventilateurs extraient de l'air d'un poulailier, cela a pour effet de diminuer la pression de l'air à l'intérieur du bâtiment. On dit que l'intérieur du bâtiment est mis en dépression par rapport à l'air extérieur. Or naturellement, les pressions entre l'extérieur et l'intérieur ont tendance à s'équilibrer. L'air va circuler du milieu à pression plus forte vers le milieu à pression faible. Plus la différence de pression sera importante, plus la vitesse de déplacement de l'air sera élevée. Donc plus on augmente la dépression, plus on augmente la vitesse de l'air à l'admission.

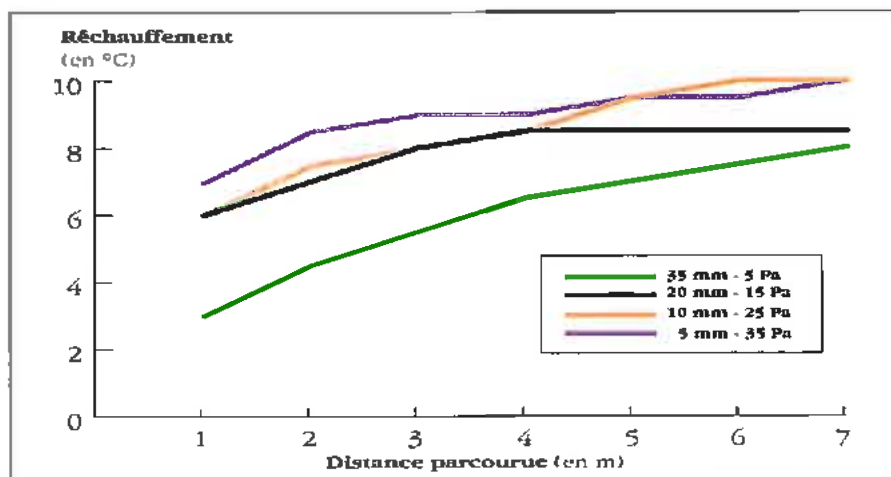


Mesure de la vitesse de l'air à l'admission dans le bâtiment

Tableau 9 - Relation entre dépression et vitesse d'air à l'admission

DÉPRESSION (en Pa)	VITESSE DE L'AIR À L'ADMISSION (m/s)
5	1 à 2
10	3 à 4
20	4 à 5
30	5 à 6
40	6 à 7

Figure 13 - Vitesse de réchauffement d'une veine d'air avec effet plafond en fonction de son épaisseur et de la dépression



On maintient une dépression constante dans le bâtiment en coordonnant l'extraction d'air et les entrées, de façon à ce que l'air pénètre toujours à la même vitesse. Plus la vitesse d'entrée est élevée, plus le parcours de l'air entrant dans le bâtiment est long, s'il ne rencontre pas d'obstacle à sa progression. Un long parcours de l'air dans le bâtiment lui permet de se réchauffer et de ralentir sa vitesse à l'arrivée sur les animaux.

■ 3. Epaisseur de la veine d'air

Il existe une relation étroite entre vitesse à l'admission, épaisseur, parcours et qualité à l'arrivée sur les animaux. Pour une même vitesse et une même température à l'admission, deux veines d'air d'épaisseur différente n'auront pas la même trajectoire car leur masse et leur force de pénétration sont différentes.

Tableau 10 - Influence de l'épaisseur de la veine d'air sur sa trajectoire

ÉPAISSEUR VEINE D'AIR	2 cm	4 cm
DISTANCE PARCOURUE	5 m	9 m
A L'ENTRÉE :		
- température	11 °C	11 °C
- vitesse	7 m/s	7 m/s
ZONE DE VIE :		
- température	18 °C	16,2 °C
- vitesse résiduelle	0,15 à 0,25 m/s	0,30 à 0,55 m/s

Figure 14 - Problématique de la diffusion de l'air

OBJECTIFS	RISQUES	MOYENS
<ul style="list-style-type: none"> - Vitesse résiduelle - Température adaptées à l'âge des volailles	<ul style="list-style-type: none"> - Eclatement prématuré - Trajectoire incorrecte de la veine d'air	<ul style="list-style-type: none"> - Dépression correcte - Veine d'air maîtrisée : <ul style="list-style-type: none"> • épaisseur • vitesse d'admission • température

Pratiquement, plus la lame d'air est épaisse, plus son parcours sera long avant d'atteindre la zone de vie des volailles, mais sa vitesse résiduelle risque d'être élevée et l'air insuffisamment réchauffé en hiver. L'épaisseur de la veine d'air aux admissions, de même que sa vitesse, doivent absolument être réglées de façon à ce que l'air neuf introduit arrive réchauffé et ralenti dans la zone de vie des animaux.

■ 4. Circuits d'air à rechercher

Dans les poulaillers à ventilation naturelle équipés d'un lanterneau, la mise en dépression de l'air intérieur du bâtiment se fait conformément au schéma en figure 15 par tirage ther-

mique et effet du vent. Une tendance à l'équilibre des pressions s'établit alors et l'air entre par les orifices prévus à cet effet (2). Lorsque les surfaces d'entrée (2) sont bien ajustées à celles de sortie (1), la dépression intérieure est suffisante (10 à 20 Pa) ; l'air entre alors rapidement (3 à 5 m/s), suit le plafond où il se réchauffe et se mélange intimement à l'air intérieur.

Réchauffé, cet air descend lentement sur les volailles, la litière ou les cages et absorbe l'humidité. Il apporte une sensation de bien être aux animaux tout en éliminant gaz, poussières, et microbes (3). Deux circuits d'air distincts s'établissent au niveau des animaux, dont la zone de partage se situe suivant l'importance de la dépression de 3 à 5 m des parois latérales où se font les admissions. Les vitesses d'air

résiduelles mesurées au niveau des animaux sont proportionnelles aux quantités d'air admises. En période froide ou tempérée, tout autre circuit obtenu présente un risque de choc thermique pour les volailles.

■ 5. Période de forte chaleur

En fin d'élevage en saison chaude, notamment avec risques de coup de chaleur, l'augmentation des vitesses d'air de 0,30 à 1 m/s concourt au maintien de l'équilibre thermique des volailles. L'été, il faut extraire le maximum d'air chaud et humide, et créer des circuits d'air permettant d'augmenter les vitesses résiduelles. Pour cela, il faut le plus souvent maintenir une dépression suffisamment élevée, pour éviter que l'air ne ressorte sans balayer la zone de vie des volailles (15 à 20 Pa), mais pas trop importante, sinon les vitesses d'air sont élevées en hauteur et faibles au sol.



Mesure des vitesses d'air résiduelles au niveau des volailles

La dépression idéale diffère pour chaque poulailler selon l'emplacement des ventilateurs, la hauteur des admissions d'air, les volets, l'étanchéité du bâtiment... Le réglage du bâtiment avant l'été sera l'une des conditions du succès.

Figure 15 - Les circuits d'air à rechercher en ventilation statique

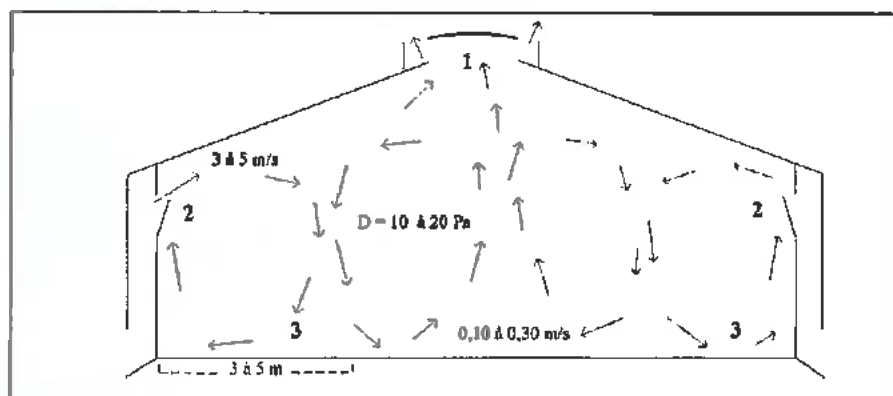


Figure 16 - Maîtrise du microclimat au niveau des volailles

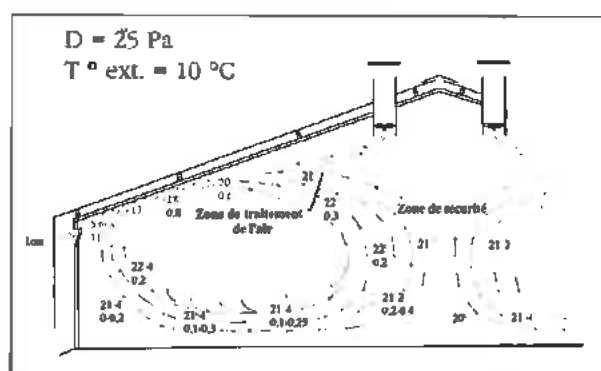
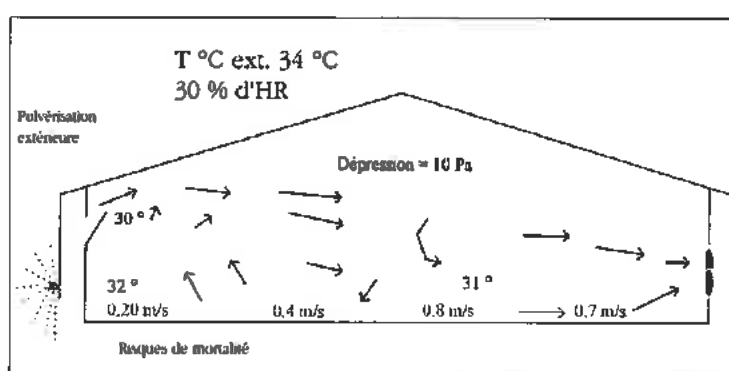


Figure 17 - Mauvais circuit d'air en été par insuffisance de dépression



IV. Les consignes

1. Objectifs de la régulation

Le chauffage et la ventilation (débit, diffusion, consignes) permettent d'optimiser le confort des animaux ; leurs effets réunis apportent par leur complémentarité le contrôle de l'ambiance qui règne dans les poulaillers. La régulation du système de ventilation doit permettre de passer progressivement de volumes très faibles, quelques centaines de m³/h à des volumes très élevés par temps chaud et en fin de bande (de l'ordre de 160 000 m³/h).

2. Les températures critiques

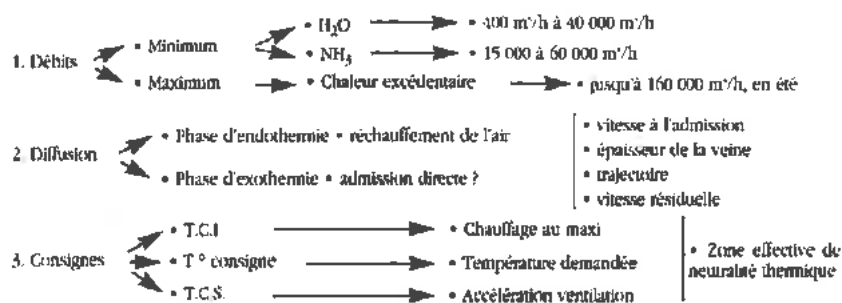
Si la température à l'intérieur du bâtiment est correcte, c'est à dire que les sujets vivent dans leur zone de neutralité thermique correspondant à leur âge, ou aux environs de sa limite critique inférieure, le renouvellement d'air sera à son minimum ; les variables à prendre alors en considération sont : l'humidité,

l'ammoniac, le monoxyde de carbone (en période de chauffage).

Lorsque la température intérieure augmente et dépasse la limite critique supérieure, il devient nécessaire d'augmenter le taux de renouvellement de l'air afin d'extraire la chaleur excédentaire et de maintenir le confort thermique des oiseaux. Progressivement, surtout en saison chaude, les débits devront être augmentés à leur maximum. Ces maximum extraits, parfois insuffisants pour permettre d'évacuer la totalité de l'excédent de chaleur qui se trouve dans le bâtiment, créent autour des oiseaux des mouvements d'air plus rapides, favorables à leur confort thermique. Les éléments de régulation de l'ambiance prendront pour points de consigne :

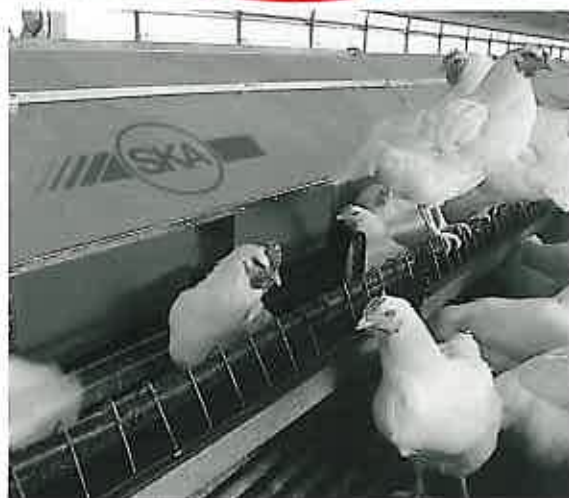
- la température critique inférieure (TCI), sur laquelle sera réglée le chauffage,
- la température critique supérieure (TCS), à partir de laquelle les débits de renouvellement d'air seront graduellement augmentés,
- entre ces deux points de réglage, les besoins minimum d'aération seront établis en prenant en compte soit l'humidité, soit l'ammoniac.

Figure 18 - La maîtrise de la ventilation



Expérience
et innovation
depuis 1954

SKA



- Nourrisseurs automatique avec spirale, chaîne plate, câble à disque.
- Pondeurs automatiques collectifs "AVIO", individuels "SIRIO".

Bureau en France:

PARTNER FRANCE

Mr. Jacques Beauvillat - Mr. Michel Pageot

Le Clos

53400 Saint Quentin Les Angles

Tél. 02.43063633 - Fax 02.43063666

SKA spa

Via Agosta, 3 - 36066 Sandrigo (VI) - Italy

Tel. 0444.659700 - Fax 0444.659322

e-mail: ska@keycomm.it

http://www.keycomm.it/ska



DÉSINFECTION THERMIQUE DES SOLS DES BÂTIMENTS D'ÉLEVAGE



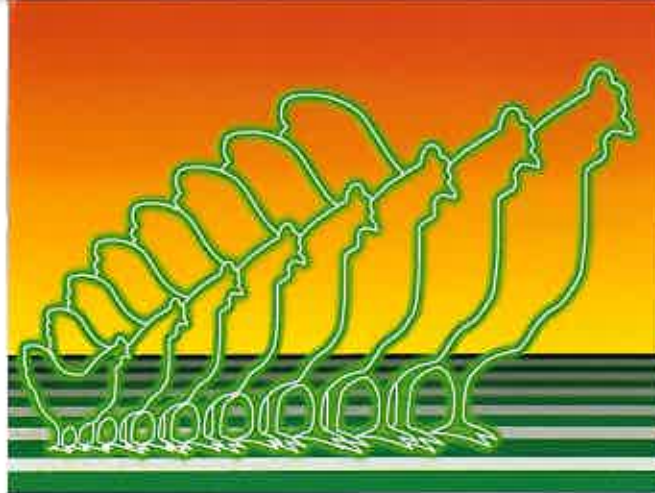
Cette méthode, adaptée aux grands bâtiments, apporte de façon complémentaire une solution radicale et non polluante pour tous les sols et bas de murs.

Ce procédé

- ▶ est économique et non dangereux,
- ▶ s'utilise également à l'extérieur,
- ▶ optimise la productivité de l'exploitation.

Pour tout renseignement :

ELF ANTARGAZ - Les Renardières, 3, place de Saverne, 92901 PARIS LA DEFENSE CEDEX
Tél. 01 41 88 72 19



VIGOSINE®

- ▶ Augmente l'appétit et la consommation d'eau.
- ▶ Optimise l'efficacité alimentaire.
- ▶ Soutient les fonctions hépatiques et rénales.



La supplémentation
qui assure les performances
zotechniques de votre élevage
aux stades critiques.

VIGOSINE est un supplément nutritionnel appétit et soluble, constitué de substances naturelles compatibles avec tous les constituants de la ration alimentaire. **COMPOSITION** : Constituants nutritifs : sorbitol, magnésium, carnitine et extraits végétaux. Teneurs garanties : sorbitol 250 ml, sulfate de magnésium 250 ml, carnitine chlorhydrate 50 ml, eau et extraits végétaux q.s.p. **UTILISATION** : Volailles, palmipèdes en gavage : VIGOSINE s'utilise à toutes les phases critiques de croissance ou de production, augmentant l'appétit et la consommation d'eau des animaux. Il s'utilise également en période de gavage afin d'optimiser l'efficacité alimentaire. **MODE D'EMPLOI** : Volailles : entretien : 1 ml/litre d'eau pendant 3 à 5 jours. Intensif : 2 ml/litre d'eau pendant 5 jours. Palmipèdes en gavage : intensif : 4 ml/animal/jour pendant les 10 premiers jours. **PRESENTATIONS** : bidon de 1 litre, C.I.P. n° 661297 4, Bidon de 5 l, C.I.P. n° 661299 7.

Les réponses VIGOSINE®

DEMANDES ACCRUES D'ENERGIE

▼

Démarrage,
Transitions Alimentaires,
Début de Ponte,
Périodes Difficiles,
Accidents d'Elevage...



SURCHARGES GRAISSEUSES

▼

Infiltrations Graisseuses,
Mortalité Cardiaque,
Finition Chair,
Début et fin de ponte,
Préparation au gavage...



COUPS DE CHALEURS



CHOCS, AGRESSIONS

▼

Vaccinations, Desserrage,
Débecquage, Confinement,
Manipulations, Bruits,
Chaleurs...



Les différents systèmes de ventilation

I. La ventilation naturelle ou statique

1. Principe et fonctionnement

La ventilation naturelle d'un bâtiment utilise les phénomènes physiques de déplacement naturel des masses d'air en fonction de leurs caractéristiques. Elle s'effectue sans faire appel à une énergie extérieure autre que celle nécessaire à la commande de capteurs et actionneurs de contrôle de l'installation.

1.1. L'écart de températures (effet "cheminée")

L'explication de ce phénomène, encore appelé "effet meule" réside dans la différence de masse volumique entre l'air intérieur et extérieur.

L'air à l'intérieur du bâtiment est plus chaud que l'air à l'extérieur. Il est par conséquent plus léger, s'élève donc dans le local jusqu'au lanterneau et crée ainsi une dépression.

La formule de Bruce permet de calculer la vitesse de l'air au niveau du lanterneau, et donc d'en connaître le débit maximum théorique sous diffé-

$\frac{E}{S}$ = rapport des surfaces d'entrée sur les surfaces de sorties d'air

Le tirage du lanterneau est maximal lorsque les écarts de températures ambiantes intérieur et extérieur sont élevés (ΔT important) et que la différence de hauteur entre l'admission et la sortie est importante (Δh important).

La vitesse de l'air est faible, voire nulle dans certains cas en été. En effet, l'écart de température intérieure et extérieure tend vers l'équilibre. Or, c'est à ces moments qu'il est absolument nécessaire d'évacuer hors du bâtiment de grandes quantités de chaleur animale ou rayonnée susceptible d'incommoder les animaux.

Pour ces raisons, l'admission en période hivernale s'opérera en partie haute (meilleure maîtrise des circuits d'air). Certains bâtiments du sud de la France sont équipés d'une double admission en partie haute et basse. Cette disposition, utile en forte période chaude, permet d'admettre directement de l'air sur les animaux.

Figure 19 - Effet "cheminée" ou effet "meule"

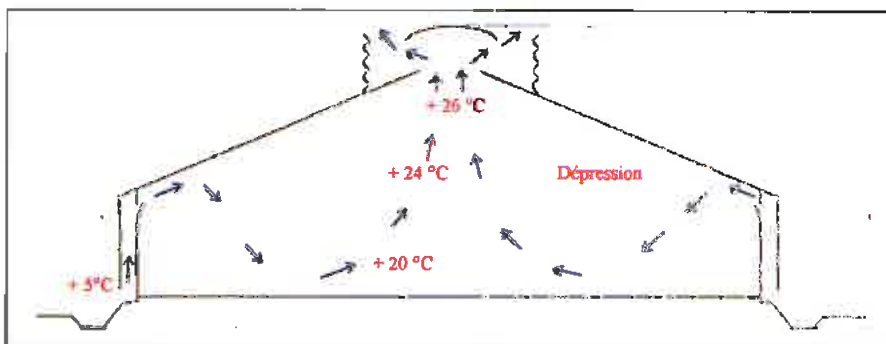


Tableau 11 - Masse volumique de l'air en fonction de la température

TEMPÉRATURES (en °C)	POIDS (en Kg/m³)
- 5	1,317
0	1,293
+ 5	1,270
+ 10	1,248
+ 15	1,226
+ 20	1,205
+ 25	1,185
+ 30	1,165
+ 35	1,146
Ecart entre - 5 °C et + 35 °C : 171 g/m³	

rentes conditions climatiques extérieures.

$$V = \sqrt{\frac{2g\Delta h\Delta T}{T_i \left(\frac{E}{S}\right)}}$$

V = vitesse donnée en m/s

g = 9,81 m/s², accélération de la pesanteur

Δh = différence de hauteur en mètre entre l'admission et la sortie de l'air

ΔT = différence de température en °C entre l'air extérieur et intérieur

T_i = température absolue intérieure (°Kelvin = °C + 273)

1.2. La différence de pression (effet "vent")

Ce procédé utilise la force du vent qui, en créant une pression ou une dépression, induit un déplacement de la masse d'air.

L'idéal est d'obtenir une mise en dépression de l'ambiance du bâtiment par appel d'air ou tendance à l'équilibre des pressions, à partir du lanterneau.

Afin de mieux maîtriser les circuits de l'air à l'intérieur, cette dépression doit demeurer relativement constante (10 à 30 Pa) ce qui est difficile à obtenir car les pressions et les dépressions sont sous la dépendance des vents, qui sont rarement de force ou d'orientation constantes.

Figure 20 - Effet "vent"

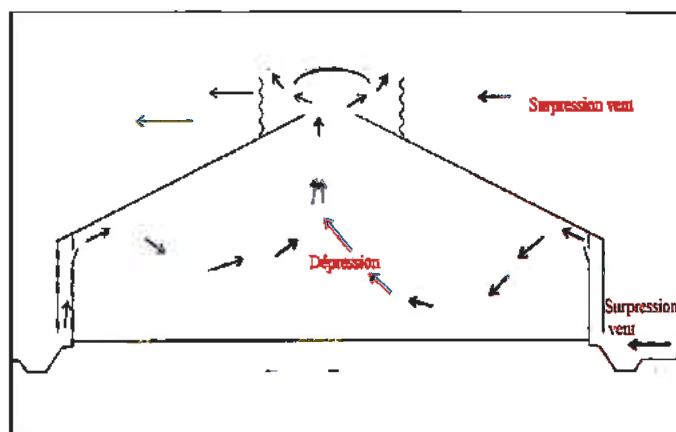


Figure 21 - Effets du vent dominant sur le bâtiment

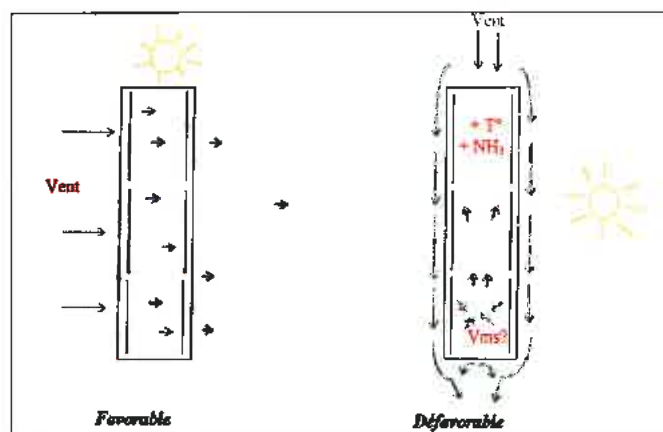


Tableau 12 - Pression engendrée par le vent sur une paroi latérale

VITESSE DU VENT (m/s)	VITESSE DU VENT (Km/h)	PRESSIION (Pa)
1 m/s	3,6 km/h	6 Pa
10 m/s	36 km/h	60 Pa
15 m/s	54 km/h	143 Pa
28 m/s	100 km/h	490 Pa

1.3. Les débits maximaux

Pour la région Nord de la France, par exemple, en prenant comme base de calcul un niveau de renouvellement horaire de l'ordre de 4 m³/kg/heure, la charge maximale de viande de poulets, les derniers jours avant l'abattage pour un bâtiment de 1 000 m² peut atteindre 40 000 Kg.

Les débits nécessaires sont :

Débits maximaux = charge maximale x renouvellement horaire

Débits maximaux = 40 000 m³/h x 4 = 160 000 m³/h

A partir de ces valeurs, il est possible de calculer les surfaces de sorties d'air, suivant la formule simplifiée :

$$Sm^2 = \frac{DME}{15\,948 \sqrt{\frac{\Delta h \Delta e}{ei}}}$$

Sm^2 = surface maximale d'ouverture du lanterneau

DME = débit maximal estival en m³/h

Δh = différence de hauteur en mètre entre l'admission et la sortie de l'air

Δe = différence de masse volumique entre l'air introduit et l'air extrait (kg/m³)

ei = masse volumique de l'air intérieur (kg/m³)

ee = masse volumique de l'air extérieur (kg/m³)

Exemple :

Pour un bâtiment de 15 m de large et de 68 m de long.

Sm^2 = surface maximale d'ouverture du lanterneau

DME = débit maximal estival en m³/h

Besoins d'un 1 000 m² =

160 000 m³/h

Δh = 3,20 m (pente de 40 %)

Température extérieure (te) =

16 °C soit $ee = 1,222$

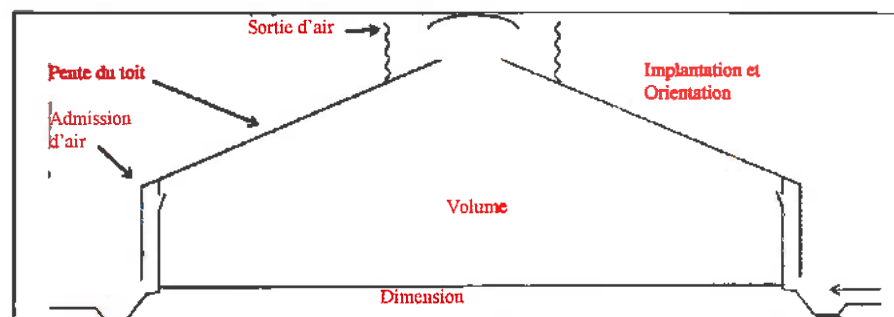
Température intérieure (ti) = 20 °C soit $ei = 1,205$ $\Delta e = 0,017$

$$Sm^2 = \frac{160\,000}{15\,948 \sqrt{\frac{3,2 \times 0,017}{1,205}}} = 47,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Passage en tout point} = \frac{Sm^2}{\text{Longueur bâtiment}} = \frac{47,2}{68} = 0,70$$

Soit pour un bâtiment de 68 m de long et sous les conditions de températures citées ci-dessus, un passage en tout point libre de 0,69 m.

Figure 22 - Les paramètres à prendre en compte en ventilation naturelle



2. Les paramètres à prendre en compte

2.1. Implantation et orientation du bâtiment

Le choix d'un lieu d'implantation sain, protégé des vents forts mais aéré, sec et bien drainé est conseillé pour un bâtiment à ventilation naturelle.

2.1.1. L'implantation

Le choix du site est primordial. La ventilation naturelle ne donne satisfaction que dans deux cas précis :

- lorsqu'il y a un écart de température entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment, l'air chaud monte et est remplacé par l'air frais.

- lorsqu'il existe une différence de pression de l'air sur l'une des parois (vent) ; on observe alors une tendance à l'équilibre, avec des entrées d'air à l'intérieur du poulailler par des orifices prévus à cet effet.

En dehors de ces deux cas, l'air circule peu ou pas du tout et la qualité de l'ambiance se dégrade rapidement : en période de forte chaleur, les risques d'hyperthermie sont augmentés.

L'implantation dans une vallée n'est pas conseillée ; on y constate souvent une absence de vent et donc une insuffisance de renouvellement d'air en ventilation naturelle, surtout en période chaude. Les conséquences possibles sont un excès d'humidité à l'intérieur du bâtiment qui sera à l'origine d'une forte production d'ammoniac provoquant des problèmes sanitaires et la chute du GMQ en fin de bandes.

L'implantation sur une colline, outre sa difficulté d'intégration paysagère, a pour conséquence un excès d'entrée d'air du côté du vent dominant, surtout en période de démarrage, une température ambiante insuffisante et surtout un balayage d'air transversal qui favorisera l'apparition de diarrhées et donc de litières souillées.

2.1.2. Orientation

Pour les bâtiments à ventilation naturelle, l'idéal est de positionner l'axe du bâtiment suivant un angle d'environ 90° par rapport aux vents dominants. Il ne faut jamais implanter ce type de bâtiment pignon plein vents. En effet, un refoulement d'air dans le lanter-

Figure 23 : Implantation d'un bâtiment avicole

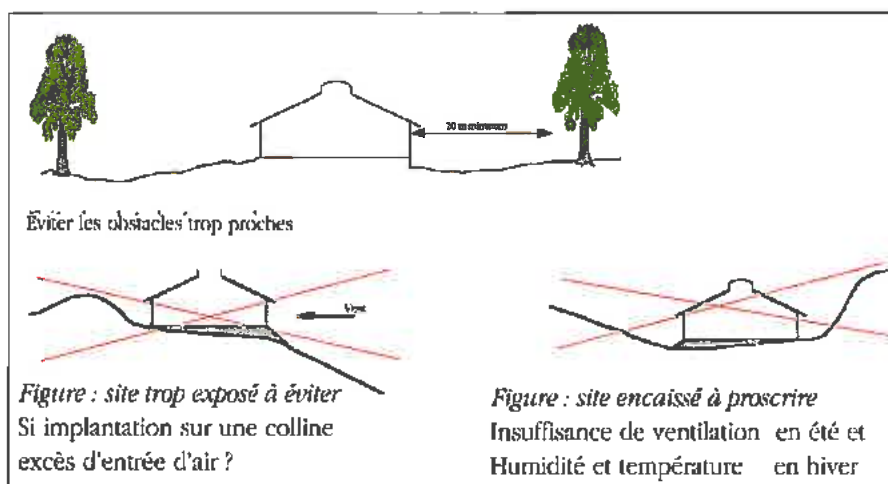
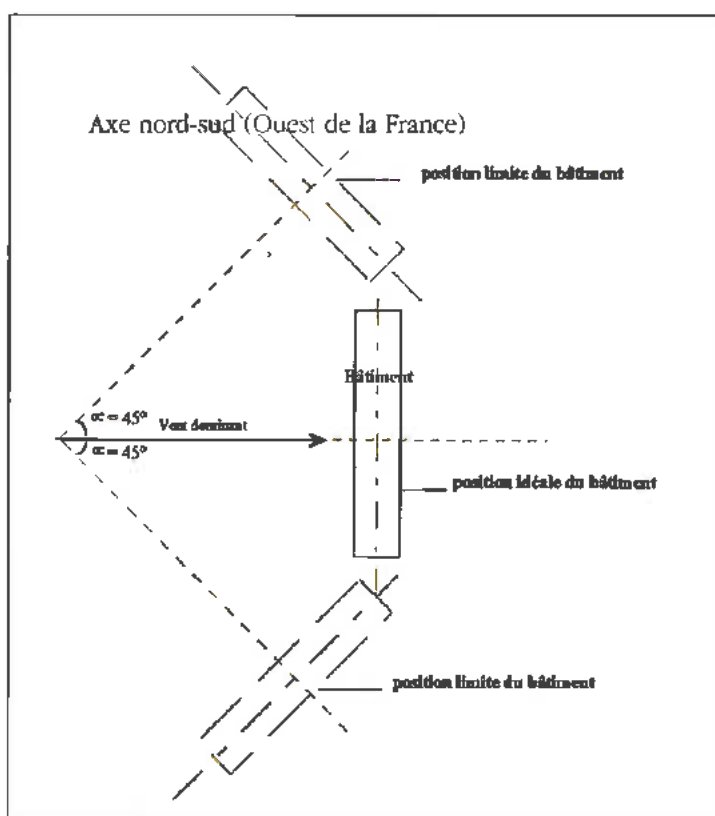


Figure 24 - Exposition en région tempérée



neau, à l'opposé des vents dominants, risque d'engendrer une ambiance hétérogène en températures et des mouvements d'air néfastes en raison de circuits inverses.

La station climatologique la plus proche peut fournir sur demande la rose des vents de la région d'implantation. Ce document indique la force des vents, leur fréquence et leur provenance.

Dans d'autres régions (Sud) ou pays chauds, l'orientation peut se faire perpendiculairement aux vents dominants. Cette orientation est bénéfique

durant les périodes à forte chaleur en période estivale en limitant les coups de chaleur. Elle permet également un moindre rayonnement solaire sur les parois latérales en pleine journée.

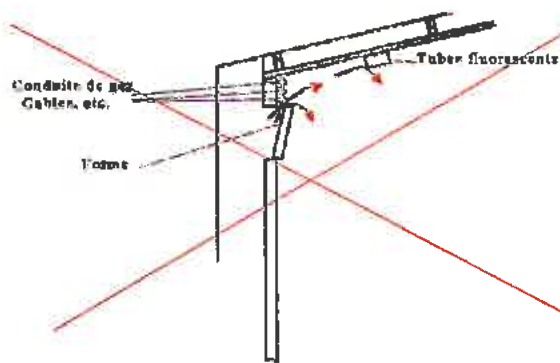
2.2. Admissions de l'air

L'air extérieur entrant dans le bâtiment doit longer le toit et parcourir un trajet suffisamment long pour se réchauffer avant d'atteindre la zone de vie des animaux.

Trois paramètres importants sont à prendre en compte :

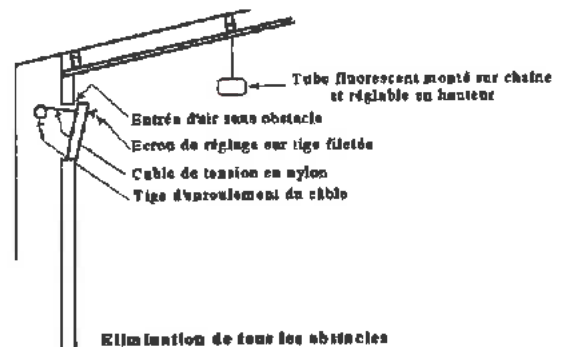
- la hauteur sur la paroi,

Figure 25 - Admission d'air à proscrire et à rechercher



Présence d'obstacle à la bonne diffusion de l'air

A PROSCRIRE



Élimination de tous les obstacles

A RECHERCHER

- la forme du volet,
- l'absence d'obstacle à la progression de l'air.

La hauteur des volets sur la paroi

Pour permettre à l'air d'atteindre le plus rapidement le plafond en début de lot (surtout en période hivernale), la hauteur des volets en bâtiment statique doit se situer à 40 cm maximum du plafond.

Ceci est important, particulièrement lorsqu'on travaille avec de faibles ouvertures, car dans ce cas la fine lame d'air est rapidement freinée avant d'atteindre le plafond. L'air retombe alors sur les animaux sans être ralenti et réchauffé.

La forme du volet

La liaison entre le bord supérieur du volet et de la paroi doit absolument éviter tout freinage de la vitesse en début d'ouverture.

L'absence d'obstacle à la progression de l'air

Après l'entrée de l'air dans le bâtiment, celui-ci ne doit pas rencontrer d'obstacles à sa progression dans les premiers mètres de trajet, susceptibles de freiner sa vitesse ou de le rabattre sur la zone de vie des animaux.

Lorsque l'ouverture est faible, certains types de trappes entraînent un freinage de l'air à l'entrée du bâtiment. La principale conséquence est la retombée trop rapide de l'air sur les animaux.

Afin de limiter au maximum les entrées d'air trop importantes, par les admissions situées du côté du bâtiment exposé aux vents dominants, entraînant une surventilation de cette

partie du bâtiment et donc très souvent son refroidissement, il est recommandé :

- de faire descendre les jupes assez bas (attention toutefois à conserver des passages bien dimensionnés),
- d'installer des coupe-vent, en cloisonnant les jupes toutes les deux fermes,
- de prévoir un système de fermeture automatique des admissions, régulé par thermostat, qui prendra en compte les baisses de température occasionnées par les différences de pression d'air d'une extrémité à l'autre de la jupe.

En climat tempéré, d'après diverses expériences, les admissions situées en parties hautes laissent apparaître un avantage :

- les risques de chutes d'air froid sur les animaux (distances) sont moindres,
- la veine d'air impulsée pénètre dans la partie haute du local en rencontrant moins de résistance le long de la sous-face de la toiture et permet une aération plus sécurisante.

En climat chaud, des admissions situées en partie basse permettent d'admettre directement l'air sur les animaux ; elles sont à utiliser lorsque les températures et les mouvements de l'air venant de l'extérieur ne risquent pas d'avoir des conséquences néfastes sur le confort thermique des animaux.

2.3. Les sorties d'air

Les nombreuses recherches menées en France et à l'étranger sur la conception du lanterneau et des admissions d'air, ont abouti à des recommandations qui doivent être res-

pectées sous peine de maîtriser difficilement l'ambiance pendant certaines périodes d'élevage.

En particulier, connaissant les surfaces nécessaires de sorties d'air, en tenant compte de la pente de la toiture, il y a lieu de permettre un libre passage de l'air en tout point, sans freinage excessif, principalement en période de ventilation maximale (été ou fin de bande, avec des fortes densités) qui correspond à cinq semaines pour le poulet et huit-neuf semaines pour la dinde.

Il est fortement conseillé de surdimensionner les surfaces déterminées à l'aide des formules.

Le lanterneau doit assurer quatre fonctions :

- occulter la lumière naturelle extérieure, souvent trop intense,
- obtenir un tirage maximum pour mettre en dépression l'ambiance du bâtiment,
- être bien étanche,
- permettre un nettoyage et une désinfection efficaces.

La conception des lanterneaux résulte d'un compromis entre ces quatre fonctions qu'il doit assumer.

Les surfaces totales des sorties de l'air doivent être adaptées :

- à la charge maximale d'animaux pouvant être logés à l'intérieur,
- aux conditions climatiques du lieu.

Le passage de l'air ne doit en aucun cas être freiné en période de ventilation maximale (été).

Ainsi, si la surface à la base équivaut à 2 N, il est nécessaire de retrouver ces 2 N en différents points de passage de l'air.

Figure 26 - Configuration type d'un lanterneau

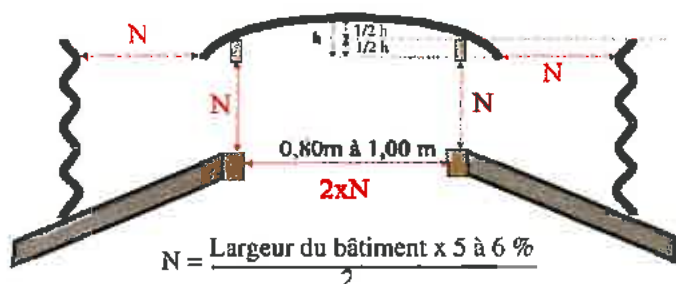
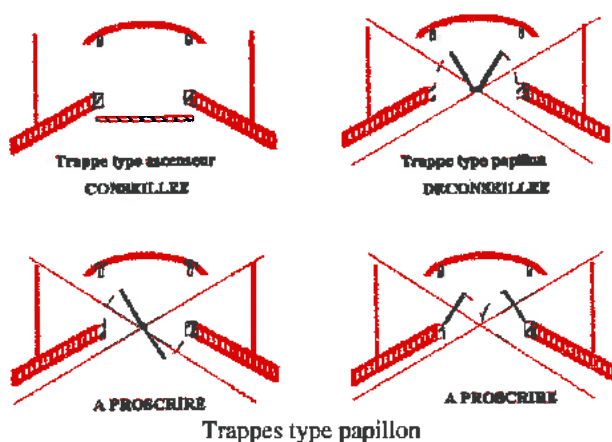


Figure 27 - Différents types de trappes de lanterneau



2.4. La pente du toit

Plus la différence de hauteur entre les entrées et les sorties d'air est importante, mieux la ventilation naturelle fonctionne, principalement en été ou en fin de bande. En effet, le tirage, ou l'effet cheminée du lanterneau s'en trouve amélioré (Δh). Cette pente devra être d'environ 40 %, mais pour un bâtiment construit dans un site exposé, la pente pourra être ramenée à environ 35 %.

De plus, il est impératif de veiller à la parfaite étanchéité des ouvrants, faute de quoi, du fait d'une surventilation parasite, l'élévation de la température du local, nécessaire en période de démarrage, sera difficile à obtenir.

2.5. Le volume

Le volume du bâtiment va influencer la qualité de l'ambiance. Un faible volume augmente la charge microbienne et accentue les problèmes d'ordre sanitaire. Un volume important entraîne un effet tampon vis à vis des variations de températures, de vitesses d'air, d'ammoniac et de microbisme.

Les normes retenues en bâtiment statique sont de 0,2 m³ par sujet en poulets de chair et 0,5 m³ en dindonneaux.

Pour un local de 1 000 m³ abritant 20 000 poulets ou 7 500 dindonneaux, un volume voisin de 4 000 m³ est nécessaire. La hauteur des parois latérales est alors de 2,50 m à 2,60 m et la pente de la toiture de 40 %.

2.6. Dimension

Des largeurs de bâtiments comprises entre 12 et 15 mètres permettent une ventilation homogène, des températures stables et de bons résultats zootechniques.

La longueur recommandée est variable en fonction du type de bâtiment. Des longueurs comprises entre 60 et 80 m sont souvent rencontrées.

La surface des bâtiments est d'environ 1 000 m² et peut atteindre parfois 1 500 m².

Au-delà, la gestion technique devient difficile.

3. Les principaux modèles

3.1. Le poulailler obscur statique régulé

C'est le bâtiment dont la conception est la plus ancienne et par conséquent le modèle le plus répandu. Le traditionnel bâtiment statique à réglage manuel a été progressivement remplacé par le statique dit "assisté" qui dispose d'un système de régulation commandant l'ouverture des trappes latérales et du lanterneau. Tous les constructeurs proposent ce type de poulailler régulé.

Certaines entreprises conseillent le même genre de poulailler, mais sans les jupes et avec des trappes transparentes. C'est le statique clair.

Le système est constitué :

- d'entrées d'air latérales par des volets mobiles autour d'un axe longitudinal,
- de sorties d'air en faîtage du bâtiment par des lanterneaux (extrac-

Configuration usuelle

- Surface : 1000 à 1200 m²
- Largeur : 12 à 15 m
- Longueur : 60 à 80 m
- Pente du toit : 40 à 45 %
- Entrée d'air : trappes latérales protégées par une jupe
- Extraction : lanterneau (trappes type ascenseur conseillées)
- Régulation de la ventilation : couplée au chauffage (2 à 3 zones en fonction de la surface à raison de 3 vérins/zone)

Figure 28 - Principe d'un poulailler obscur statique régulé

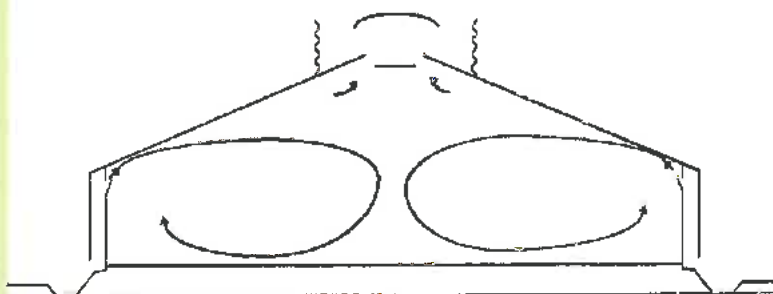


Tableau 13 : Exemples de performances techniques de bâtiments statiques construits après 1992

	POULET LÉGER	POULET LOURD	POULET LABEL	DINDE	CANARD DE BARBARIE
Age abattage (j)	34	40	90	113	81
Densité (anx/m²)	26,3	21,6	10,8	8,2	13,8
Poids moyen (Kg)	1,382	1,865	2,236	8,619	3,692
Indice de Consommation	1,83	1,84	3,12	2,20	2,75
% pertes	5,5	6,0	3,3	5,2	3,8
Charges variables (F/m²)	12,73	12,79	11,34	25,54	28,61

Chambres d'Agriculture du Grand Ouest - juin 1996/97

teurs statiques) avec des volets mobiles.

Le renouvellement d'air conjugue l'effet de cheminée et l'effet du vent ; la pression exercée par le vent sur l'une des faces du poulailler génère, par la forme du lanterneau, une mise en dépression de l'air ambiant au faîtage.

Autonomie énergétique et simplicité du système : ce système est moins dépendant d'une coupure d'alimentation électrique : il est donc sécurisant pour l'éleveur. Le fonctionnement de ce type de poulailler est désormais bien connu et sa simplicité permet à l'éleveur de le maîtriser rapidement si le bâtiment est bien dimensionné. L'absence de ventilateurs réduit la maintenance à des systèmes de commandes simples du type vérin, treuil.

Orientation primordiale : son implantation dans une zone suffisamment ventée est indispensable. Le tirage lié au vent est déterminant en regard du tirage dû à l'écart de densité.

Gestion des débits d'air : ce type de ventilation tributaire du vent ne permet pas toujours d'assurer un flux d'entrée d'air à grande vitesse, très appréciable en période de forte chaleur. Pour pallier cette carence, il peut s'avérer utile d'équiper le bâtiment en brasseurs d'air.



Poulailler obscur statique

Risques en été : les capacités limitées du système de ventilation entraînent une baisse du chargement l'été. Pour l'élevage de poulet, on considère que cette réduction du chargement doit être d'environ 10 à 15 %. Il est important de bien respecter cette limite en fin de bande l'été afin de ne pas surcharger.

3.2. Le poulailler clair à rideaux

Le poulailler clair à rideaux est inspiré d'une technologie développée dans plusieurs états des USA et dont le coût de construction au m² est plus économique qu'un bâtiment traditionnel.

Ces dernières années, de nombreux bâtiments ont été construits sur ce modèle dans le grand Ouest (Bretagne, Pays de la Loire) mais aussi en Allemagne et en Espagne.

Le renouvellement de l'air se fait par aération directe et ventilation transversale en raison de la faible largeur du bâtiment. Un rideau translucide, de un mètre de haut sur chaque côté du poulailler, évolue automatiquement selon la température et l'humidité.

Investissement réduit : la conception de ce bâtiment est basée largement sur le moindre coût. Il permet à de jeunes éleveurs d'accéder à l'investissement d'un outil industriel.

Configuration usuelle

- Surface : 1/200 m²
- Largeur : Ne pas dépasser 11 à 12 m
- Longueur : 100 m
- Pente du toit : 25 à 28 %
- Entrée et sortie d'air : par de larges ouvertures (1 m) protégées d'un rideau transversal
- Régulation de la ventilation : couplée au chauffage (2 à 3 zones en fonction de la surface à raison de 2 vérens/zone).

Figure 29 - Principe du poulailler clair à rideaux

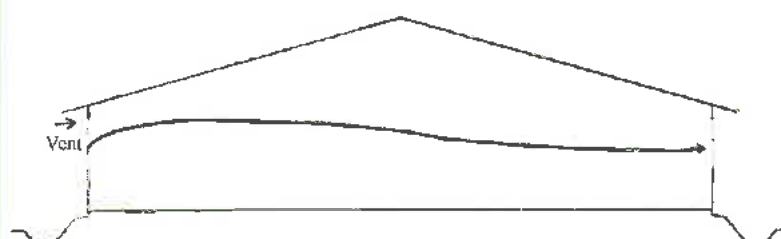


Tableau 14 - Exemples de performances techniques de bâtiments clairs à rideaux construits après 1992

	POULET LÉGER	POULET LOURD	POULET LABEL	DINDE	CANARD DE BARBARIE
Age abattage (j)	33	44	85	112	82
Densité (anx/m²)	24,8	22,8	11,0	8,4	14,3
Poids moyen (Kg)	1,370	1,955	2,212	8,451	3,558
Indice de Consommation	1,80	1,92	2,30	2,21	2,67
% pertes	6,8	6,2	2,4	7,4	3,8
Charges variables (F/m²)	12,08	13,52	10,04	29,21	40,18

Chambres d'Agriculture du Grand Ouest - juin 1996/97

Autonomie énergétique : la ventilation de ce bâtiment n'est due qu'au vent. Les éleveurs n'ont donc pas à craindre les coupures d'électricité ou les pannes de ventilateurs.

Lumière naturelle : l'éclairage naturel, et donc l'apport direct d'ultraviolets, améliore la qualité du squelette du poulet car il permet l'assimilation de la vitamine D, indispensable à la fixation du calcium et du phosphore. De plus, la pigmentation de la peau et des pattes confère au produit un attrait supplémentaire pour le consommateur. Le fait de travailler avec la lumière du jour est en général très apprécié par l'éleveur.

Orientation primordiale : le principe de la ventilation naturelle rend indispensable l'implantation sur un site venté, et cela toute l'année.

Risques en été : les risques d'étouffement des animaux ("coups de chaleur") en période de forte chaleur sont importants. Pour limiter ce danger et améliorer l'ambiance dans ce type de bâtiment, des éleveurs font installer des brasseurs d'air ou des extracteurs.

II. La ventilation dynamique ou mécanique

■ 1. Principe et fonctionnement

La ventilation mécanique d'un bâtiment est réalisée au moyen de ventilateurs d'air entraînés par des moteurs électriques.

L'objectif principal est la maîtrise des débits d'air quelles que soient les conditions climatiques (vent, température, pression atmosphérique) et les

phases de fonctionnement.

Il existe deux types de ventilation :

- la ventilation par surpression, peu utilisée en élevage de production, consiste en une mise en surpression du bâtiment par soufflage d'air à l'aide de ventilateurs et sortie de l'air par des exutoires,
- la ventilation par dépression est obtenue par extraction de l'air du bâtiment à l'aide de ventilateurs de type hélicoïdal fonctionnant en extraction.

■ 2. Les paramètres à prendre en compte

Une bonne étanchéité du bâti : la forte mise en dépression de l'enceinte (couramment de 30 à 60 Pa) peut provoquer des entrées d'air parasites, d'où une perturbation des circuits d'air et un accroissement des dépenses de chauffage.

Choix des ventilateurs : il est préférable d'opter pour des ventilateurs "tout ou rien" plutôt que pour des ventilateurs à vitesse variable. Il faut également tenir compte de la capacité

totale des ventilateurs en fonction des caractéristiques du bâtiment et de l'espèce avicole.

Installation de systèmes de sécurité : la ventilation ne doit jamais cesser de fonctionner dans un bâtiment dynamique sous peine de détériorer l'ambiance (accumulation de gaz nocifs comme le CO, NH₃...) ou d'étouffement des volailles. L'installation d'alarmes qui fonctionnent en cas de panne électrique, de disjoncteur différentiel et d'une source électrique de secours (groupe électrogène ou génératrice) sont indispensables pour éviter toute déconvenue.

L'orientation du bâtiment : il faut veiller à ce que le flux d'air ne puisse pas nuire au voisinage (poussières, odeurs, etc...), surtout en cas d'installation de ventilateurs à hauteur d'homme. L'orientation des ventilateurs est également à étudier en fonction du type de bâtiment dynamique.

La pente du toit, la longueur, les hauteurs d'admissions d'air, le choix des matériaux sont également des paramètres à prendre en compte pour ensuite bien maîtriser la ventilation.



Intérieur d'un bâtiment clair à rideaux

3. Dimensionnement

3.1. Calculs des débits et notions de pertes de charge

Le calcul des besoins de renouvellement de l'air maximum, exprimés en m³/h, se fait en prenant pour valeur de base, celle qui satisfait les besoins en période estivale des animaux en fin d'élevage. Ces besoins sont déterminés de la manière suivante :

$$V \text{ m}^3 = PV \times N$$

$V \text{ m}^3$ = volume maximal nécessaire en m³

PV = poids de viande des animaux en fin d'élevage (en kg)

N = recommandation kg/beure

Exemple

Bâtiment de 1 000 m²

40 000 kg de viande en fin d'élevage

Région Bretagne

$N = 4 \text{ m}^3/\text{kg}/\text{heure}$ (soit un niveau de renouvellement horaire)

$V \text{ m}^3 = 40\,000 \times 4 = 160\,000 \text{ m}^3/\text{h}$

Pour un bâtiment de 1000 m² produisant du poulet, les besoins réels de renouvellement d'air sont au maximum de 160 000 m³/h.

Pour calculer le nombre de ventilateurs nécessaires pour avoir ce niveau de renouvellement d'air, il faut tenir compte des pertes de charges. Un ventilateur n'a pas le même rendement à 0 Pascal (sans perte de charge) qu'à 40 Pascals. Ces pertes sont liées à des paramètres tels que la dépression, le capot, les frottements dans la cheminée, la présence de grilles de protection, la forme des entrées d'air...

Exemple de caractéristiques d'un ventilateur (extracteur) gros modèle :

Dépression	Débit m ³ /h
à 0 Pa	40 800
à 10 Pa	38 800
à 20 Pa	36 240
à 30 Pa	34 730
à 40 Pa	33 300

Le débit est de 40 800 m³/h à 0 Pa et 33 300 m³/h à 40 Pa, soit une perte de charges du ventilateur de près de 20 %.

Pour des bâtiments dynamiques, il faut tenir compte de la nécessité d'obtenir de faibles débits en début de lot. C'est pourquoi, il est préférable d'installer quelques petits ventilateurs.

3.2. Les surfaces d'admission d'air

Les surfaces maximales d'admission d'air sont données par la formule suivante :

$$S_{m^2} = \frac{V \text{ m}^3}{3\,600 \times V}$$

$V \text{ m}^3$: capacité totale d'extraction (dans l'exemple cité : 160 000 m³/h)

V : vitesse de l'air aux entrées : supérieur à 3 m/sec

Par conséquent :

$$S_{m^2} = \frac{160\,000}{3\,600 \times 3} = 15 \text{ m}^2$$

que l'on répartira de façon égale sur les deux parois latérales dans le cas d'un dynamique par extraction haute, sous la forme de volets continus permettant d'obtenir un balayage homogène de toute la zone d'élevage.

Il est préférable de surdimensionner les surfaces d'entrées d'air, les débits réels des extracteurs étant sensiblement améliorés pour couvrir des besoins importants de ventilation en période estivale.

3.3. Les ventilateurs

Les ventilateurs hélicoïdaux sont les plus communément utilisés dans les poulaillers. Ils sont intéressants en raison de leur prix. De plus, le débit obtenu par rapport à la puissance absorbée est excellent. Par contre, ils peuvent être sujets à des pertes de charge liées aux variations de pression ou de dépression.

Les ventilateurs sont placés à l'intérieur de caissons monoblocs, en contre-plaqué ou polyester.

Il est préférable d'avoir des ventilateurs :

- aisément démontables,
- facilement lavables et désinfectables,
- bien dimensionnés.



Figure 30 - Ventilateur à extraction haute

4. Principaux modèles

4.1. Dynamique à extraction haute

C'est un poulailler de forme traditionnelle ; les entrées se font de chaque côté par des volets et l'extraction par des ventilateurs-cheminées en toiture. Proposé par un grand nombre de constructeurs, il est aussi très répandu et toujours d'actualité. Ce bâtiment convient aussi bien à l'élevage de dindes que de poulets, de poulettes ou pondeuses pour la production d'œufs de consommation. Il en existe plusieurs variantes suivant l'emplacement des cheminées d'extraction qui peuvent être situées soit à la place du lanterneau classique soit en quinconce au faîtage.

Le bâtiment est mis en dépression par le fonctionnement des ventilateurs-extracteurs situés au faîtage, ce qui provoque l'ouverture progressive des trappes latérales et l'entrée d'air neuf. Comme pour tous les bâtiments à ventilation dynamique, le débit des ventilateurs varie avec la température tandis que l'entrée d'air est sous le contrôle d'un dépressionnètre.

Ce système permet une régulation progressive et fine des débits d'air grâce au grand nombre de ventilateurs. La dépression est moyenne (15 à 40 Pa), et les circuits d'air sont bien connus.

L'existence d'entrées d'air latérales et de cheminées en toiture permet, en cas de pannes d'alimentation électrique, d'assurer un minimum de ventilation naturelle du poulailler ; ceci à condition qu'un système à sécurité positive vienne shunter les clapets de fermeture des cheminées. L'extraction haute permet l'évacuation des gaz en hauteur d'où une meilleure dilution dans l'atmosphère et moins de problèmes d'environnement avec le voisinage. L'extraction haute favorise l'évacuation de l'air chaud stagnant en

Cheminée d'un bâtiment à extraction haute

Configuration usuelle

- Surface : 1 000 m² - 1 500 m²
- Largeur : 15 m à 19 m
- Longueur : 80 m à 100 m
- Pente du toit : 30 à 35 %
- Entrée d'air : trappes latérales
- Extraction : ventilateurs cheminées avec trappes de recyclage ou non (facile d'accès pour le nettoyage)

Figure 31 - Principe d'un bâtiment dynamique à extraction haute

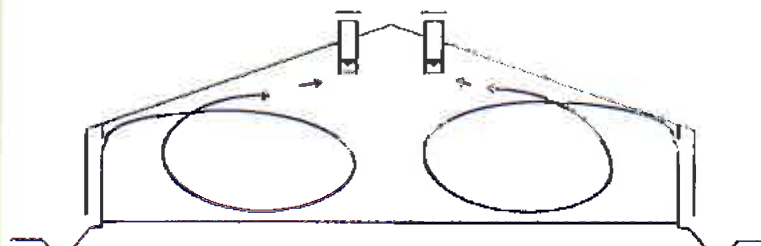


Tableau 15 - Exemples de performances techniques de bâtiments dynamiques à extraction haute construits après 1991

	POULET LEGER	POULET LOURD	DINDE	CANARD DE BARBARIE
Age abattage	36	42	108	81
Densité (anx/m ²)	25,2	22,4	7,8	13,1
poids moyen (Kg)	1,446	1,890	8,073	3,908
Indice de Consommation	1,78	1,90	2,21	2,76
% pertes	4,7	5,1	6,0	3,1
Charges variables (F/m ²)	10,20	12,01	24,45	26,62

Chambres d'Agriculture du Grand Ouest - juin 1996/97

partie haute ; ceci est intéressant en phase exothermique (fin de bande) mais entraîne un surcoût de chauffage en phase endothermique. Par ailleurs, le grand nombre de ventilateurs et de caissons génère des risques de dérèglement des asservissements.

Pour les opérations de nettoyage et de désinfection, les cheminées sont difficiles d'accès et à désinfecter correctement.

4.2. Dynamique à extraction monolatérale

Ce type de bâtiment dynamique à extraction monolatérale a été lancé en automne 1989. La plupart des bâtiments statiques transformés en dynamiques le sont suivant ce modèle. Il suffit de condamner le lanterneau et d'installer de gros ventilateurs sur l'un des côtés. Il donne de très bons résultats en poulets et il est aussi utilisé en dindes notamment au travers des rénovations de bâtiments. Par ailleurs, c'est le bâtiment dynamique le moins cher à l'achat et en fonctionnement.

C'est un système à balayage transversal. L'air entre par une trappe latérale longitudinale protégée par une jupe et située en partie haute d'un long pan ; les ventilateurs travaillent en extrac-

tion et mettent le bâtiment en forte dépression. En début de bande, seuls les petits ventilateurs fonctionnent. Puisqu'il n'y a pas de lanterneau, mais seulement quelques extracteurs à hauteur d'homme, l'entretien et surtout la désinfection sont facilités.

Le bâtiment peut être délicat à gérer parce qu'il ne dispose que d'une seule longueur d'admissions d'air, d'où une épaisseur des veines d'air importante. Il devra donc être parfaitement étanche car on travaille à des dépressions au démarrage qui peuvent atteindre 60 Pa. On observe des vitesses d'air élevées à proximité des ventilateurs. Cet avantage en phase exothermique devient un inconvénient en phase endothermique, c'est à dire quand les animaux sont jeunes et donc fragiles. Par ailleurs,



Bâtiment rénové à extraction haute

Configuration usuelle

- Surface : 1000 m² à 1200 m²
- Largeur : 12 à 15 m
- Longueur : 60 m à 100 m
- Pente du toit : 30 à 35 %
- Entrée d'air : trappes latérales en partie haute d'un long pan
- Extraction : ventilateurs et/ou turbines

Figure 32 - Principe d'un bâtiment dynamique à extraction monolatérale

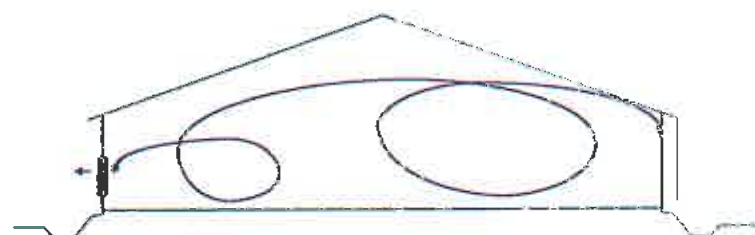


Tableau 16 - Exemples de performances techniques de bâtiments dynamiques à extraction monolatérale construits après 1992

	POULET LEGER	POULET LOURD	DINDE
Age abattage (j)	36	42	112
Densité (anx/m²)	26,4	23,2	8,3
Poids moyen (kg)	1,396	1,913	8,344
Indice de Consommation	1,77	1,83	2,22
% pertes	4,3	5,2	7,2
Charges variables (F/m²)	13,20	13,65	29,18

Chambres d'Agriculture du Grand Ouest - juin 1996/97

l'utilisation d'un seul ventilateur en début de bande ne permet pas toujours d'assurer une bonne homogénéisation de l'air ambiant.

4.3. Dynamique à extraction bilatérale basse

C'est le troisième modèle de bâtiment à ventilation dynamique de part sa fréquence mais on le rencontre beaucoup moins que les deux premiers.

L'air vicié est extrait de chaque côté du bâtiment en partie basse des longs pans ; l'entrée de l'air neuf se fait par le lanterneau en toiture. Il existe une

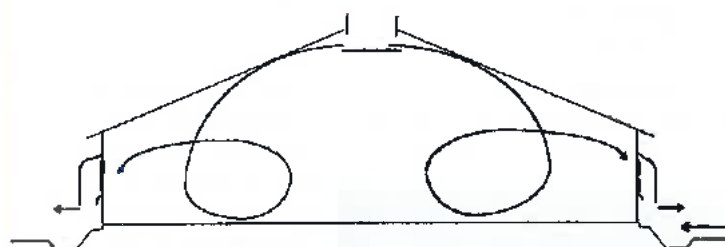


Extracteur d'un bâtiment à extraction monolatérale

Configuration usuelle

- Surface : 1 000 m²
- Largeur : 17 à 20 m
- Longueur : 50 à 60 m
- Pente du toit : 35 %
- Entrée d'air : lanterneau
- Extraction : ventilateurs latéraux protégés par des capots

Figure 33 - Principe d'un bâtiment à extraction bilatérale basse



régulation du débit des ventilateurs d'extraction en fonction de la température, l'ouverture des admissions d'air en faîtage se faisant en fonction des indications du dépressiomètre.

L'équipement de ventilation (nombreux ventilateurs) assure une capacité d'extraction élevée et permet d'obtenir une ambiance homogène et des vitesses d'air élevées en période estivale.

Il est important de bien raisonner l'exposition du poulailler par rapport aux vents dominants. En effet, le vent peut s'engouffrer dans les ventilateurs. C'est pourquoi, des capots sont nécessaires pour les protéger.



Lanterneau d'un bâtiment à extraction bilatérale basse



Bâtiment à extraction bilatérale basse

Il existe un risque de chute d'air froid au démarrage lors de l'admission de l'air frais en partie haute. L'admission d'air neuf nécessite donc un mélange rapide avec l'air ambiant, de bons circuits d'air et une dépression assez élevée.

4.4. Dynamiques à extraction en pignon

Les bâtiments utilisant le principe de l'extraction en pignon sont peu fréquents. Il s'agit le plus souvent de poulaillers à ventilation naturelle équipés de turbines parce qu'ils fonctionnaient mal (manque de vent, mauvaise orientation....). Deux bâtiments sont présentés ci-dessous. L'un baptisé "Vénitia" par son constructeur et l'autre, plus récent, appelé "Aviconfort".

4.4.1. Type "Vénitia"

C'est un système de renouvellement d'air à balayage longitudinal. En phase de chauffage du poulailler, on assiste à un soufflage en continu d'air chaud sortant de la gaine de polyéthylène. En exothermique (fin de bande), on observe un soufflage en continu d'air neuf par la gaine ainsi que l'ouverture des entrées d'air latérales. Les extracteurs fonctionnent en tout ou rien en fonction de l'écart mesure/consigne.

Les quelques extracteurs en pignon sont faciles d'accès. Le balayage longitudinal assure un long parcours de l'air dans le bâtiment et contribue à une bonne efficacité du cycle (air neuf/air extrait). La possibilité d'obtenir des vitesses d'air élevées est un point positif en phase exothermique. Cependant, des différences de températures sont observées entre les deux extrémités du poulailler (zone inerte à proximité des entrées d'air). Le dépoussiérage et la désinfection des gaines ne sont pas aisés et, en cas de panne d'électricité, ce bâtiment ne peut pas fonctionner en statique.



Bâtiment Dynamique à extraction en pignon type "Vénitia"

4.4.2. Type "Aviconfort"

L'objectif de ce type de bâtiment est de garder le meilleur des poulaillers à ventilation dynamique (performances techniques) tout en éliminant leurs

inconvénients (étouffements liés à des pannes électriques).

L'entrée d'air se fait au niveau des lanterneaux discontinus situés au faîtage, équipés de trappes ascenseurs. L'extraction est réalisée par des ventilateurs situés à chaque pignon. Les longs pans dans chaque côté sont dotés de volets normalement fermés. Ils s'ouvrent en cas de panne.

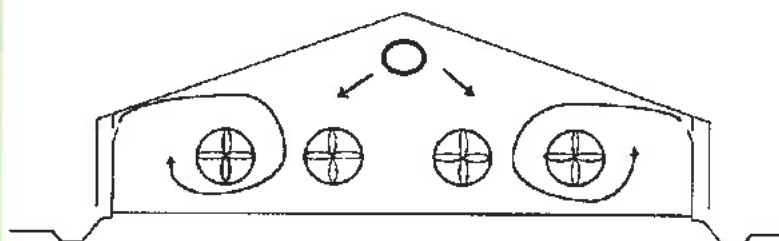
Ce type de bâtiment peut fonctionner en cas de panne d'électricité. Lors d'une coupure de courant (arrêt des ventilateurs), les deux vérins hydrauliques qui commandent les cheminées en deux zones, ainsi que les deux vérins qui contrôlent les volets, ouvrent simultanément les volets et les cheminées. Le bâtiment peut alors fonctionner en ventilation "statique".

De même, en cas d'augmentation anormale de la température du bâtiment (ex : panne du boîtier de régulation), deux thermostats mécaniques commandent automatiquement cette ouverture générale (ouverture des vérins hydrauliques et celle des volets et cheminées). Lorsque la situation redevient normale, l'ensemble se referme.

Configuration usuelle

- Surface : 1 000 m²
- Largeur : 15 m
- Longueur : 67 m
- Pente du toit : 30 %
- Entrée d'air : volets sur 1/3 du bâtiment à l'opposé des extracteurs + gaine de soufflage en polyéthylène
- Extraction : 4 ventilateurs en pignon (2 de 40 000 m³/h, 2 de 15 000 m³/h)

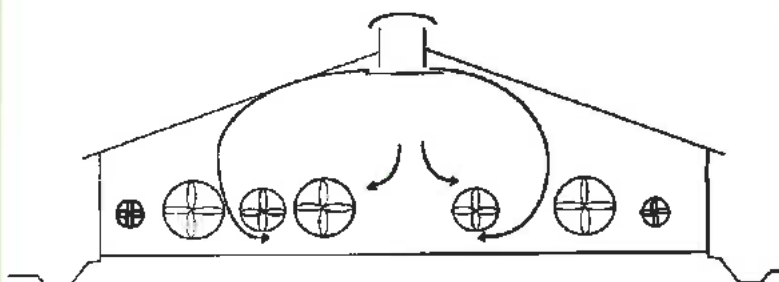
Figure 34 - Principe d'un bâtiment à extraction en pignon type "Vénitia"



Configuration usuelle

- Surface : 1 500 m²
- Largeur : 15 m
- Longueur : 100 m
- Pente du toit : 40 %
- Entrée d'air : lanterneaux discontinus situés au faîtage
- Extraction : 7 ventilateurs à chaque pignon (2 de 8 000 m³/h, 2 de 20 000 m³/h et 3 de 40 000 m³/h soit une puissance totale de 352 000 m³/h).

Figure 35 - Principe d'un bâtiment à extraction en pignon type "Aviconfort"



III. Les spécificités des bâtiments d'élevage sous label

1. Des règles à respecter

Les notices ministérielles relatives aux conditions minima pour l'obtention d'un label, indiquent que les règles d'élevage à mettre en œuvre doivent permettre un développement harmonieux et le maintien en bonne santé des animaux, sans avoir recours à des substituts qui pallieraient les défauts d'élevage.

Les modes de production peuvent être variables, mais définis par un cahier des charges propre à chaque label. Cette réglementation détermine notamment des normes concernant la densité, la durée d'élevage, et la taille des bandes. Le mode d'élevage est également défini. C'est ainsi que l'on rencontre des productions label dont l'élevage des animaux est réalisé tota-

lement sur parcours extérieur, en claustration partielle ou totale. De ce fait, la conception du bâtiment est variable suivant le degré d'intensification de la production. Le bâtiment pourra être un simple abri où les animaux y séjournent pendant les mauvaises conditions climatiques et pendant la nuit. Par contre, avec une production en claustration totale, le local de production devra être conditionné et donc comparable aux autres bâtiments avicoles. Enfin, dans le cas d'un élevage en claustration partielle, les animaux ont accès à un parcours extérieur.

Elles concernent entre autres :

- l'effectif maximum par exploitation, toutes volailles confondues.
- la surface maximale des bâtiments d'élevage label par exploitation, qui est de 1 600 m², soit un maximum de 17 600 poulets, chaque bâtiment ne pouvant contenir plus de 4 400 sujets au départ.
- la densité d'animaux est limitée dans le bâtiment à 11 sujets/m²

pour le poulet. L'élevage peut se pratiquer avec ou sans parcours. L'élevage du poulet label avec parcours peut prendre l'option : parcours limité (plein air) ou liberté totale. Dans ce cas, les dimensions des trappes d'accès au parcours sont réglementées, de même que la superficie des parcours.

2. Description du bâtiment

Sa surface est limitée à 400 m², et la largeur ne doit pas excéder 9 m. La densité y étant limitée à 11 animaux par m², la ventilation statique est largement satisfaisante pour assurer un renouvellement correct de l'air ambiant d'autant plus qu'en fin de lot les animaux ont accès à un parcours.

Ce type de bâtiment est standard : il convient aussi bien à l'élevage de poulets que de pintades. La coque est constituée de matériaux classiques (fibrociment, panneau composites, etc...).

Configuration usuelle

Effectif :	4 400 poulets
Surface utile :	400 m ²
Largeur :	9 m
Longueur :	44 m
Pente du toit :	35 à 45 %
Entrée d'air :	trappes latérales
Extraction :	lanterneau statique
Régulation :	manuelle de l'ouverture des trappes et du lanterneau
Bâtiment :	clair avec fenêtres



Bâtiments statiques label avec parcours



PUR

YUCCA

SCHIDIGERA

Desert King



C'est naturel



inobio

35, avenue de la Gare • 27610 Romilly-sur-andelle • France
Tél. 33 (0)2 32 49 98 95 • Fax 33 (0)2 32 49 16 75

MULTIBECK

2 mangeoires l'une sur l'autre



plus de confort



plus de polyvalence



moins de travail



moins de coût

LE ROY

Fabricant de mangeoires

B.P. 1653

35017 Rennes Cedex 2

Tél. 02 99 50 73 98

Fax 02 99 51 18 73

TUNNELS D'ÉLEVAGE RICHEL. POUR ALLÉGER VOS INVESTISSEMENTS, CHOISISSEZ LA PERFORMANCE.



PLUS DE PERFORMANCES, INVESTISSEMENT ALLÉGÉ.

Les tunnels d'élevage RICHEL sont conçus pour offrir les meilleures performances au meilleur coût. D'une robustesse à toute épreuve, ils optimisent les capacités d'aération et d'isolation et sont conformes aux normes françaises.

LE CHOIX DES PIGNONS.

Ils peuvent être équipés au choix, de pignons portes coulissantes avec habillages semi-rigides, ou bien de pignons panneaux-sandwiches avec portes pivotantes à deux battants, ainsi que portillons d'accès.

UN SYSTÈME D'AÉRATION EXCLUSIF.

Une aération exceptionnelle grâce à l'association d'un

lanterneau de faîtage de grande dimension et de deux ouvrants latéraux à position réglable. Ce système permet la tension de la couverture.

LE CHOIX DE LA COUVERTURE.

Les tunnels RICHEL peuvent recevoir tous types de couvertures souples (film ou bâche-camion) ou semi-rigides. Des matériaux de pointe garantissent la longévité des couvertures.

LE CHOIX DE L'ISOLATION.

L'isolation est réalisée en laine de verre, ou laine de roche, simple ou multi-couche.



SERRES RICHEL. L'EXIGENCE DE L'INNOVATION. **RICHEL®**

La régulation automatique de la ventilation

Le réglage manuel des trappes d'admission et de sortie d'air a longtemps fait partie du travail de l'éleveur, avec les risques qu'il occasionnait, notamment dans les régions où le vent est un élément climatique prépondérant, changeant rapidement en force et en direction. Depuis le début des années 1980, de plus en plus de poulaillers se sont équipés d'appareils qui règlent en permanence l'ouverture et la fermeture des orifices de ventilation en fonction de la température. Aujourd'hui, la régulation de cette ventilation est systématiquement automatisée. L'aviculture a pu voir ainsi ses performances s'améliorer en partie et de façon très nette grâce à l'utilisation de matériels d'automatisation précis et fiables.

I - La régulation en ventilation naturelle

Le bâtiment est équipé d'appareils de contrôle qui règlent constamment l'ouverture et la fermeture des orifices de ventilation en fonction de la tempé-

ture et de l'hygrométrie ambiantes, mais aussi de la direction et de la force des vents.

La régulation automatique en ventilation naturelle est fondée sur l'installation de :

- *treuils électriques* commandant l'ouverture et la fermeture des trappes d'aération,
- *sondes de température* pilotant les moteurs des treuils électriques (en mode marche-arrêt).

Il suffit d'afficher la température de consigne désirée, pour obtenir le réglage automatique de l'ouverture et de la fermeture des trappes d'aération.

1. Description des systèmes

1.1. Exemple du système avec station météo

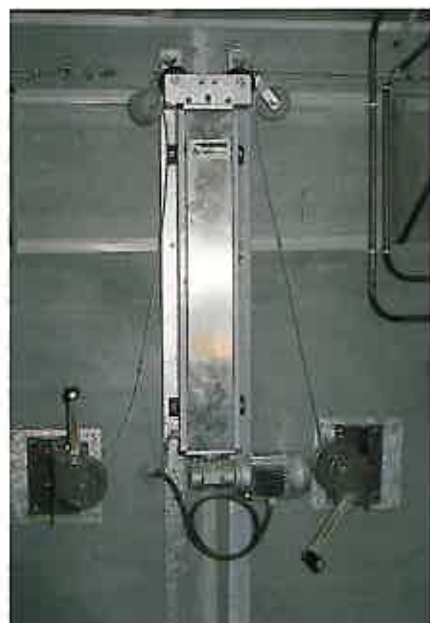
Un bâtiment de 1 200 m² de surface est divisé au minimum en deux zones de ventilation. Une station météo est char-

gée d'évaluer les paramètres extérieurs tels que la vitesse et l'orientation du vent, la température, l'hygrométrie... Deux sondes au minimum, mesurent la température au niveau de chaque zone de la salle d'élevage. La centrale de régulation interroge la station météo et les sondes. Selon les valeurs recueillies, elle agit sur les treuils et les dispositifs de commande du chauffage. Dans le boîtier de régulation, l'éleveur doit rentrer un certain nombre de valeurs de consignes concernant :

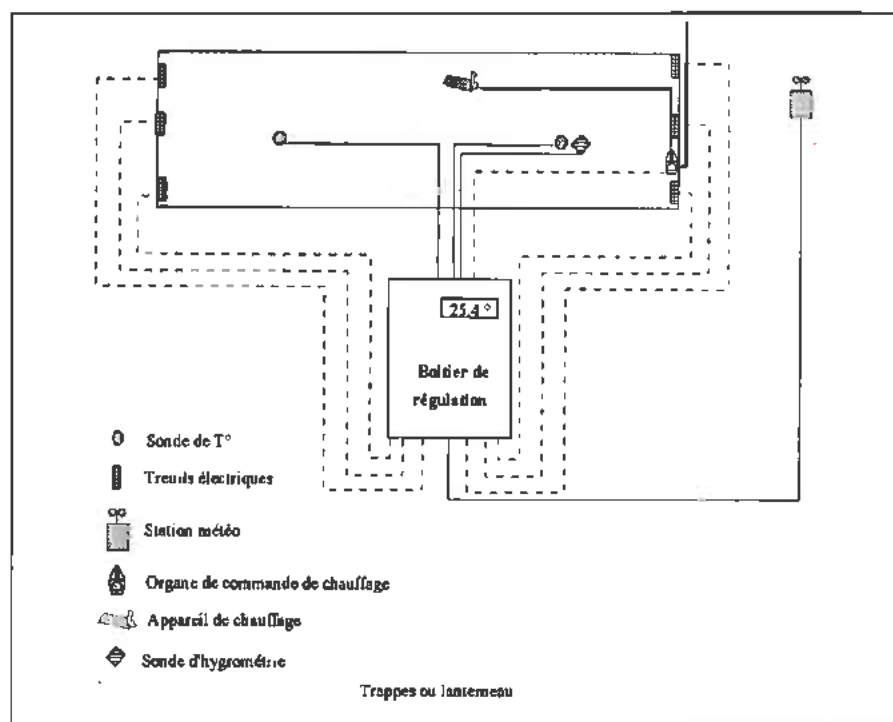
- la fermeture et l'ouverture des volets,
- le décalage entre les consignes d'admission et de sortie d'air,
- la température à laquelle doit se mettre en route le chauffage,
- éventuellement le taux d'hygrométrie souhaité.

Pour tenir compte des variations de sens et de force du vent, six treuils électriques (trois par zone) assurent l'ouverture et la fermeture du lanterneau (deux treuils) et des volets latéraux (quatre treuils).

Figure 36 - Exemple de régulation automatique en ventilation statique



Exemple de treuil électrique



1.2. Importance du nombre de treuils

Sur le terrain, on rencontre fréquemment les erreurs suivantes :

- **1 ou 2 treuils** sur les sorties d'air. Les entrées d'air sont commandées manuellement.

Inconvénient : ce système n'est pas automatique, mais semi-automatique. Le jour, l'éleveur, en passant très souvent dans son bâtiment, peut régler convenablement les ouvertures, mais la nuit...

- **2 treuils** travaillent par moitié de bâtiment et commandent en même temps les sorties et les entrées d'air.

Inconvénient : ce système nécessite un moteur électrique puissant pour tirer les 3 câbles. Surtout, il ne peut pas tenir compte des variations de sens et d'intensité de vent latéral, étant donné que l'ouverture est la même des deux côtés. On a donc un côté du bâtiment plus froid côté vent.

- **3 treuils** : 1 sur les sorties d'air et 2 sur les entrées

(1 pour chaque entrée sur toute la longueur du bâtiment)

Inconvénient : si ce système prend en compte les variations de force de vent latéral, il ne l'assure pas pour les vents soufflants en pignon. Dans ce cas on risque d'avoir un bout du bâtiment plus froid. La puissance du moteur doit être importante pour tirer les câbles sur toute la longueur.

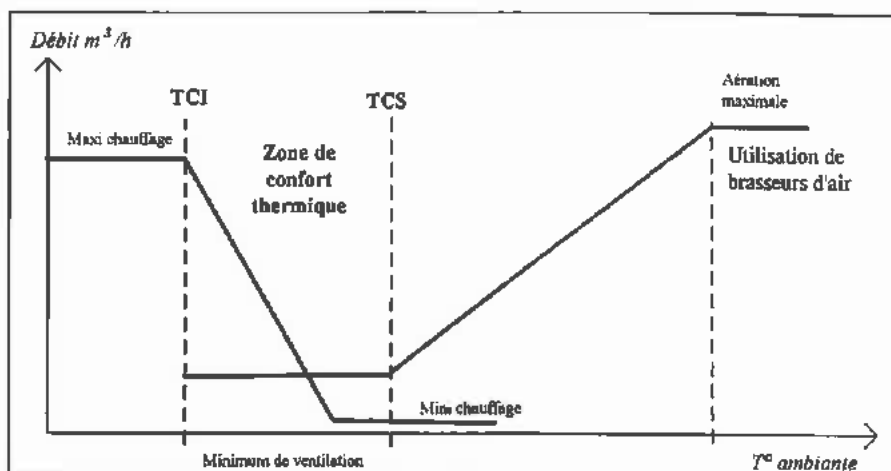
2. Gestion des débits et des circuits

2.1. Séquence des événements

L'air rentrant dans le poulailler doit être aspiré le long de la sous-toiture pour éviter les chutes d'air froid sur les animaux. Ce circuit d'air s'obtient en pratique :

- en ouvrant les sorties d'air avant les entrées, ce qui permet la mise en dépression du bâtiment,
- en maintenant toujours un écart d'ouverture entre les sorties et les entrées : la largeur des sorties doit toujours être plus importante que celles des entrées,
- les entrées d'air doivent toujours se fermer avant les sorties, pour éviter les chutes d'air froid.

Figure 37 - Schéma de régulation d'une ventilation naturelle



Comment vérifier si le réglage est correct ?

Suspendre au plafond, à environ 2,5 m des entrées d'air, des rubans ou des bouts de papier très légers. Si les rubans bougent, grâce au mouvement de l'air entrant, c'est qu'il y a effet plafond et que le circuit d'air est correct ; si ces indicateurs ne se soulèvent pas, l'air risque de tomber trop vite et non réchauffé sur les volailles.

La ventilation minimale est toujours obtenue par un dispositif fonctionnant indépendamment de la température intérieure. Ainsi en ventilation statique :

- si la température baisse dans le bâtiment, le chauffage est là pour compenser cet écart par rapport à la consigne,
- si la température s'élève, les ouvertures des sorties et des entrées se font pour évacuer l'excès de chaleur. Les trappes de ventilation se referment ensuite en conservant le minimum d'ouverture, correspondant à la ventilation minimale.

2.2. La ventilation minimale

Il existe sur les boîtiers de régulation une commande permettant de programmer une ouverture minimale des volets d'aération. Ce système permet de bloquer la fermeture des trappes sur un minimum d'ouverture. Elle agit donc comme une butée à la fermeture des trappes. Attention :

- l'ouverture minimale des sorties doit être plus grande que celle des entrées pour maintenir le tirage du bâtiment et donc la dépression,
- le réglage du minimum d'ouverture augmente avec l'âge et doit donc être régulièrement revu par l'éleveur.

3. Les sondes

Trois paramètres essentiels sont à prendre en compte dans le choix et la gestion des sondes : leur précision, leur temps de réaction et leur emplacement.

3.1. Précision

Elles doivent être suffisamment sensibles (0,5 °C) et le système agir assez lentement avec effet de temporisation et recherche d'équilibre sur les ouvertures, afin de ne pas trop faire varier la dépression. Les sondes dérivent progressivement en cours de lot. L'éleveur doit leur porter une attention particulière en contrôlant régulièrement l'état de ses appareils. En effet, il n'est pas rare de voir un écart de 5 °C entre la température réelle et la température mesurée par une sonde...

3.2. Vitesse de réaction

Lorsque la température varie, les sondes doivent commander l'ouverture et la fermeture des sorties et entrées d'air dans les 30 secondes.

Pour le vérifier, on peut faire le test suivant :

- prendre la partie de la sonde mesurant la température dans la main fermée,
- mesurer avec la trotteuse d'une montre l'intervalle de temps entre la prise en main de la sonde et le déclenchement des moteurs des treuils électriques.

N'hésitez pas à faire vérifier par les installateurs et les concessionnaires les sondes et à les changer lorsqu'elles sont trop vétustes.

3.3. L'emplacement des sondes

Les sondes sont en général placées à moins d'un mètre de hauteur de façon à avoir des données représentatives de l'ambiance du bâtiment. Elles doivent prendre en compte en même temps, les risques de refroidissement et de réchauffement brutaux le long des parois latérales, ou dans la partie centrale du bâtiment moins aérée.

Au démarrage et en hiver, elles sont placées dans les zones où risque de tomber de l'air froid, soit à 2 mètres des parois latérales et à 1 m de hauteur (entre deux radiants). Elles peuvent donc détecter les chutes d'air froid très mauvaises pour les volailles et rectifier tout de suite les entrées d'air. En période chaude, les sondes seront placées dans la partie centrale du bâtiment, la moins ventilée pour commander les ouvertures des sorties et des entrées permettant un minimum de ventilation dans cette zone.

Il faut donc prévoir à l'installation des sondes, une longueur de câble suffisante pour assurer les changements d'emplacement.

II. Régulation de la ventilation dynamique

L'installation d'une régulation en ventilation dynamique permet d'adapter avec précision le niveau de renouvellement d'air à l'âge des animaux, aux conditions d'ambiance et au climat extérieur. Elle pilote et coordonne :

- l'ouverture et la fermeture des volets d'admission d'air,
- l'arrêt et la mise en route des ventilateurs.

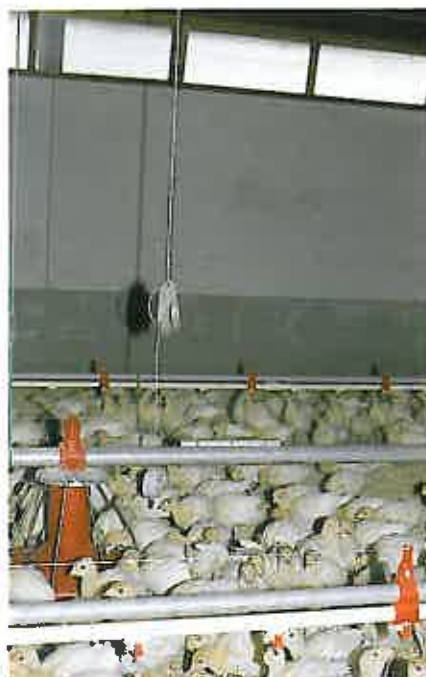
Les bâtiments à ventilation dynamique doivent fonctionner en dépression constante et parfaitement maîtrisée.

■ 1. Régulation des entrées d'air

1.1. Principe de fonctionnement

La régulation des admissions d'air nécessite généralement :

- de 2 à 4 treuils électriques (suivant l'emplacement des entrées d'air),



Les sondes doivent toujours être placées dans la zone de vie des volailles

- un dépressiomètre de lecture ou de régulation,
- le tout relié à un boîtier de commande.

Pour un débit d'extraction donné, il suffit de régler l'ouverture des volets pour maintenir la dépression souhaitée et obtenir ainsi les bons circuits d'air (à visualiser au fumigène). Si le débit d'extraction augmente, pour faire face à des besoins de renouvellement d'air plus importants, il faut ouvrir un peu plus les volets tout en maintenant la dépression.

1.2. Réglage de l'ouverture des volets

La régulation des entrées d'air peut être assez simple. On peut se contenter de programmer la largeur ou le pourcentage d'ouverture des volets en fonction du débit du groupe de ventilateurs en route. Le dépressiomètre de lecture sert alors d'indicateur pour

effectuer ce réglage. Cette dépression doit varier selon le type d'extraction, la saison et l'âge des animaux :

- de 60 à 40 Pa au démarrage et en fin de lot l'hiver,
- et de 25 à 15 Pa en fin de bande l'été : l'air épais pénètre alors avec une vitesse moindre et retombe plus lourdement sur les animaux, créant ainsi des vitesses d'air.

1.3. Cas du dépressiomètre automatique

Certains bâtiments ont des entrées d'air régulées par un dépressiomètre automatique. L'éleveur affiche alors des consignes de dépression. Pour un débit d'extraction mesuré à un instant donné, le dépressiomètre automatique va commander l'ouverture des admissions d'air afin de maintenir la dépression programmée. Si la dépression chute dans le bâtiment, le dépressiomètre automatique mesurera un écart par rapport à la consigne et la régulation actionnera la fermeture des volets pour ramener la mesure à la valeur souhaitée. Si la dépression augmente, c'est l'inverse qui se produit et les volets s'ouvrent jusqu'à la valeur de consigne.

La mesure d'une dépression est toujours réalisée grâce à deux sondes : l'une à l'intérieur du bâtiment, l'autre à l'extérieur. La sonde extérieure doit absolument être placée de manière à ne pas subir l'effet du vent. On conseille donc de la dissimuler sous les tôles en fibrociment de la toiture, là où l'effet du vent est minimal. De même, le dépressiomètre ne prend généralement pas en compte l'effet du vent soufflant sur un long pan. Il faut donc prévoir de pouvoir le débrancher et passer en blocage de l'ouverture des volets sur un côté, par temps très venté. De nouveaux boîtiers de régulation sont aujourd'hui équipés de systèmes de correction de la dépression, en fonction des écarts de température entre l'intérieur et l'extérieur.

■ 2. Régulation de l'extraction

Pour le pilotage de l'extraction, il faut :

- constituer des groupes de ventilation, avec des ventilateurs à vitesse unique,
- des sondes de température (4 pour 1 200 m²) et une sonde d'hygrométrie,



Exemple d'utilisation d'un dépressiomètre de lecture

- un doseur cyclique (pour le réglage de la ventilation minimale),
- le tout relié à une armoire et au boîtier de régulation.

2.1. Paramètres pris en compte

La mise en route ou l'arrêt des ventilateurs va dépendre des débits d'air nécessaires aux animaux et de la température intérieure du bâtiment. En phase de démarrage lorsque les animaux ne chauffent pas le bâtiment, l'extraction doit permettre un renouvellement d'air minimal pour éliminer les gaz de combustion, l'eau, l'ammoniac... Après l'emplumement des volailles et surtout en fin d'élevage, les ventilateurs doivent permettre d'éliminer la chaleur excédentaire. La mise en route ou l'arrêt des ventilateurs-extracteurs est alors commandée par des sondes de température disposées judicieusement dans le bâtiment. L'éleveur programme des températures de consigne inférieure (TCI) et supérieure (TCS) sur le boîtier de régulation en fonction de l'âge des animaux :

- TCI : chauffage au maximum et ventilation minimale,
- TCS : augmentation progressive du débit d'extraction.

Entre ces deux températures, l'extraction doit assurer un renouvellement d'air minimal grâce au doseur cyclique.

2.2. Le doseur cyclique

Avoir une ventilation adaptée aux besoins des animaux signifie :

- une ventilation minimale indépendante de la température ambiante, notamment au démarrage,
- une ventilation augmentant par paliers en période adulte en fonction de la température ambiante.

Le déclenchement et l'arrêt de la ventilation sont généralement commandés par l'élévation de la température à l'intérieur du bâtiment. En période de démarrage, cette température est maintenue à un niveau élevé et quasi-constant par le chauffage. Ceci suppose que dans ces conditions, aucune ventilation ne peut se faire. Or, il faut tout de même assurer un minimum de ventilation. On installe alors un système appelé doseur cyclique qui va se charger de faire fonctionner la ventilation indépendamment de la température.

Pendant les premières semaines d'élevage, le doseur cyclique met en route un petit nombre de ventilateurs pendant un laps de temps calculé par l'éleveur pour assurer une ventilation minimale. Ce doseur cyclique fait fonctionner alternativement de 2 à 4 ventilateurs (suivant le type d'extraction), pendant une durée réglée par l'éleveur. Le réglage du doseur cyclique se fait en indiquant un pourcentage de fonctionnement sur un cycle d'une durée fixe. Par exemple, si le cycle du doseur est de 5 minutes

et le réglage du pourcentage de 10 %, les ventilateurs commandés par le doseur cyclique vont fonctionner pendant 10 % de la durée du cycle de 5 mn, soit 30 secondes toutes les 5 minutes. Si ces ventilateurs ont une puissance globale de 18 000 m³/h (3 ventilateurs de 6 000 m³/h), le débit de renouvellement d'air appliqué sera de 1 800 m³/h. L'éleveur règle le pourcentage de fonctionnement selon les besoins de ventilation des animaux. Les admissions d'air sont ouvertes à un minimum pour assurer le renouvellement d'air avec un fort effet plafond (60 à 40 Pa).

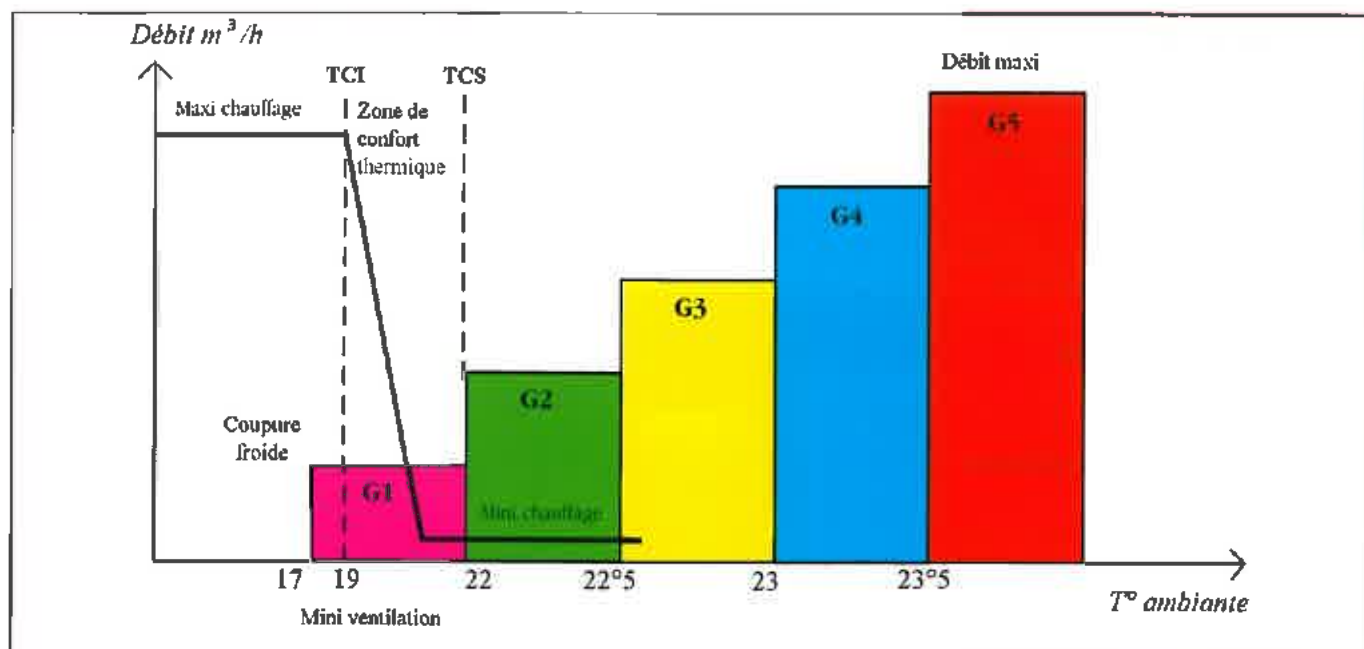
2.3. Les groupes de ventilation

A l'âge adulte, le tonnage de viande et les besoins de ventilation augmentent dans le même sens. Les débits d'air doivent donc suivre. Les ventilateurs à vitesse unique sont généralement répartis en 4 à 6 groupes de ventilation. La mise en route de chaque groupe de ventilateurs est commandée automatiquement par la température demandée par l'éleveur.

Exemple : Poulets de chair âgés de 30 jours

TCI = 19 °C ; c'est la température en dessous de laquelle on ne veut pas descendre, le chauffage est donc à son maximum et la ventilation minimale. Si malgré le chauffage, la température chute encore, on arrive au seuil de la coupure froide (17 °C),

Figure 38 - Principe d'une régulation d'une ventilation dynamique avec ventilateurs à vitesse unique



c'est à dire à l'arrêt de la ventilation minimale, ce qui ne devrait jamais arriver...

TCS = 22 °C ; c'est la température au dessus de laquelle on ne veut pas monter; la ventilation s'accélère, passe en continu ; le chauffage est à l'arrêt ou au minimum (système progressif).

Entre 19 °C et 22 °C, c'est le groupe 1 qui fonctionne avec le doseur cyclique, pour assurer la ventilation minimale. Si la température s'élève au dessus de 22 °C, le groupe 2 va se mettre en route, et ainsi de suite jusqu'au groupe 5, qui correspond généralement à la mise en marche de tous les ventilateurs. Les températures de déclenchement des différents groupes sont généralement décalées de 0,5 °C, comme indiqué sur la figure 40. A l'inverse, si la température baisse, les groupes de ventilateurs s'arrêtent successivement. Les largeurs des admissions d'air doivent suivre l'augmentation des débits de ventilation, de manière à maintenir la dépression constante et de bons circuits d'air.

2.4. Cas des ventilateurs à vitesses variables

Dans le cas de ventilateurs à vitesses variables, au lieu des groupes qui se mettent successivement en route, c'est le régime de tous les ventilateurs qui augmente progressivement avec la

température. Attention, avec ce système la dépression est assez difficile à maîtriser, car le régime des ventilateurs peut varier pour une même ouverture des entrées d'air, et le débit de ce type de ventilateurs est généralement assez mal connu, surtout à bas régime. Par conséquent, la vitesse d'admission de l'air peut changer rapidement ce qui rend très difficile la maîtrise des circuits d'air.

III. Les boîtiers de régulation

1. Une aide précieuse

La tendance actuelle est aujourd'hui à l'utilisation de systèmes de régulation informatisés complets, qui gèrent à la fois la ventilation et le chauffage d'après les données apportées par un ensemble de sondes.

Du fait de ses possibilités de mémorisation, il peut être intéressant de connecter ce boîtier à d'autres types de capteurs tels que des balances peseuses de l'aliment (consommation journalière), des pesons automatiques de volailles (gain de poids), des compteurs divers (eau, électricité, gaz...). Ainsi tous les jours, il devient possible d'établir un contrôle perma-



Le boîtier constitue une aide précieuse qu'il convient de bien maîtriser

nent des facteurs déterminant la réussite de l'élevage, de comparer les indices de consommation, les G.M.Q. (gain moyen quotidien) enregistrés à des courbes théoriques de production. L'ordinateur peut également déclencher à tout moment des alarmes si le programme n'est pas respecté. L'éleveur peut ainsi connaître les anomalies et y remédier rapidement. Il devient également possible de mieux détecter, avant l'apparition des symptômes spécifiques, un problème sanitaire, ce qui permet d'agir efficacement d'une manière précoce.

Tableau 17 - Recommandations de consignes pour un bâtiment de 1 000 m² et 22 000 poulets de chair

AGE (j)	POIDS VIANDE (kg)	TCI	Td (°C)	TCS	HYGRO (%)	NORME (m ³ /kg/b)	DEBIT MINI (m ³ /h)	NOMBRE VENTILATEURS*	DOSEUR (%)	DÉPRESSION (Pa)
0	900	31	32	34	55		400	1	5	40-60
4	2 000	30	31	33		0,5	1 000		13	
8	4 000	29	30	32	60	0,5	2 000		25	
12	6 300	28	29	31		0,5	3 150		39	
16	9 500	27	28	30		0,6	5 700	2	36	
20	14 000	26	27	29		0,7	9 800		61	
24	19 000	24	25	27	65	0,8	15 200	4	48	
28	24 000	22	23	25	70	0,9	21 600		68	30-50
32	29 000	19	21	22		1,0	29 000			20-40
36	35 000	17	19	20		1,0	35 000			
40	41 000	16	18	19	70	1,2	49 200			15-30

* Ventilateurs de 8 000 m³/h

Td : Température désirée

TCI : Température de Consigne Inférieure

TCS : Température de Consigne Supérieure

**Tableau 18 - Recommandations de consignes pour un bâtiment
de 1 000 m² et 8 000 dindes (dont 50 % mâles)**

AGE (s)	POIDS VIANDE (kg)	TCl	Td (°C)	TCS	HYGRO (%)	NORME (m ³ /kg/b)	DEBIT MINI (m ³ /b)	NOMBRE VENTILA- TEURS*	DOSEUR (%)	DÉPRESSION (Pa)
0	500	32	33	35	35		400	1	5	40-60
1	1 100	31	32	34		0,5	550	1	6	
2	2 500	29	30	32		0,5	1250		16	
3	4 500	27	28	30		0,6	2 700		34	
4	8 000	25	26	28	60	0,7	5 600		70	
5	12 000	23	24	26		0,8	9 600	2	60	
6	16 000	21	22	24	65	0,9	14 400			
7	22 000	20	21	23		1,0	22 000	4	69	30-50
8	28 000	18	20	21	70	1,0	28 000			20-40
9	34 000	17	19	20		1,0	34 000			
10	41 000	17	19	20		1,2	49 200			
11	48 000	17	19	20		1,5	72 000			
12**	55 000	17	19	20		1,5	82 500			
13	35 000	17	19	20		1,5	52 500			
14	40 000	17	19	20		1,5	60 000			
15	44 000	16	18	19		1,5	66 000			
16	48 000	16	18	19	70	1,5	72 000			15-30

*Ventilateurs de 8 000 m³/h

** Enlèvement des femelles à 12 semaines

Td : Température désirée

TCl : Température de Consigne Inférieure

TCS : Température de Consigne Supérieure

■ 2. Le rôle de l'éleveur

L'automatisation et les équipements allègent sensiblement les contraintes de l'éleveur, mais ne doivent en aucun cas le soustraire à l'obligation de surveiller son élevage par des passages fréquents. Un boîtier de régulation ne fait pas tout dans un bâti-

ment. Il doit être considéré comme une aide facilitant le travail mais ne supprimant pas pour autant la présence. Le rôle de l'éleveur reste indispensable car il doit :

- contrôler le bon fonctionnement de ses installations,

- programmer et vérifier le bien fondé de ses consignes,
- observer le comportement des animaux,
- constater leur bien être et leur bon état de santé,
- entretenir régulièrement son matériel.



BATIMENTS D'ELEVAGE



47400 Tonneins Tél : 05 53 79 14 39 - Fax : 05 53 84 47 63



La référence incontournable
des professionnels
avicoles



SOMMAIRE

- Faits du mois
- Gestion et conduite d'élevage
- Matériel et bâtiments
- Pathologie et hygiène
- Transformation
- Ouverture sur le monde
- Dossiers



Oui je m'abonne !

Formule 1 an
Economie : **121 F**

☐ Je préfère la formule 1 an, soit 11 n° pour
495 F TTC au lieu de 616 F, prix au n°.
Mon économie : 121 F. (Autres pays : 595 FF).

Formule 2 ans
Economie : **412 F**

☐ Je profite de la formule 2 ans, plus avantageuse
soit 22 n° pour 820 F TTC au lieu de 1232 F, prix au n°.
Mon économie : 412 F. (Autres pays : 1020 FF).

L'abonnement à
FILIERES AVICOLES
est déductible de mes
recettes d'exploitation.

☐ Je vous joins mon
règlement à l'ordre de
FILIERES AVICOLES
par :

- ☐ chèque
- ☐ carte bancaire
Visa Internationale

Votre numéro de carte

Date de validité

Mois

Année

Signature

☐ Merci de m'adresser une facture acquittée pour ma comptabilité.

Mon n° de TVA intracommunautaire :

Je suis :

☐ Producteur volailles chair, surface bâtiments

☐ Oeufs, nombre de pondeuses

☐ Industrie d'aval. Secteur

Fonction

☐ Autre activité : merci de préciser

Adresse de réception de mon abonnement

GAEC/Société

Nom

Prénom

Adresse

Code Postal

Ville

Pays

Tél

Date de naissance

Fax

A retourner à

**Filières
Avicoles**

A l'attention de Monique GICQUEL
BP 6363 - 35063 Rennes cedex, France
Tél 33 02 99 32 21 21 - Fax 33 02 99 32 89 22
Courriel Internet : edit.du.bolcaudry@wanadoo.fr

BIA

10^e ANNIVERSAIRE

de l'effet
"double cône"



Cerem SA

47310 LAPLUME (France)

Tél. 05 53 95 13 08

Fax 05 53 95 15 61

kroms / Cerem System

Les
INFRACONIC®

Lauréats des

Trophées INPI
DE L'INNOVATION

98

L'incomparable efficacité

L'Ecran Public - RC Agn 83 B 56

SYSTÈMES INTERNATIONAUX DE VENTILATION



pour l'agriculture et l'industrie

Multifan



A. Vestermeijer B.V. - Multifan Venlo, Holland

Tel. +77 389 32 32, Fax +77-382 08 93

Multifan Inc. Bloomington Ill., USA

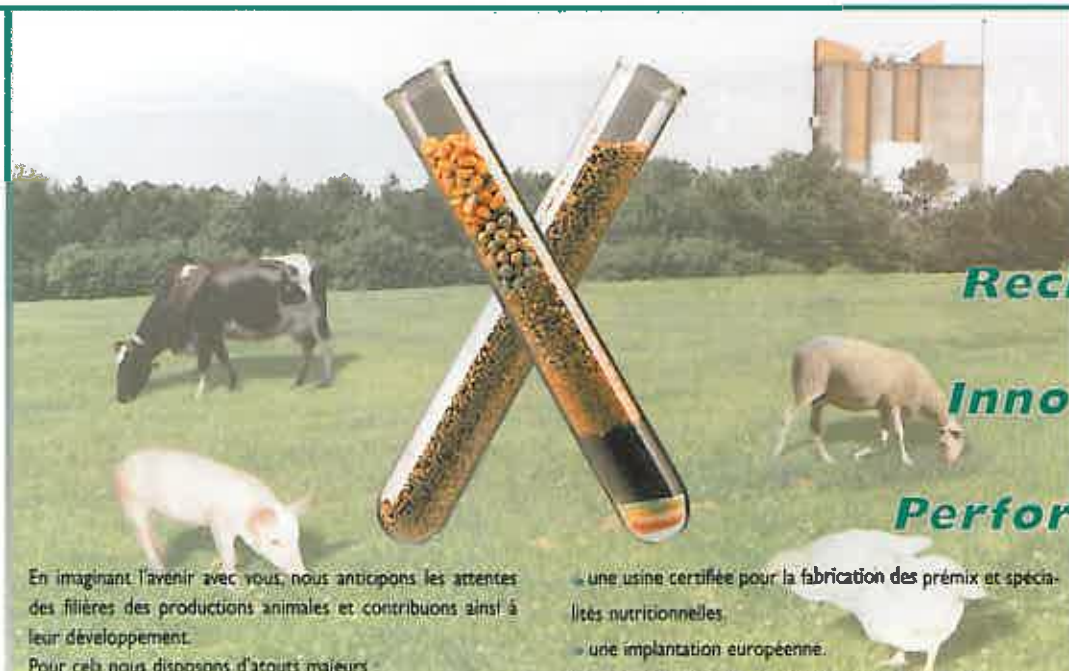
Tel. (309) 862-2807, Fax (309) 663-1491

Multifan S.A.R.L. Evreux, France

Tel. +02 32-38 11 00, Fax +02 32-33 37 12

© Images & Marks

Nous nous associons à votre développement



LES FABRICANTS ASSOCIÉS

Nutrition

Animale

Conseil

B.P. 394

56009

VANNES Cédex

Tél: 02 97 45 52 52

Fax: 02 97 45 46 43

En imaginant l'avenir avec vous, nous anticipons les attentes des filières des productions animales et contribuons ainsi à leur développement.

Pour cela nous disposons d'atouts majeurs :

- un puissant Centre de Recherche (ferme expérimentale, laboratoires, centre de documentation),
- une équipe expérimentée de 20 ingénieurs et vétérinaires,

■ une usine certifiée pour la fabrication des prémix et spécialités nutritionnelles,

■ une implantation européenne.

La mise en œuvre de ces moyens nous permet de proposer rapidement des solutions personnalisées, proches de chaque entreprise soucieuse de son développement.

LES FABRICANTS ASSOCIES
Nutrition Animale Conseil



Les équipements complémentaires

I. Les brasseurs d'air

Les brasseurs d'air sont utilisés depuis de nombreuses années et continuent d'être améliorés tant sur le plan des puissances de brassage que sur celui de la régularité des vitesses d'air. Leur installation dans un bâtiment d'élevage avicole répond à plusieurs objectifs :

- homogénéiser l'ambiance du bâtiment en période froide, en déstratifiant les couches d'air,
- améliorer l'état des litières, en les asséchant,
- créer des vitesses d'air au niveau des animaux en période chaude.

C'est principalement dans la finition des lots en période estivale, que leur utilisation trouve leur pleine justification. Les mouvements d'air qu'ils créent, assurent aux oiseaux un meilleur confort thermique, en augmentant les pertes de chaleur par convection. Plusieurs types d'appareils existent sur le marché.

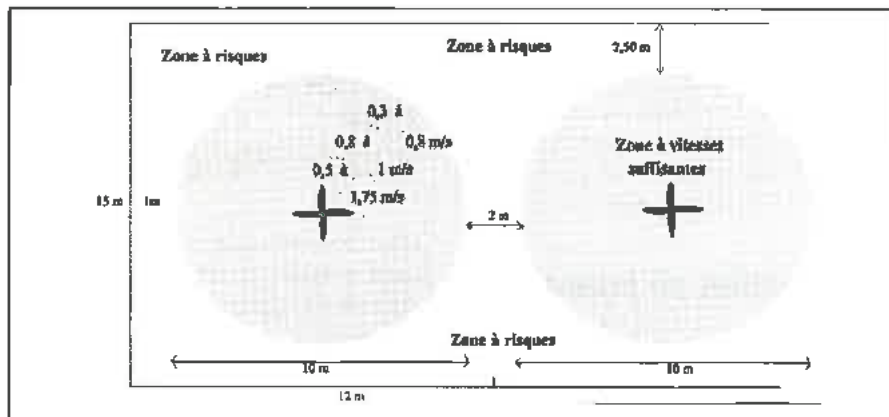
■ 1. Brasseurs d'air horizontaux à grandes pales

Installés soit sous le faîtage, soit sous l'un et l'autre des rampants de la toiture, ils peuvent être utilisés suivant deux techniques :

- en inversant le flux, pour déstratifier l'air (l'air le plus chaud se trouve en sous toiture),
- en dirigeant le flux d'air directement sur la zone de vie des animaux.

Avec ce système, les vitesses d'air sont importantes à l'aplomb du brasseur puis décroissent régulièrement pour atteindre 0,50 m/s à 5 mètres (pales situées à 4 m de hauteur). L'action anti-coup de chaleur est correcte sur 80 m² (soit 45 % de la surface), mais subsistent des zones à forts risques d'étouffements, notamment près des parois.

Figure 39 - Brasseurs à grandes pales horizontales fixés au sous-plafond



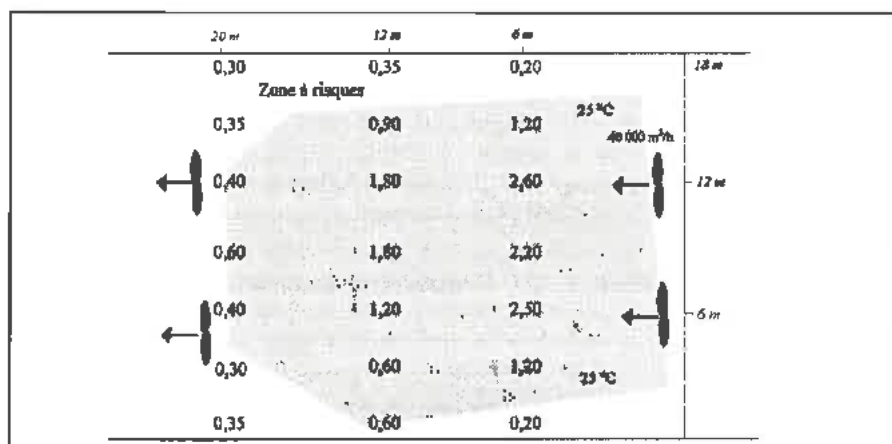
■ 2. Brasseurs d'air verticaux

Ils permettent de faire circuler l'air longitudinalement dans le sens du bâtiment. Les vitesses obtenues au niveau des animaux sont proportionnelles à la puissance des ventilateurs.

Le nombre nécessaire pour avoir un effet anti-coup de chaleur est fonction de la puissance de chaque brasseur.

jusqu'à 10 ou 12 appareils pour un bâtiment de 1 000 m². Les brasseurs sont installés à environ 1 m de la litière de façon à avoir une bonne portée et à limiter les écarts de vitesses d'air entre les zones situées devant le brasseur et les autres zones d'élevage. Ils sont soit suspendus soit sur support les faisant pivoter sur un axe.

Figure 40 - Configuration avec brasseurs d'air verticaux



mais l'homogénéité des vitesses d'air dans le bâtiment dépend du nombre d'appareils en fonctionnement. Le compromis qui semble le plus favorable varie, suivant les conditions climatiques, d'un minimum de 8 brasseurs de 15 000 à 20 000 m³/h chacun,

■ 3. Brasseurs d'air horizontaux à plaque diffuseuse

Les ventilateurs soufflent vers le sol, sur un déflecteur, au centre du bâtiment. Ils homogénéisent mieux l'air

que les brasseurs verticaux. Il étaient jusqu'à présent équipés de ventilateurs de 11 000 m³/h. De nouveaux modèles utilisent des ventilateurs de 20 000 m³/h. Ceci améliore leur action anti-coup de chaleur mais les rend plus délicats à utiliser : risque de problèmes respiratoires près des brasseurs, s'ils sont mis en route avec une température ambiante trop faible par rapport aux vitesses d'air. L'abaissement de ces ventilateurs dans le bâtiment doit être très progressif en fonction de la température, jusqu'à 1,20 m de la litière au delà de 30 °C. Pour que l'air ne soit pas trop ralenti sur la plaque, il faut que celle-ci soit surmontée d'un cône diffuseur et que la surface de sortie d'air soit la plus grande possible ; la hauteur du déflecteur doit être légèrement inférieure à la base des volets.

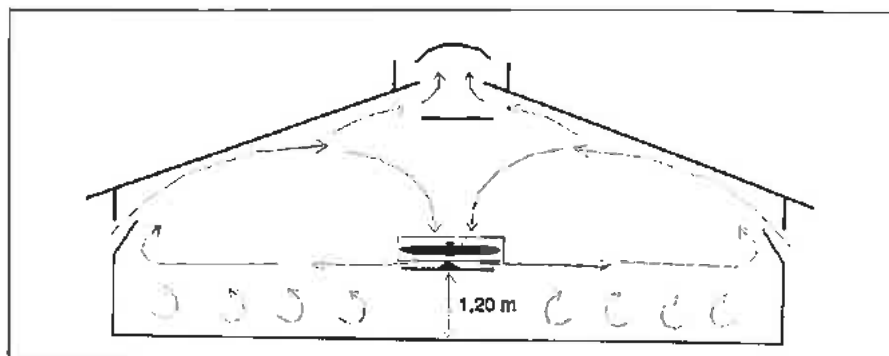
■ 4. Limites du brassage d'air

Les brasseurs d'air ont un effet anti-coup de chaleur, à condition que leur nombre et la puissance installée soient suffisants. Ils ont tous le même inconvénient de créer des microclimats différents dans le poulailler.

Leur efficacité dépend du doigté avec lequel l'éleveur en fait usage. Les appareils peu puissants peuvent s'utiliser au démarrage mais sont peu efficaces en période de forte chaleur. Les brasseurs les plus puissants ne doivent servir qu'en cas de forte chaleur.

Il faut être bien conscient que les brasseurs, aussi efficaces soient-ils, ne pourront se substituer au système de ventilation. Si la ventilation est défaillante, le bâtiment ne pourra jamais atteindre le niveau de performances optimales.

Figure 41 - Brasseurs horizontaux avec plaque diffuseuse



II. Des turbines pour l'été

Les bâtiments à ventilation naturelle, dans lesquels le renouvellement d'air devient très insuffisant en période de forte chaleur, sont encore nombreux. Les causes peuvent être multiples :

- temps orageux sans vent,
- implantation et exposition à risques,
- lanterneau sous dimensionné,
- grillages obstrués...

Dans ces poulaillers, le brassage d'air perd de son efficacité si le renouvellement faiblit trop ; l'hygrométrie élevée, la forte température, la dégradation de l'ambiance, ne permettent pas aux animaux de thermoréguler. La solution est alors d'utiliser des turbines, qui en plus de créer des mouvements de l'air, permettront d'en assurer le renouvellement. C'est la ventilation dynamique d'assistance, dont l'une des formes qui s'est le plus développée ces dernières années, utilise le principe de la ventilation tunnel.

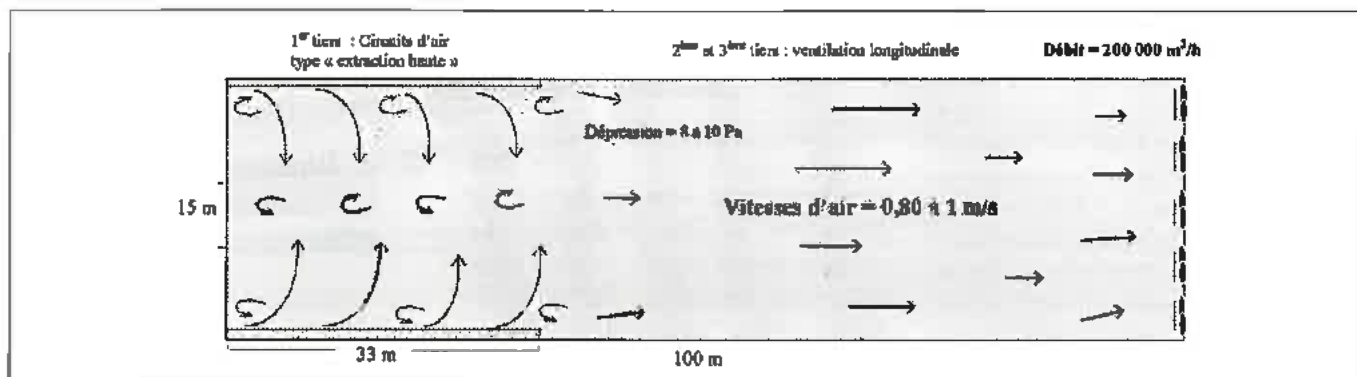
■ 1. Ventilation tunnel

Il s'agit de créer une ventilation longitudinale, en installant des turbines à gros débit dans un pignon du bâtiment. L'admission de l'air se fait par le pignon opposé ou par les trappes latérales situées sur le premier tiers du poulailler, en fermant le lanterneau et les entrées d'air situées près des turbines d'extraction. On oblige ainsi l'air entrant, à longer tout l'intérieur du poulailler avec des vitesses d'air homogènes. L'air réagit alors comme de l'eau qui coulerait dans un tuyau ; pour un même débit, la vitesse de l'air est d'au-



Poulailler équipé de turbines en pignon pour une ventilation d'assistance de type tunnel

Figure 42 - Ventilation dynamique d'assistance de type «tunnel»



tant plus élevée que la section transversale du bâtiment est faible (que le tuyau est fin). Le gros avantage de cette technique est d'assurer le renouvellement et d'engendrer au moindre coût des vitesses d'air élevées et homogènes dans la zone de vie des animaux.

Il est facile de calculer avant installation quelles seront les vitesses d'air dans le poulailler puisque, si le bâtiment est suffisamment étanche, elles ne dépendent que du débit d'extraction et de la section transversale du poulailler, suivant la formule :

$$\text{Vitesse (m/s)} = \frac{\text{Débit (m}^3/\text{h)}}{\text{Section (m}^2) \times 3\,600}$$

Dans le cas d'un poulailler statique ancien de 15 m de large, 2,20 m de hauteur de paroi et 30 % de pente, on a : Section = $((2,20 + 4,50)/2) \times 15 = 50 \text{ m}^2$.

Ainsi, si on extrait l'air par l'un des pignons à raison de 40 000 m³/h, soit autour de 11 m³/s, cela va créer dans le bâtiment des vitesses d'air de 0,2 m/s. Avec un débit d'extraction de 80 000 m³/h (soit 2 turbines de 40 000 m³/h), l'air circule à 0,4 m/s. Avec un débit d'extraction de 160 000 m³/h (soit 4 turbines de 40 000 m³/h), l'air circule à 0,9 m/s.

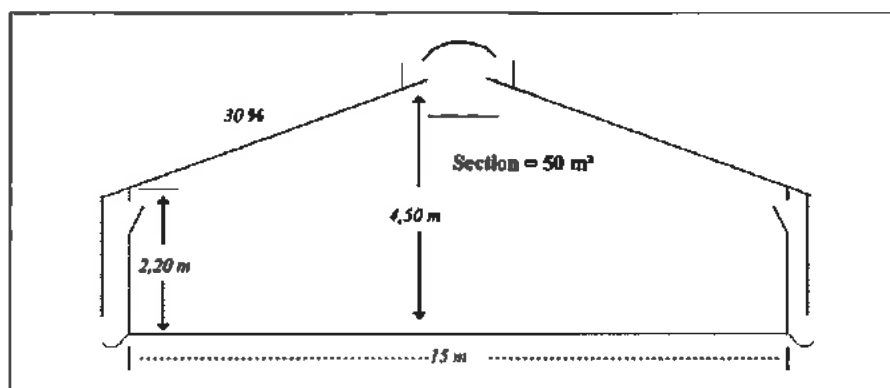
2. Le rajout de turbines

Si le bâtiment est sous-équipé en puissance de ventilation, plusieurs choix sont possibles en fonction du type d'extraction. Dans les bâtiments à extraction haute par exemple, on peut rajouter des ventilateurs au sous plafond. Il est également possible, d'installer une turbine de 40 000 m³/h à chaque pignon ou de remplacer des portes latérales larges par des turbines à gros débit pour l'été. Ces techniques disposent généralement d'une bonne

Tableau 19 - Relation débits et vitesses d'air en ventilation tunnel

Section (m ²) \ Débit (m ³ /h)	33	50	70
40 000	0,33	0,22	0,16
80 000	0,66	0,44	0,32
120 000	0,99	0,66	0,48
160 000	1,32	0,88	0,64
200 000	1,68	1,10	0,80
240 000	1,98	1,33	0,96

Figure 43 - Calcul de la section d'un poulailler



efficacité pour un faible coût d'investissement

Le rajout de ventilateurs-extracteurs en long pan, entraîne généralement une pose définitive ; il faut alors pouvoir bien étanchéifier au niveau des ventilateurs. La puissance d'extraction à installer se fera sur la base de 160 m³/m²/h recherchés (4 m³/h/kg poulet en fin de bande, soit en tenant compte des pertes de charge 200 m³/m²/h installés).

3. Sécurité des installations

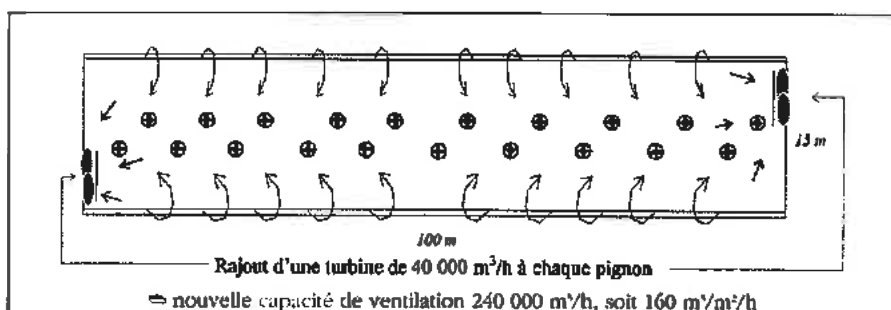
Il ne faut pas pour combattre un risque (coup de chaleur) en générer un autre (arrêt de ventilation), faute de certaines précautions élémentaires. Toutes les



Exemple de turbine à gros débit

installations réalisées devront être conformes aux normes en vigueur. La réalisation de l'installation électrique par un technicien agréé permet de répondre à ces contraintes. Un système d'alarme doit prévenir l'aviculteur d'une panne de ventilation.

Figure 44 - Exemple d'un rajout de 2 turbines



III. Les systèmes de refroidissement de l'air

En période chaude, la température à l'intérieur du bâtiment peut parfois atteindre les limites de résistance des animaux. Il est alors possible de main-

tenir les performances zootechniques, en refroidissant l'air entrant, et de combiner température et vitesses d'air au niveau des volailles. Pour diminuer la température à l'intérieur du poulailler, l'une des solutions consiste à évaporer de l'eau dans l'air ; ce dernier chute alors en température en se chargeant d'humidité.

Il existe différents systèmes : pulvérisation basse pression, brumisation haute pression, filtres humides. Plusieurs critères sont à prendre en compte dans leur choix et leur utilisation :

- la région climatique (durée de la saison chaude et niveau de température atteint),
- l'approvisionnement en eau (quantité et pérennité),
- l'investissement,
- la fiabilité et l'efficacité (entretien, maintenance, risques de pannes).

Tous les systèmes de refroidissement de l'air par évaporation d'eau voient leur efficacité diminuer par temps humide. Pour être vraiment efficaces, ces systèmes nécessitent tous un mouvement et un renouvellement d'air minimaux.

1. Pulvérisation extérieure

Ces dispositifs sont généralement constitués de buses de pulvérisation (type maraîcher) et d'un surpresseur. Ils offrent l'avantage de faire partie des systèmes les moins onéreux à l'achat. Parmi leurs inconvénients, on peut citer un gaspillage d'eau, et une efficacité de refroidissement limitée (de 2 à 4 °C). Les buses se fixent toujours à l'extérieur du bâtiment, sur les jupes masquant les admissions d'air. Il convient de s'assurer que l'eau injectée ne pénètre pas dans le bâtiment et ne mouille pas la litière, et qu'un arrêt de la pulvérisation pourra être obtenu lorsque la température aura suffisamment chuté ou que l'hygrométrie aura atteint un seuil maximum.

Tableau 20 - Valeurs limites du couple T°/HR

TEMPÉRATURE SÈCHE	HYGROMÉTRIE
34 °C	38 %
32 °C	51 %
30 °C	70 %
28 °C	96 %



Système de pulvérisation extérieure en fonctionnement

2. Brumisation haute pression

Utilisant une technologie plus avancée, les systèmes de brumisation intérieure se composent le plus souvent d'une pompe haute pression avec filtre, de canalisations et de buses en inox, et d'une régulation. Leur pression d'utilisation varie de 30 à 120 bars, ce qui permet de générer un brouillard composé de très fines gouttelettes. Ils sont d'autant plus efficaces que le diamètre des gouttelettes obtenues est faible et donc que la pression d'eau est importante. En contrepartie, plus la taille de la gouttelette est faible, plus on doit apporter de soin à la filtration de l'eau si l'on veut éviter le colmatage des buses. Les rampes de brumisation se placent à l'intérieur du poulailler dans le flux d'air entrant pour ceux équipés d'une ventilation dynamique, ou en partie haute dans le cas d'une ventilation naturelle : elles sont aussi parfois installées en couronne sur des bras-

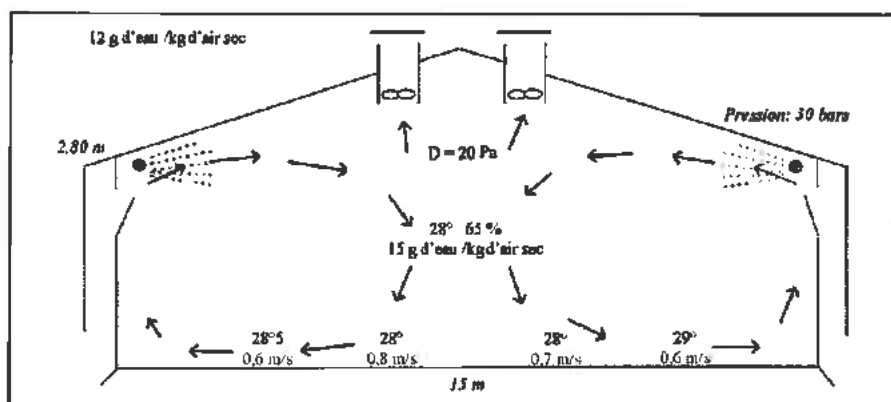
seurs d'air. Ces dispositifs ont une efficacité très intéressante puisque le rendement de l'évaporation peut approcher 95 % ; les quantités d'eau nécessaires au fonctionnement sont faibles et le refroidissement de l'air important, de 5 à 12 °C suivant l'hygrométrie extérieure.

Le dimensionnement du matériel doit être étudié en fonction du débit des buses et du débit d'eau recherché. Ce dernier dépend de la quantité d'eau à apporter dans l'air. Par exemple un air extérieur à 35 °C et 30 % d'humidité relative contient, suivant le diagramme de l'air humide, une quantité d'eau de 12 g par kg d'air sec. Si l'on recherche dans le bâtiment 28 °C et 65 % d'humidité relative, soit une teneur en eau de l'air de 15 g par kg d'air sec, le système doit permettre d'apporter 3 g d'eau par kg d'air sec (ou encore 0,003 kg d'eau par kg d'air sec).

Le débit d'eau recherché exprimé en litre par heure se calcule alors de la façon suivante :

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Débit d'eau} & = & 0,003 & \times & \text{débit d'air} & \times & 0,87 \\ (\text{litre/h}) & & (\Delta H \text{ en kg/kg a.s.}) & & (\text{m}^3/\text{h}) & & (\text{densité de l'air}) \end{array}$$

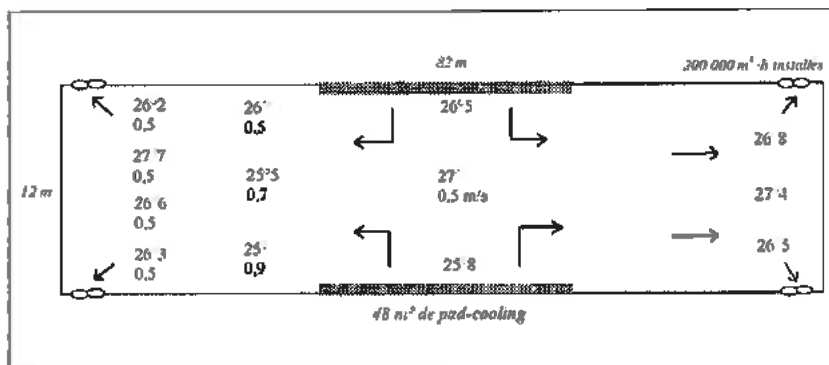
Figure 45 - Utilisation d'un système de Brumisation intérieure





Brumisation haute pression en fonctionnement dans un poulailler

Figure 46 - Utilisation d'un système de pad-cooling



Pour être efficaces, ces appareils doivent être mis en route dès le matin (commencer à pulvériser dès 26 °C), de façon à contenir la montée de température à l'intérieur du bâtiment. Les systèmes de pulvérisation d'eau doivent être arrêtés dès que la température le permet ou si l'hygrométrie intérieure s'élève trop (au delà de 80 %). Ce matériel doit obligatoirement être régulé avec une sonde de température et d'hygrométrie fiable.

3. Filtres humides ou pad-cooling

Dans le système de filtre humide ou pad-cooling, l'eau sert à humidifier un matériau diffusant constitué généralement de cellulose, qui sera traversé par le flux d'air entrant. L'efficacité est liée à la surface d'échange entre l'air et l'eau (taille des panneaux de cooling) et l'abaissement de température obtenu (de 5 à 18 °C) dépend de la température et de l'hygrométrie de l'air de part et d'autre de l'échangeur. Le filtre humide requiert une bonne puissance de ventilation pour vaincre la dépression engendrée par le matériau diffusant. Très performant en climat chaud et sec (jusqu'à 45 °C), ce système nécessite de prévoir deux circuits d'air (un pour l'été, un pour l'hiver), une bonne étanchéité du bâtiment (notamment au niveau des panneaux) et suppose un nettoyage régulier du pad pour conserver son efficacité.

GRIMAUD FRÈRES
SELECTIONNEUR

UNE BASE SOLIDE

Spécialiste reconnu en génétique et recherche appliquée sur toutes espèces de canards : barbare, mulard, pélin et en lapins hybrides, GRIMAUD FRÈRES prépare et contrôle des animaux à fort potentiel adaptés aux différents marchés, dans la 1re Entreprise de sélection certifiée ISO 9001.

La Corbière - 49450 ROUSSAY - France - Tél. 02 41 70 36 90 - Téléc 720 532 F - Télécopie 02 41 70 31 67

canardins
HYTOP
canards
lapins

CHORE-TIME®

ALIMENTATION ABREUVEMENT



Importateur France

CHORE-TIME®

Renseignements :

Jean-Yves MICHARD

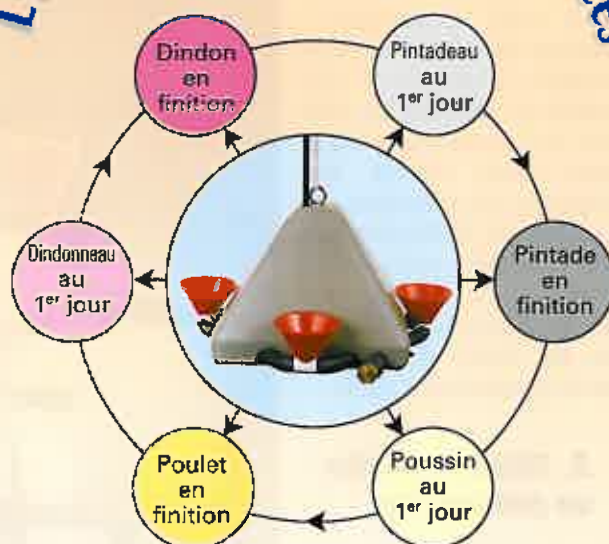
Z.A. du Tournalanquin - 22460 GRACE-UZEL

Tél. : 33.(0)2.96.28.87.87

Fax : 33.(0)2.96.28.86.41

BAR'AVI®

L'abreuvoir couronné de succès



SA POLYVALENCE FAIT LA DIFFERENCE

**L'abreuvoir volaille
dont tout le monde parle.**

**Une incontestable amélioration
des litières ne vous suffisait pas !**

Aujourd'hui,
nous complétons l'abreuvoir **BAR'AVI**
par une **TUBULURE HAUT DE GAMME**
LA TUBULURE INOXYDABLE

Renseignements :

ASTEC

Z.A. du Tournalanquin - 22460 GRACE-UZEL

Tél. : 33.(0)2.96.26.22.32 - Fax : 33.(0)2.96.26.20.63

Bilans thermiques et hydriques

La gestion du bâtiment dépend de plusieurs paramètres. Parmi ceux-ci, la température et l'hygrométrie occupent une place de premier rang dans la hiérarchie des facteurs d'ambiance. Ces deux critères vont en grande partie guider l'éleveur au niveau du pilotage de sa ventilation. En période endothermique tout d'abord, où l'objectif sera d'évacuer l'excès d'humidité et les gaz nocifs en limitant les déperditions de chaleur puis en période exothermique où le système devra évacuer l'excédent de chaleur et d'humidité.

Pour permettre de quantifier les différents échanges de chaleur et d'humidité, il est possible de réaliser des bilans thermiques et hydriques. Ces méthodes peuvent s'avérer relativement complexes si nous prenons en considération l'ensemble des paramètres qui interviennent dans les échanges de chaleur, ou d'eau. Pour cette raison, dans la majorité des cas, les formules utilisées négligent certains facteurs. Nous procéderons également de cette façon en étant bien conscients que dans certaines situations, les valeurs obtenues devront être majorées ou minorées.

Pour obtenir des conditions d'ambiance favorables, il est souhaitable que les bilans soient équilibrés.

D'où la recherche de l'équilibre suivant :

$$\text{APPORTS D'ENERGIE} = \text{DEPERDITIONS D'ENERGIE}$$

I. Bilan thermique

1. Définition et éléments de calcul

C'est la méthode qui permet de quantifier et de comparer les apports et les pertes d'énergie sous forme de chaleur sensible.

La formule qui permet de quantifier ces échanges de chaleur est la suivante :

$$\underbrace{AA + AC + FL + AS}_{\text{Apports}} = \underbrace{DP + DV + DE}_{\text{Pertes}}$$

où

AA = Apports par les animaux (en W).

AC = Apports par le Chauffage (en W).

AS = Apports Solaires (en W).

FL = Fermentation des litières (en W).

DP = Déperditions par les parois (en W).

DV = Déperditions par la ventilation (en W).

DE = Déperditions par évaporation d'eau (en W).

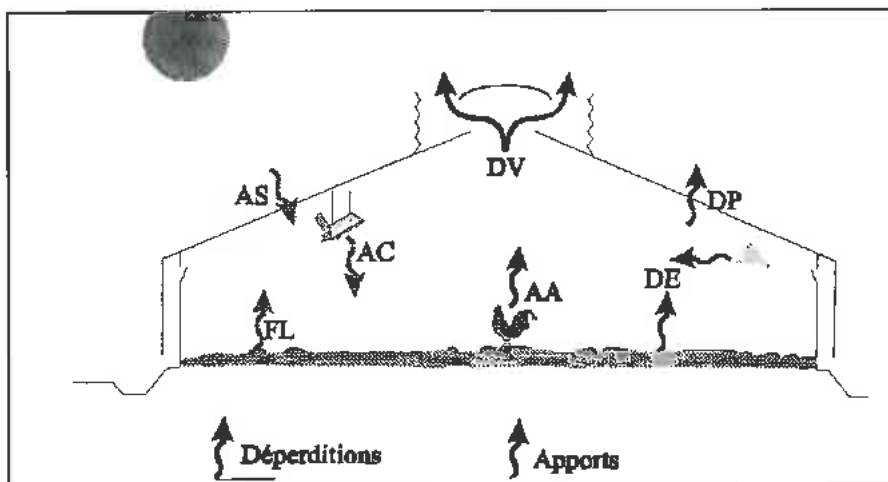
2. Les apports de chaleur

Les apports de chaleur dans le bâtiment peuvent être de plusieurs origines. Ce sont les animaux qui constituent l'une des plus grandes sources d'énergie. Cet apport peut ou doit, selon le type de production et la saison, être complété par le chauffage. Les autres sources sont constituées notamment par le rayonnement solaire. Dans le calcul du bilan en aviculture, les apports solaires sont, en raison de leur faible part, généralement négligés. Ceci est dû à la relativement bonne isolation des bâtiments, aux couleurs claires utilisées et à l'absence de vitrage. Nous procéderons de cette façon dans nos exemples, en sachant que les apports solaires peuvent contribuer dans certaines situations à augmenter la température de plusieurs degrés à l'intérieur du bâtiment. Ces quelques degrés sont parfois nécessaires pour limiter les problèmes.

2.1 La chaleur sensible produite par les animaux

Les animaux produisent de la chaleur par plusieurs moyens : la conduction, le rayonnement et la convection ; cette chaleur est dite sensible. Les volailles dégagent aussi de la chaleur latente (sous forme d'eau ou de vapeur d'eau) par évaporation pulmonaire et par les

Figure 47 - Les échanges thermiques dans un bâtiment avicole



Proportionnellement au poids, les déperditions sont plus importantes chez le jeune poussin que chez la volaille adulte

déjections (cette dernière peut varier entre 25 et 40 % de la chaleur latente). Pour réaliser le bilan thermique, nous ne tiendrons compte que de la chaleur sensible et des transferts de chaleur par évaporation. Par contre la chaleur latente sera utilisée dans le bilan hydrique.

2.2. Les apports de chaleur par le chauffage

C'est généralement la donnée étudiée lors de la réalisation d'un bilan thermique. Toutefois, si l'on souhaite travailler l'un des autres termes de l'équation, les apports de chauffage doivent être appréhendés.

Ceux-ci peuvent être quantifiés par la puissance de l'installation de chauffage, pondérée par le rendement des appareils et leur temps de fonctionnement ou éventuellement en la déduisant des consommations.

2.3. Les apports de chaleur par les déjections

Ce sont probablement les apports qui sont actuellement les plus mal connus, mais aussi les plus sujets à variation d'un bâtiment à un autre. En effet, ils

Tableau 21 - Production de chaleur sensible d'un poulet (en W/animal) en fonction de son poids et de la température ambiante (d'après formules de la CIGR).

		TEMPÉRATURE (EN °C)				
		15	20	25	30	35
P O I D S	200	2,2	1,9	1,6	0,9	0,1
	400	3,7	3,3	2,6	1,6	0,2
	600	5,0	4,4	3,5	2,1	0,2
	800	6,2	5,5	4,4	2,7	0,3
	1 000	7,3	6,5	5,2	3,1	0,4
	1 200	8,4	7,5	6,0	3,6	0,4
V I F (g)	1 400	9,4	8,4	6,7	4,0	0,5
	1 600	10,4	9,2	7,4	4,5	0,5
	1800	11,4	10,1	8,1	4,9	0,6
	2000	12,3	10,9	8,7	5,3	0,6
	2200	13,2	11,7	9,4	5,7	0,6
	2400	14,1	12,5	10,0	6,0	0,7
(g)	3000	16,7	14,8	11,8	7,1	0,8
	3400	18,3	16,3	13,0	7,8	0,9
	3800	19,9	17,7	14,1	8,5	1,0

Tableau 22 - Production de chaleur sensible d'une poule ponduse (en W/animal) en fonction de son poids et de la température ambiante (d'après formules de la CIGR).

		TEMPÉRATURE (EN °C)				
		15	20	25	30	35
P O I D S	1 400	6,6	5,9	4,7	2,8	0,3
	1 600	7,3	6,5	5,2	3,1	0,4
	1800	8,0	7,1	5,7	3,4	0,4
	2000	8,6	7,7	6,1	3,7	0,4
	2200	9,2	8,2	6,6	4,0	0,5
(g)	2400	9,9	8,8	7,0	4,2	0,5

sont dépendants de la fermentation des déjections qui est liée à leur taux d'humidité, leur température, leur aération et leur composition. En élevage de volailles, il n'est pas rare de rencontrer des températures de litière supérieures à 35 °C en fin de lot lorsque celle-ci fermente. L'impact n'en est que plus important lorsque cette augmentation de la température survient le jour d'un coup de chaleur.

L'estimation de ces apports en élevage de volailles sur litière peut aller jusqu'à 15 à 20 % de la chaleur totale produite

par les animaux (chaleur sensible + chaleur latente), en fonction de l'état de la litière (fermentante ou non) et du stade d'élevage (début ou fin de lot). Dans les unités de production d'œufs de consommation, le phénomène n'est pas moins complexe puisqu'il faut tenir compte également du mode de stockage et de récupération des

fientes. En fosses profondes ou en fosses intégrales, les niveaux de production de chaleur, lorsqu'il y a fermentation, peuvent être assimilés à ceux rencontrés en volailles de chair.

3. Les déperditions de chaleur

A l'intérieur du bâtiment, elles ont diverses origines. Ce sont les parois du bâtiment, et la ventilation qui sont les principales causes de pertes de chaleur sensible. A celles-ci, on peut rajouter toute l'énergie transférée (volontairement ou involontairement) pour évaporer l'eau du bâtiment, que ce soit celle contenue dans les déjections, la litière, sur les parois ou celle qui est produite par un système de refroidissement.

3.1. Les déperditions de chaleur par les parois

La formule globale de calcul est la suivante :

$$DP = [(K_1 \times S_p) + (...)] + (K_n \times S_n) + (k_1 \times L_1) + (...) + (k_n \times L_n) \times \Delta T$$

où

- K_1 à K_n (en $W/m^2 \text{ } ^\circ C$) représentent les coefficients de transmission surfaciques pour les différents types de parois du bâtiment. Ce qui correspond au flux de chaleur échangé à travers un mètre carré de paroi pour une différence de un degré Celcius d'ambiance de part et d'autre de cette paroi.
- S_1 à S_n (en m^2) représentent les surfaces des différents types de paroi du bâtiment.
- k_1 à k_n (en m) représentent les coefficients de déperditions linéiques des différents types de liaisons du bâtiment. Ceci correspond au flux de chaleur échangé à travers un mètre de liaison pour une différence de un degré Celcius d'ambiance de part et d'autre de cet élément.
- l_1 à l_n (en $W/m \text{ } ^\circ C$) représentent les longueurs des différents types de liaison du bâtiment.
- ΔT (en $^\circ C$) est la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur ($T_i - T_e$).

La formule de calcul du coefficient K, pour les parois classiquement rencontrées en bâtiments avicoles, est la suivante :

$$K = \frac{1}{\left(\frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{1}{h_i} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{1}{h_e} \right) + \left(\frac{1}{b_1} + \frac{1}{b_2} \right)}$$

où

λ_1 à λ_n (en $W/m \text{ } ^\circ C$) représentent la conductivité thermique de chacun des matériaux constitutifs de la

paroi. Il représente le flux de chaleur par m^2 traversant une épaisseur de un mètre de ce matériau lorsqu'il existe une différence de un degré Celcius d'ambiance entre ses deux faces.

e_1 à e_n (en m) représentent l'épaisseur de chacun des matériaux constitutifs de la paroi dont on recherche le coefficient K.

$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e}$ pour les parois en contact bi direct avec l'extérieur, est égale à 0,17 lorsqu'il s'agit d'une paroi verticale (soubassement, bardage, pignon, etc ...) et 0,14 pour la toiture.

3.1.1. Exemple de calcul du coefficient K d'une paroi de bardage de bâtiment

$e_1 = e_3 = 6$ mm (soit 0,006 m) épaisseur de la fibre ciment dont le coefficient $\lambda = 0,95$ $W/m \text{ } ^\circ C$

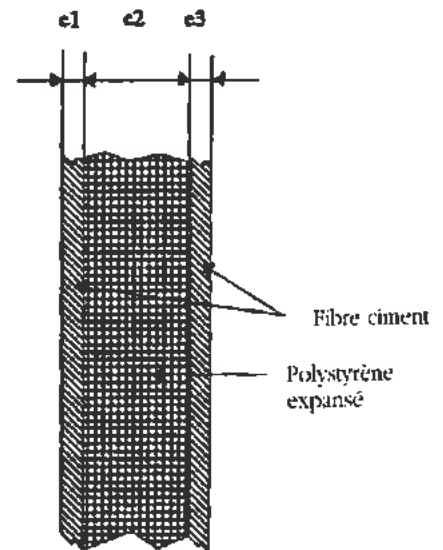
$e_2 = 50$ mm (soit 0,05 m) de polystyrène expansé dont le coefficient $\lambda = 0,041$ $W/m \text{ } ^\circ C$

Comme il s'agit d'une paroi verticale en contact avec l'extérieur, $\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e}$ est égale à 0,17. Le coefficient K de cette paroi se calcule donc de la façon suivante :

$$K = \frac{1}{\left(\frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} \right) + \left(\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} \right)}$$

soit en remplaçant les variables

$$K = \frac{1}{\frac{0,006}{0,95} + \frac{0,05}{0,041} + \frac{0,006}{0,95} + (0,17)} = 0,71 \text{ } W/m^2 \text{ } ^\circ C$$



3.1.2. Premier exemple

Bâtiment avicole de 1050 m^2 construit en 1972 (70 m x 15 m) et 35 % de pente de toiture une hauteur de 2,20 m au bardage dont 0,40 m de soubassement : pour un différentiel de température de 31 $^\circ C$ entre l'intérieur et l'extérieur (+ 29 $^\circ C$ intérieur et - 2 $^\circ C$ extérieur par exemple), les déperditions par les parois de ce bâtiment représentent plus de 54 kW.

PARTIE DU BÂTIMENT	NATURE DE LA PAROI	ÉPAISSEUR DES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS (en m)	VALEUR du K ou du k	SURFACE (ou longueur) DE LA PAROI	DÉPERDITIONS (en W)
Soubassement	Parpaings non isolés	0,20	3,13 $W/m^2 \text{ } ^\circ C$	$0,4 \times (70 + 15) \times 2 = 68 \text{ } m^2$	213
Périmètre	Semelle/Terre battue - non isolé		1,75 $W/m \text{ } ^\circ C$	$(70 + 15) \times 2 = 170 \text{ m}$	297
Bardage vertical + Volets latéraux	Fibre-ciment Polystyrène expansé	0,006 0,4	0,86 $W/m^2 \text{ } ^\circ C$	$(70 \times 2) \times 1,80 = 252 - 5 = 247 \text{ } m^2$	212
Portes latérales	Fibre-ciment	0,006			
Pignons	Fibre-ciment	0,006			
Portail	Polystyrène expansé Fibre-ciment	0,04 0,006	0,86 $W/m^2 \text{ } ^\circ C$	$(15 \times 2) \times (1,8 + 4,4) / 2 = 93 - 9 = 84 \text{ } m^2$	72
Toiture	Fibre-ciment Polystyrène extrudé	0,006 0,04	0,76 $W/m^2 \text{ } ^\circ C$	$70 \times 7,9 \times 2 = 1106 \text{ } m^2$	840
Lanterneau (Trappes)	Bois	0,025	2,6 $W/m^2 \text{ } ^\circ C$	$70 \times 0,50 = 35 \text{ } m^2$	91
Portails + 3 portes	Bois	0,025	2,6 $W/m^2 \text{ } ^\circ C$	$(3 \times 3) + (3 \times (2 \times 0,8)) = 13,8 \text{ } m^2$	36
Total				1724 m^2	112 $W \text{ } ^\circ C$
Soit : $(11761/1050)$ 1,7 $W \text{ } ^\circ C$ par m^2 de bâtiment					

3.1.3. Deuxième exemple

Bâtiment avicole de 1050 m² construit en 1992 (70 m x 15 m) et 35 % de pente de toiture une hauteur de 2,20 m au bardage dont 0,40 m de soubassement :

PARTIE DU BÂTIMENT	NATURE DE LA PAROI	EPAISSEUR DES DIFFÉRENTS ELEMENTS (en m)	VALEUR du K ou du k	SURFACE (ou longueur) DE LA PAROI	DEPERDITIONS (en W)
Soubassement	Longrine isolée	0,20	0,8 W/m ² .°C	0,4 x (70 + 15) * 2 = 68 m ²	54
Périmètre	Semelle/Terre battue + isolant polystyrène en périphérie	0,05	1,35 W/m ² .°C	(70+15) x 2 = 170 m	297
Bardage vertical + Volets latéraux - Portes latérales	Fibre-ciment Polystyrène expansé Fibre-ciment	0,006 0,06 0,006	0,60 W/m ² .°C	(70 x 2) x 1,80 = 252 - 5 = 247 m ²	148
Pignons - Portail	Fibre-ciment Polystyrène expansé Fibre-ciment	0,006 0,06 0,006	0,60 W/m ² .°C	(15 x 2) x (1,8 + 4,4)/2 = 95 - 9 = 84 m ²	50
Toiture	Fibre-ciment Fibre de verre Mousse de polyuréthane	0,006 0,10	0,27 W/m ² .°C	70 x 7,9 x 2 = 1106 m ²	299
Escalier (Trappes)	Fibre-ciment Polystyrène expansé Fibre-ciment	0,006 0,05 0,006	0,62 W/m ² .°C	70 x 0,80 = 56 m ²	35
Portails + 3 portes	Tôle laquée Mousse de polyuréthane Tôle laquée	0,001 0,06 0,001	0,53 W/m ² .°C	(3 x 3) + [3 x (2 x 0,8)] = 13,8 m ²	7
Total				1745 m ²	890 W.°C
Soit : (890/1050) 0,85 W.°C par m ² de bâtiment					

Ici, pour le même différentiel de température (+ 29 °C intérieur et - 2 °C extérieur), nous n'avons qu'un peu plus de 27 kW de déperditions, soit un gain de 27 kW (du simple au double) entre les deux constructions.

3.2. Les déperditions de chaleur par la ventilation

Ce sont les déperditions les plus importantes du bâtiment et celles qui sont les plus difficiles à réduire, d'autant plus qu'il est impératif de conserver un niveau d'aération minimal de la salle d'élevage pour éliminer les gaz nocifs ou pour éliminer l'humidité. Cependant, les déperditions seront moins importantes si le flux d'air entrant est utilisé à bon escient avant d'être évacué.

Ces déperditions se calculent à l'aide de la formule suivante :

$$DV = DE \times CA \times (Ti - Te)$$

avec

DV = Déperditions par la ventilation (en W)

DE = Débit de ventilation (en kg d'air ou en m³ d'air)

CA = Chaleur spécifique de l'air = 0,28 Wb/°C/kg d'air (ou 0,34 Wb/°C/kg si De est exprimé en m³/h) - (un m³ d'air à 20 °C et 70 % d'hygrométrie pèse 1,185 kg)

Ti = Température intérieure (en °C)

Te = Température extérieure (en °C)

Les déperditions par la ventilation pour un bâtiment de 1050 m² (70 x 15) avec 20 poulets de 0,2 kg par m², un débit de ventilation minimum de 0,5 m³/h/kg, une température extérieure de - 2 °C et une température intérieure de 29 °C, pourront être calculées ainsi :

$$DV = \underbrace{(1050 \times 20 \times 0,2)}_{\text{Poids des animaux en kg}} \times 0,5 \times 0,34 \times \underbrace{(29 - (-2))}_{\text{ti-te en } ^\circ\text{C}} = 22\,134 \text{ W}$$

Débit de ventilation en m³/h

3.3. Les déperditions de chaleur par transfert évaporatif.

Il s'agit de toute l'énergie utilisée pour faire passer l'eau de sa forme liquide à sa forme gazeuse. Dans cette rubrique, on trouve l'évaporation de l'excédent d'humidité de la litière (déjections, gaspillage, remontée d'humidité, ...), mais aussi, la vaporisation de l'eau apportée par les systèmes de refroidissement à injection d'eau (pulvérisation basse ou haute pression et filtres humides). Dans tous les cas, le passage de l'eau de l'état liquide à l'état gazeux nécessite 680 watts heure par kilogramme d'eau. Cette caractéristique présente certains avantages en période estivale, à l'inverse, en période froide, elle

ne fait qu'accentuer les consommations de chauffage, sans parler des autres conséquences sur le confort thermique et donc sur les performances des animaux.

4. Quelques exemples de bilans

4.1. Premier cas

- Un bâtiment de 1050 m² construit en 1992 (le 2^e exemple de calcul de déperditions par les parois).
- Chargement : 20 poulets de 0,2 kg par m²
- Ventilation : 0,5 m³/h/kg
- Température recherchée : 29 °C
- Température extérieure : - 2 °C

4.1.1. Les apports par les animaux

$$AA = \underbrace{1050 \times 20}_{\text{Nombre d'animaux}} \times \underbrace{0,9}_{\text{Production de chaleur par poulet}} = 18\,900 \text{ W}$$

4.1.2. Les apports par fermentation des déjections

Dans notre exemple, nous les considérons comme nuls dans la mesure où l'on se situe ici en début de lot et considérons que la litière n'est pas entrée en fermentation.

4.1.3. Les déperditions par les parois

Celles-ci sont calculées dans notre deuxième exemple du chapitre consacré aux déperditions par les parois. Elles sont de 27 590 W.

4.1.4. Les déperditions par transfert évaporatif (évaporation de l'eau)

Nous avons posé l'hypothèse d'une proportion de 25 % de la chaleur latente produite par l'animal dans ses déjections et que 50 % de cette eau est exportée par la ventilation, soit environ 13 % de la vapeur d'eau produite par l'animal. Nous considérons ici que le gaspillage d'eau est négligeable (ce qui n'est malheureusement pas toujours le cas).

$$DE = \underbrace{1050 \times 20}_{\text{Nombre d'animaux}} \times \underbrace{2,8}_{\text{Quantité d'eau par poulet}} \times \underbrace{13 \%}_{\text{Energie nécessaire pour évaporer 1 g}} \times \frac{680}{1000} = 5\,198 \text{ W}$$

4.1.5. Les déperditions par la ventilation

$$DV = \underbrace{1050 \times 20 \times 0,2}_{\text{Poids d'animaux}} \times \underbrace{0,5}_{\text{Débit par kg}} \times \underbrace{0,34}_{\text{Chaleur spécifique}} \times \underbrace{(29 - (-2))}_{\text{Ti - Te}} = 22\,134 \text{ W}$$

4.1.6. Bilan

Déperditions : 27 590 + 5 198 + 22 134 = 57 922 W

Apports : 18 900 W

Soit un déficit de 39 kW (39 022 W) que devra compenser le chauffage.

Les conditions sont relativement défavorables. Nous nous sommes situés en début de lot et les températures extérieures sont basses. Il en aurait été autrement avec des animaux de 1,2 kg avec des températures extérieures de 10 °C et une température intérieure recherchée de 23 °C. Nous aurions eu le bilan suivant (toujours sans prendre en compte la fermentation de litière mais avec un débit de ventilation minimum de 0,8 m³/h/kg) :

Déperditions : 11 570 + 12 530 + 85 680 = 109 780 W

Apports : 139 650 W

Soit un excédent de plus de 29 kW qu'il sera nécessaire d'évacuer en augmentant le débit de ventilation.

4.2. Deuxième cas

- Un bâtiment de reproducteurs chair de 1050 m² construit en 1972 (le 1^{er} exemple de calcul de déperditions par les parois)
- Chargement : 7600 poules de 2,4 kg et 900 coqs de 3,8 kg
- Ventilation : 0,8 m³/h/kg
- Température recherchée : 18 °C
- Température extérieure : - 2 °C

4.2.1. Les apports par les animaux

$$AA = \underbrace{(7600 \times 9,3)}_{\text{Production des femelles}} + \underbrace{(900 \times 18,7)}_{\text{Production des mâles}} = 87\,510 \text{ W}$$



En bâtiments reproducteurs, le chauffage est, dans la plupart des cas, nécessaire au maintien des températures souhaitées

4.2.2. Les déperditions par les parois

En reprenant les valeurs obtenues pour notre bâtiment dans le premier calcul de déperditions par les parois, en considérant un écart de 20 °C entre l'intérieur et l'extérieur, nous obtenons une déperdition de 35 220 W.

4.2.3. Les déperditions par transfert évaporatif

Nous avons considéré que l'eau des déjections à évaporer représentait 13 % de la chaleur latente. Parallèlement, nous avons, cette fois encore, négligé le gaspillage.

latente, autrement dit sous forme de vapeur d'eau. L'évaporation ou la condensation d'un kilogramme de cette humidité utilisera ou fournira 680 Watts heure d'énergie qui seront reportés dans le bilan thermique.

Comme pour le bilan thermique, nous allons chercher à équilibrer les apports et les pertes en fonction de certains facteurs d'ambiance. Pour obtenir cet équilibre, il conviendra de jouer sur la ventilation, le chauffage et, dans certains cas, sur le refroidissement. Ceci permettra aux animaux de se trouver dans une ambiance optimale et donc en situation de confort thermique.

où

AAI = Apports d'eau par les animaux sous forme de chaleur latente (en g/h). Cette humidité est issue de la respiration et de l'humidité contenue dans les déjections.

ARI = Apports d'eau par le système de refroidissement (en g/h). Dans l'hypothèse d'un système de refroidissement à l'intérieur de l'élevage, celui-ci va injecter une certaine quantité d'eau dans l'air.

ADI = Autres Apports d'eau dans l'élevage (en g/h), il s'agit entre autres du gaspillage d'eau d'abreuvement, des infiltrations d'eau par le sol, ... Ces différents apports devront être estimés.

2. Les apports d'eau

2.1. Les apports d'eau par les animaux

Ce sont une nouvelle fois les animaux qui sont à l'origine de la plus grosse partie des apports, les tableaux 24 et 25 indiquent pour le poulet et la poule pondeuse la production de vapeur d'eau par animal en fonction de son poids et de la température ambiante. Ces apports sont issus de la respiration et de l'eau contenue dans les déjections.

$$DE = \left[\underbrace{(7\,600 \times 6,2)}_{\text{Production des femelles}} + \underbrace{(900 \times 12,6)}_{\text{Production des mâles}} \right] \times \underbrace{13\%}_{\text{Quantité d'eau dans les déjections}} \times \underbrace{\frac{680}{1000}}_{\text{Energie nécessaire pour évaporer 1 g}} = 5\,168 \text{ W}$$

4.2.4. Les déperditions par la ventilation

$$DV = \left[\underbrace{(7\,600 \times 2,4)}_{\text{Production des femelles}} + \underbrace{(900 \times 3,8)}_{\text{Production des mâles}} \right] \times \underbrace{0,8}_{\text{Débit par kg}} \times \underbrace{0,34}_{\text{Chaleur spécifique de l'air}} \times \underbrace{(18 - (-2))}_{\text{Ti - Te}} = 117\,830 \text{ W}$$

4.2.5. Bilan

Déperditions : 35 220 + 5 168 + 117 830 = 159 218 W

Apports : 87 510 W

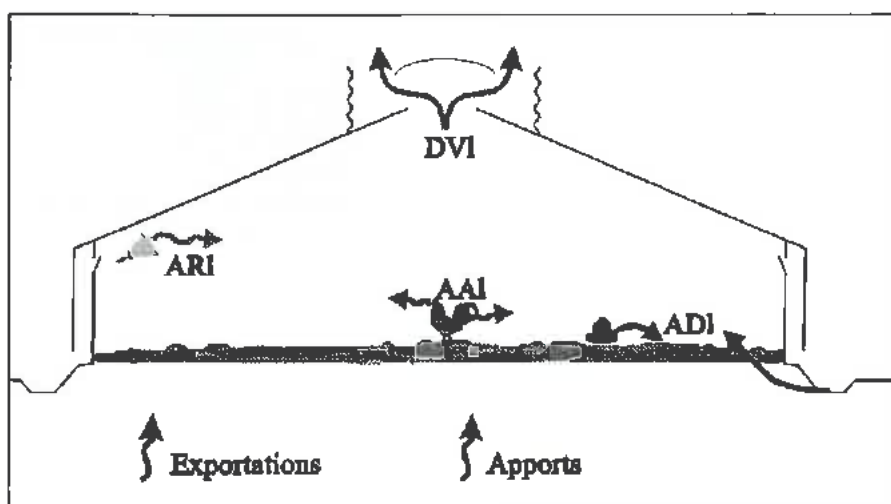
Soit un déficit de 71,7 kW (71 708 W) que devra compenser le chauffage.

Nous pouvons constater que dans cet élevage de reproducteurs, la production de chaleur ne suffit pas à assurer les apports nécessaires à l'équilibre du bilan.

La formule du bilan hydrique est la suivante :

$$\underbrace{AAI + ARI + ADI}_{\text{Apports}} = \underbrace{DVI}_{\text{Pertes}}$$

Figure 48 - Les principaux échanges d'humidité dans un bâtiment avicole.



II. Bilan hydrique

1. Définitions et éléments de calcul

Alors que le bilan thermique permet de calculer les apports et les pertes d'énergie sous forme sensible, le bilan hydrique permet d'aborder les apports et les pertes sous forme de chaleur

Tableau 23 - Production de chaleur latente d'un poulet (g d'eau/h) en fonction de son poids et de la température ambiante (d'après formules de la CIGR)

		TEMPÉRATURE (EN °C)				
		15	20	25	30	35
P O U L T I N	600	2,7	3,5	4,8	6,5	8,3
	800	3,4	4,4	5,9	8,0	10,3
	1 000	4,0	5,1	7,0	9,5	12,2
	1 200	4,6	5,9	8,0	10,9	14,0
	1 400	5,2	6,6	9,0	12,2	15,7
	1 600	5,7	7,3	9,9	13,5	
17,3 V I F (g)	1800	6,3	8,0	10,9	14,8	18,9
	2000	6,8	8,7	11,8	16,0	20,5
	2200	7,3	9,3	12,6	17,2	22,0
	2400	7,8	9,9	13,5	18,3	23,5
	3000	9,2	11,7	15,9	21,7	27,8
	3400	10,1	12,9	17,5	23,8	30,5

Tableau 24 - Production de chaleur latente d'une poule pondeuse (en g d'eau/h) en fonction de son poids et la température ambiante (d'après formules de la CIGR).

		TEMPÉRATURE (EN °C)				
		15	20	25	30	35
P O U L T I N	1 400	3,6	4,2	6,3	8,6	11,0
	1 600	4,0	4,6	7,0	9,5	12,1
	1800	4,4	5,0	7,6	10,3	13,3
	2000	4,7	5,4	8,2	11,2	14,4
	2200	5,1	5,8	8,8	12,0	15,4
	2400	5,4	6,2	9,4	12,8	16,5

2.2. Les apports d'eau par le système de refroidissement

La plupart des systèmes de refroidissement actuellement utilisés en bâtiments avicoles sont basés sur un principe d'évaporation d'eau. Il convient donc de connaître par heure la consommation d'eau du système de refroidissement :

ARI = Quantité d'eau injectée dans l'air par le système de refroidissement (en g/h).

QB = Débit horaire d'une buse (en g/h)

NB = Nombre de buses

RS = Rendement du système (de 10 à 100 %) selon le type d'appareil et sa localisation. Avec un système de pulvérisation haute pression travaillant à plus de 70 bars et situé dans le

$\frac{ARI}{\text{Apports du système}}$	=	$\frac{QB}{\text{Débit horaire d'une buse}}$	x	$\frac{NB}{\text{Nombre de buses}}$	x	$\frac{RS}{\text{Rendement du système}}$	x	$\frac{TF}{\text{Temps de fonctionnement par heure}}$
-----------------------------------------	---	----------------------------------------------	---	-------------------------------------	---	------------------------------------------	---	-------------------------------------------------------

bâtiment, nous considérerons ce rendement égal à 100 %. Il en est autrement avec les systèmes de pulvérisation basse pression situés au niveau des jupes.

TF = Temps de fonctionnement du système pendant une heure. Cette donnée peut être appréhendée par l'intermédiaire des temps de cycle utilisés.



Un bon réglage du système d'abreuvement permet aussi de limiter les besoins de ventilation et de chauffage

2.3. Les autres apports d'eau

Ces apports proviennent essentiellement du gaspillage d'eau par les volailles, des fuites du matériel d'abreuvement, des infiltrations d'humidité par le sol. Ces différents apports sont variables d'un bâtiment à un autre et dans l'idéal, devraient être nuls. Lorsqu'ils existent, ils devront être estimés en g/h.

3. Les déperditions d'eau

A une température donnée, la quantité maximum de vapeur d'eau que peut contenir l'air est fixe et correspond à une hygrométrie relative (HR) de 100 %. Toujours pour une température déterminée, plus la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air sera faible et plus sa capacité à en capter sera importante.

Pour un même volume d'air, plus la température est élevée, plus il peut emmagasiner de vapeur d'eau. Ce sont ces caractéristiques qui vont être utilisées pour évacuer l'excès d'humidité du bâtiment en utilisant la ventilation et le chauffage.

Pour mieux connaître les quantités d'eau contenues dans l'air, nous utiliserons le diagramme psychrométrique (encore appelé diagramme de Mollier ou diagramme de l'air humide). Pour savoir comment l'utiliser, nous vous invitons à vous reporter au numéro hors-série de Sciences et Techniques Avicoles de Septembre 1997 traitant de

la maîtrise de l'ambiance dans les bâtiments avicoles.

La formule permettant de déterminer la quantité d'eau évacuée du bâtiment par la ventilation est la suivante :

$$DVI = \frac{(W_i - W_e) \times V}{1000}$$

Humidité absolue intérieure Humidité absolue extérieure Débit de ventilation

où

DVI = Quantité d'eau évacuée (en g/h)

W_i = Humidité absolue intérieure (en g/m³ d'air)

W_e = Humidité absolue extérieure (en g/m³ d'air)

V = Débit de ventilation réel (en m³/h)

Il est possible d'utiliser W_i et W_e en g/kg d'air si V est exprimé en kg d'air/heure.

Exemple :

Conditions extérieures : T_e = 5 °C et HR = 80 %

Conditions intérieures T_i = 25 °C et HR = 50 %

Débit de ventilation : 21 000 m³/h

Le diagramme psychrométrique nous indique W_e = 4,2 g d'eau/kg d'air et W_i = 10 g d'eau/kg d'air.

La différence est donc de 5,8 g d'eau par kg d'air. Sur le diagramme psychrométrique nous pouvons voir que le volume spécifique de l'air aux conditions extérieures est de 0,79 m³/kg.

Nous avons donc $\frac{5,8}{0,79} = 7,3$ g/m³ d'air.

Par heure, nous évacuons donc de notre bâtiment $7,3 \times 21\,000 = 153\,300$ g d'eau soit environ 153 litres par heure.

■ 4. Exemples de bilan hydrique

4.1. Premier cas

Hypothèses

- Un bâtiment de volailles de chair de 1050 m².
- Chargement : 20 animaux de 0,6 kg par m²
- Ventilation : 0,8 m³/h/kg
- Conditions intérieures recherchées : 25 °C et 60 % d'HR
- Conditions extérieures : 5 °C et 80 % d'HR.
- Pas de système de refroidissement

- Des fuites d'abreuvement et des remontées d'humidité estimées à 30 litres par heure soit 30 kg d'eau

4.1.1. Les apports d'eau par les animaux

4.1.2. Les autres apports d'eau

$$AAI = \frac{(1050 \times 20)}{\text{Nombre d'animaux}} \times \frac{4,8}{\text{Production d'eau par animal (g/h)}} = 100\,800 \text{ g/h}$$

Ceux ci ont été estimés à 30 litres par heure pour l'ensemble du bâtiment soit 30 000 g/h.

4.1.3. Les échanges par la ventilation

Chaque m³ d'air extrait exporte :

$$\frac{12}{W_i} - \frac{4,2}{W_e} \times \frac{1}{0,79} = 9,9 \text{ g d'eau/m}^3$$

Volume spécifique de l'air à 5°C

L'exportation totale est donc de DVI =

$$\frac{(1050 \times 20 \times 0,6)}{\text{Poids des animaux}} \times \frac{0,8}{\text{Débit par kg}} \times 9,9 = 99\,792 \text{ g/h}$$

Débit de ventilation en m³/h

4.1.4. Bilan

Apports : 100 800 + 30 000 = 138 800 g soit près de 140 litres
Evacuation :

99 792 g/h soit près de 100 litres ce qui correspond environ à la production d'eau par les animaux. Le débit de ventilation dans notre cas est insuffisant pour évacuer l'excès d'humidité (dont une partie non négligeable est due au mauvais réglage des abreuvoirs). Pour obtenir l'ambiance que l'on recherche (25 °C et 60 % d'hygrométrie), il faudrait augmenter le débit de ventilation de

$$\frac{(138\,800 - 99\,792)}{9,9} = 3\,940 \text{ m}^3/\text{h}$$

Cette augmentation du débit de ventilation ne sera pas sans conséquences sur les consommations de chauffage.

4.2. Deuxième cas

- Un bâtiment de 30 000 poules pondeuses de 1,8 Kg, équipé de batteries avec pré-séchage des fientes.

- Conditions extérieures : 15 °C et 70 % d'HR

- Conditions intérieures recherchées : 25 °C et 60 % d'HR

- Débit de ventilation de 1 m³/h/kg

4.2.1. Les apports d'eau par les animaux

$$AAI = \frac{30\,000}{\text{Nombre d'animaux}} \times \frac{7,6}{\text{Production d'eau par animal (g/h)}} = 228\,000 \text{ g/h}$$

4.2.2. Les autres apports d'eau

Nous avons considéré qu'il n'y avait pas de fuite par les abreuvoirs ou d'autres apports.

4.2.3. Les échanges par la ventilation

L'exportation par m³ d'air extrait est de

$$\frac{12}{W_i} - \frac{7,8}{W_e} \times \frac{1}{0,83} = 5 \text{ g d'eau/m}^3$$

Volume spécifique de l'air à 15°C

Donc l'exportation totale est de DVI =

$$\frac{(30\,000 \times 1,8)}{\text{Poids des animaux}} \times \frac{0,8}{\text{Débit par kg}} \times 5 = 218\,600 \text{ g/h}$$

Débit de ventilation en m³/h

4.2.4. Bilan

Apports : 228 000 g soit 228 litres

Evacuation : 218 600 g/h soit près de 220 litres. Le débit de ventilation dans notre cas est presque suffisant pour évacuer l'humidité. Pour obtenir un bilan hydrique équilibré, il faudrait augmenter le débit de ventilation de

$$\frac{(228\,000 - 218\,600)}{5} = 1\,880 \text{ m}^3/\text{h}$$

Toutefois nous n'avons réalisé ici que le bilan hydrique, il aurait été souhaitable au préalable de réaliser pour ce bâtiment un bilan thermique pour aider à déterminer les débits de ventilation nécessaires à l'obtention des températures recherchées.

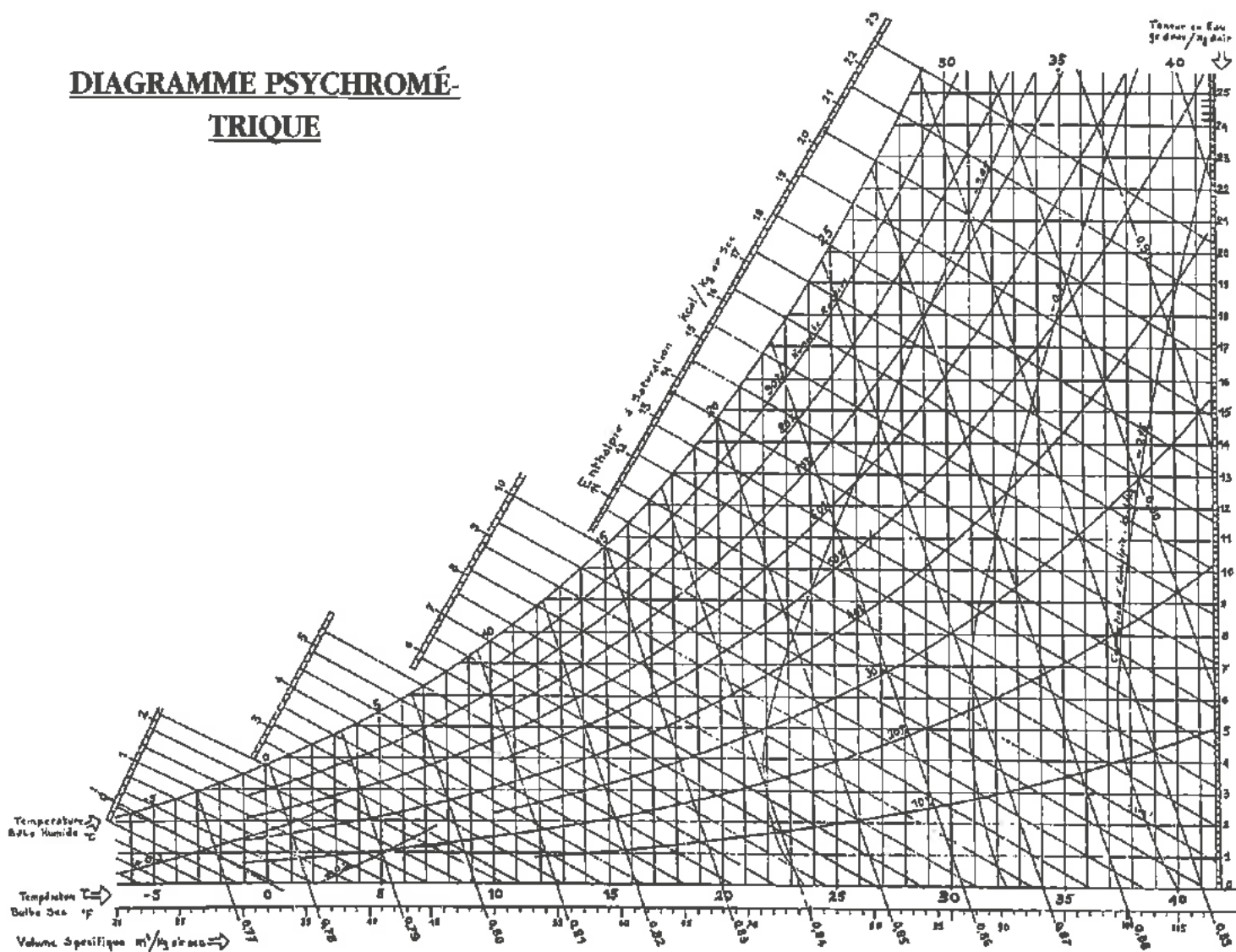
III. Conclusion

Les bilans thermique et hydrique permettent une approche des échanges qui existent entre l'animal et son

milieu. Cette approche, qui peut sembler parfois très théorique, a cependant l'avantage de mieux faire comprendre les interactions des différents facteurs. Si la vue des nombreuses formules de calcul utilisées dans cette

partie peuvent rebuter certains lecteurs, nous encourageons ceux-ci à reprendre les exemples que nous avons pris dans les deux parties et à remplacer les valeurs par les données d'un autre bâtiment.

DIAGRAMME PSYCHROMÉTRIQUE



**Émanations d'ammoniac
Humidité, Microbes**

**NOUVELLE
FORMULE**

BIOSUPER

Toute l'hygiène au sérieux

**Utilisé par des milliers d'éleveurs,
chaque jour,
BIOSUPER fait ses preuves !**



Il neutralise l'ammoniac, l'humidité, les germes.

A vous d'en profiter !

Demandez le dossier technique et les témoignages. Envoi gratuit sur demande à :
AZF Spécialités 44160 INDRE - Tél : 02 40 38 05 63 - Fax : 02 40 38 33 75



SCIENCES & TECHNIQUES *avicoles*



La Revue Scientifique des Professionnels de l'Aviculture

Une revue trimestrielle, pour quoi faire ?

Diffuser le résultat des travaux scientifiques ou techniques conduits dans le secteur avicole en particulier par l'ITAVI et le CNEVA (Station de Ploufragan).

Une revue sur quels thèmes ?

- Bâtiments
- Ambiance
- Techniques d'élevage
- Environnement
- Épreuves génétiques
- Alimentation
- Pathologie - aspects sanitaires
- Qualité des produits
- Filière
- Bien-être



Une revue pour qui ?

Plus particulièrement pour les prescripteurs intervenant dans le secteur de la volaille de chair et de la ponte.

SCIENCES ET TECHNIQUES AVICOLES



INSTITUT TECHNIQUE
DE L'AVICULTURE
ET DE L'ÉLEVAGE
DES PETITS ANIMAUX

Beaucemaine

BP 37 - 22440 PLOUFRAGAN

Tél. 02 96 76 00 05 - Fax 02 96 78 36 40

TARIF ABONNEMENT

FRANCE	Tarif normal	366 F TTC
	Tarif éleveur	348 F TTC
ETRANGER		420 F

- 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
N° d'adhérent (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 :

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

Conclusion

Le bâtiment d'élevage avicole moderne est devenu un véritable outil de travail au service de l'éleveur et de la production. Sa conception tient compte du type de volailles logées, mais aussi de l'environnement, de l'hygiène et du bien être animal. L'automatisation de la gestion de l'ambiance, permet à l'éleveur de maintenir à son meilleur niveau le confort physiologique des oiseaux. La tendance actuelle est à l'utilisation de systèmes de régulation informatisés, qui gèrent toutes les fonctions essentielles d'un élevage d'après les données apportées par un

ensemble de capteurs. L'ordinateur est capable dans le respect des consignes de définir la solution la plus efficace et la plus économique pour une situation donnée. Ces équipements allègent de manière sensible les contraintes et diminuent les risques, mais ne dispensent pas de surveiller l'élevage, afin de vérifier la fiabilité des installations et le bien fondé des consignes.

Les bâtiments avicoles ainsi équipés nécessitent un investissement élevé (650 à 900 F le m², voire plus) et beaucoup d'éleveurs dans un

contexte économique et réglementaire difficile hésitent aujourd'hui à s'engager. Pour rentabiliser de tels outils, il faudrait en effet avoir la certitude de pouvoir élever des animaux avec des densités assez élevées, ce qui est aujourd'hui largement remis en cause par les instances européennes sous la pression des associations de protection des animaux.

Pour en savoir plus...

La maîtrise de l'ambiance dans les bâtiments avicoles

Sciences et Techniques Avicoles

N° hors-série ITAVI/CNEVA - Septembre 1997

ITAVI - Zoopôle Beaucemaine

BP 37 - 22440 PLOUFRAGAN

Quelques recommandations pour la conception, la construction et l'installation d'un bâtiment avicole neuf

ITAVI/CNEVA - 1994

ITAVI - 28, rue du Rocher - 75008 PARIS

Bâtiments à hautes performances énergétiques

ADEME - 1996

ADEME Editions - 27, rue Louis Vicat

75737 Paris Cedex 15

Règles Th. K 97

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

CSTB - 4 avenue du Recteur Poincaré

75782 PARIS CEDEX 16.



Centre national d'études vétérinaires et alimentaires

Notre statut :

ETABLISSEMENT PUBLIC À CARACTÈRE ADMINISTRATIF

Nos domaines de compétence :

**SANTÉ ET PROTECTION ANIMALES
HYGIÈNE, QUALITÉ ET SÉCURITÉ DES ALIMENTS
MÉDICAMENT VÉTÉRINAIRE**

Nos missions :

**La recherche, l'appui technique et l'expertise pour guider
l'État, les collectivités territoriales et les professionnels
des filières de production animale et de l'agro-alimentaire
dans**

LA PRÉVENTION DES ZONROSES

LA PRÉVENTION DES RISQUES SANITAIRES MAJEURS EN ELEVAGE

LA MAÎTRISE DE L'HYGIÈNE DES DENRÉES D'ORIGINE ANIMALE

**L'APPLICATION DE NOUVELLES MÉTHODES ANALYTIQUES,
DIAGNOSTIQUES ET EPIDÉMIOLOGIQUES**

LES TRAVAUX DE CODIFICATION INTERNATIONALE

Nos ressources :

**12 LABORATOIRES de RECHERCHE et d'Appui Technique
l'AGENCE NATIONALE du MÉDICAMENT VÉTÉRINAIRE
600 agents 270 MF**

CNEVA Boulogne sur Mer
Laboratoire d'étude des produits de la pêche

CNEVA Dozulé
Institut de pathologie du cheval

CNEVA Brest
Laboratoire de pathologie
des animaux aquatiques

CNEVA Ploufragan
Laboratoire central de recherches
avicole et porcine

CNEVA Fougères
Laboratoire et Agence nationale
du médicament vétérinaire

CNEVA Niort
Unité de pathologie caprine
(unité associée)

CNEVA Paris
Laboratoire central d'hygiène alimentaire

CNEVA Lerpac
Laboratoire d'étude et de recherches
pour l'alimentation collective

CNEVA Nancy
Laboratoire d'études sur la rage et la
pathologie des animaux sauvages

CNEVA Clqual
Centre informatique sur la qualité des aliments

CNEVA Allort
Laboratoire central de recherches vétérinaires

CNEVA Lyon
Laboratoire national de pathologie bovine

CNEVA Sophia Antipolis
Laboratoire de pathologie des
petits ruminants et des abeilles

CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES VÉTÉRINAIRES ET ALIMENTAIRES

Direction générale : 23, avenue du Général de Gaulle, BP 19, 94701 Maisons-Alfort cedex - (FRANCE)

Tél : 01 49 77 13 50 - Fax : 01 49 77 90 05 - E-mail : vadg10@calvacom.fr



QUALITE DES PRODUCTIONS

La



SANTE ANIMALE

nouvelle

aventure

de

l'homme.



QUALITE DE L'ENVIRONNEMENT



BIOTECHNOLOGIE



QUALITE EN IAA



SECURITE ALIMENTAIRE



FORMATION SUPERIEURE



ZOOPOLE
SAINT-BRIEUC - PLOUFRAGAN

Un univers de performance et d'innovation

Rejoignez le ZOOPOLE. Implantez votre entreprise dans l'univers de performance et d'innovation d'un technopôle européen de très haut niveau. Au cœur du premier bassin agro-alimentaire français, le ZOOPOLE est la plate-forme de votre développement international. Sur un parc de 50 ha, nous accompagnons votre installation et nous vous offrons sur place tous les services scientifiques et technologiques nécessaires à votre essor : de la mise au point à l'expérimentation (500 chercheurs et techniciens) en passant par l'infrastructure utile au quotidien. Pour commencer votre visite des lieux, découvrez en avant-première ceux qui créent chaque jour "la nouvelle aventure de l'homme".



Découvrez
le ZOOPOLE
en avant-première
en vidéo

Renvoyez ce bon à l'attention de Eric Laporte, Délégué Général,
ZOOPOLE développement, BP 7, 22440 PLOUFRAGAN
Tél : 02 96 76 61 61 - Fax : 02 96 76 61 69

NOM, PRENOM : _____

FONCTION : _____

SOCIETE : _____

ACTIVITE : _____

ADRESSE : _____

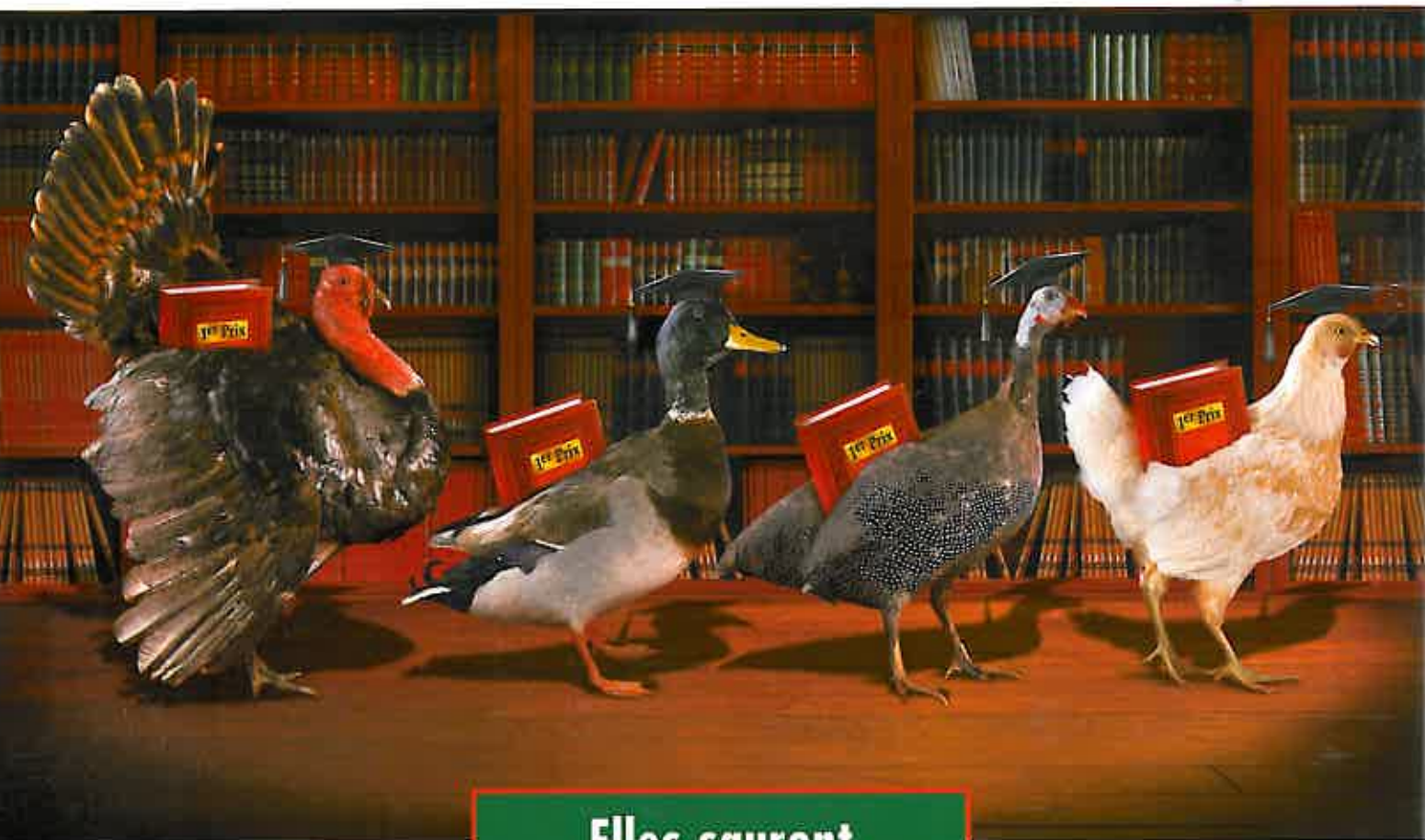
CODE POSTAL : _____

TELEPHONE : _____

FAX : _____

SANDERS

Les aliments volailles de chair



**Elles sauront
rester modestes.**

Yvon : dindon sarthois.

Paulo : canard nantais.

Adélaïde : pintade vendéenne.

Loïc : pouler bigouden.

Si nous sommes devenus **leaders** de la nutrition avicole en **Europe**, c'est certainement parce que tous nos efforts de recherche, d'innovation, de conseil, sont depuis toujours au service de la **qualité** et de la **performance économique** de vos produits.



SANDERS
LA VOLAILLE D'EXCEPTION

