

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-

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

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"

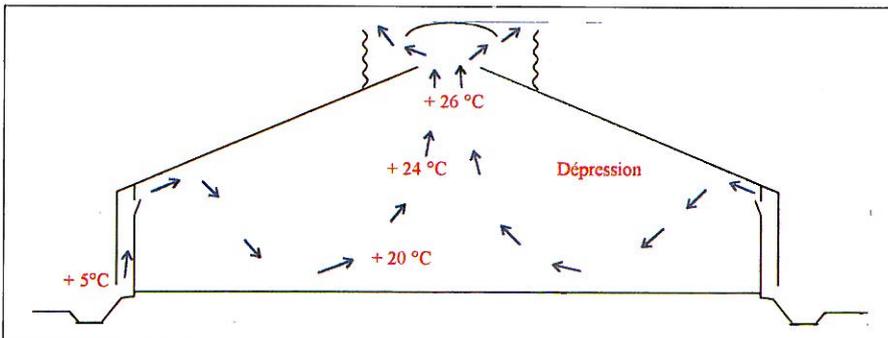


Tableau 11 - Masse volumique de l'air en fonction de la température

TEMPÉRATURES (en °C)	POIDS (en Kg/m ³)
- 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

Écart 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

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$, accélération de la pesanteur

$\Delta h =$ différence de hauteur en mètre entre l'admission et la sortie de l'air

$\Delta T =$ différence de température en °C entre l'air extérieur et intérieur

$T_i =$ température absolue intérieure (°Kelvin = t°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"

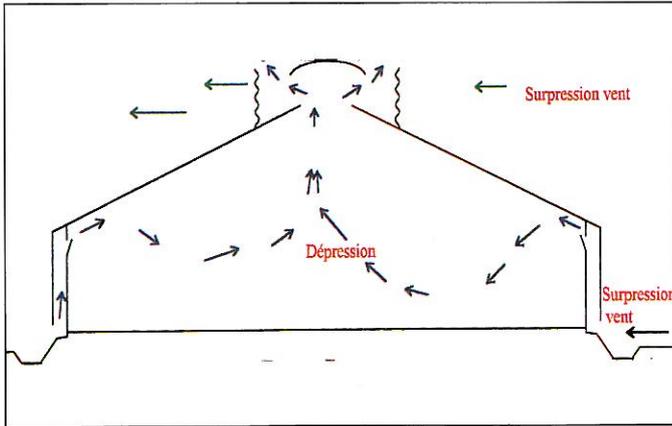


Figure 21 - Effets du vent dominant sur le bâtiment

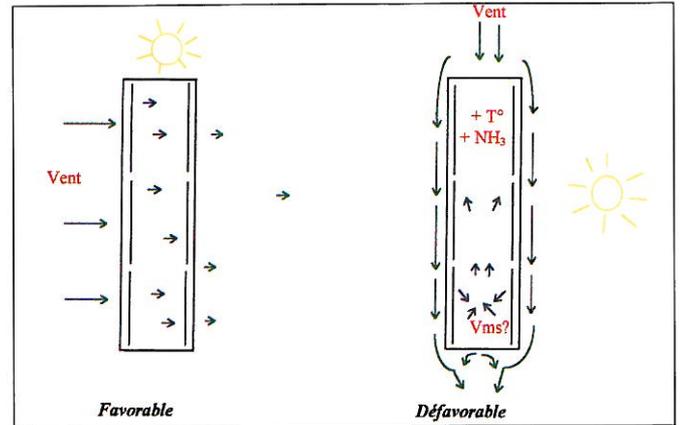


Tableau 12 - Pression engendrée par le vent sur une paroi latérale

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 :

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

Sm² = surface maximale d'ouverture du lanterneau

DME = débit maximal estival en m³/h

Δb = 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.

Sm² = 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

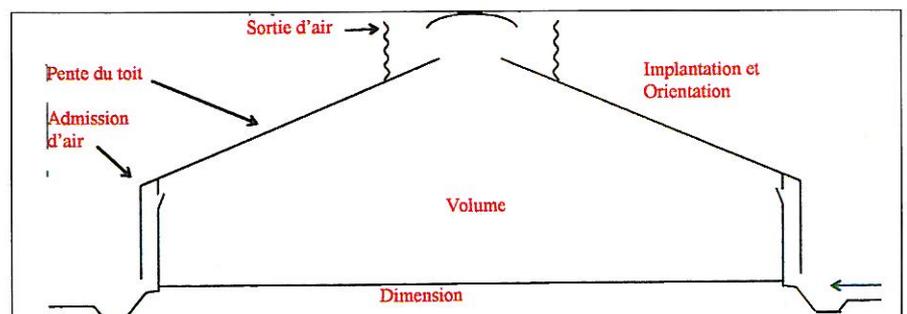
Température intérieure (ti) = 20 °C soit ei = 1,205 Δe = 0,017

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

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

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

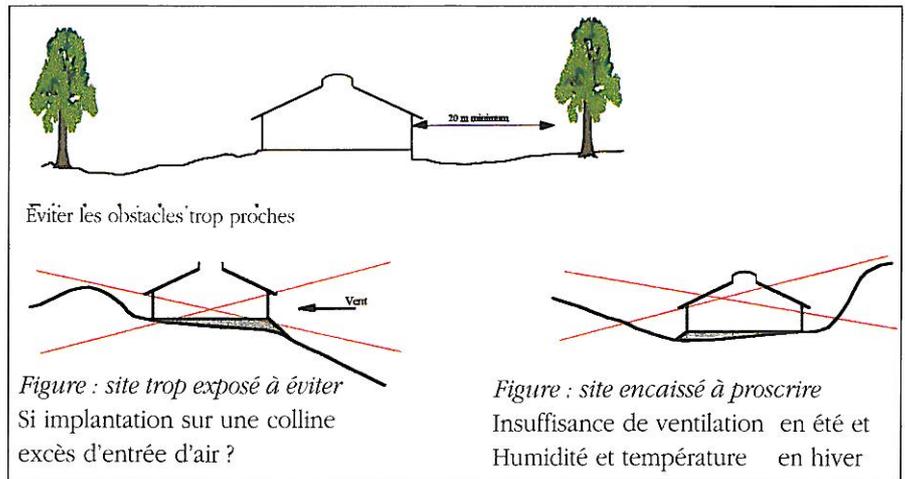
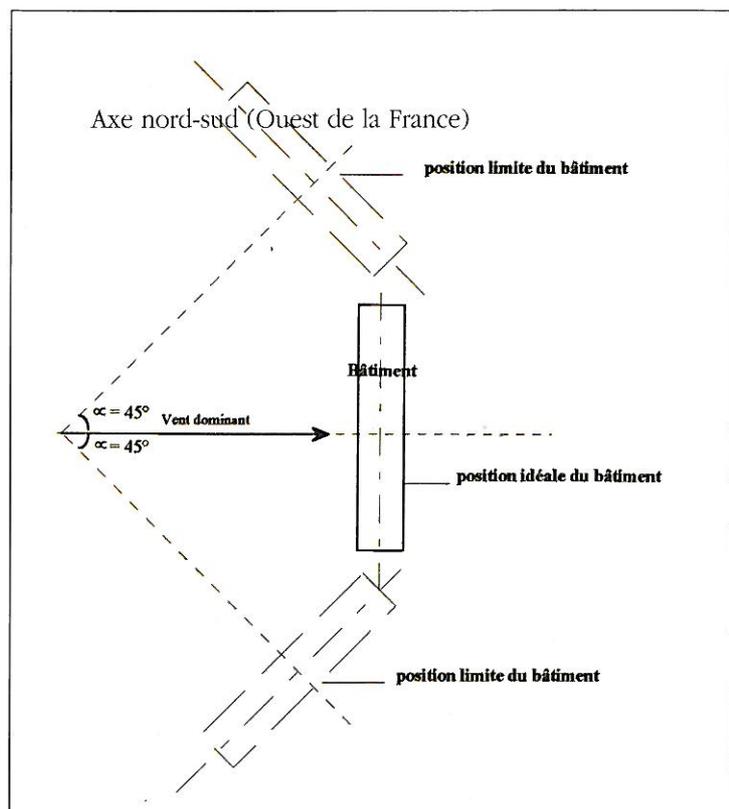


Figure 24 - Exposition en région tempérée



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.

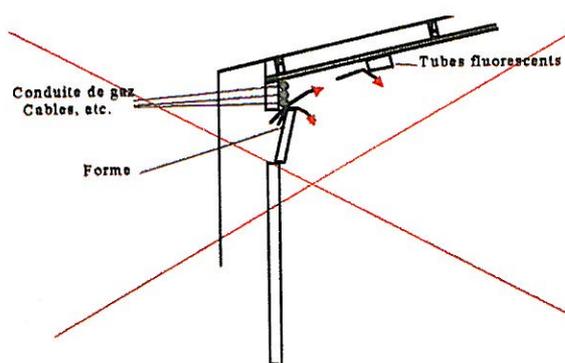
2.2. Admissions de l'air

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.

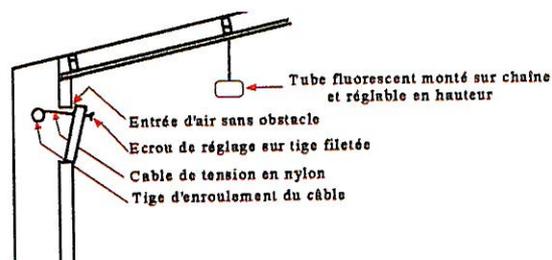
Trois paramètres importants sont à prendre en compte :

- la hauteur sur la paroi,

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



Présence d'obstacles 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 surface 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

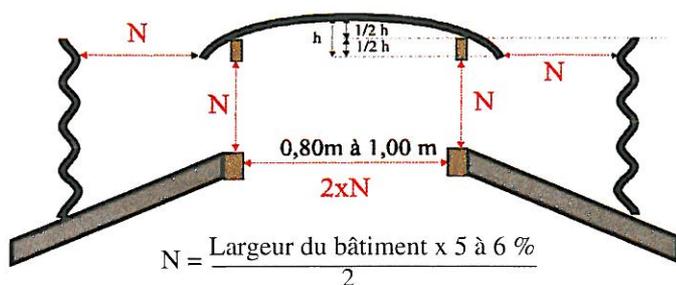
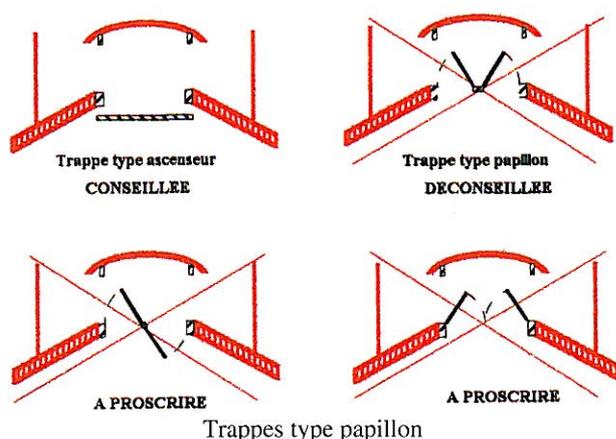


Figure 27 - Différents types de trappes de lanterneau



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 m² 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 faitage 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

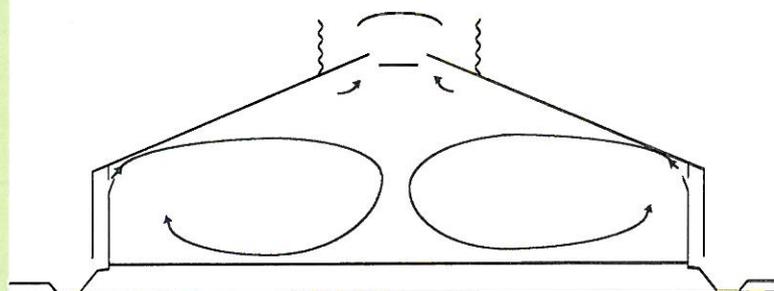


Tableau 13 : Exemples de performances techniques de bâtiments statiques construits après 1992

	POULET LÉGER	POULET LOURD	POULET LABEL	DINDE	CANARD DE BARBARIE
Age abattage (j)	34	40	90	113	81
Densité (anx/m ²)	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/m ²)	12,73	12,79	11,34	25,54	28,61

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

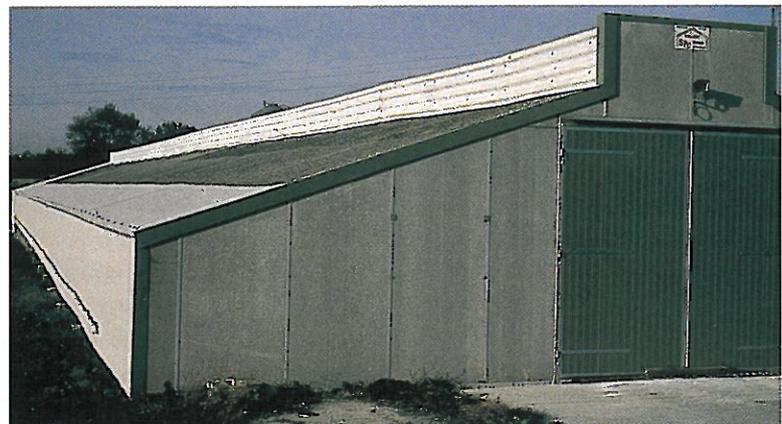
teurs statiques) avec des volets mobiles.

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 faitage.

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

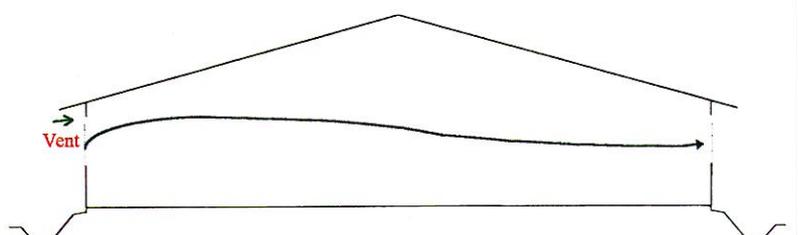


Tableau 14 - Exemples de performances techniques de bâtiments clairs à rideaux construits après 1992

	POULET LÉGER	POULET LOURD	POULET LABEL	DINDE	CANARD DE BARBARIE
Age abattage (j)	33	44	85	112	82
Densité (anx/m ²)	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/m ²)	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/heure

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 :

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

$V \text{ m}^3$: 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 :

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

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.

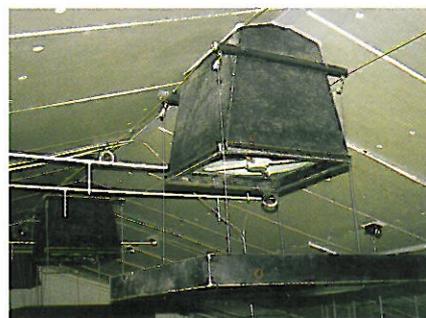
3.3. Les ventilateurs

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.

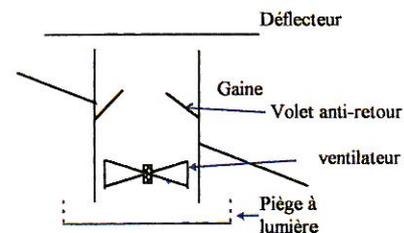
Il est préférable d'avoir des ventilateurs :

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



Cheminée d'un bâtiment à extraction haute

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'oeufs 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 faitage.

Le bâtiment est mis en dépression par le fonctionnement des ventilateurs-extracteurs situés au faitage, 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 dépressiomètre.

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

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

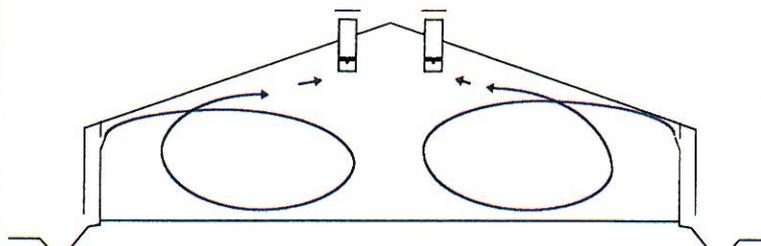


Tableau 15 - Exemples de performances techniques de bâtiments dynamiques à extraction haute construits après 1991

	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.



Bâtiment rénové à extraction haute

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,

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

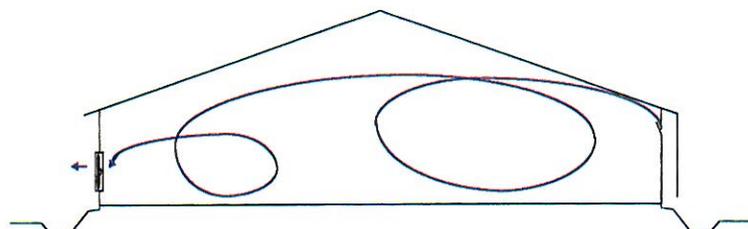


Tableau 16 - Exemples de performances techniques de bâtiments dynamiques à extraction monolatérale construits après 1992

	POULET LEGER	POULET LOURD	DINDE
Age abattage (j)	36	42	112
Densité (anx/m ²)	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/m ²)	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

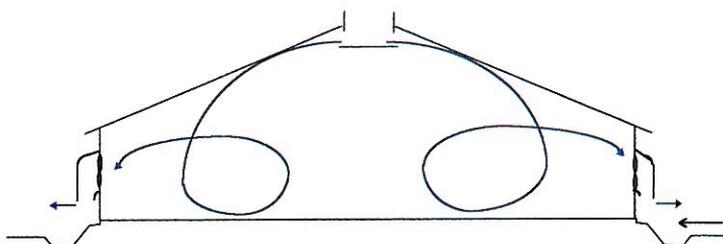


Extracteur d'un bâtiment à extraction monolatérale

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 faitage 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

inconvenients (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.

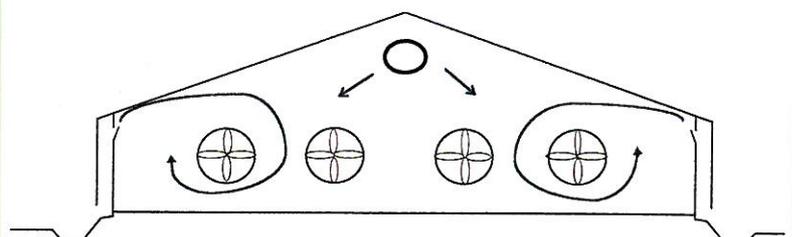
Ce type de bâtiment peut fonctionner en cas de panne d'électricité. Lors d'une coupure de courant (arrêt des ventilateurs), les deux vérins hydrauliques qui commandent les cheminées en deux zones, ainsi que les deux vérins qui contrôlent les volets, ouvrent simultanément les volets et les cheminées.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

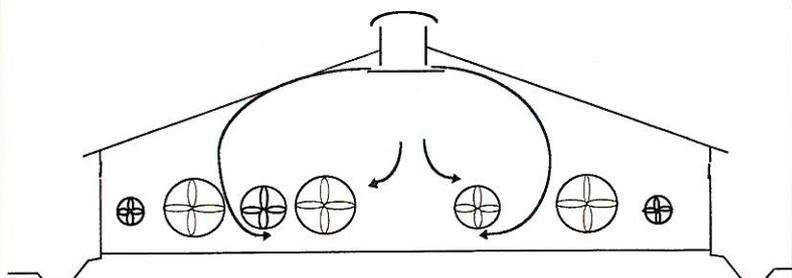
Figure 34 - Principe d'un bâtiment à extraction en pignon type "Vénitia"



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