

La ventilation : objectifs, normes et mise en œuvre

I. Objectifs

Une ventilation efficace correctement régulée 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 m^3 et 3 500 m^3 de volume, cela nécessite un

débit de 400 m^3/h l'été, et 800 m^3/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 $\text{m}^3/\text{h}/\text{kg}$ 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 $\text{m}^3/\text{h}/\text{kg}$ vif.

Enfin lors de la phase exothermique

Tableau 3 - Seuils minimaux de renouvellement d'air

CRITÈRES À PRENDRE EN COMPTE	DÉBITS D'AIR (en $\text{m}^3/\text{h}/\text{kg}$ 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 ($\text{m}^3/\text{h}/\text{kg}$)	Valeurs	Débit d'air ($\text{m}^3/\text{h}/\text{kg}$)
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

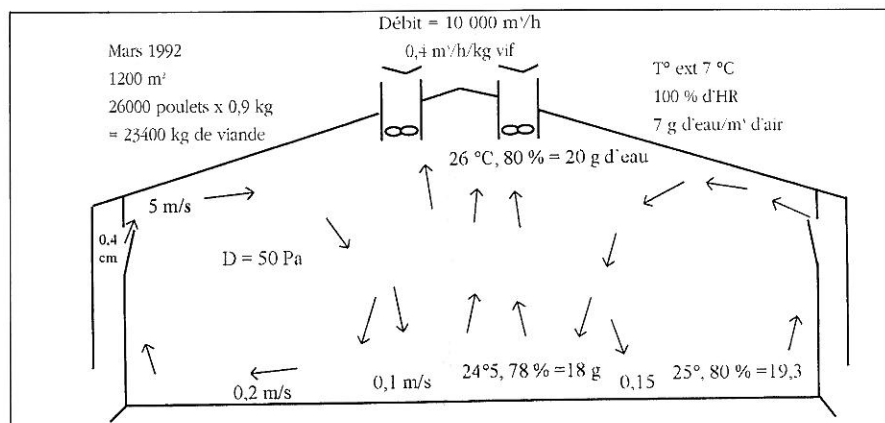
d'où Débit = 165 000/5 = 33 000 m³/h, soit 1 m³ h/kg vif.

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 (m ³ /h/kg)	Valeurs	Débit d'air (m ³ /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 m ³ /h/kg vif		VOLUME D'AIR À EXTRAIRE en m ³ /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 x 0,34) = 48 500	2,0
35	34 000	5,6	190 000	190 000 : (4 x 0,34) = 140 000	4,1
40	40 000	5,6	224 000	224 000 : (4 x 0,34) = 165 000	4,1

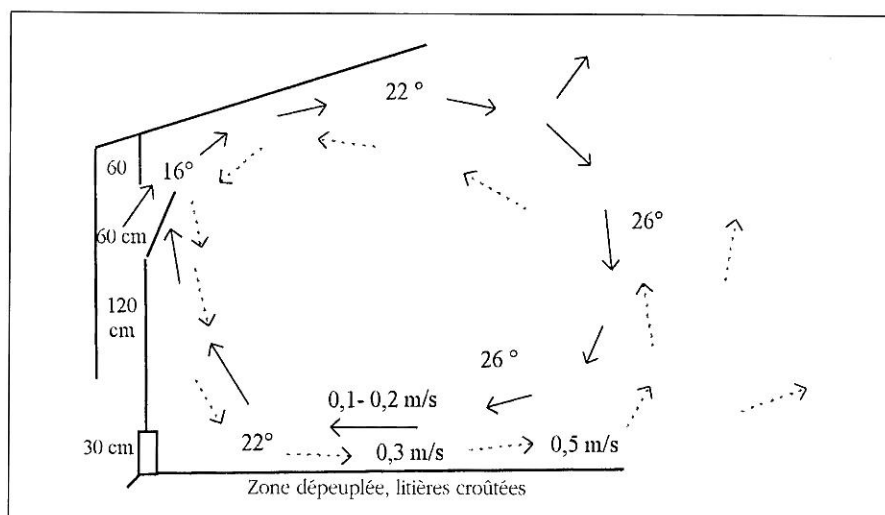
⁽¹⁾ Chaleur sensible uniquement - ⁽²⁾ Calculé avec T ext. = 16 °C

III. Diffusion de l'air

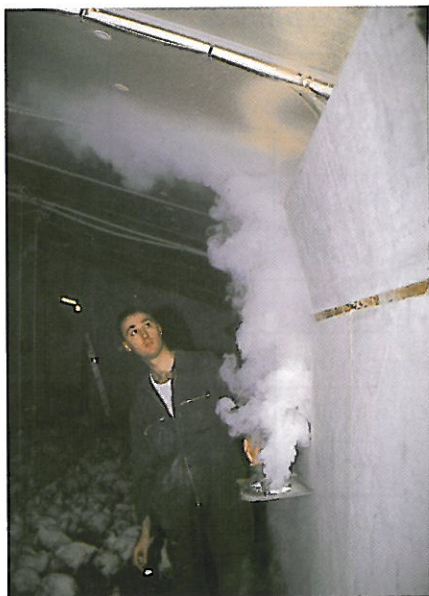
■ 1. L'effet plafond

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



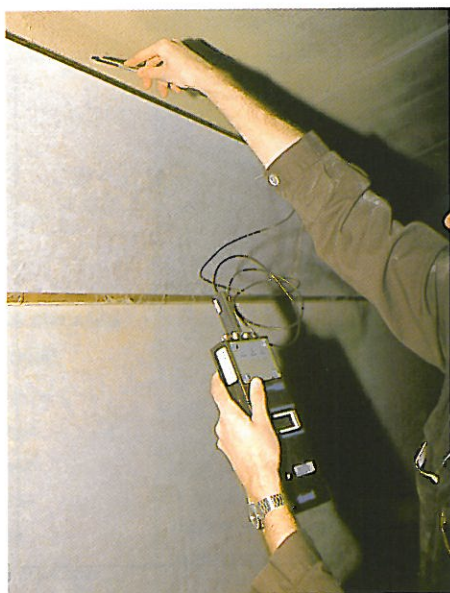
En pointillé : températures et vitesses d'air obtenus à partir d'un mauvais réglage des admissions et sorties d'air



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 poulailler, 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.

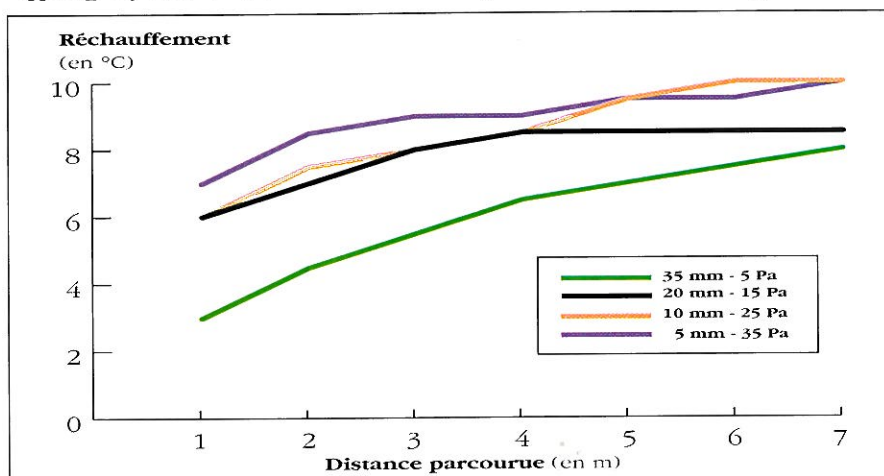


Mesure de la vitesse de l'air à l'admission dans le bâtiment

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

EPAISSEUR 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
- Vitesse résiduelle - Température adaptées à l'âge des volailles	- Eclatement prématuré - Trajectoire incorrecte de la veine d'air	- Dépression correcte - Veine d'air maîtrisée : • 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.

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

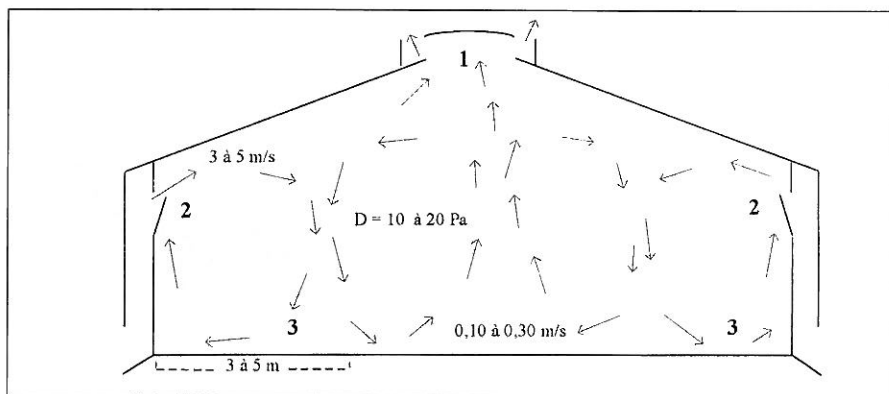


Figure 16 - Maîtrise du microclimat au niveau des volailles

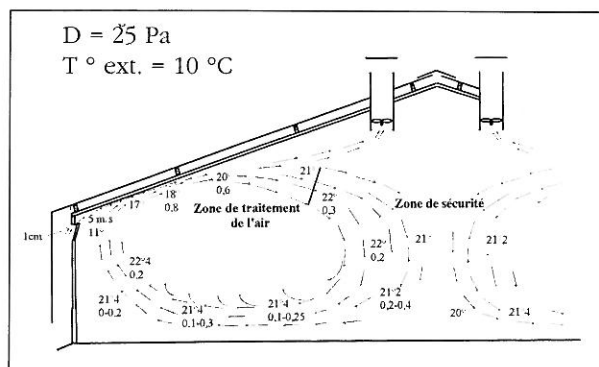
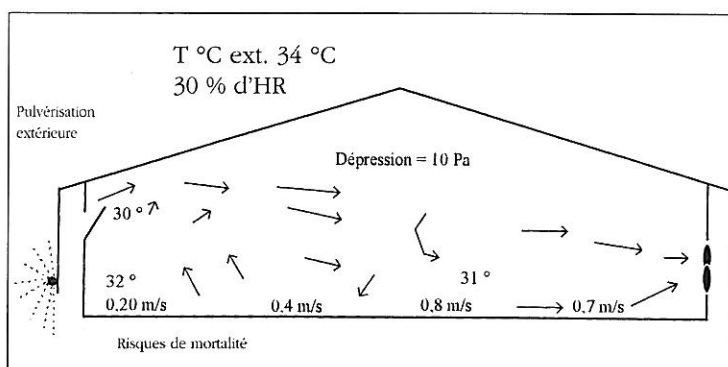


Figure 17 - Mauvais circuit d'air en été par insuffisance de dépression



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.

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

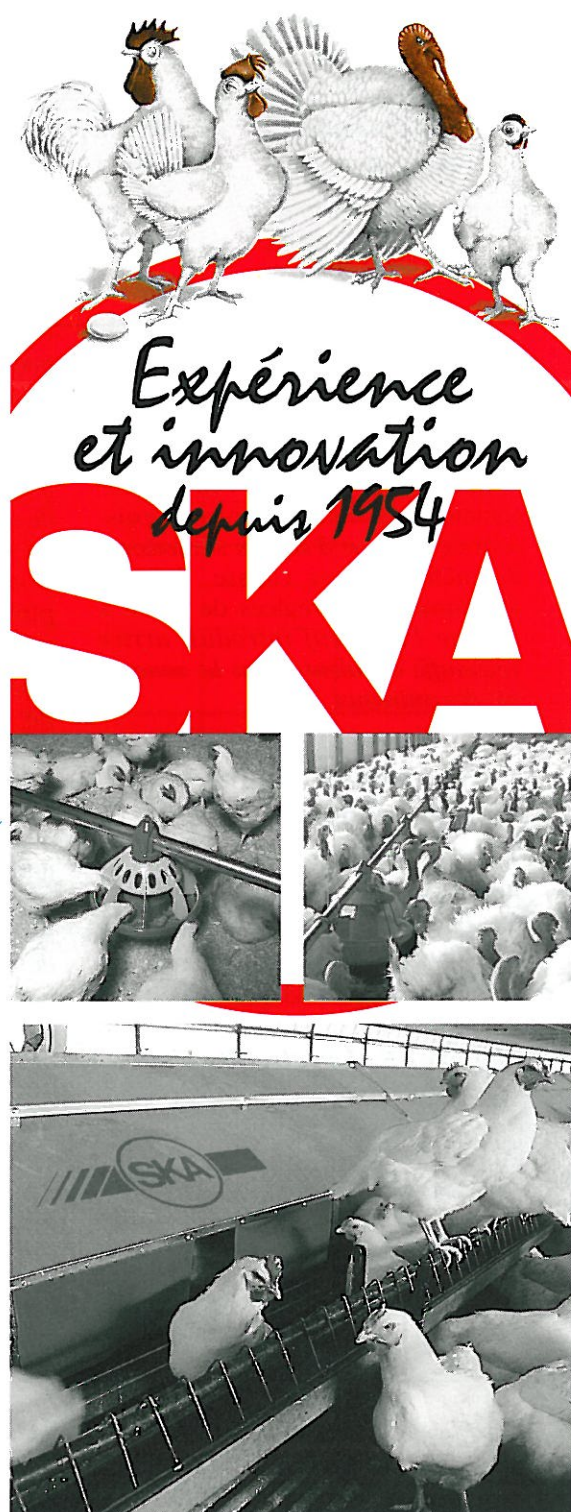
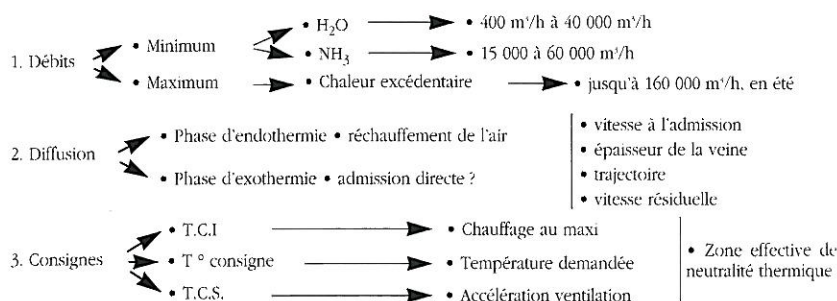
Si la température à l'intérieur du bâtiment est correcte, c'est à dire que les sujets vivent dans leur zone de neutralité thermique correspondant à leur âge, ou aux environs de sa limite critique inférieure, le renouvellement d'air sera à son minimum ; les variables à prendre alors en considération sont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



- Nourrisseurs automatique avec spirale, chaine plate, cable a disque.
- Pondeurs automatiques collectifs "AVIO", individuels "SIRIO".

Bureau en France:

PARTNER FRANCE

Mr. Jacques Beauvallet - Mr. Michel Pageot

Le Clos

53400 Saint Quentin Les Angles

Tél. 02.43063633 - Fax 02.43060386

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

