

TESTS DE FIABILITÉ DE DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE REFROIDISSEMENT INTÉRIEURS EN POULETS DE CHAIR

PREMIÈRE PARTIE

Y. FRANCK (1), A. GÉRARD (2), M. LE MÉNEC (3), J. SOULOUMIAC (4), F. ALLARD (5), O. BOUTALBI (6) ¹

Dans un précédent numéro de Sciences et Techniques Avicoles (octobre 1992 - n° 1), Y. Franck a abordé le problème des étouffements de volailles en période estivale dans les zones chaudes. Rappelons que dans ces zones où les mois d'été sont chauds et secs, il existe des risques de mortalité par coups de chaleur à partir de 25 jours d'âge environ pour le poulet de chair entre le 15 juin et le 15 septembre ; les fortes températures nécessitent de diminuer le chargement et entraînent en plus des retards de croissance ce qui limite les marges des éleveurs et place l'élevage en cette saison à la limite de la rentabilité.

Dans les mesures préventives pour les bâtiments à ventilation dynamique, nous avons évoqué la possibilité d'utiliser des systèmes de refroidissement intérieurs par nébulisation d'eau. *L'intérêt de ces systèmes est d'être relativement économes en eau ce qui est extrêmement important en zones sèches.*

C'est dans ce cadre que nous avons procédé durant l'été 1992 à des tests de fiabilité de sept systèmes de refroidissement intérieurs dans le département du Gard

L'objectif de ce travail était de préciser les conditions d'installation des matériels dans les bâtiments retenus, d'étudier la fiabilité de ce matériel (défaut de fonctionnement, maintenance nécessaire, efficacité sur l'ambiance), d'étudier la consommation d'eau et surtout de voir l'effet de ces systèmes sur les résultats techniques et économiques en élevage. En effet, le coût élevé des investissements doit se rentabiliser par une amélioration des marges sur les bandes d'été.

La sélection des matériels de refroidissement s'est faite avec le concours de l'INSA de Lyon, qui au cours du printemps 1992, avait recensé les fournisseurs potentiels et les caractéristiques des matériels proposés. Nous avons cependant dans certains cas testé des prototypes mis au point spécialement à cette occasion.

Dans une première partie, nous étudierons le comportement de ces matériels et les propositions de référencement auxquelles nous sommes arrivés. Dans une deuxième partie, nous étudierons les performances technico-économiques obtenues et les relations avec l'ambiance intérieure.

¹ (1) ITAVI - ARAC - Domaine de Saporta - 34970 LATTES

(2) CEMAGREF - 17, Av de Cucillé - 35044 RENNES CEDEX

(3) CNEVA - BP 9 - Beausemaine - 22440 PLOUFRAGAN

(4) INRA - Labo des Sciences du Sol - 65, rue de St-Brieuc - 35042 RENNES CEDEX

(5) INSA - URA CNRS n° 1372 - BAT 307 - 69621 VILLEURBANNE CEDEX

(6) ARAC - Thèse de doctorat.

I PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIELS DE REFROIDISSEMENT TESTÉS

Le principe de fonctionnement de tous ces appareils est basé sur l'échange air-eau : pour passer de l'état liquide à l'état gazeux, un litre d'eau doit absorber 678 Wh à 25 °C ; cette énergie est prise à l'air et entraîne une diminution de la température.

L'avantage du département du Gard (par rapport à la zone ouest) est d'avoir les étés chauds et secs, ce qui rend ce principe intéressant à utiliser.

Le calcul de la quantité d'eau nécessaire se fait à l'aide du diagramme de l'air humide (figure 1) sachant que la transformation est adiabatique : ainsi, pour passer d'un air à 38 °C, 30 % d'humidité relative à un air à 30 °C, 60 % d'humidité relative, il faut apporter 3,5 g d'eau par kg d'air sec (0,016 - 0,0125 kg/kg d'air sec).

Les matériels de refroidissement testés peuvent être classés en trois catégories :

- les systèmes de pulvérisation,
- les filtres humides,
- les disques à humidifier.

1. les systèmes de pulvérisation

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

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

Enfin, compte tenu du risque d'humidification excessif, une régulation du fonctionnement de l'appareil sur la température et l'hygrométrie est indispensable (mise en marche au-dessus d'une consigne basse de température, arrêt au-delà d'une consigne haute d'hygrométrie). Nous verrons enfin plus loin l'intérêt d'un doseur cyclique (ou temporisateur) pour un fonctionnement optimal de ces appareils.

Les caractéristiques des quatre systèmes de pulvérisation testés sont indiquées dans le tableau 1.

Suivant le débit de ventilation du bâtiment, on est amené à apporter entre 400 et 800 litres d'eau par heure pour 1000 m², suivant la formule :

$$E = \Delta h \times D \times 0,87$$

ou E = quantité d'eau à apporter en l/h

Δh = poids d'eau supplémentaire à apporter par kg d'air sec en kg

D = débit de ventilation en m³/h

Ainsi, en fonction du débit des buses et de la capacité de ventilation des bâtiments, les installations réalisées sont précisées dans le tableau 2.

Tableau 1
CARACTÉRISTIQUES DES SYSTÈMES DE PULVÉRISATION TESTÉS

Marque	Pression (bar)	Rampe	Débit buse	Dispositif anti goutte	Dispositif anti coup de bélier	Filtration	Traitement anti calcaire	Sondes	Affichage digital	Doseur cyclique
Fog system	70	cuivre/inox	6 l/h	oui	non	préfiltre + filtre	HC1/ dosatron	T°C, H %	non	(oui)
Microlide	70	inox	6 l/h	oui	oui	préfiltre + filtre	KOH/pompe baumet	T°C, H %	oui	(oui)
Nembo (SKA)	35	polyet.	8 l/h	oui	non	préfiltre + électromagnétique	(filtre)	T°C, H %	oui	oui
Brumatisol	18-25	PVC	8 l/h	oui	non	préfiltre + filtre	(possible)	T°C, H %	oui	oui

Figure 1
DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE

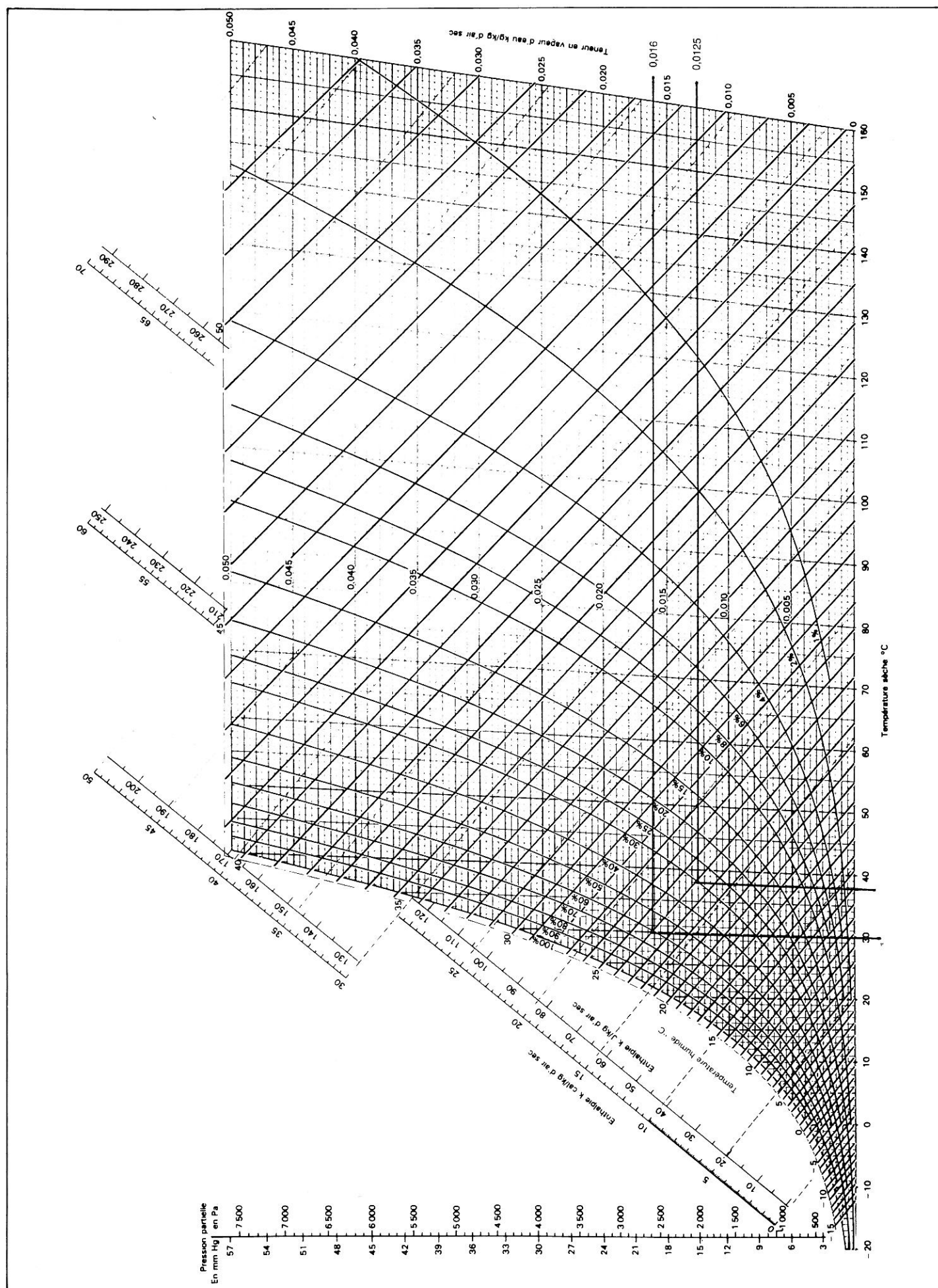


Tableau 2
DISPOSITION DU MATÉRIEL SELON LES BÂTIMENTS

Marque	Surface bâtiment	Type de ventilation	Capacité ventilation	Nombre de rampes	Disposition des rampes	Nombre de buses	Apport d'eau	
							en l/h	en g/m³/h
Fog system	1 658 m²	extr. bilatérale	272 000 m³/h	2 montées sur treuil	entrées d'air	108	648	2,38
Microlide	928 m²	extr. bilatérale	177 000 m³/h	2 montées sur treuil	entrées d'air	105	630	3,56
Nembo (SKA)	1 000 m²	extr. bilatérale	150 000 m³/h	2 fixes	entrées d'air	70	560	3,73
Brumatisol	1 000 m²	extr. bilatérale	100 000 m³/h	1 fixe centrale	milieu du bâtiment	55	440	4,4

2. filtres humides

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

Ce rendement du pad dépend de son épaisseur (5 cm à 20 cm), de la vitesse de l'air qui le traverse (vitesse recommandée de 1 m/s), du taux d'humidité de l'air entrant et de l'état du pad (régularité de l'irrigation, colmatage du pad).

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

Nous avons testé deux types de pads, mis en œuvre de façons différentes :

- dans le premier cas, système FILCLAIR, nous avons réalisé un caisson étanche à chaque extrémité du bâtiment, équipé de ventilateurs pour pulser l'air refroidi dans le bâtiment. La prise d'air du caisson s'est donc faite à l'extérieur (sur un côté, il s'agit en fait de l'air pris dans un sas) ;
- dans le deuxième cas, nous avons testé un prototype, mis au point par MUTERS, constitué de trois unités compactes autonomes (pad, ventilateur, sonde de température), et disposé à l'intérieur du bâtiment : l'air entrant est donc l'air intérieur du bâtiment et l'air refroidi va se mélanger à l'air intérieur selon les lois de mélange de l'air.

Dans les deux systèmes, compte tenu du fait que l'air refroidi contient entre 70 et 80 % d'humidité, nous avons jugé inutile de réguler avec une sonde d'hygrométrie, le risque d'humidification de litière étant faible, voire nul.

Dans les deux systèmes également, nous avons choisi de ne pas déconcentrer l'eau de façon à l'économiser : une pompe récupère l'eau dans le réservoir et alimente la

rampe d'irrigation du pad, l'eau non évaporée retombe dans le réservoir. Au fur et à mesure du fonctionnement de l'appareil, on a donc une concentration de plus en plus importante en minéraux et poussières.

Le dimensionnement des pads et des ventilateurs pour le système FILCLAIR est basé sur la capacité de ventilation du bâtiment de façon à ce que l'air entrant traverse le pad à une vitesse de l'ordre de un mètre par seconde : ainsi, pour une capacité de ventilation de 150 000 m³/h, soit 42 m³/seconde, la surface de pad nécessaire est de 42 m².

Dans le cas du système MUTERS, le dimensionnement a été réalisé pour traiter environ un tiers de l'air intérieur, soit une capacité de ventilation par le système de refroidissement égale au tiers de la capacité de ventilation du bâtiment. Les caractéristiques des matériels installés sont indiqués dans le tableau 3.

3. disques à humidifier

Il s'agit d'un disque horizontal ou vertical tournant à une ou plusieurs vitesses réglables, avec admission d'eau avec un débit réglable au centre du disque ; sous l'effet de l'énergie cinétique, ces gouttes d'eau sont entraînées à l'extérieur du disque et viennent s'écraser sur une couronne fixe ; on obtient un brouillard qui va permettre, par évaporation de l'eau, de refroidir l'atmosphère, le matériel que nous avons testé (ABBI SUN BECOT) utilise ce principe, avec un disque vertical fixé devant un ventilateur de 21 000 m³/h.

Très vite, ce matériel a été retiré du test compte tenu des difficultés de réglage (débit d'eau principalement) et du mouillage important des litières (dimension importante des gouttelettes d'eau, goulottes de récupération de l'eau non vaporisée mal conçues). Notons cependant son intérêt à la fois pour sa fonction de brassage et pour sa fonction de refroidissement ; le fabricant poursuit sa mise au point pour aboutir à un produit commercialisable.

Tableau 3
CARACTÉRISTIQUES ET DISPOSITION DES FILTRES HUMIDES

Système	Prise d'air	Échangeur	Épaisseur	Circulation d'eau	Surface bâtiment	Capacité ventilation bâtiment	Type ventilation	Surface de pads	Disposition	Ventilation du système	Vitesse air/pad
Filclair	extérieur	pad cellulose imprégnée	10 cm	réservoir + pompe + rampe irrigation	757 m ²	135 000 m ³ /h	extraction bilatérale	10,5 m ² + 7 m ² soit 17,5 m ²	1 caisson à chaque extrémité	4* 13 000 m ³ /h + 2* 13 000 m ³ /h soit 78 000 m ³ /h	1,24 m/s
Munters	intérieur	pad cellulose imprégnée	20 cm	réservoir + pompe + rampe irrigation	850 m ²	126 000 m ³ /h	extraction haute	3* 1,8 m ² soit 5,4 m ²	3 unités près parois latérales	3* 13 000 m ³ /h soit 39 000 m ³ /h	2 m/s

4. conclusion

Les sept matériels ont été testés en grandeur réelle du 15/6 au 15/9 dans des bâtiments de 1 000 m² environ, mais avec des bandes décalées dans le temps et donc des conditions météorologiques légèrement différentes en fin d'élevage suivant les sites : on ne peut donc pas faire

de comparaison entre les matériels mais simplement analyser le fonctionnement de chaque appareil dans un bâtiment spécifique, avec son environnement particulier.

Compte tenu de ces différences, nous avons autant que possible essayé de conserver, dans chaque cas, une salle témoin non équipée.

II PRÉSENTATIONS DES DIFFÉRENTS SITES

1. dispositif expérimental

Cinq sites ont été retenus pour ces tests comprenant 11 salles d'élevage de 750 à 1600 m², et destinées à la production de poulet de chair standard. Pour 4 de ces sites, nous avons deux salles d'élevage séparées par un sas ; dans trois cas, nous avons conservé une salle témoin non équipée de systèmes de refroidissement en comparaison de la salle équipée ; dans le 4^e cas, les deux salles sont équipées de deux systèmes différents (un filtre humide et un système de pulvérisation). Dans un des sites, nous ne disposons pas de témoin, mais la mise en place des animaux s'est faite en même temps que dans un autre site situé à proximité.

2. matériel de suivi

Chaque site a été équipé d'une centrale d'acquisition de données permettant d'enregistrer en continu un certain nombre de paramètres :

- la température (3 sondes par salles, 1 sonde pour l'extérieur) ;
- l'hygrométrie (1 sonde par salle, 1 sonde pour l'extérieur) ;
- la consommation d'eau des systèmes de refroidissement.

A partir de ces paramètres, nous avons travaillé sur les données suivantes :

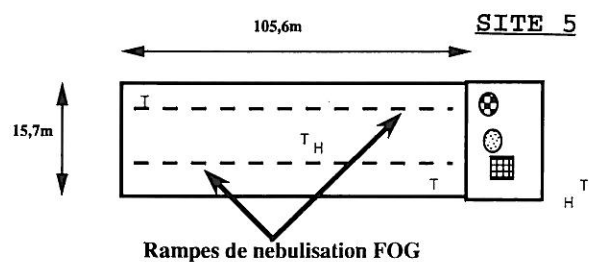
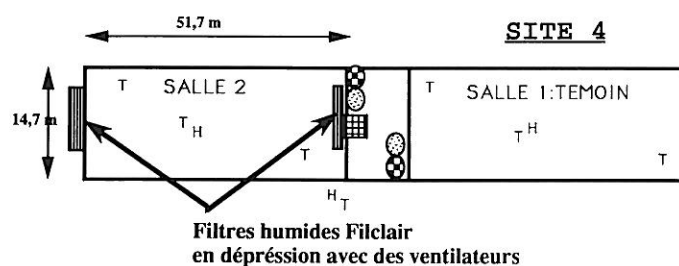
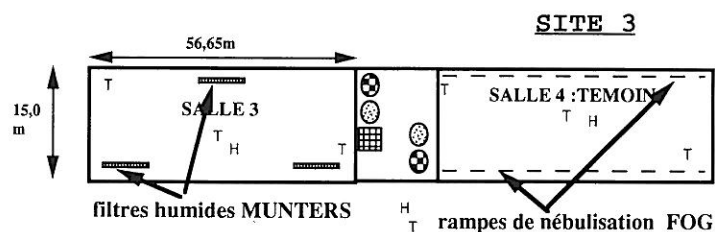
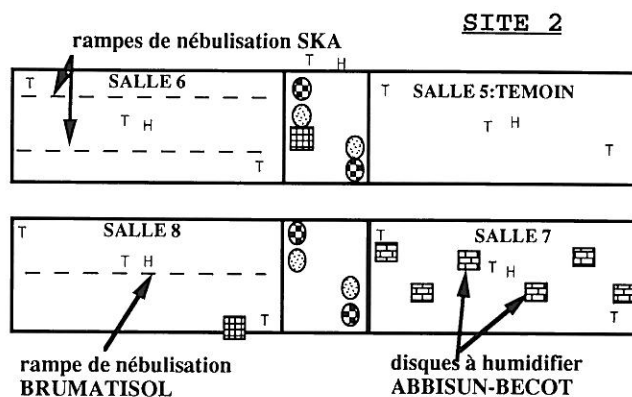
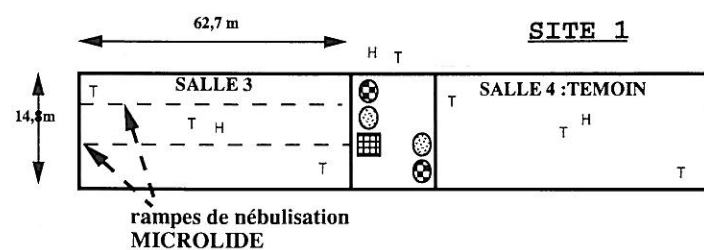
- moyenne horaire de température, d'hygrométrie, de consommation d'eau ;
- minimum et maximum au cours de l'heure de la température et de l'hygrométrie.

3. consignes utilisées

Les consignes de fonctionnement des différents systèmes de refroidissement ont été les suivantes pour tous les sites : à partir du 25^e jour d'âge des animaux, mise en marche du matériel de refroidissement avec fonctionnement de jour comme de nuit ; la consigne de température est de 25 °C (mise en route du système de refroidissement au delà de 25 °C) pour une consigne d'hygrométrie de 55 % (arrêt du matériel de refroidissement au delà de 55 % d'hygrométrie sauf pour les filtres humides).

Au cours de l'été cependant, ces consignes ont été adaptées par les éleveurs en fonction du comportement des animaux et des conditions d'ambiance extérieure.

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL ET MATÉRIEL DE SUIVI



- centrale d'acquisition de données
- sonde thermostatique
- sonde hygrométrique
- compteur d'eau
- compteur électrique

III ANALYSE CRITIQUE DES MATÉRIELS ET DE LEUR FONCTIONNEMENT

1. Bécot

Le système n'a été utilisé qu'en brasseur d'air et non pas en tant que matériel de refroidissement. Il n'est pas possible de l'analyser à l'heure actuelle car il n'est pas au point.

2. Brumatisol

Qualité du refroidissement

Le système fonctionne à une pression de 20 bars et forme un brouillard de gouttelettes assez grosses (20 microns). Les gouttelettes s'évaporent tant que l'hygrométrie est basse. Des progrès doivent être faits sur la qualité du brouillard.

Mouillage des litières

Les litières étaient mouillées sur une ligne sous la rampe centrale, et les abords de la rampe étaient plus souillés. Des améliorations sont à trouver pour obtenir un brouillard plus fin.

Gouttage

Les buses ont tendance à goutter lors de la montée en pression dans les tubes. D'autre part, certaines buses mal fixées fuient légèrement. Il serait souhaitable de prévoir une électrovanne en entrée ne s'ouvrant que lorsque la pression de travail est atteinte.

Entartrage par le calcaire

Le travail à des pressions de moins de 50 bars semble ne pas poser de problèmes d'entartrage.

Disposition dans les salles

L'installation du système sur une seule rampe est une erreur surtout dans cette salle peu ventilée et basse de

plafond. Il est nécessaire de placer les rampes le plus près possible des entrées d'air pour donner le maximum de temps au brouillard pour s'évaporer.

Homogénéité spatiale du traitement

Dans cette salle naturellement hétérogène, la présence d'une seule rampe a accentué les différences de traitement dans le bâtiment. C'est sans doute une des raisons qui expliquent les accidents survenus dans cette salle.

Homogénéité temporelle du traitement

L'utilisation du doseur cyclique avec des cycles courts (15 secondes d'arrêt et de fonctionnement) permet d'avoir une bonne homogénéité dans le temps.

Qualité de la filtration

La filtration est efficace.

Qualité du traitement anti-calcaire

Il n'y a pas de traitement en plus de la filtration.

Fidélité et qualité des capteurs

Le capteur d'hygrométrie a un temps de réponse important et doit être amélioré.

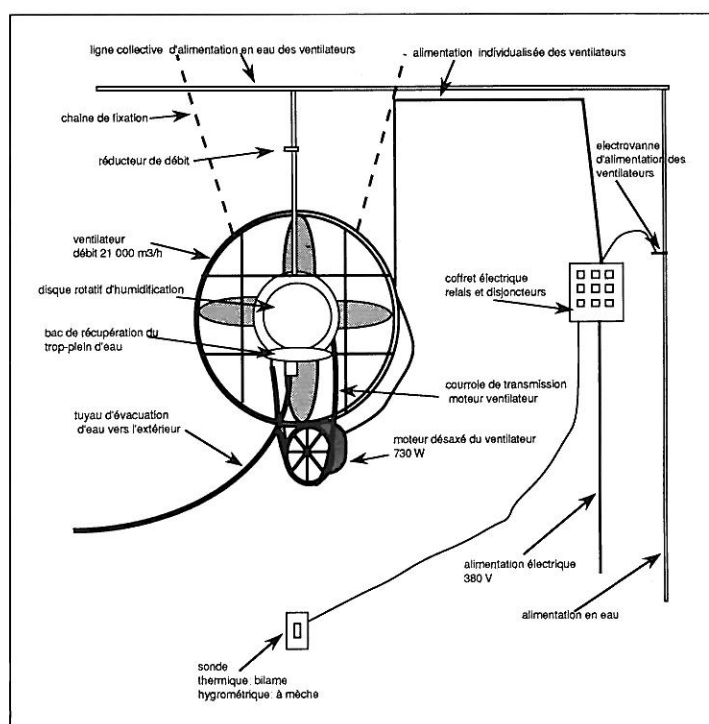
Possibilité de régulation

Le coffret de contrôle est bien conçu mais la régulation est pénalisée par le capteur d'hygrométrie.

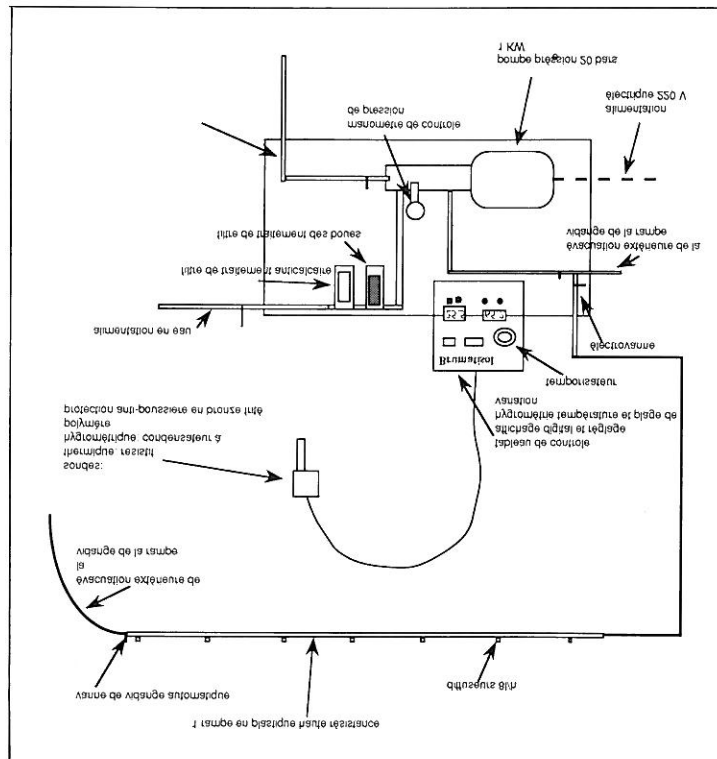
Capacité d'évolution

Ce matériel est bien conçu et est homogène. Il est pénalisé par la qualité du brouillard dont il faut réduire la taille des gouttelettes, et par le capteur d'hygrométrie. Si ces deux problèmes sont réglés, et si la disposition dans le bâtiment est correcte (2 rampes au niveau des deux entrées d'air), son utilisation ne devrait pas poser de problèmes.

SCHÉMA DE PRINCIPE DU DISQUE À HUMIDIFIER BÉCOT



SCHEMA DE PRINCIPE DU SYSTEME DE PULVERISATION BRUMATISOL



3. Nembo de ska

Qualité de refroidissement

Le système fonctionne à une pression de 30 bars et forme un brouillard de gouttelettes moyennes. Les gouttelettes s'évaporent en grande majorité.

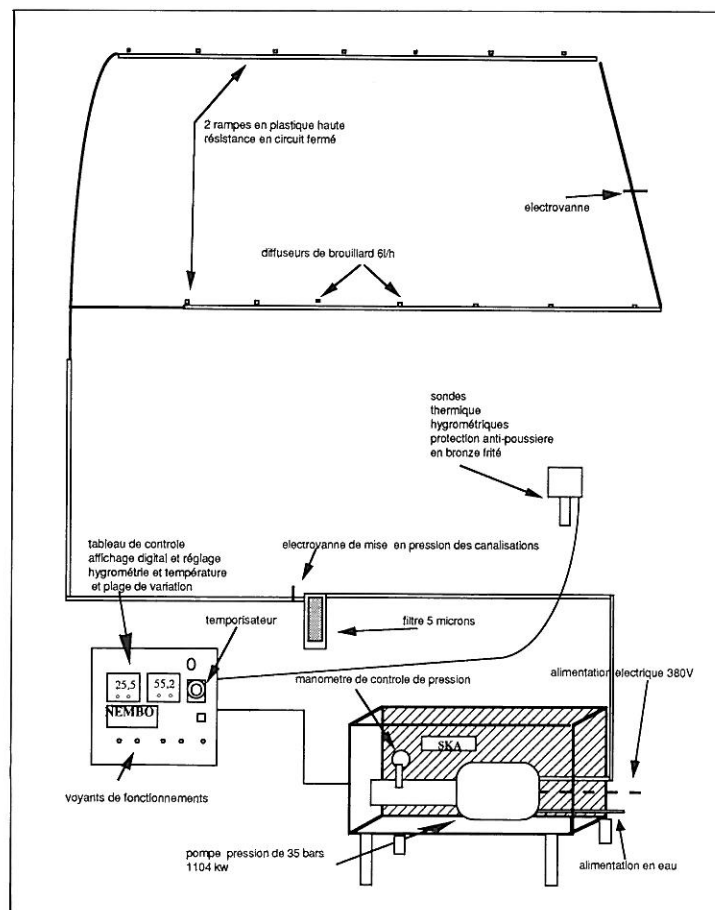
Mouillage des litières

Les litières étaient un peu mouillées sur les deux lignes sous les rampes.

Gouttage

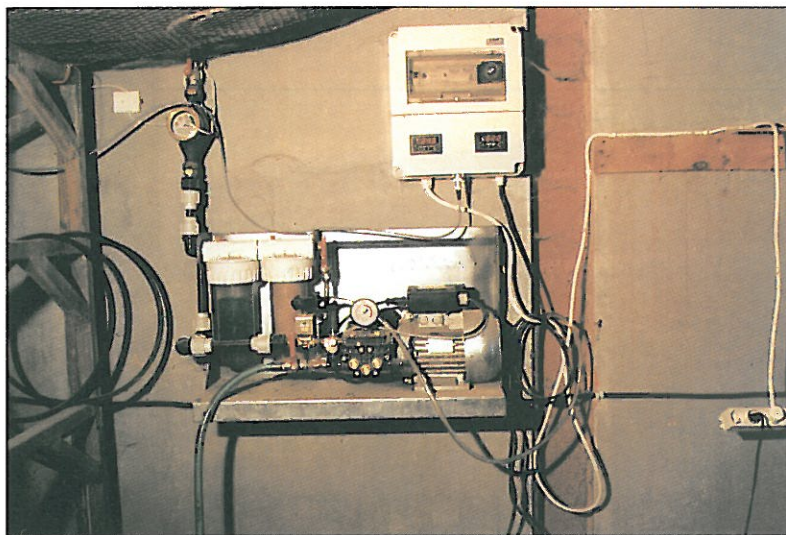
Certaines buses fuyaient pendant la nébulisation et lors de la baisse de pression en fin d'utilisation.

SCHEMA DE PRINCIPE DU SYSTEME DE PULVERISATION NEMBO DE SKA





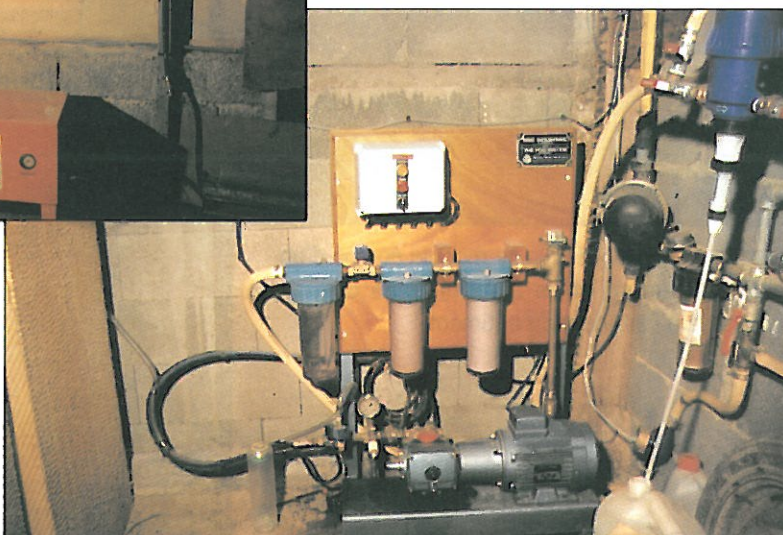
Disque à humidifier BÉCOT. (Un principe intéressant par les deux fonctions de brassage et d'humidification.)



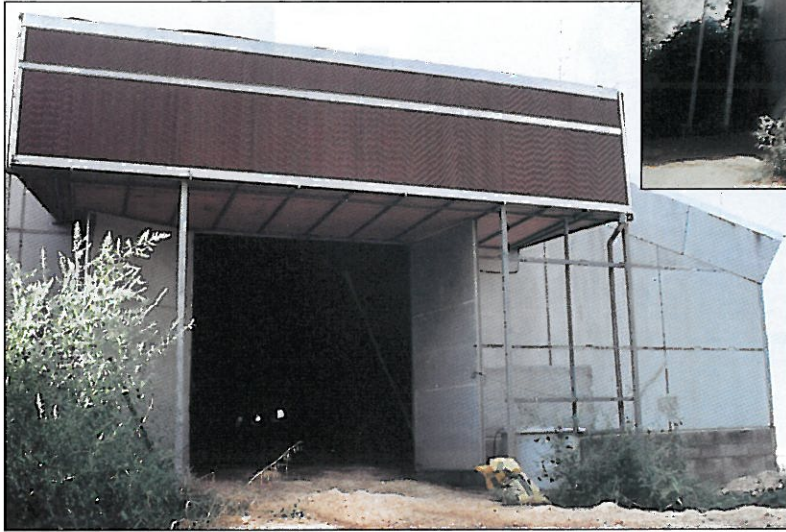
Système de pulvérisation BRUMATISOL. Vue de la pompe, des filtres et de la régulation.



Système de pulvérisation NEMBO de SKA. Vue de la pompe, du système de filtration et de la régulation.



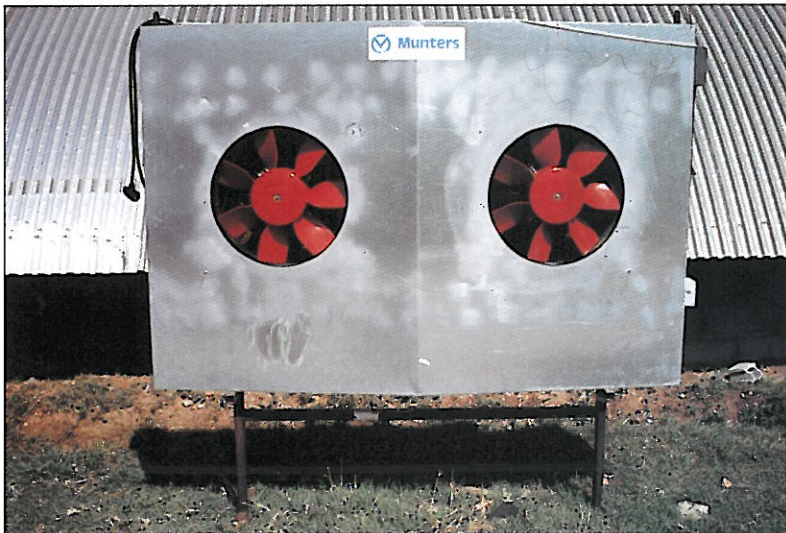
Vue du système de pulvérisation FOG : pompe permettant d'obtenir 70 bars de pression et systèmes de filtration.



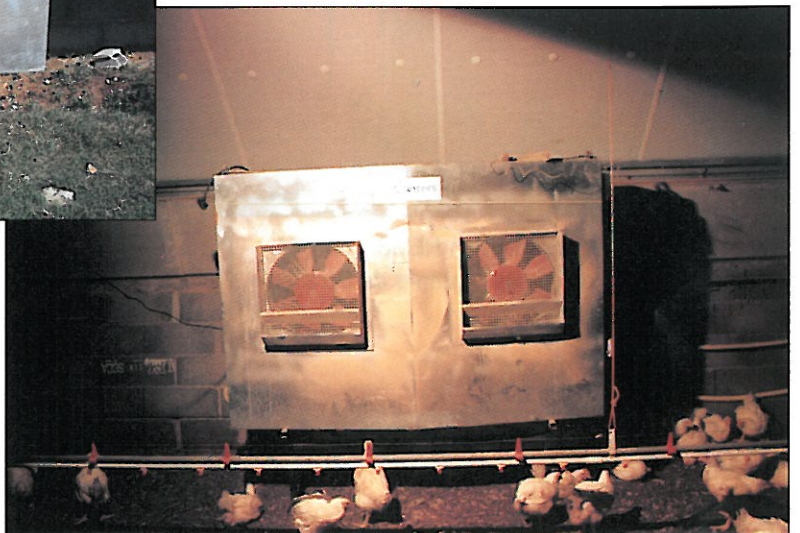
Filtre humide FILCLAIR. Vue du caisson du portail, ainsi que de la cuve.



PAD FILCLAIR. Vue du caisson de traitement extérieur.

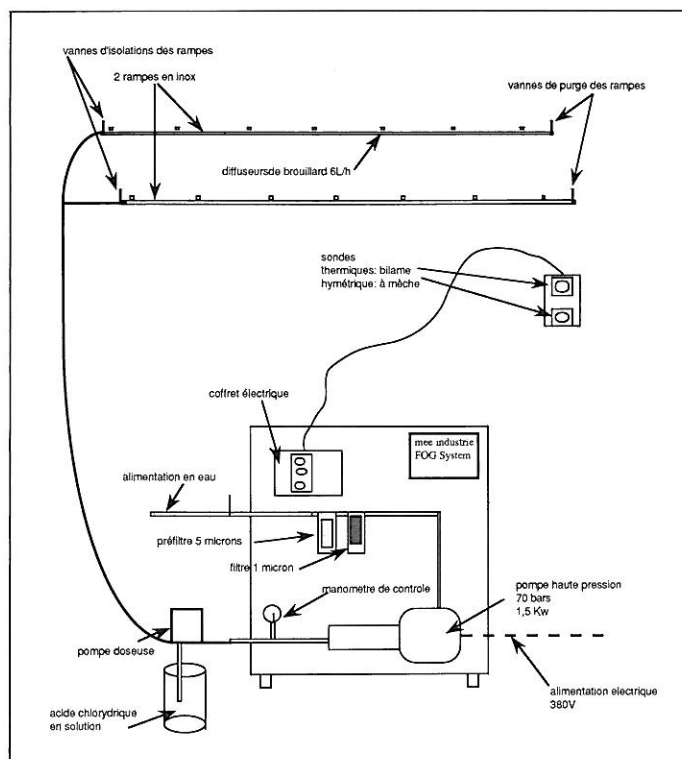


Vue du filtre humide MUNTERS : ce module équipé d'un filtre humide à l'arrière et de 2 ventilateurs devant, peut être installé à l'intérieur du bâtiment.



Filtre humide MUNTERS. Un module de traitement facile à installer et efficace.

SCHEMA DE PRINCIPE DU SYSTEME DE PULVERISATION FOG



Entartrage par le calcaire

Le travail à des pressions de 50 bars semble ne pas poser de problèmes d'entartrage mais il est possible que les buses qui fuient soient légèrement entartrées au niveau du clapet anti-retour.

Disposition dans la salle

L'installation de deux rampes de buses aux entrées d'air est une bonne solution, car elle permet une reprise du brouillard par le flux d'air entrant.

Homogénéité spatiale du traitement

Cette salle est naturellement hétérogène, et la nébulisation n'a fait qu'amplifier les amplitudes de températures dans le bâtiment. Il serait souhaitable d'installer des brasseurs d'air dans les parties les plus chaudes.

Homogénéité

L'utilisation du doseur cyclique avec les cycles courts semble avoir donné des résultats satisfaisants.

Qualité de la filtration

La filtration est efficace.

Qualité du traitement anti-calcaire

Il n'y a pas de traitement en plus de la filtration.

Fidélité et qualité des capteurs

Le capteur d'hygrométrie a un temps de réponse trop long et doit être amélioré.

Possibilité de régulation

Le coffret de contrôle est bien conçu mais la régulation est pénalisée par le capteur d'hygrométrie.

Capacité d'évolution

Le matériel est bien conçu et est intéressant dès lors que les sondes seront plus fiables.

4. Fog system

Qualité du refroidissement

Le système fonctionne à une pression de 70 bars et forme un brouillard de gouttelettes très fines. Le brouillard est de très bonne qualité.

Mouillage des litières

On n'observe pas de mouillage des litières tant que les consignes ne dépassent pas 55 % d'hygrométrie.

Gouttage

Certaines buses fuient pendant la nébulisation, ou forment un jet de gouttelettes plus grosses.

Entartrage par le calcaire

Le système a connu de nombreux problèmes d'encrassement des buses par le calcaire et demandait de longues heures de maintenance à l'éleveur.

Disposition dans la salle

L'installation de deux rampes de buses aux entrées d'air est une bonne solution, car elle permet une reprise du brouillard par le flux d'air entrant. D'autre part, le montage sur treuil permet un entretien plus facile des rampes ce qui est rendu nécessaire par l'entartrage.

Homogénéité spatiale du traitement

Le traitement de l'air est assez homogène dans cette salle.

Homogénéité temporelle du traitement

Ce système bien qu'un peu sous-dimensionné dans notre test entraîne des variations rapides des températures et hygrométrie au cours du temps lors de sa mise en route et de l'arrêt de la nébulisation.

Qualité de la filtration

La filtration est efficace.

Qualité du traitement anti-calcaire

Le traitement anti-calcaire est peu efficace. Le système de dosage d'acide chlorhydrique est peu précis, il retarde le bouchage des buses, mais il ne l'empêche pas. Il est indispensable de trouver une solution satisfaisante à ce problème.

Fidélité et qualité des capteurs

Le capteur d'hygrométrie manque de précision, de fiabilité et de vitesse de réaction et doit être amélioré.

Possibilité de régulation

Le coffret de contrôle est bien conçu mais la régulation est pénalisée par le capteur d'hygrométrie. Par ailleurs, un doseur cyclique, facile à régler devrait être prévu.

Capacité d'évolution

Le matériel possède un brouillard de qualité mais le traitement anti-calcaire, le capteur d'hygrométrie doivent être modifiés pour pouvoir utiliser vraiment les capacités de ce système. Enfin, un doseur cyclique pratique d'utilisation doit être mis en place.

5. Microlide

Qualité du refroidissement

Le système fonctionne à une pression de 70 bars et forme un brouillard de gouttelettes très fines. Le brouillard est de très bonne qualité.

Mouillage des litières

On n'observe pas de mouillage des litières tant que les consignes ne dépassent pas 55 % d'hygrométrie.

Gouttage

On n'observe aucun problème de gouttage.

Entartrage par le calcaire

Le système n'a connu aucun problème. Pendant toute la durée de la bande, seule une buse a été nettoyée.

Disposition dans la salle

L'installation de deux rampes de buses aux entrées d'air est une bonne solution, car elle permet une reprise du brouillard par le flux d'air rentrant. D'autre part, le montage sur treuil permet un entretien plus facile des rampes.

Homogénéité spatiale du traitement

Le traitement de l'air est assez homogène dans cette salle, mais les quelques zones moins ventilées doivent être équipées en brasseurs.

Homogénéité temporelle du traitement

Ce système entraîne des variations rapides des températures et hygrométrie au cours du temps lors de sa mise en route et de l'arrêt de la nébulisation.

Qualité de la filtration

La filtration est efficace.

Qualité du traitement anti-calcaire

Le traitement anti-calcaire est très efficace. Le système de dosage de produit est précis et fonctionnel.

Fidélité et qualité des capteurs

Le capteur d'hygrométrie est adapté aux conditions d'élevage mais une erreur de montage a nui à la rapidité de la réponse et entraîné une inertie du système.

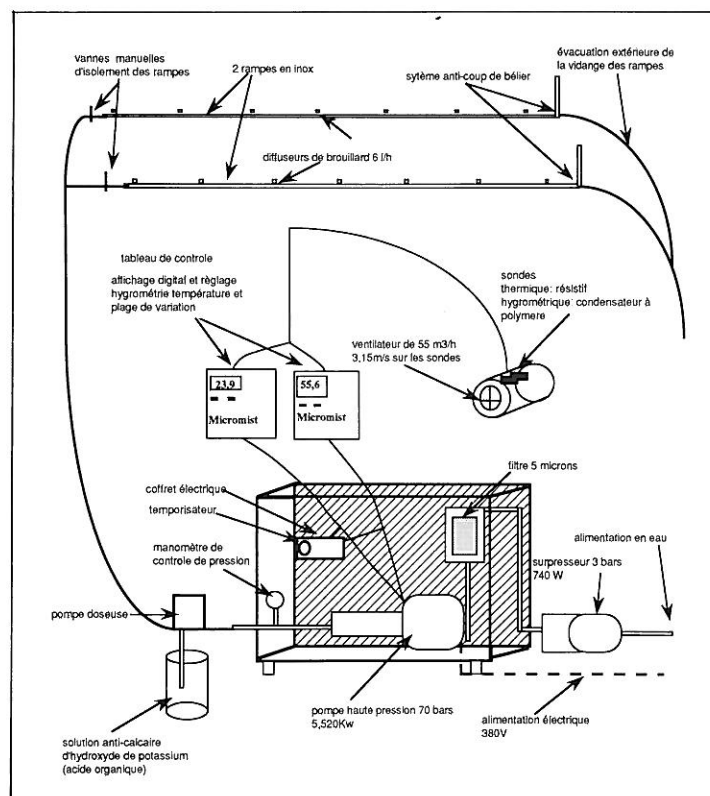
Possibilité de régulation

Le coffret de contrôle est bien conçu mis à part le doseur cyclique qui n'est pas très accessible. Il semble que les capacités de régulation soient importantes.

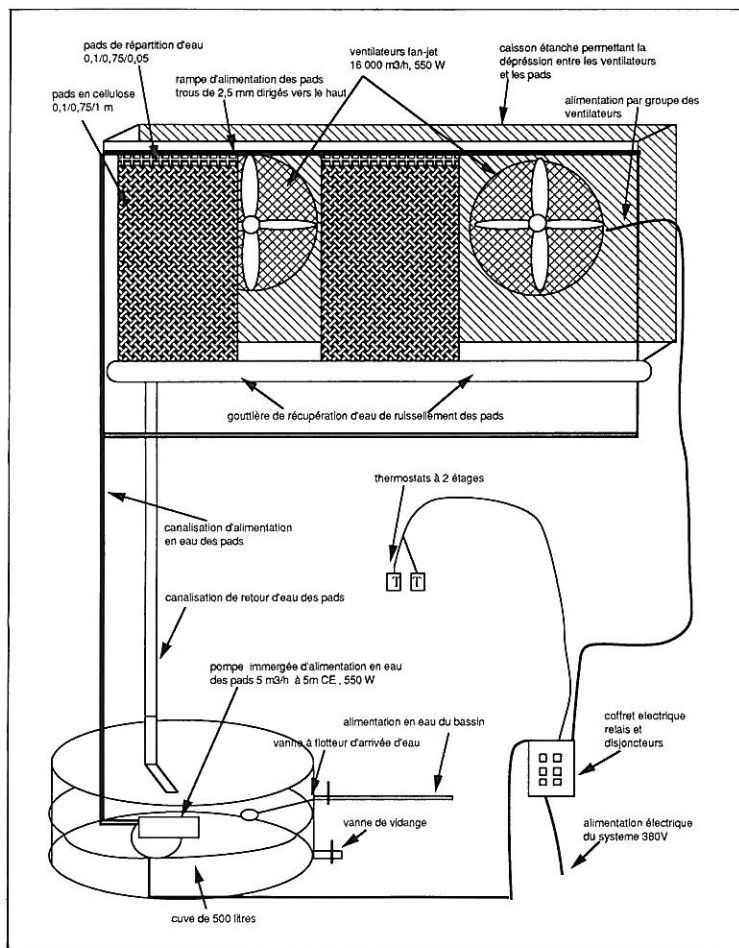
Capacité d'évolution

Ce matériel possède des équipements de grande qualité et est très homogène. Toutes les parties de cet équipement (en dehors du doseur cyclique) sont bien étudiées et bien conçues. Il doit donc permettre de contrôler efficacement l'ambiance à condition de maîtriser et de faire évoluer les régulations (en particulier couplage avec la ventilation).

SCHEMA DE PRINCIPE DU SYSTEME DE PULVERISATION MICROLIDE



SCHEMA DE PRINCIPE DU FILTRE HUMIDE FILCLAIR



6. Filclair

Qualité du refroidissement

Le système fonctionne avec un flux d'air humidifié et refroidi qui entre dans le bâtiment. Le refroidissement est **très efficace** et n'apporte pas d'eau dans le bâtiment. L'ambiance est très saine.

Irrigation des pads

L'irrigation des pads ne reste correcte qu'à condition d'un entretien régulier. Il faut prévoir des filtres en retour des pads et des procédures de nettoyage.

Mouillage des litières

On n'observe pas de mouillage des litières puisque toute l'eau consommée est effectivement vaporisée.

Empoussiérage des pads

Les pads sont sujets à l'empoussiérage qui limite leur efficacité mais ils sont situés à l'extérieur, ce qui limite le problème. La filtration en retour du pad devrait permettre d'éliminer les feuilles et les particules les plus grossières.

Entartrage par le calcaire

Pour maintenir les pads en bon état il faut déconcentrer l'eau, ce qui suppose également des procédures qu'il faut mettre en œuvre.

Disposition dans la salle

L'installation a demandé de nombreuses heures de montage et a coûté cher. Il n'est pas envisageable d'équiper des bâtiments anciens de cette façon. Ce type d'installation doit être réservé aux bâtiments neufs et prévu dès l'origine de la construction.

Homogénéité spatiale du traitement

Durant la première bande, un seul caisson était opérationnel, et malgré cela le traitement de l'air était assez homogène.

Homogénéité temporelle du traitement

Le traitement de l'air par les filtres humides est progressif. En dehors des périodes de démarrage du matériel qui sont assez violentes, le traitement a tendance à diminuer les amplitudes de températures. Ce système permet d'avoir une ambiance vraiment constante dans le temps.

Fidélité et qualité des capteurs

Le seul capteur utilisé est un capteur de température car il n'y a pas de régulation sur l'hygrométrie.

Possibilité de régulation

La régulation est simple et se fait par la température avec deux paliers qui déclenchent deux groupes. Il semble important de mieux régler et optimiser les régulations au moment du démarrage et de coupler le refroidissement avec la ventilation.

Capacité d'évolution

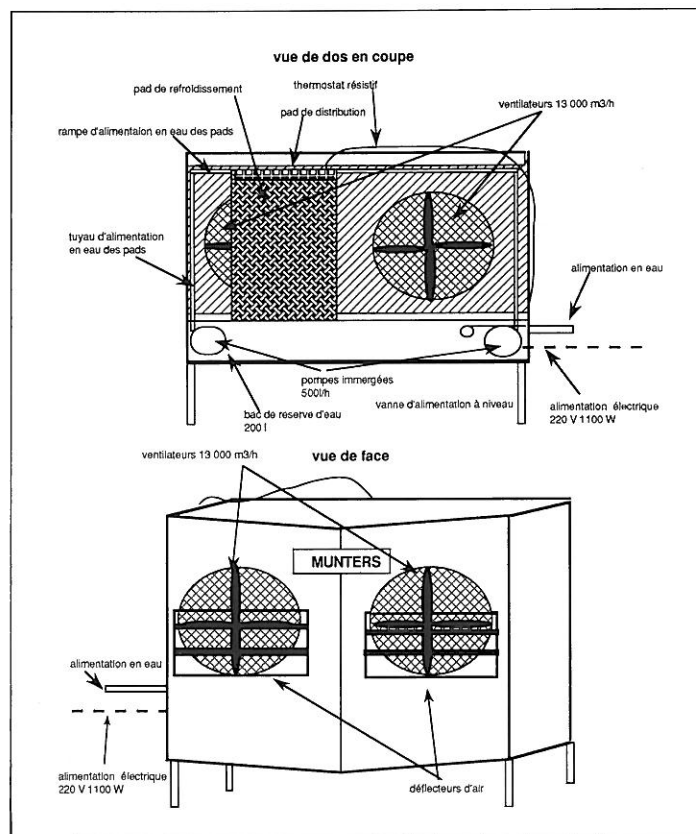
Cet équipement possède de nombreux défauts de jeunesse qu'il faut corriger. Globalement, c'est la régulation et l'entretien qui doivent être améliorés. Le principe de cet appareil et sa grande puissance de refroidissement doivent lui permettre de maintenir une ambiance très correcte dans le bâtiment.

7. Munters

Qualité du refroidissement

Le système fonctionne en humidifiant l'air à l'intérieur du bâtiment. Cet air est recyclé et refroidi par les blocs de filtres humides. Le refroidissement est progressif et assez efficace depuis l'installation d'une seconde pompe sur

SCHEMA DE PRINCIPE DU FILTRE HUMIDE MUNTERS



chaque appareil. La capacité de refroidissement dépend du nombre de modules utilisés.

Irrigation des pads

L'irrigation des pads ne reste correcte qu'à condition d'un entretien régulier et l'empoussiérage provoque le bouchage de la rampe d'alimentation en eau du pad. Il faut prévoir des procédures de nettoyage et de dépoussiérage des pads.

Mouillage des litières

On n'observe pas de mouillage des litières puisque toute l'eau consommée est effectivement vaporisée. Empoussiérage des pads.

Les pads sont sujets à l'empoussiérage qui limite leur efficacité d'autant qu'ils sont situés à l'intérieur du bâtiment. L'absence de déconcentration limite la vie des pads et oblige à les changer à chaque bande. Une procédure très stricte de nettoyage et dépoussiérage des pads est indispensable.

Disposition dans la salle

L'installation des monoblocs est très simple car il suffit d'une prise de courant et d'une arrivée d'eau. Les modules sont facilement transportables et peuvent se placer partout dans le bâtiment.

Homogénéité spatiale du traitement

Le traitement est très homogène et les ventilateurs assurent un brassage d'air intéressant.

Homogénéité temporelle du traitement

Le traitement de l'air par les filtres humides est progressif. Les périodes de démarrage du matériel sont également douces et le traitement a tendance à diminuer les amplitudes de températures. Ce système permet d'avoir une ambiance vraiment constante dans le temps.

Fidélité et qualité des capteurs

Le seul capteur utilisé est un capteur de température car il n'y a pas de régulation sur l'hygrométrie.

Possibilité de régulation

La régulation est simple et se fait par la température sur chaque appareil et les trois systèmes sont indépendants.

Capacité d'évolution

Ces monoblocs sont simples à utiliser et à installer. Si les problèmes de dépoussiérage sont résolus, ils peuvent permettre d'avoir une ambiance saine et rafraîchie dans le bâtiment. Le fonctionnement est assez doux et homogène, mais la capacité de refroidissement est un peu insuffisante avec trois modules pour 850 m². Cette capacité peut être augmentée avec un module supplémentaire.

IV COMPORTEMENT DES SYSTÈMES DE REFROIDISSEMENT PENDANT LES COUPS DE CHALEUR

1. étude des caractéristiques climatiques de l'été 1992

Le coup de chaleur est l'apparition brutale d'une température élevée après une période de température

considérée comme normale. Il se caractérise donc par une différence de température importante par rapport aux périodes précédentes. Dans le sud de la France, on a en même temps, en particulier dans l'arrière-pays, des

hygrométries basses ce qui permet une efficacité optimale des appareils de refroidissement.

Au cours de l'été 1992, les données de la météorologie nationale (site Villevieille) indiquent que les températures moyennes journalières sont restées faibles comparées à d'autres années (graphique 1). Des élévations de températures importantes se sont produites essentiellement les 13, 14 et 15 juillet et dans la période qui a suivi jusqu'au 8 août ; les températures moyennes journalières sont restées élevées autour de 25 °C. Une deuxième période chaude s'est déroulée du 18 au 29/8.

Les températures moyennes maximales ont été atteintes les 27 et 28 juillet. Parallèlement, les moyennes journalières d'hygrométrie sont restées élevées.

2. déroulement des bandes

Pendant cette période, le déroulement des bandes et l'âge des animaux sont indiqués dans le tableau 4. On s'aperçoit que le site "Les Garrigues" a été celui qui a le plus

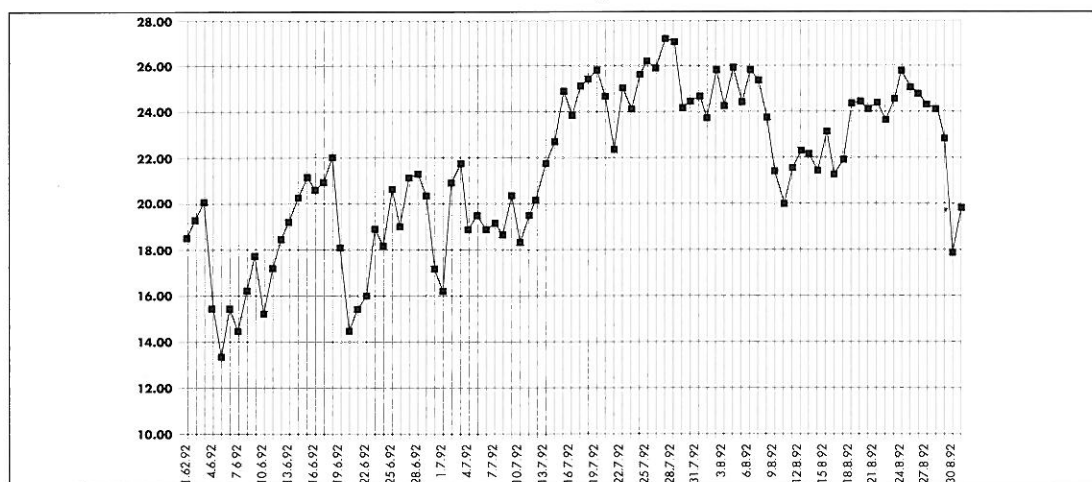
souffert de la chaleur avec l'élévation de température les 13-14 et 15 juillet au moment où les volailles avaient déjà 41 jours d'âge. Sur ce site, on a observé des mortalités par étouffement dans la salle témoin et la salle équipée de Brumatisol.

Malgré le fonctionnement de l'appareil, la disposition centrale de la rampe n'a pas permis de refroidir de façon homogène l'ensemble de l'ambiance et on a observé des mortalités localisées dans les endroits sous-ventilés.

Cette première vague chaude a aussi provoqué des mortalités dans la salle témoin sur le site "Loubatière", entre 36 et 46 jours d'âge, la salle équipée n'enregistrant, quant à elle, pas de mortalités particulières. Dans le site "Laurent"; on observe une petite pointe de mortalité le 27 juillet où la température extérieure monte à 37 °C, signe d'un léger sous-dimensionnement de l'équipement en fonction des buses alors qu'en parallèle, la capacité de ventilation est importante.

Enfin, les deux premiers sites ont été peu touchés par la température, les animaux étant trop jeunes lors de la première et de la seconde vague de chaleur.

Graphique 1
ÉVOLUTION DES TEMPÉRATURES MOYENNES JOURNALIÈRES PENDANT L'ÉTÉ 1992



V CONCLUSION : PROPOSITION DE RÉFÉRENCEMENT PAR RAPPORT AUX COUPS DE CHALEUR

Cette analyse critique a été réalisée sur les équipements que nous avons testés ; d'ores et déjà, de nombreuses modifications vont apparaître sur la gamme des matériels commercialisés en 1993.

Néanmoins, à l'issue de ce test, nous avons proposé aux sociétés d'assurances les conclusions suivantes en termes de référencement par rapport aux coups de chaleur en poulet de chair standard.

BECOT

L'appareil ne peut être référencé en l'état actuel.

BRUMATISOL

Pas de référencement du matériel actuel à l'intérieur des bâtiments (référencement à l'extérieur possible). D'autres essais devront être réalisés pour confirmer l'efficacité du système en bâtiment dynamique.

NEMBO

Référencement possible à l'intérieur des bâtiments à ventilation dynamique.

FOG SYSTEM

Référencement possible à l'intérieur des bâtiments à ventilation dynamique sous réserve d'installation par un professionnel et d'une maintenance annuelle.

MICROLIDE

Référencement possible à l'intérieur du bâtiment à ventilation dynamique sous réserve d'installation par un professionnel.

FILCLAIR

Référencement possible en bâtiments avec ventilation statique ou dynamique. A privilégier en bâtiment neuf. Maintenance régulière à réaliser.

MUNTERS

Référencement possible en bâtiments à ventilation statique ou dynamique. Maintenance régulière à réaliser.

Tableau 4
DÉROULEMENT DES TESTS ET ÂGE DES ANIMAUX

DATE	HAUTOT		PEREZ		LES GARRIGUES				LAURENT	LOUBATIÈRE	
	FIL CL	REMOIN	MUNT	FOG	TEMOIN	SKA	BRUM	BECOT	FOG	MICROL	TEMOIN
1.6.92	17	17	10	10							
2.6.92	18	18	11	11							
3.6.92	19	19	12	12	1	1	1	1			
4.6.92	20	20	13	13	2	2	2	2			
5.6.92	21	21	14	14	3	3	3	3			
6.6.92	22	22	15	15	4	4	4	4			
7.6.92	23	23	16	16	5	5	5	5			
8.6.92	24	24	17	17	6	6	6	6			
9.6.92	25	25	18	18	7	7	7	7			
10.6.92	26	26	19	19	8	8	8	8			
11.6.92	27	27	20	20	9	9	9	9			
12.6.92	28	28	21	21	10	10	10	10			
13.6.92	29	29	22	22	11	11	11	11			
14.6.92	30	30	23	23	12	12	12	12			
15.6.92	31	31	24	24	13	13	13	13			
16.6.92	32	32	25	25	14	14	14	14			
17.6.92	33	33	26	26	15	15	15	15			
18.6.92	34	34	27	27	16	16	16	16			
19.6.92	35	35	28	28	17	17	17	17			
20.6.92	36	36	29	29	18	18	18	18			
21.6.92	37	37	30	30	19	19	19	19			
22.6.92	38	38	31	31	20	20	20	20			
23.6.92	39	39	32	32	21	21	21	21	1		
24.6.92	40	40	33	33	22	22	22	22	2	1	1
25.6.92	41	41	34	34	23	23	23	23	3	2	2
26.6.92	42	42	35	35	24	24	24	24	4	3	3
27.6.92	43	43	36	36	25	25	25	25	5	4	4
28.6.92	44	44	37	37	26	26	26	26	6	5	5
29.6.92	45	45	38	38	27	27	27	27	7	6	6
30.6.92	46	46	39	39	28	28	28	28	8	7	7
1.7.92	47	47	40	40	29	29	29	29	9	8	8
2.7.92	48	48	41	41	30	30	30	30	10	9	9
3.7.92	49	49	42	42	31	31	31	31	11	10	10
4.7.92			43	43	32	32	32	32	12	11	11
5.7.92			44	44	33	33	33	33	13	12	12
6.7.92			45	45	34	34	34	34	14	13	13
7.7.92			46	46	35	35	35	35	15	14	14
8.7.92			47	47	36	36	36	36	16	15	15
9.7.92					37	37	37	37	17	16	16
10.7.92					38	38	38	38	18	17	17
11.7.92					39	39	39	39	19	18	18
12.7.92					40	40	40	40	20	19	19
13.7.92					41	41	41	41	21	20	20
14.7.92					42	42	42	42	22	21	21
15.7.92					43	43	43	43	23	22	22
16.7.92					44	44	44	44	24	23	23
17.7.92					45	45	45	45	25	24	24
18.7.92					46	46	46	46	26	25	25
19.7.92					47	47	47	47	27	26	26
20.7.92					48	48	48	48	28	27	27
21.7.92					49	49	49	49	29	28	28
22.7.92									30	29	29
23.7.92									31	30	30
24.7.92									32	31	31
25.7.92			1	1					33	32	32
26.7.92			2	2					34	33	33
27.7.92			3	3					35	34	34
28.7.92			4	4					36	35	35
29.7.92	1	1	5	5					37	36	36
30.7.92	2	2	6	6					38	37	37
31.7.92	3	3	7	7					39	38	38
1.8.92	4	4	8	8					40	39	39
2.8.92	5	5	9	9					41	40	40
3.8.92	6	6	10	10					42	41	41
4.8.92	7	7	11	11					43	42	42
5.8.92	8	8	12	12					44	43	43
6.8.92	9	9	13	13					45	44	44
7.8.92	10	10	14	14					46	45	45
8.8.92	11	11	15	15					47	46	46
9.8.92	12	12	16	16					48	47	47
10.8.92	13	13	17	17					49	48	48
11.8.92	14	14	18	18						49	49
12.8.92	15	15	19	19							
13.8.92	16	16	20	20							
14.8.92	17	17	21	21							
15.8.92	18	18	22	22							
16.8.92	19	19	23	23							
17.8.92	20	20	24	24							
18.8.92	21	21	25	25							
19.8.92	22	22	26	26							
20.8.92	23	23	27	27							
21.8.92	24	24	28	28							
22.8.92	25	25	29	29							
23.8.92	26	26	30	30							
24.8.92	27	27	31	31							
25.8.92	28	28	32	32							
26.8.92	29	29	33	33							
27.8.92	30	30	34	34							
28.8.92	31	31	35	35							
29.8.92	32	32	36	36							
30.8.92	33	33	37	37							
31.8.92	34	34	38	38							