

Réunion formation GIPAC – Tunisie – 24-25 juin 2009

Maîtrise des conditions d'ambiance en élevage cunicole

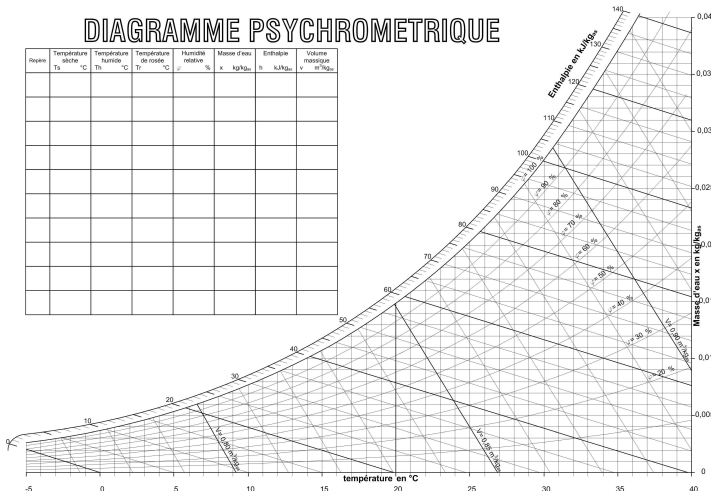
par

François LEBAS

Directeur de Recherches honoraire
Association *Cuniculture* - France



DIAGRAMME PSYCHROMETRIQUE



Conditions d'ambiance recommandées pour l'élevage du lapin = objectifs de la régulation

TEMPÉRATURE

Maternité: 16° à 20°C
Nids: 28° à 30°C
Croissance: 15° à 18°C

Ecart journalier <4°C

HUMIDITÉ

entre 55% et 75%

Stable si possible

VITESSE de l'air dans la cage

0,10 à 0,5 m/s en fonction
de la température

QUALITÉ de l'air

CO₂ : <1000 ppm (0,10%)

NH₃ : < 10 ppm

RENOUVELLEMENT de l'air

De 1 à 8 m³ d'air par kg de
poids vif en fonction de la
température

ÉCLAIRAGE mesuré à l'intérieur des cages

Maternité : 90 lux, 16h/jour (environ 2 w/m² en tube fluo)

Croissance : 50 lux, 6-8 h/jour (soit 1,2 W/m² en tube fluo)
(ou rythme naturel)

Les productions et dégagements de chaleur du lapin interférant avec l'ambiance

Chaleur, Eau et CO₂

Production de chaleur :

Pour assurer ses productions et maintenir sa température corporelle (39°C), le lapin produit de la chaleur par oxydation des aliments consommés ou agit sur ses réserves corporelles. **Une partie doit nécessairement être évacuée**

Evacuation de la chaleur :

Elle se fait par deux voies distinctes

- La **chaleur sensible** mesurée en kcal/heure, émise par toutes les parties du corps, dont une grande partie par les oreilles (variation du débit sanguin sans variation de t°)
- La **chaleur latente** liée à la respiration qui est évacuée sous forme de vapeur d'eau mesurée en g/h (= refroidissement par évaporation) (**Rappel** : le lapin ne «sue» pas faute de glande sudoripares)

Les estimations de production moyenne sont les suivantes

Reproducteur (4 kg)

- Chaleur sensible : 12 Kcal/h
- Chaleur latente : 4g/h

Croissance (1,5 kg)

- 5 Kcal/h
- 3g/h

Les productions et dégagements de chaleur du lapin interférant avec l'ambiance

Chaleur, Eau et CO₂

Respiration :

A chaque inspiration "normale", un lapin adulte de 4kg inspire environ 21 ml d'air (de 19 à 24 ml selon les individus), et le volume pulmonaire résiduel est d'environ 12 à 15 ml. Compte tenu d'un rythme respiratoire moyen de 90 respirations par minute, le volume inspiré puis expiré par un lapin représente environ 1,8 à 2,0 litres d'air par minute ou 110 à 120 litres par heure. Cet air sert à exporter environ **2 litres de CO₂ par heure** et à évaporer les 3 à 4 grammes d'eau déjà mentionnés.

Rôle de la ventilation minimum du bâtiment :

La **ventilation minimum** du bâtiment (1 m³/kg de PV et /heure) sert principalement à **évacuer l'eau émise par le respiration** et par le fait même elle évacue le gaz carbonique produit (CO₂). En effet ce dernier ne représente que 50 ppm de l'air renouvelé alors que le lapin supporte sans gêne respiratoire des teneurs allant de 1000 et 1500 ppm de CO₂ dans l'air qu'il respire.

Echanges thermiques entre un bâtiment d'élevage et l'extérieur

On estime à

- 40 à 60% les échanges par **les toits**
 - 10 à 25% les échanges par **les murs**
 - environ 5% pour les échanges par **le sol**
 - et à 10 à 25% les échanges effectués par **la ventilation**
- } **fonction de la construction**

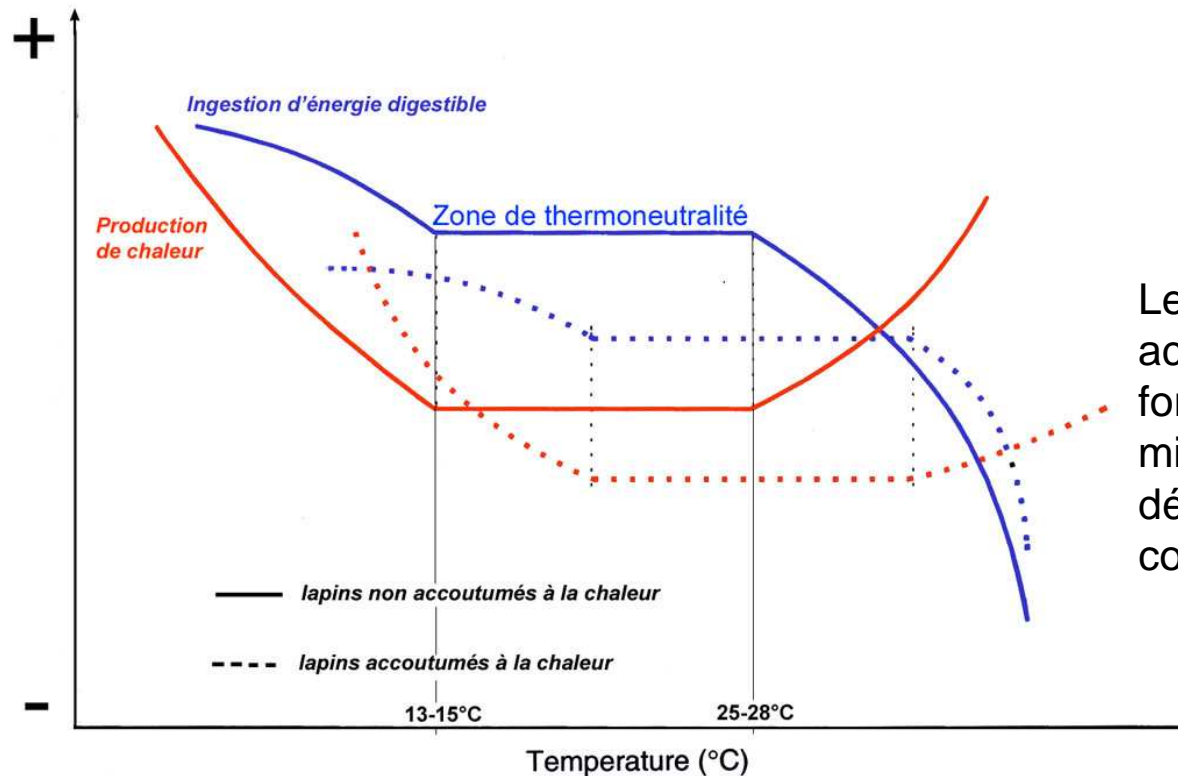
On isole les bâtiments pour freiner la vitesse des échanges thermiques entre l'intérieur et l'extérieur. L'isolation est donc une situation fixée lors de la construction, non susceptible d'adaptation aux variations de milieu.

En hiver, un chauffage peut permettre de compenser les pertes excessives. Ce besoin peut être faible si l'isolation est bonne et si l'écart de température entre l'extérieur et l'intérieur est modeste. Ce chauffage fait intervenir ou non la ventilation pour véhiculer la chaleur fournie.

En été, c'est la ventilation qui va devoir assurer seule l'évacuation des excédents de chaleur (production par les animaux + chaleur extérieure pénétrant dans le bâtiment).

Incidence de la température sur les performances des lapins

Pour le lapin comme pour les autres animaux à sang chaud, on considère qu'il existe une plage de température dite « zone de thermoneutralité » dans laquelle la production de chaleur et la consommation alimentaire sont stables. Dans zone plus basse, la production de chaleur et la consommation augmentent (régulation). Par contre, pour les températures les plus fortes, la consommation baisse mais la production de chaleur augmente à nouveau (non régulation)



Les lapins accoutumés aux fortes chaleurs sont mieux adaptés : il y a décalage des courbes de réponse

Représentation schématique de la production de chaleur et de l'ingestion énergétique en fonction de la température ambiante

Production de chaleur en fonction de la température ambiante (kJoules par kg de poids métabolique)

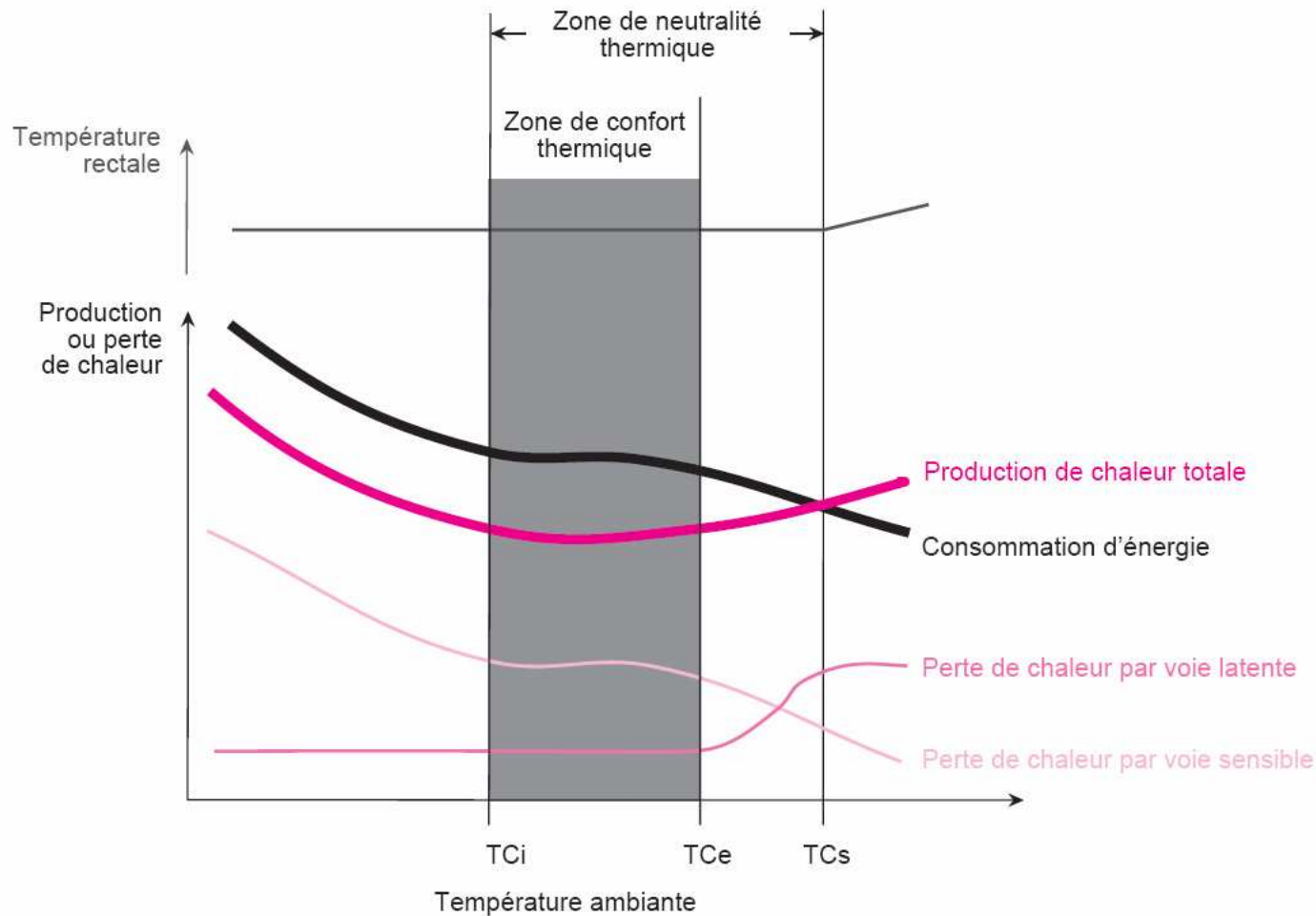
AUTEURS	Temperature °C								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Johnson <i>et al.</i> (1958) ^a			660		630	580	575	570	675
Johnson <i>et al.</i> (1958) ^b					660		620	570	640
Gonzalez <i>et al.</i> (1971) ^c		613	520	428	398	364	352	421	
McEwen and Heath (1973) ^d	352		312		300		273		
Nichelmann <i>et al.</i> (1974a) ^e			570	520	490	425	400	400	485
Scheele <i>et al.</i> (1985) ^f				396			331		
Sanz <i>et al.</i> (1989) ^g					550	520	440	400	
Jin <i>et al.</i> (1990) ^h					488		378		

Source : Cervera et Fernandez-Carmona, 1998

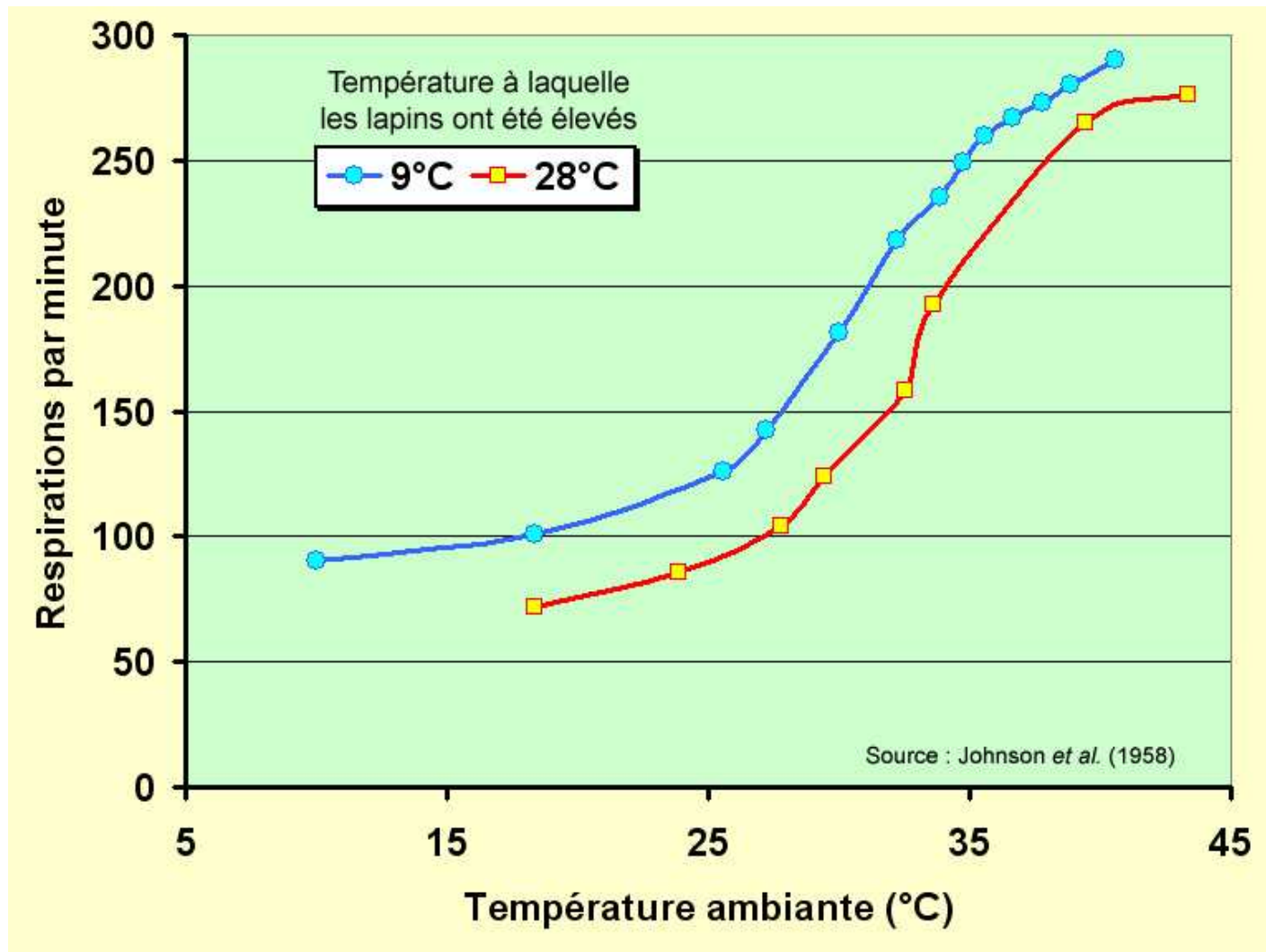
- a/ - lapines de 4kg élevées à 9°C (valeurs estimées d'après les graphiques)
- b/ - lapines de 4 kg élevées à 28°C (valeurs estimées d'après les graphiques)
- c/ - lapins à jeûn de 3 kg environ
- d/ - lapins à jeûn de 3,9 kg
- e/ - lapereaux à jeûn de 42 jours pesant environ 1 kg
- f/ - lapereaux en croissance alimentés
- g/ - lapereaux allaités âgés de 10 jours
- h/ - lapereaux en croissance pesant environ 1,6 kg

Ce graphique est en fait plus conforme à la réalité

— Influence de la température ambiante sur la température rectale, la production de chaleur, la consommation d'énergie et les pertes de chaleur par voie latente ou sensible (TCi, TCe et TCs respectivement pour températures critiques inférieure, d'évaporation et supérieure. Adapté de Holmes et Close (1977).



Incidence de la température sur les performances des lapins



Incidence de la température sur les performances des lapins

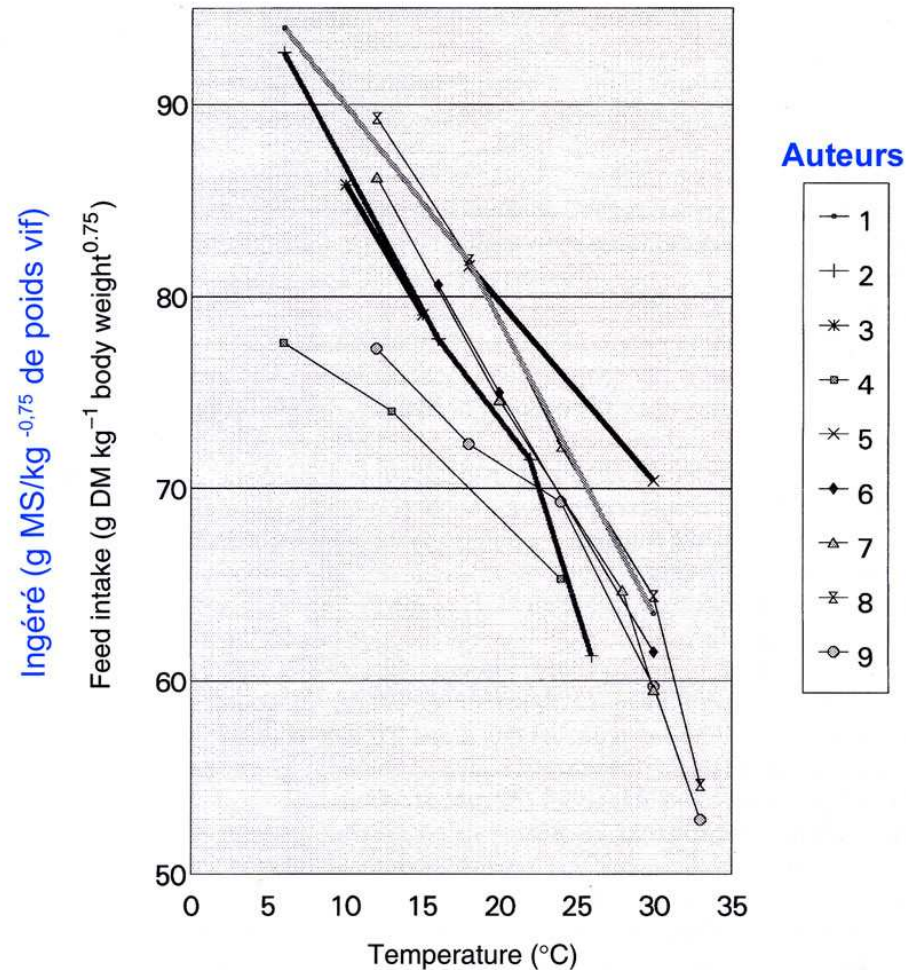
Effet de la température ambiante sur la consommation alimentaire des lapins

Température	10°C	20°C	30°C
<i>Nombre de Repas / jour</i>			
Aliment solide	37,4	32,5	27,0
Liquide	32,1	26,2	19,2
<i>Ingestion (g/j)</i>			
Aliment solide	208	182	118
Liquide	359	339	298

Incidence de la température sur les performances des lapins

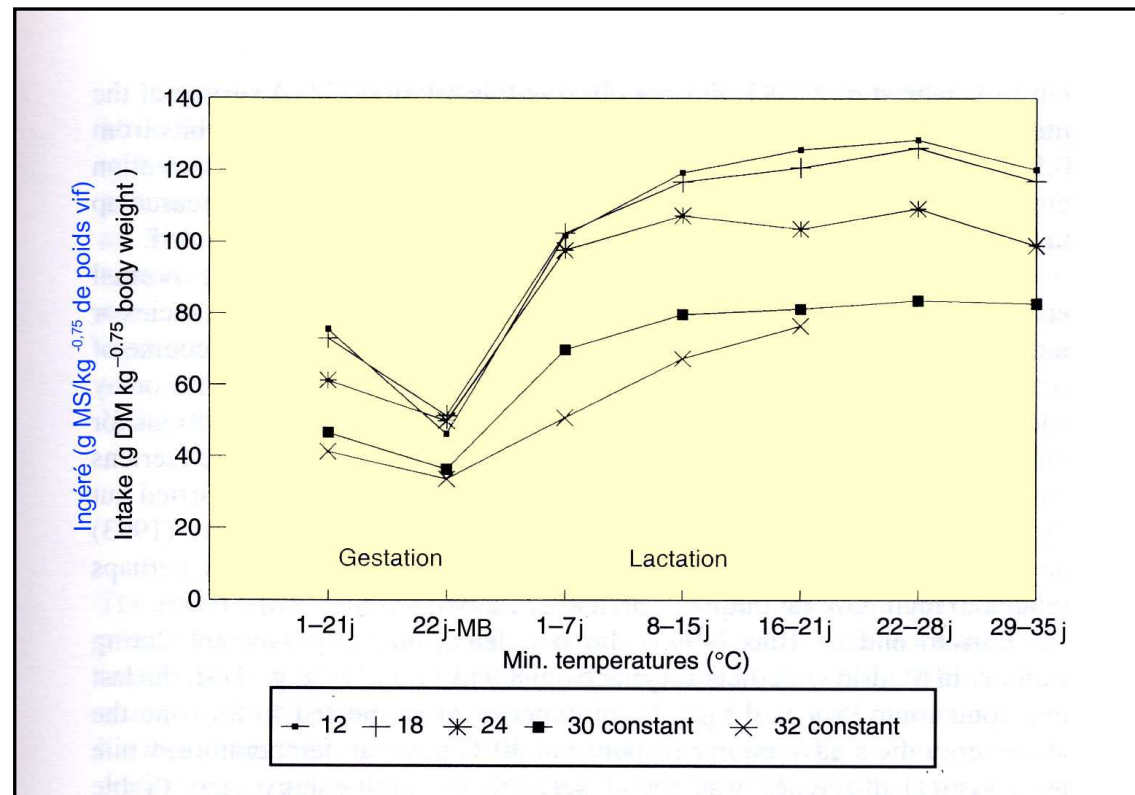
Source : C. Cervera and J. Fernández Carmona

Variation de la consommation moyenne d'aliment de lapins en croissance en fonction de la température ambiante
synthèse de 9 études différentes



Incidence de la température sur les performances des lapins

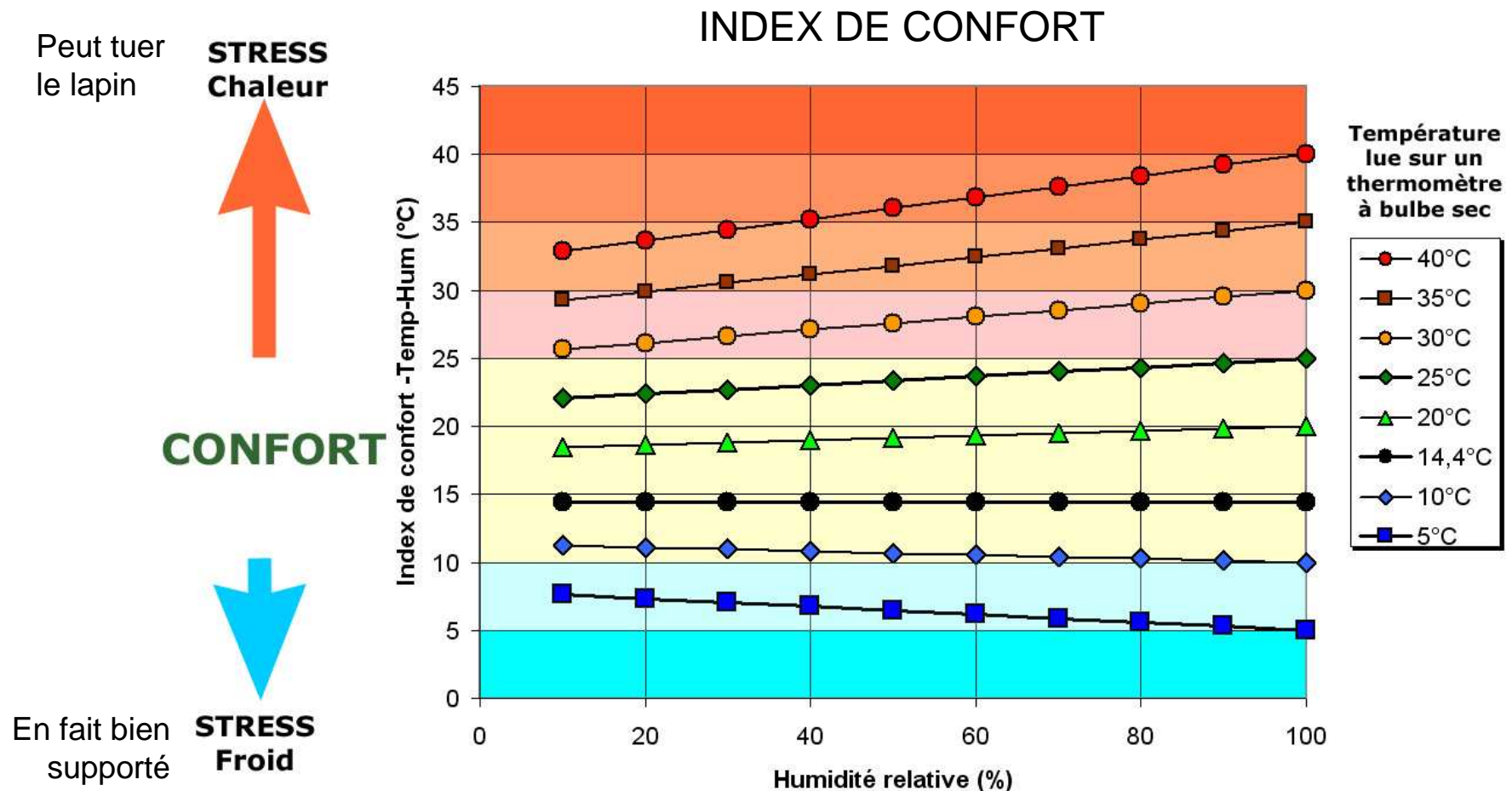
Influence de la température ambiante sur la consommation alimentaires des lapines au cours d'un cycle de reproduction. NB : à 32°C constants, l'essai a été arrêté après 21 jours post-partum en raison du très mauvais état de santé des lapines



Source : Cervera et Fernandez-Carmona, (1998)

Il existe des capacités d'adaptation des lapins aux conditions d'ambiance, surtout au froid. Par contre, les fortes chaleurs mettent les lapins en danger : ne pas dépasser 30°C en continu.

Le stress est lui-même est dépendant de l'humidité relative, c'est-à-dire des possibilités d'évacuation de la chaleur par évaporation (accélération du rythme respiratoire)



Les recommandations pour les paramètres d'ambiance à respecter dans les élevages cynicoles tiennent compte des possibilités de régulation des lapins et des effets ressentis

Effets combinés de la température et de l'hygrométrie ambiantes sur la température réellement perçue (d'après Nilipour A.H., 1996)

		Température Ambiante (°C)								
		21	24	27	29	32	35	38	40	43
Hygrométrie (en %)	0	18	20	23	25	28	30	33	35	37
	10	18	21	24	27	29	32	35	38	40
	20	19	22	25	28	30	34	37	40	44
	30	19	23	25	29	32	35	40	45	50
	40	20	23	26	30	34	38	43	50	58
	50	20	24	27	30	31	42	49	58	65
	60	21	24	28	32	38	45	55	65	-
	70	21	25	29	34	41	51	62	-	-
	80	22	25	31	36	45	59	69	-	-
	90	22	26	31	39	50	65	77	-	-
	100	22	27	33	42	56	74	-	-	-

Quelques recommandations pour l'ambiance du local où doivent vivre les lapins, en fonction de la température intérieure du local

TEMPÉRATURE °C	VITESSE AIR m/s	HYGROMÉTRIE %	RENOUvellement m ³ /kilo/heure
12	0,10	55	1
15	0,15	60	1,8
18	0,20	65	3,5
22	0,30	70	4
25	0,40	75	6
28	0,50	75	8

Aux fortes températures, les vitesses d'air élevées doivent permettre aux lapins d'évacuer la chaleur, mais sans courant d'air. Les renouvellements plus importants ont pour fonction d'évacuer l'eau.

Source : Lebas, 2009

VENTILATION

Il existe des ouvrages entiers sur les différents modes de ventilation des bâtiments d'élevage. Le cas du lapin n'est pas fondamentalement différents de celui des autres animaux, à ceci près qu'il vit au dessus du sol (70-80cm) dans une cage grillagée laissant passer l'air dans toutes les directions, mais avec obstacles (remous), et qu'il supporte mal les vitesses d'air élevées.

Le système de ventilation le plus fréquent est la ventilation mécanique par dépression. C'est le plus facile à maîtriser. Les bâtiments ouverts en ventilation naturelle (semi-plein air) sont aussi utilisés dans des pays chauds comme l'Espagne, mais dans des régions où il n'y a pas de vents chauds



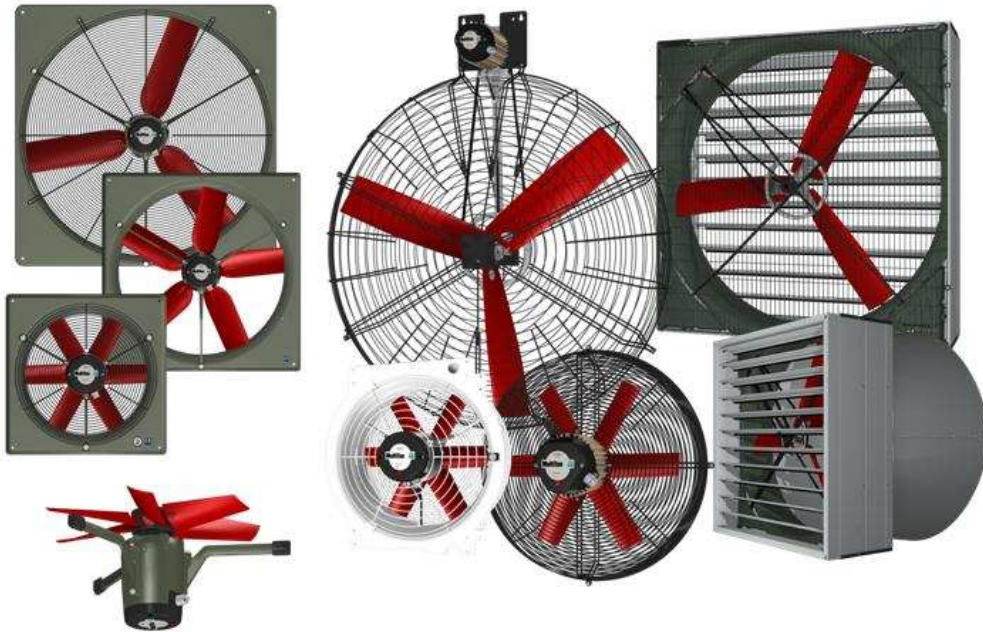
Bâtiment semi ouvert (Espagne)



Bâtiment fermé=> contrôle de la ventilation

VENTILATION

Il y a de nombreux modèles de ventilateurs sur le marché permettant d'assurer l'extraction de l'air dans de bonnes conditions



La mise en place de ventilateurs de brassage d'air permet d'accroître la vitesse de l'air sur les animaux (évacuation de la chaleur facilitée) sans avoir besoin d'augmenter le taux de renouvellement de l'air dans le bâtiment



Les gros extracteurs type horticole doivent être proscrits (tailles et débits inadaptés)



VENTILATION



Le fonctionnement des ventilateurs est effectué en fonction de la température souhaitée dans le local d'élevage. Un thermostat simple type tout ou rien est insuffisant pour assurer une régulation de qualité



L'usage de systèmes de régulation intégrant plusieurs paramètres et commandant des ventilateurs à débit progressif permet seul d'avoir une ventilation bien adaptée aux lapins

VENTILATION

Pour une ventilation par dépression de qualité il vaut mieux avoir plusieurs ventilateurs de débit moyen qu'un seul ventilateur hyper-puissant : meilleures possibilités de régulation, moindre risque de panne totale de ventilation.

Exemple de répartition des ventilateurs

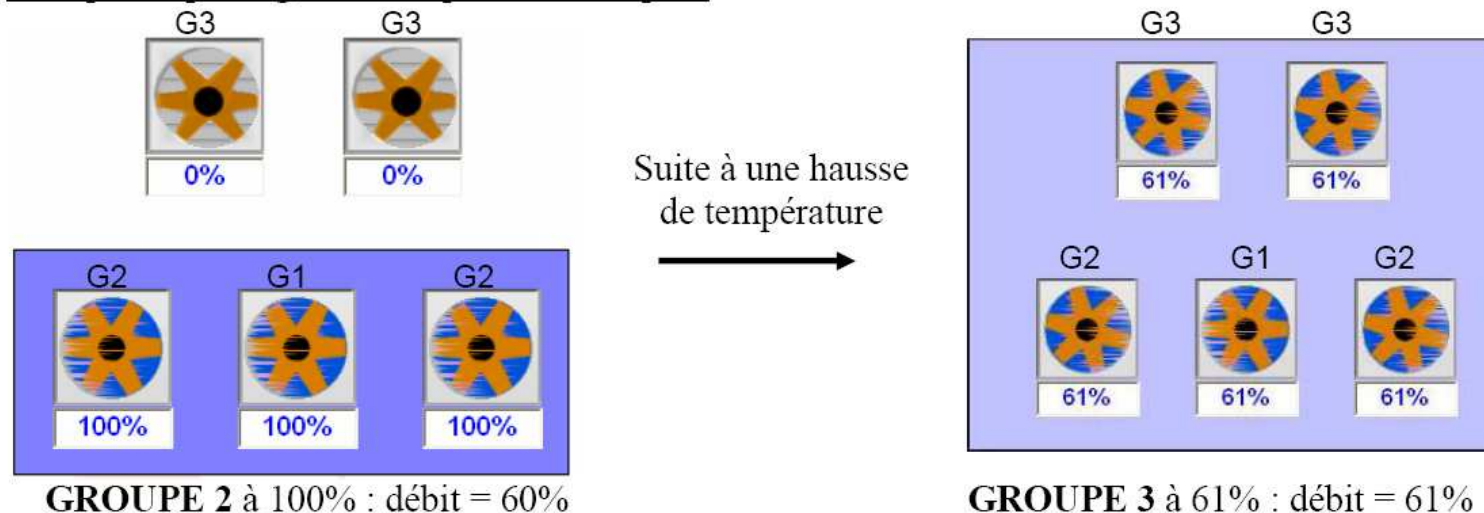
répartition des ventilateurs en 3 groupes

- Groupe 1 : ventilation pour atteindre le débit minimum
- Groupe 2 : ventilation nominale
- Groupe 3 : ventilation de surchauffe

Lorsque l'on passe d'un groupe à l'autre, les ventilateurs des 2 groupes se mettent tous au même régime. Cela permet une évolution totalement progressive du débit et d'éviter les à-coups.

Les ventilateurs à variation progressive de débit doivent être préférés
... si ils sont fiables

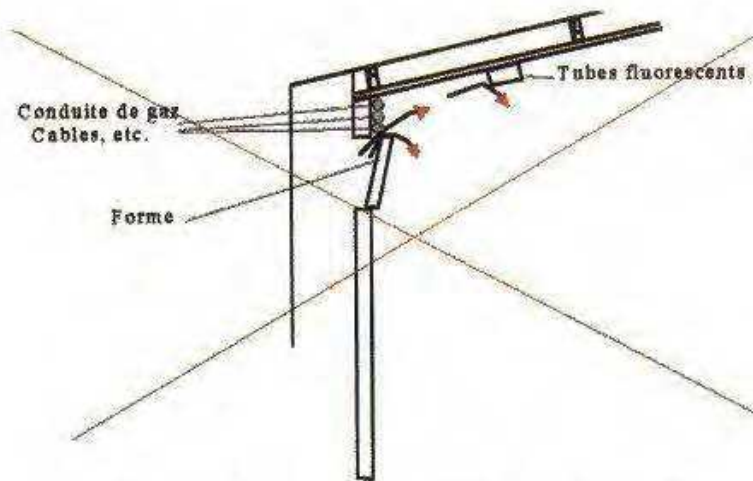
Exemple de passage du Groupe 2 au Groupe 3 :



VENTILATION

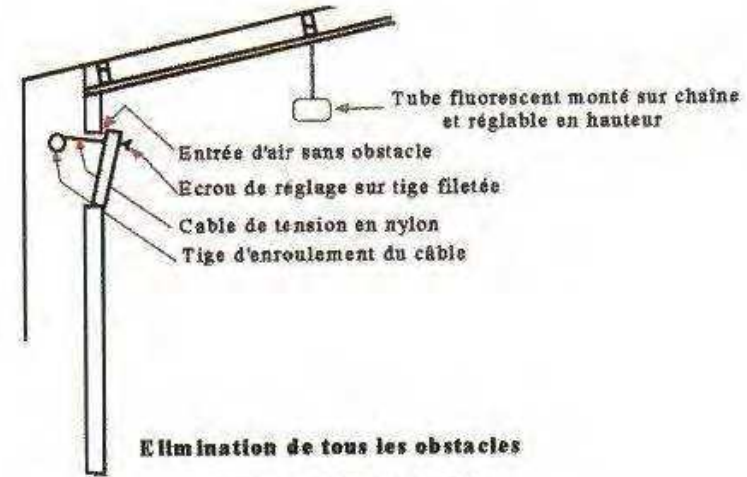
Les entrées d'air (à l'opposé des sorties pour permettre un bon balayage des cellules d'élevage) doivent être conçues pour éviter les entrées d'air directes sur les animaux

Admission d'air à proscrire et à rechercher



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

A PROSCRIRE



Elimination de tous les obstacles

A RECHERCHER

Les entrées d'air doivent être réglables

VENTILATION

Surface des entrées d'air

La surface des entrées d'air ouvertes à leur maximum dans les élevages sont déterminées en France par la formule mathématique simple suivante :

Surface en m² = débit (en m³/h) / 3600 x Vitesse dans les entrées (en m/sec)

Exemple

Une cellule de 810 m³ (30 x 9 x 3m) avec 10 renouvellement horaires en pleine chaleur, soit 8100 m³ par heure

Vitesse souhaitée dans les entrées : 1 m/s (optimum pour les pad cooling)




Surface entrées = 8100 / (3600 x 1) = 2,25 m² minimum

Compte tenu des pertes de charge il est prudent d'appliquer un coefficient de sécurité de +50% , ce qui conduit à une surface totale de entrées d'air de 2,25 x 1,5 = 3,4 m² au moins

Gaz nocifs

Une autre fonction de la ventilation est d'évacuer les gaz nocifs. Nous avons vu que cela se fait sans problème pour les CO_2 émis par les animaux. Il n'en est pas nécessairement de même pour les gaz tel que l'ammoniac (NH_3) ou l'hydrogène sulfuré (SH_2).

Incidence de la charge en ammoniac de l'air respiré par les lapins, sur leur rythme respiratoire et certains paramètres sanguins, selon Mayan et Merilan (1972). NB : les mesures ont été faites après 3 heures d'inhalation de l'air chargé en ammoniac. Les résultats sont similaires pour des taux de 50 ou de 100 ppm de NH_3

	Témoin 5 ppm NH_3	50 ou 100 ppm NH_3	Effet statistique
Nombre de respirations / minute	100	72	
Azote uréique dans le sang (mg/100 ml)	19,4	24,6	
CO_2 sanguin (meq / litre de plasma)	14,3	18,9	
pH sanguin	7,34	7,36	=

NH_3 et SH_2 étant produit pas la fermentation des déjections et des litières, la régulation de leur taux dans l'air ambiant de la cellule passe tout autant par le contrôle des litières (nettoyage, traitement, ...) que par la ventilation.

CHAUFFAGE

En Tunisie, un chauffage des cellules utilisées en maternité est souhaitable pour la période hivernale. Sa régulation doit être couplée avec la ventilation

Méthode simplifiée pour le calcul de la puissance de chauffe à installer

Exemple:

Une cellule d'élevage de 30 mètres de long, 9m de large et 3m de hauteur moyenne, soit $30 \times 9 \times 3 = 810 \text{ m}^3$

Puissance nécessaire = Volume x EC x k

Volume = 810 m^3 , dans notre exemple

EC = écart entre t° souhaitée et t° mini extérieure: ex. $+16^\circ\text{C}$, $-4^\circ\text{C} = 20^\circ$

K = qualité d'isolation : 2 bonne, 3 mauvaise (2,5 pour l'exemple)

$810 \times 20 \times 2,5 \Rightarrow 40\ 000 \text{ Kcal/heure}$, soit un ou plusieurs générateurs équivalents en fonction du système retenu

De leur côté, si les lapins en croissance profitent effectivement d'un chauffage en hiver, ils peuvent supporter sans inconvénient technique des températures de l'ordre de $+5^\circ\text{C}$ – *Attention toutefois au réglage de la ventilation à basse t°*

CHAUFFAGE

Les différentes méthodes de chauffage possible



- **RADIANT** électrique OU à gaz
Depuis plus de 30 ans
l'appareil de chauffage le plus
vendu au monde pour les
bâtiments d'élevage



- **GENERATEURS**



- **REGULATEURS**



CHAUFFAGE

Dans les élevages de petite taille, un équipement rustique de chauffage est préférable à « pas de chauffage du tout »



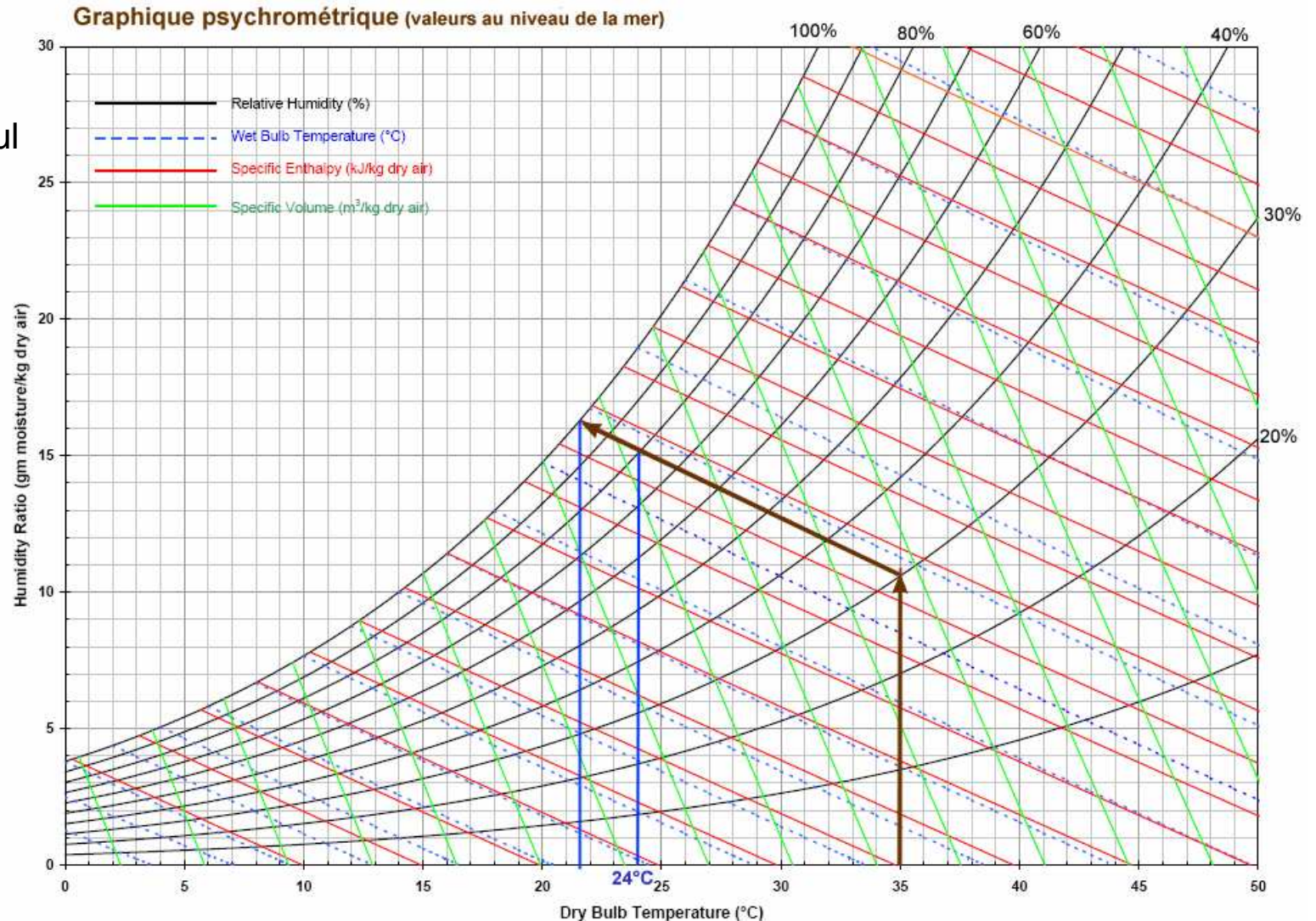
Chauffage au bois dans un petit élevage algérien situé à 600 m d'altitude

RÉFRIGÉRATION

La température de l'air du local d'élevage peut être réduite par évaporation d'eau : la chaleur nécessaire à cette évaporation est prise sur l'air qui donc se refroidit.

Exemple pour calcul de l'efficacité d'un pad cooling

L'air entre à 35°C et 30% de HR et ressort à 24°C et 80% HR compte tenu d'une efficacité de 70-75 %



RÉFRIGÉRATION

Cette réfrigération par évaporation d'eau peut être recherchée par

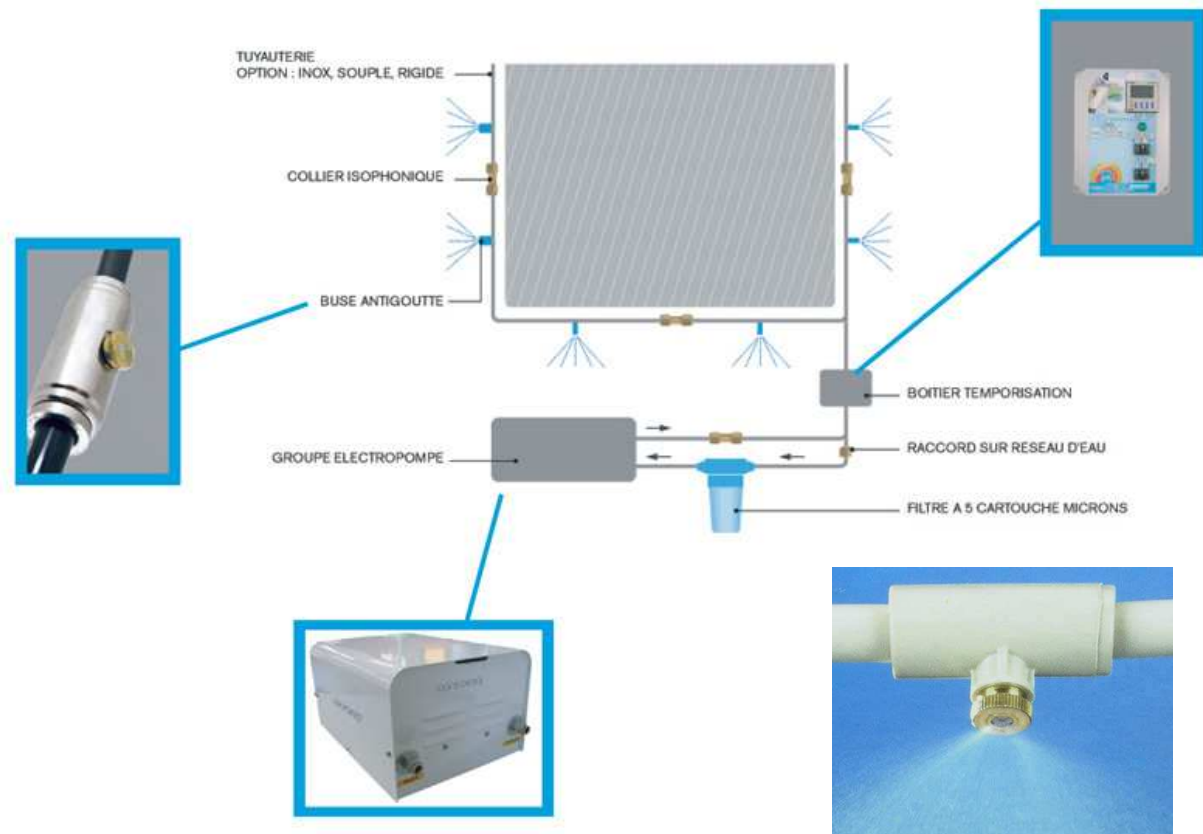
- ❑ aspersion d'eau dans les entrées d'air => peu efficace
- ❑ pulvérisation intérieure à moyenne pression (20-60 bars) couplée avec des brasseurs d'air => efficacité moyenne mais faible coût
- ❑ brumisation à haute pression (plus de 70 bars) => efficace mais d'un usage délicat (sensible à la qualité de l'eau). Peu employé en élevage cynicoles
- ❑ panneaux évaporateurs dits **pad cooling** (très faible pression, simple arrosage des panneaux évaporateurs) peu sensible à la qualité de l'eau, mais affecté par les entrées d'air parasites (dessous de porte, ...) => efficace et largement employé en élevage cynicole

RÉFRIGÉRATION



Pulvérisation d'eau devant un brasseur d'air

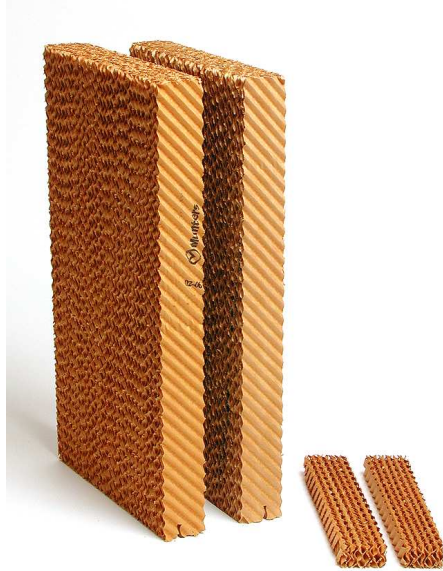
Schéma d'une installation de brumisation



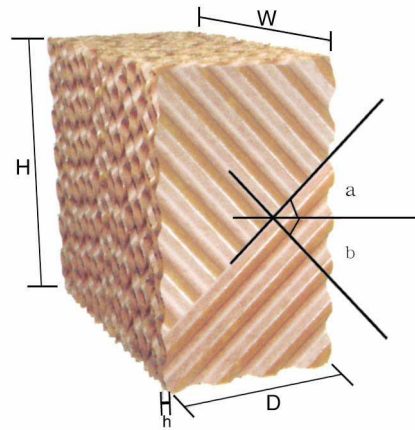
RÉFRIGÉRATION



Exemples de pad cooling



Certains ont des ondulations inclinées à 45° => pas de face particulière



D'autres alternent des ondulations à 15° et d'autres à 60° . L'air doit passer de l'extérieur vers l'intérieur par les ondes à faible inclinaison

=> Attention à ne pas se tromper de sens

RÉFRIGÉRATION

Exemple d'efficacité annoncée par un fournisseur (matériel neuf !)



Caractéristiques de sortie d'air en fonction de l'air entrant

Air entrant	Air sortant
20°C 60% HR	16°C 90% HR
23°C 30% HR	15°C 80% HR
23°C 50% HR	18°C 85% HR
23°C 60% HR	19°C 90% HR
25°C 50% HR	19°C 88% HR
27°C 40% HR	19°C 88% HR
30°C 30% HR	20°C 85% HR
30°C 40% HR	22°C 87% HR
32°C 40% HR	23°C 86% HR
35°C 35% HR	24°C 85% HR

En **chauffage** comme en **réfrigération**, un conditionnement de l'air avant son entrée dans la cellule d'élevage est souhaitable.

Ce prétraitement est assuré par un salle conditionnement de l'air située en amont de la cellule par rapport à la ventilation (entrées d'air).

Ce type de salle de conditionnement de l'air doit être largement ouvert sur la ou les cellules d'élevage, mais avec des volets réglables pour les périodes de faible ventilation. L'usage de filet brise vent dans ces ouvertures permet d'éviter les vitesses d'air trop importantes sur les animaux.



Exemple de volets réglable pour les grandes ouvertures

Merci pour votre attention

La discussion est ouverte

