

L'hygrométrie ou humidité relative de l'air (H.R.).

L'hygrométrie, ou humidité relative de l'air (H.R.) se définit comme étant la mesure de l'humidité de l'air qui correspond au rapport entre le poids de la vapeur d'eau contenu dans l'air et le poids de vapeur d'eau maximum que cet air pourrait contenir à la même température.

L'humidité de l'air est une donnée importante qui influe sur la zone de neutralité thermique donc intervient sur le confort des animaux. Dans des conditions de neutralité thermique ou chaudes, la température effectivement vécue par les animaux augmente lorsque l'humidité relative est

élevée (tableau 9). A l'inverse pour des températures faibles (inférieures à la température critique inférieure), la température effectivement vécue par les animaux diminue lorsque l'humidité relative est forte.

Tableau 9 - 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	-	-	-

I. Le binôme "température hygrométrie"

Comme indiqué dans le tableau 10, en atmosphère sèche et chaude, les pertes par convection tendent à diminuer. L'exportation de chaleur peut être obtenue

grâce à une évaporation accrue d'eau au niveau des poumons (le rythme respiratoire s'accélère).

Tableau 10 - Influence de la température et de l'humidité sur la thermorégulation des volailles

	Atmosphère froide	Atmosphère chaude
Atmosphère humide	Dans ces conditions, les animaux ont des difficultés à maintenir leur température corporelle dans la zone d'homéothermie Les pertes par convection sont élevées (plumage humide non isolant). Les pertes par conduction sont fortes (les litières sont humides → pattes froides). Les pertes par rayonnement sont élevées (les parois sont froides). La température critique inférieure (TCI) s'élève.	Les pertes par évaporation sont faibles (l'air est déjà chargé en eau). Les pertes par convection sont faibles car il existe peu de différentiel de température entre la peau de l'animal et l'air. La température critique supérieure (TCS) s'abaisse.
Atmosphère sèche	Les pertes par rayonnement et par convection sont moyennes à faibles (les plumages isolent bien). Les pertes par conduction sont élevées (par l'intermédiaire des pattes).	Les pertes par rayonnement et par convection sont faibles (les plumages isolent bien et il existe peu de différentiel de température entre la peau de l'animal et l'air ambiant). Les pertes de chaleur par évaporation sont fortes (augmentation du rythme respiratoire).

Dans le cas d'une atmosphère sèche et froide, les transferts par convection seront minimisés grâce à une isolation plus efficace du plumage, ce dernier étant plus sec.

Dans le cas d'une ambiance humide, froide ou chaude, les animaux éprouveront les plus grandes difficultés à maintenir stable leur température corporelle. Dans le premier cas, les

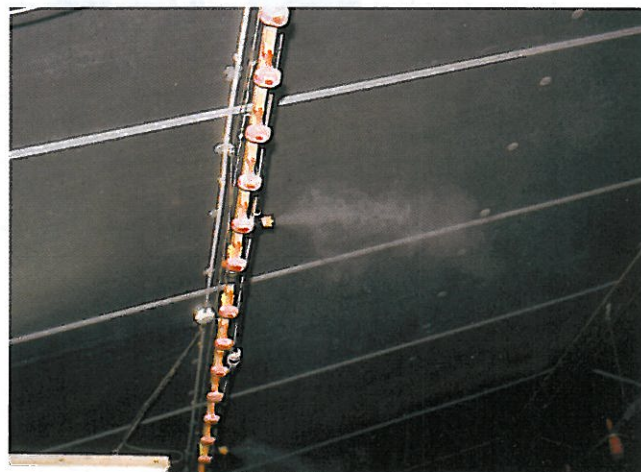
pertes de chaleur par convection, voire conduction seront élevées, le plumage et les pattes humides sont plus conducteurs, le niveau de la température critique inférieure s'élève. Dans le second cas, les échanges par convection et évaporation pulmonaire seront réduits au minimum, la température critique supérieure s'abaisse. Dans tous les cas, les animaux rencontre-

ront des problèmes au niveau de leur thermorégulation.

L'humidité de l'air conditionne, de plus, l'état des litières, la densité et la nature des poussières en suspension à l'intérieur du bâtiment (figure 10). Du niveau d'hygrométrie dépend également la durée de survie de la charge microbienne et, dans certains cas, l'usure du bâtiment et du matériel.

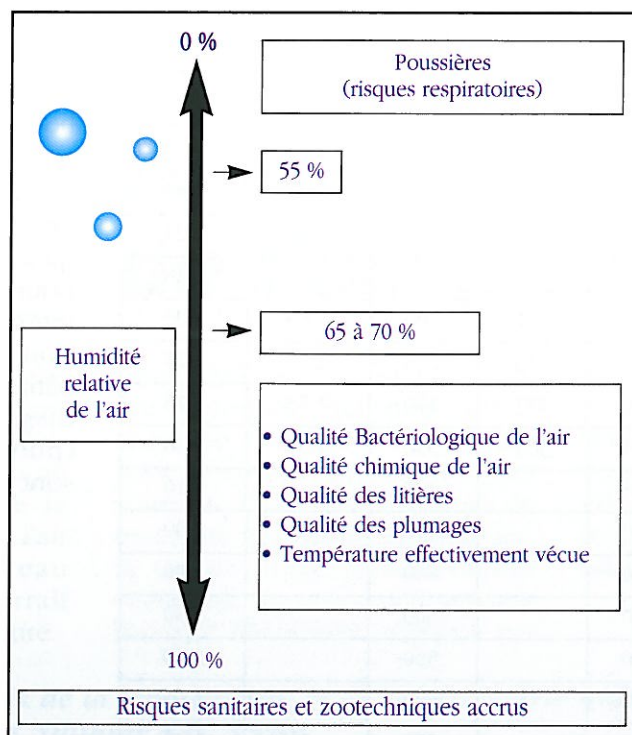


Exemple de climat chaud et humide (Ile de la Réunion).



En climat chaud et sec, la brumisation est un moyen efficace pour refroidir l'ambiance.

Figure 10 - Incidence du niveau d'hygrométrie sur l'environnement des volailles



II. Ventiler sur l'eau

Lorsqu'il n'y pas de gaspillage d'eau en provenance des abreuvoirs, de condensation, de remontées d'humidité par le sol, d'infiltrations d'origines diverses, il est possible d'évaluer la quantité d'eau à évacuer d'un bâtiment entre 3 et 5 grammes par kg de poids vif et par heure, afin de limiter le taux hygrométrique à une valeur inférieure à 70 %

Cette quantité produite est plus élevée durant les premières semaines de la vie des animaux,

période durant laquelle les quantités d'eau ingérées par rapport au poids corporel sont très élevées.

La température, à laquelle vont être soumises les volailles, est aussi l'un des facteurs de variation de cette quantité d'eau. Plus la température est élevée et plus les pertes de chaleur par évaporation pulmonaires sont fortes, la quantité de vapeur d'eau produite par les animaux est donc plus importante.

Il existe aussi des écarts entre espèces, aux mêmes âges, par exemple entre poulets et dindon-

neaux de chair (tableau 11).

Il est toutefois nécessaire de tenir compte, durant cette période de démarrage, de la capacité de l'air ambiant et de la litière à retenir une partie de cette eau excrétée.

Environ 50 à 60 % de cette eau provient de la respiration des sujets ; il est possible de l'éliminer par le renouvellement de l'air. Par contre, l'élimination de l'eau contenue dans les déjections (75 à 80 % d'humidité), indispensable pour maîtriser l'état des litières, nécessite une évaporation préalable qui coûte cher en énergie (680 watts par litre d'eau).



L'utilisation de matériel adapté diminue le gaspillage.



Un bon réglage des abreuvoirs permet de limiter le gaspillage d'eau.

Tableau 11 - Rapport entre les consommations d'eau et d'aliment chez le poulet et le dindon.

Période d'élevage	Consommation moyenne d'aliment par jour (g)		Consommation moyenne d'eau par jour (g)		Rapport consommation d'eau / consommation d'aliment	
	Poulets	Dindons	Poulets	Dindons	Poulets	Dindons
1ère semaine	23	25	35	50	1.52	2.00
2ème semaine	45	40	67	90	1.48	2.25
3ème semaine	73	55	116	130	1.59	2.36
4ème semaine	105	80	171	160	1.63	2.00
5ème semaine	137	100	233	225	1.70	2.25
6ème semaine	160	130	277	280	1.73	2.15
7ème semaine	173	155	303	320	1.75	2.06
8ème semaine		185		390		2.10
9ème semaine		200		400		2.00
10ème semaine		230		440		1.90
11ème semaine		260		500		1.90
12ème semaine		280		560		2.00
13ème semaine		290		570		1.96
14ème semaine		310		570		1.84
15ème semaine		320		600		1.87
16ème semaine		330		650		1.87

Au cours des trois premières semaines, la ventilation doit être réglée pour exporter cette eau hors du bâtiment.

Nous avons vu que l'évaporation de l'eau de la litière est coûteuse en énergie, cette caractéristique qu'a l'eau d'absorber de l'énergie pour se vaporiser est cependant intéressante en période chaude pour refroidir l'ambiance d'un bâtiment. Les systèmes de refroidissement par injection d'eau (pulvérisation ou pad cooling) sont basés sur ce principe.

III. Le diagramme de l'air humide

Les quantités d'eau contenues dans l'air varient dans des proportions relativement importantes (tableau 12) puisque un air à 50 % d'humidité relative contient 23 grammes d'eau par m³ à 35°C, il n'en contient que 6,3 grammes à 15 °C.

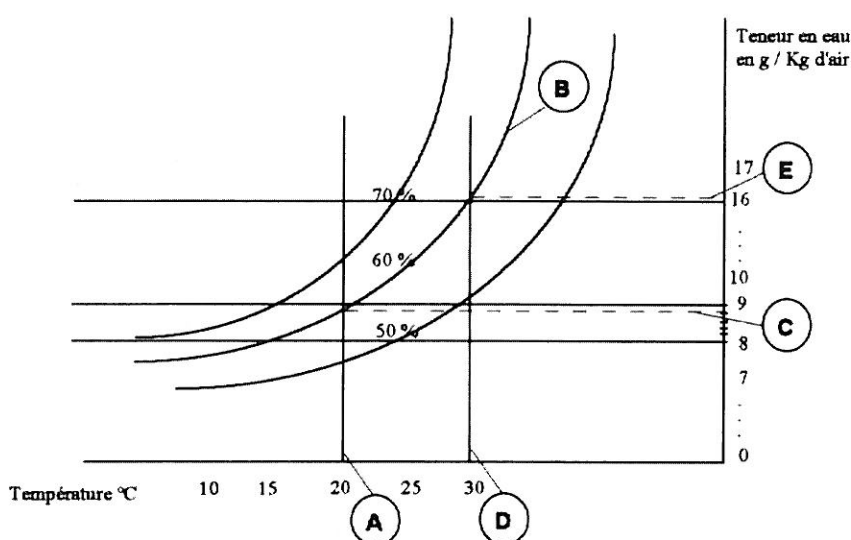
Tableau 12 - Poids d'eau (g) contenu dans 1 m³ d'air sec en fonction de la température et de l'hygrométrie.

		Humidité relative (R.H. %)									
		100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Température en °C	+45						35.0	29.0	21.5	14.5	7.5
	+40					33.0	27.5	23.0	16.7	11.0	5.5
	+35				30.5	26.5	23.0	18.0	13.0	8.5	4.5
	+30	33.0	29.0	26.0	23.0	19.4	16.5	13.0	10.0	6.4	3.6
	+25	24.0	21.5	19.3	17.0	14.5	12.0	9.6	7.3	4.8	2.5
	+20	18.0	16.0	14.5	12.0	10.5	9.0	7.2	5.5	3.5	1.8
	+15	12.8	11.4	10.2	9.0	7.5	6.3	5.1	3.8	2.5	1.2
	+10	9.0	8.0	7.1	6.2	5.4	4.8	3.8	2.5	1.9	1.0
	+5	6.5	6.0	5.1	4.6	4.0	3.0	2.4	2.0	1.3	0.6
	0	4.4	4.0	3.9	3.4	3.0	2.5	2.0	1.4	1.0	0.4
	-5	3.0	2.7	2.4	2.3	2.2	1.8	1.2	0.8	0.5	
	-10	2.1	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2	1.0	0.5	0.3	

Le diagramme de l'air humide nous permet d'appréhender les quantités d'eau dans une ambiance. Il est possible de connaître, entre autres choses, à partir de la température et de l'humidité rela-

tive de l'air, la quantité d'eau (humidité absolue) contenue dans ce dernier, la quantité d'eau qu'il faut y injecter pour en abaisser la température jusqu'à la valeur désirée (avec certaines limites).

Figure 11 - détermination de la quantité d'eau contenue dans l'air



Exemples d'utilisation simple du diagramme psychrométrique

Exemple 1 (figure 11) : Si l'on prend un air à une température de 20 °C et à une hygrométrie relative de 60 % (Prendre la jonction entre la ligne de température A et la ligne d'Hygrométrie B, la projeter à l'horizontale ligne C) nous avons un air qui contient un peu moins de 9 g d'eau par kg (environ 8,8 g).

Exemple 2 (figure 11) : Si l'on prend un air à une température de 30 °C et à une hygrométrie relative de 60 % (Prendre la jonction entre la ligne de température D et la ligne d'Hygrométrie B, la projeter à l'horizontale ligne E) nous avons un air qui contient un peu plus de 16 g d'eau par kg (environ 16,2 g).

Exemple 3 (figure 12) : Pour amener un air de 30°C avec un taux d'hygrométrie de 40 % à 25°C, quelle quantité d'eau doit-on lui injecter ?

Nous prenons tout d'abord la ligne de température initiale 30°C (G) et la ligne d'hygrométrie 40% (L). A l'intersection de ces deux lignes, nous traçons une ligne parallèle (H) à la plus proche ligne d'enthalpie existante (I). Nous la traçons jusqu'à ce qu'elle coupe la ligne de température objectif 25°C (F). Nous n'avons plus qu'à réaliser la différence des teneurs en eau de l'air : à 30°C, notre air contenait un peu moins de 11 g (10,8 g) d'eau/kg d'air (projection de la ligne J sur l'axe), à 25°C il en contiendra un peu moins de 13 g (12,8 g) soit une différence de 2 grammes d'eau par kg d'air. L'évaporation de ces deux grammes d'eau dans l'air permettra de faire chuter la température à 25°C. Nous obtiendrons alors un air à environ 65% d'hygrométrie (intersection entre la ligne de projection (H) et la ligne de température objectif 25°C (F)).

Figure 12 - Détermination de la quantité d'eau à injecter pour rafraichir

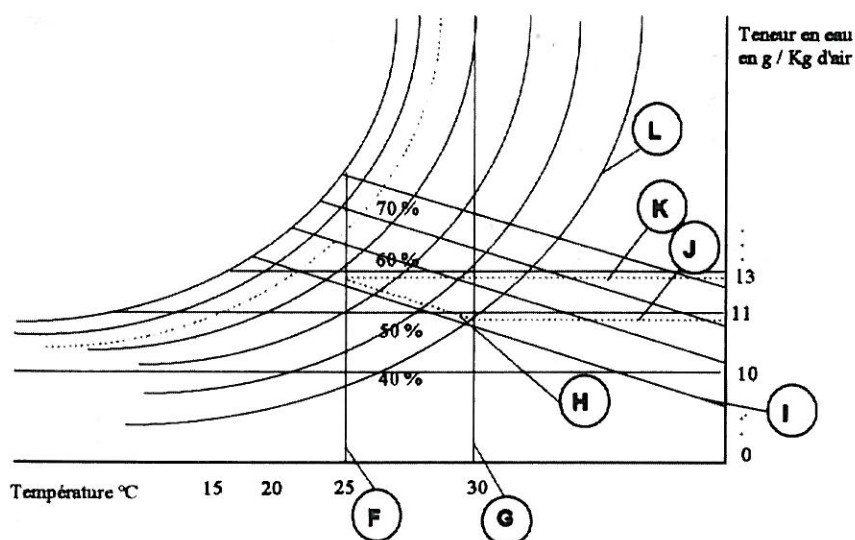
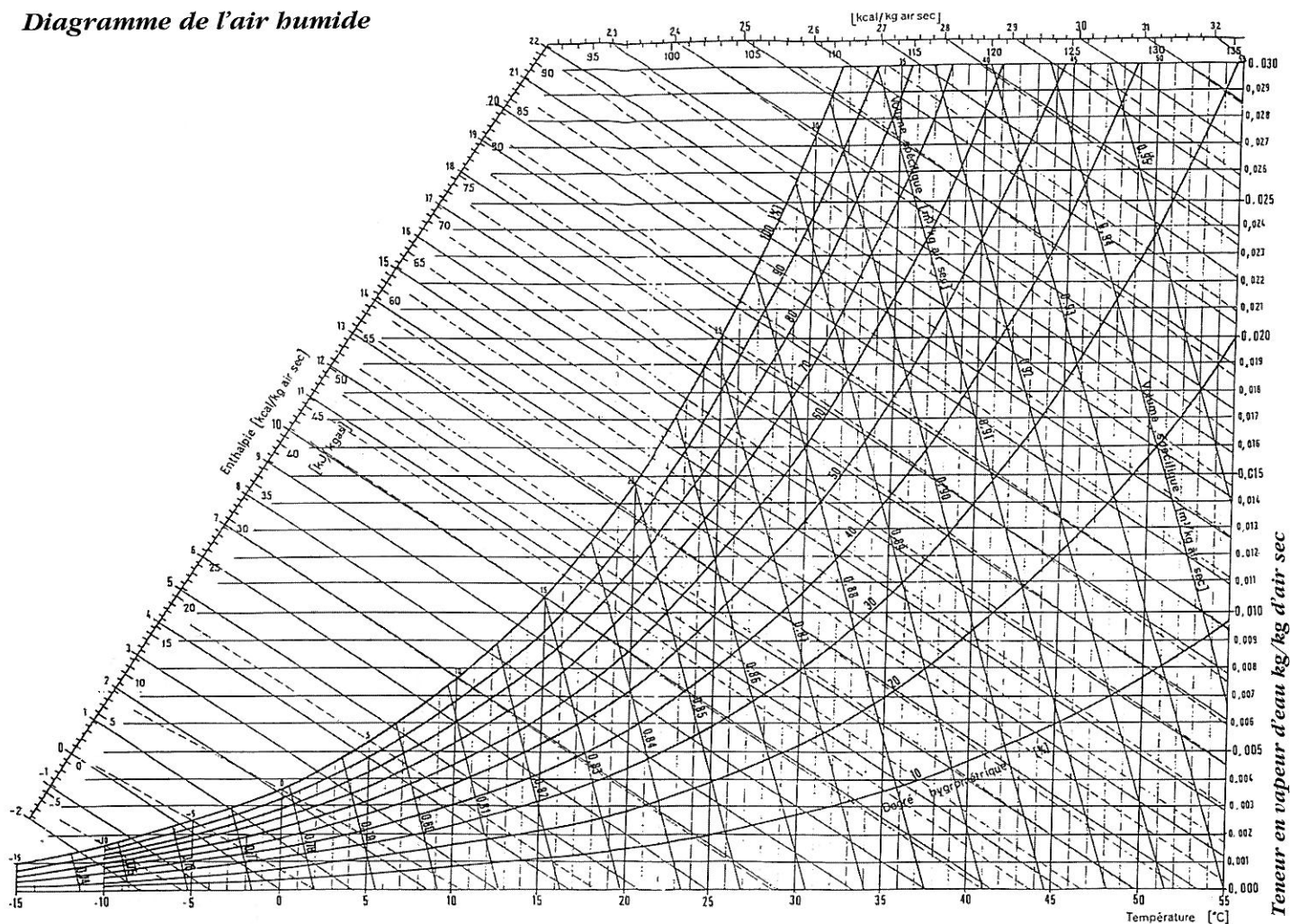


Diagramme de l'air humide



SYSTÈMES INTERNATIONAUX DE VENTILATION



pour l'agriculture et l'industrie

Multifan



A. Vostermans B.V. - Multifan Venlo, Holland
 Tel. +77 389 32 32, Fax +77-382 08 93
Multifan Inc. Bloomington Ill., USA
 Tel. (309) 662-2607, Fax (309) 663-1491
Multifan S.A.R.L. Evreux, France
 Tel. +02 32-38 11 00, Fax +02 32-33 37 12

