

ÉTUDE SUR LES FLUCTUATIONS DE TEMPÉRATURE RELEVÉES DANS 25 COMPARTIMENTS DE MATERNITÉ ET DE POST-SEVRAGE

B. NICKS, P. DEBLIQUY, B. CANART, S. BUZITU, A. DEWAELE

*Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège
45, rue des Vétérinaires, 1070 Bruxelles, Belgique.*

La température a été mesurée pendant 7 jours, à raison d'un relevé toutes les 20 minutes, à l'intérieur de 20 compartiments de maternité et 5 de post-sevrage. Le taux moyen d'occupation des maternités était de 70 % et le volume d'air du local par niché présente (1 truie et 8 porcelets) de 25 m³. En post-sevrage, le taux d'occupation moyen fut de 84 % et le volume d'air par porcelet de 1,3 m³. Quatre systèmes de chauffage d'ambiance ont été répertoriés: par radiateurs, par le sol, par aérothermes et par radiants. La ventilation était artificielle dans 88 % des locaux et naturelle dans les autres.

Les températures moyennes à l'intérieur des compartiments et à l'extérieur ont été respectivement de 22 ± 2 et $10 \pm 6^\circ\text{C}$. La température moyenne journalière a pu être estimée précisément par le seul relevé des minima et maxima journaliers. Les résultats ont montré que l'étude des fluctuations intérieures ne nécessite pas plus d'un relevé toutes les heures.

L'écart moyen entre les maximum et minimum journaliers a été de $3 \pm 3^\circ\text{C}$, variant de 1 à 11°C selon les locaux. Les écarts les plus importants étaient associés à des températures extérieures élevées et très fluctuantes. Que se soit sur base de relevés horaires, journaliers ou hebdomadaires, les fluctuations de la température extérieure ont été amorties en moyenne des 2/3. Cette valeur peut être proposée comme seuil de référence permettant de juger de la capacité du bâtiment et de son équipement à stabiliser la température intérieure.

A study on the changes in temperatures measured in 25 compartments in farrowing and weaning houses

Temperature was measured during 7 days, every 20 minutes, in 20 farrowing houses and 5 weaning houses. The mean stocking rate in the farrowing houses was 70 % and the air space per litter (1 sow and 8 piglets) 25 m³. In the weaning houses the mean stocking density was 84 % and the air space per piglet 1.3 m³. Four different heating systems were used: radiators, floor heating, gas heaters and aérotherms. Artificial ventilation was provided in 88 % of the compartments and natural ventilation in the others.

The mean inside and outside temperatures were 22 ± 2 and $10 \pm 6^\circ\text{C}$ respectively. A good estimate of the mean daily temperatures was provided with only the minimum and maximum daily records. No more than one measurement per hour was needed to assess the daily variations.

The mean daily temperature range inside the buildings was $3 \pm 3^\circ\text{C}$, ranging from 1 to 11°C . The most important inside temperature variations were observed with high and fluctuating outside temperatures. Either on a hourly or on a daily or a weekly basis, the outside temperature range was reduced by two thirds. This value can be advanced as a reference to judge the capacity of the building and its equipment to give a good constancy to the inside temperature.

INTRODUCTION

Le rendement d'un élevage porcin se calcule habituellement sur base du nombre de porcelets sevrés par truie productive et par an. Ce paramètre dépend de la valeur génétique des animaux et de nombreux facteurs d'environnement (DECHAMPS et NICKS, 1984). Parmi ceux-ci, la température de l'air est celui auquel il faut accorder le plus d'importance car les capacités d'adaptation du porcelet au froid sont restreintes: il naît nu, pratiquement sans toison ni graisse sous-cutanée, ses réserves énergétiques sont faibles et son rapport surface/poids élevé le prédispose à une thermolyse importante.

Le froid a comme principale conséquence la réduction de la prise de colostrum avec des effets sur le développement de l'immunité et sur le maintien de l'homéostasie thermique; il augmente l'incidence des gastro-entéropathies et des infections généralisées dont l'issue est souvent fatale. Les porcelets sont également plus facilement écrasés par la truie car ils ont davantage tendance à se blottir contre elle. Par exemple, un taux de mortalité de 31 % a été observé le premier jour de la vie dans des portées nées dans une ambiance à 10°C alors qu'à 25°C, ce taux n'était que de 6 % (PARKER et al., 1980). A l'âge usuel du sevrage, le porcelet reste très sensible à l'action d'un refroidissement de l'ambiance qui réduit la résistance aux infections et accroît la sévérité ainsi que la fréquence des diarrhées.

La température critique inférieure des porcelets nouveau-nés, élevés en groupe avec leur mère, est de 25 à 31°C (BRUCE, 1981). Une telle température ambiante ne peut cependant être maintenue en maternité car la truie, avec sa couche de graisse et sa capacité pulmonaire réduite, ne supporte pas des conditions trop chaudes ayant pour effet de diminuer sa prise alimentaire et par conséquent sa production laitière. La température critique supérieure d'une truie en lactation est comprise entre 26 et 30°C; il s'agit d'une valeur extrême à ne pas dépasser. Les loges de mise-bas exigent donc 2 zones climatiques très différentes: une zone destinée à la mère, l'autre au porcelet.

Le confort thermique de la truie en lactation pourrait être assuré à des températures aussi basses que 8-10°C, voire 2°C si le sol est paillé (BRUCE, 1981). Pratiquement cependant, pour protéger les porcelets du froid, la température ambiante de la maternité est maintenue entre 16 et 22°C selon la nature du sol (ROUSSEAU, 1984). Pour les porcelets en période de post-sevrage, les recommandations sont de : 26°C à 3 kg, 24°C à 8 kg et 22°C à 16-20 kg (Ministère de l'Agriculture, 1985). Ces valeurs peuvent être réduites de 2°C si le sol est paillé.

Le meilleur contrôle du confort thermique fourni aux porcelets consiste à observer les animaux. S'ils sont blottis les uns contre les autres et recroquevillés sur eux-mêmes, ils ont froid. En revanche, s'ils sont couchés, écartés des congénères, en décubitus latéral abandonné, ils sont en zone de thermoneutralité. La température de l'air à leur niveau n'est pas nécessairement corrélée à leur sensation de confort. En effet, s'il s'agit d'un chauffage par le sol, c'est la température de celui-ci et non de l'air qui est déterminante tandis qu'un chauffage à infrarouges émet un rayonnement qui ne modifie pas la température de l'air mais qui est absorbé par la matière (la peau des porcs) et transformé en chaleur. Ces considérations théoriques, auxquelles s'ajoute la difficulté de placer une sonde près des porcelets sans qu'elle ne soit endommagée, justifient le peu d'intérêt pratique accordé à ces mesures.

Le relevé de la température ambiante ne pose en revanche pas trop de difficultés. Pour les porcelets qui n'évoluent pas en permanence dans la zone réchauffée par le système d'ap-point, sa valeur est importante mais, plus encore, sa stabilité. Pour le nouveau-né, les écarts ne devraient pas excéder 1 à 2°C au cours d'une même journée (LEFEBVRE et ROUSSEAU, 1978). Une variation d'environ 4°C au cours de la première semaine de sevrage entraîne une diminution de 10 % du gain quotidien moyen mesuré 5 semaines plus tard, la réduction des performances étant liée, en partie, à une plus grande incidence de diarrhée (LE DIVIDICH, 1981). CURTIS et MORRIS (1982) ont néanmoins relevé que des porcelets ayant la possibilité de contrôler la température ambiante moyennant un dispositif adéquat et une période d'apprentissage, créaient dans le local des écarts de 11°C au cours d'une journée sans répercussion au niveau zootechnique. Les températures minimum et maximum adoptées étaient de 15,1 et 26,3°C. De telles conditions expérimentales n'étant pas actuellement applicables en pratique, il conviendra par prudence d'éviter les trop fortes fluctuations de température.

Afin de quantifier l'amplitude et la fréquence des fluctuations de la température ambiante observées en pratique, des relevés ont été réalisés dans 25 compartiments de maternité et de post-sevrage. Cet article présente une synthèse des résultats obtenus.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les mesures ont été effectuées pendant 7 jours consécutifs dans 25 compartiments de maternité et de post-sevrage. Les principales caractéristiques de ces locaux sont présentées au tableau 1.

Vingt compartiments de maternité étaient répartis dans 9 exploitations à raison de 2 compartiments par exploitation pour 7 d'entre elles et de 3 pour les autres. Pour déterminer le taux d'occupation, nous avons considéré qu'une loge était utilisée au maximum de sa capacité lorsqu'elle hébergeait 1 truie et 8 porcelets. Une valeur d'une demi unité a été attribuée par truie présente et également par groupe de 8 porcelets. Le nombre d'unités dans le local rapporté au nombre de loges a permis de déterminer un taux d'occupation exprimé en %. Il fut en moyenne de 70 ± 22 %, variant de 38 à 102 %. Le volume d'air par loge a été en moyenne de 15 ± 4 m³ avec un minimum de 10 et un maximum de 24 m³; le volume d'air par unité a été de 25 ± 13 m³, compris entre 10 et 62 m³. Le sol des loges était de type caillebotis partiel dans 65 % des locaux, paillé et à caillebotis total respectivement dans 20 et 15 % de ceux-ci. La ventilation était artificielle dans 85 % des compartiments et naturelle dans les autres. Quatre modalités de chauffage d'ambiance ont été répertoriées: central (par radiateurs ou tuyaux à ailettes), par le sol, par radiants et par aérotherme.

Les cinq compartiments de post-sevrage étaient répartis dans 3 exploitations, à raison de 2 locaux pour 2 d'entre elles et d'un local pour la troisième. Le taux d'occupation fut déterminé par le rapport entre le nombre de porcelets présents et le nombre de places de 0,25 m² disponibles par loge; tous les animaux furent considérés comme équivalents et représentant chacun une unité. Le taux d'occupation fut en moyenne de 84 ± 29 %, variant de 57 à 135 %. Le volume d'air par porcelet a été en moyenne de 1,3 m³. Le sol des loges était de type caillebotis total. Le chauffage d'ambiance était assuré soit par des radiateurs ou par des radiants. La ventilation était artificielle dans tous les cas.

Tableau 1 - Caractéristiques des locaux

Local n°	Nombre de loges/local	Occupation		Taux d' occupation (%) (3)	Volume d'air par loge (m ³)	Volume d'air par unité (m ³) (4)
		T (1)	P (2)			
Locaux de maternité						
1	4	4	10	66	16	25
2	8	8	24	69	13	19
3	8	8	54	93	13	14
4	20	12	143	75	15	20
5	5	4	9	52	16	31
6	8	8	64	100	10	10
7	8	7	66	95	10	11
8	6	6	10	60	14	23
9	6	0	39	40	14	35
10	6	1	35	45	14	31
11	6	6	50	102	11	11
12	6	5	50	93	11	12
13	8	6	67	90	14	16
14	9	9	75	102	15	15
15	8	7	43	78	24	31
16	8	5	10	39	24	62
17	12	9	22	49	21	43
18	16	15	22	56	21	38
19	12	3	48	38	12	32
20	5	4	23	68	14	21
Locaux de post-sevrage						
21	14		58	57	10	2,3
22	14		54	63	10	1,9
23	8		49	70	7	1,1
24	8		67	96	7	0,8
25	13		175	135	7	0,5

(1) Nombre de truies.

(2) Nombre de porcelets.

(3) 100 % = 1 truie + 8 porcelets par loge en maternité ou 1 porcelet par 0,25 m² de surface en post-sevrage.

(4) 1 unité = 1 truie + 8 porcelets en maternité ou 1 porcelet en post-sevrage.

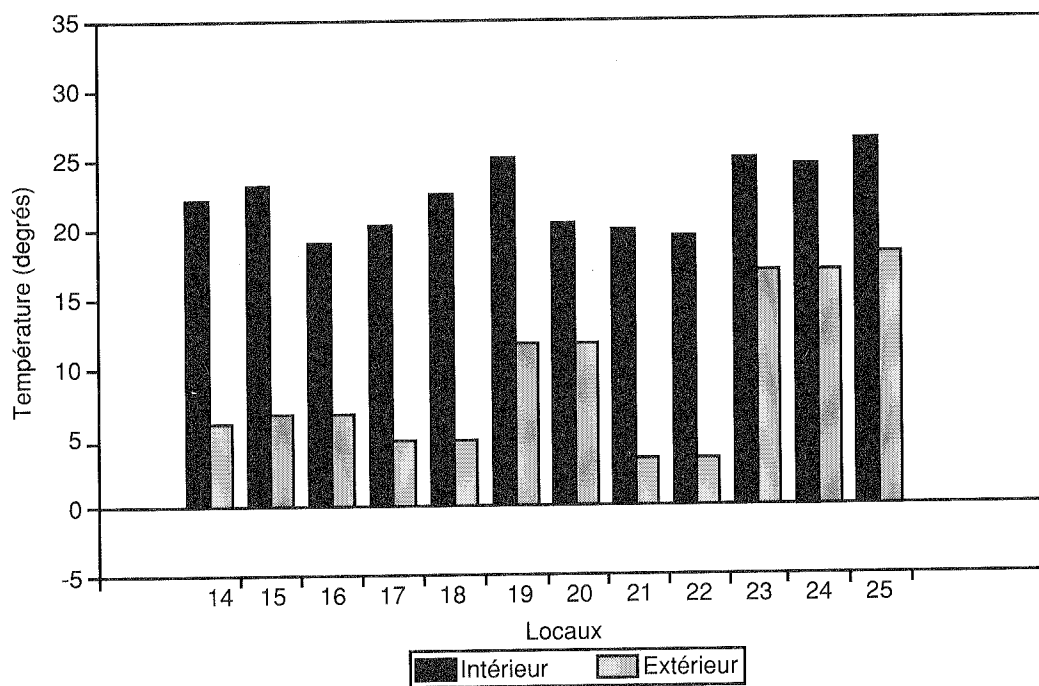
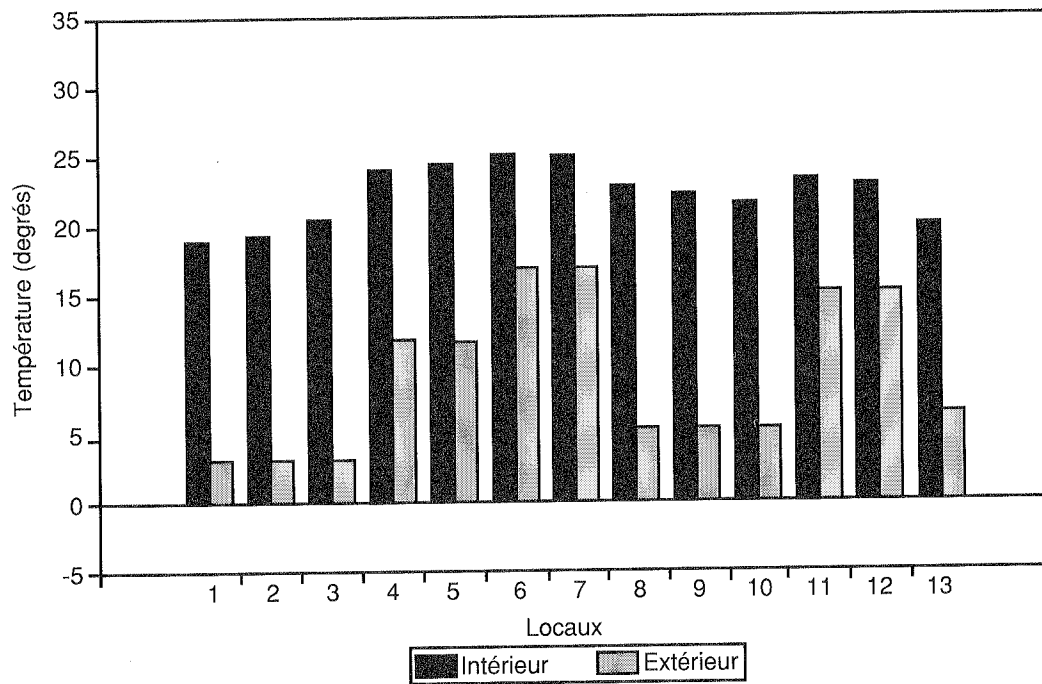
Les températures ont été mesurées à l'aide de capteurs Pt 100. Les sondes ont été placées à l'extérieur des bâtiments et au centre des différents compartiments, à une hauteur de 0,8 m. Les mesures ont été réalisées en continu, durant 7 jours, à raison d'un enregistrement toutes les 20 minutes. La commande des prises de mesure et leur stockage ont été programmés à l'aide d'un datalogger (datataker, Techmation). Les relevés n'ont pas été réalisés en même temps dans les diverses exploitations mais bien dans les 2 (ou 3) compartiments d'un même bâtiment.

2. RÉSULTATS

La figure 1 donne les températures moyennes relevées dans chacun des compartiments et à l'extérieur du bâtiment. On observe que :

- La température moyenne a été de $22 \pm 2^\circ\text{C}$ à l'intérieur, variant de 19 à 26°C selon les compartiments. Les valeurs correspondantes à l'extérieur ont été de $10 \pm 6^\circ\text{C}$ avec un minimum de 3°C et un maximum de 18°C ;
- La température interne a dépassé les 30°C dans 6 compartiments (n°: 6, 7, 19, 23, 24 et 25) mais pendant une durée relativement courte (de 1 à 9 % du temps). Pour cinq d'entre eux, ces valeurs s'expliquent par des températures extérieures équivalentes. Il n'est en effet pas possible d'obtenir à l'intérieur un air plus froid qu'à l'extérieur. Dans le sixième compartiment (n° 19), chauffé par des radiants, les pics de température ont été observés lors d'un refroidissement extérieur, ce qui traduirait une réaction trop brutale du système de chauffage. L'analyse de l'ensemble des résultats obtenus dans ce compartiment laisse cependant supposer que la sonde était trop sous l'influence

Figure 1 - Températures moyennes relevées dans chaque local et à l'extérieur



du rayonnement et ne reflétait ainsi qu'imparfaitement la seule évolution de la température de l'air.

A l'intérieur, la moyenne des amplitudes hebdomadaires (température maximale - température minimale) a été de $7 \pm 4^\circ\text{C}$, avec des valeurs extrêmes de 2 et 12°C . A l'extérieur, l'écart moyen a été de $19 \pm 4^\circ\text{C}$, variant de 13 à 27°C selon les semaines. Les fluctuations dans les compartiments équivalaient environ au tiers de celles enregistrées à l'extérieur;

Afin de préciser l'utilité de réaliser des mesures fréquentes pour obtenir une température moyenne qui soit la plus proche possible de la réalité, nous sommes partis du cas limite où seules les températures minimum et maximum enregistrées au cours de la semaine sont connues. Pour les températures intérieures, la moyenne arithmétique de ces 2 valeurs donne un résultat qui ne diffère que de $0,9 \pm 0,8^\circ\text{C}$ de celui obtenu en utilisant les 504 relevés pris à intervalle de 20 minutes durant les 7 jours d'observations. De même, l'écart entre les moyennes journalières calculées en utilisant les 72 relevés quotidiens et celles obtenues par la moyenne arithmétique des minima et maxima journaliers n'a été que de $0,3 \pm 0,3^\circ\text{C}$, sur les 175 journées testées. Pour les températures extérieures, les

écarts correspondant ont été de $2,4 \pm 1,6^\circ\text{C}$ en moyennes hebdomadaires et de $0,6 \pm 0,5^\circ\text{C}$ en moyennes journalières. D'un point de vue pratique, ces résultats suggèrent que l'exploitant, muni de thermomètres à maximum et minimum, peut évaluer avec une bonne précision la température moyenne extérieure et celle des locaux.

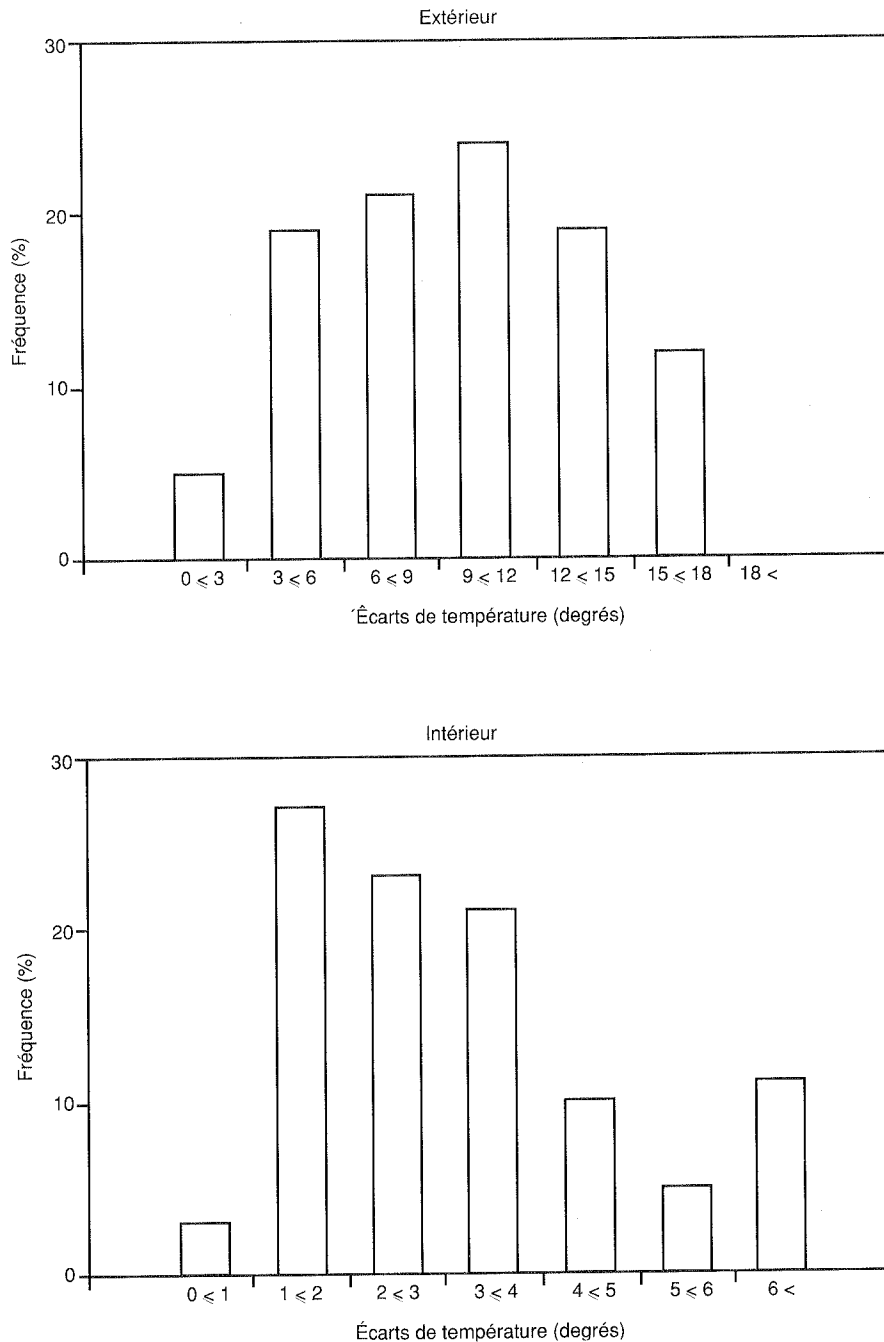
La figure 2 donne l'importance des écarts quotidiens de température obtenus à l'intérieur et à l'extérieur des 25 compartiments. A l'intérieur, l'écart moyen a été de $3 \pm 2^\circ\text{C}$, avec des extrêmes de 1 et 11°C . A l'extérieur, les valeurs correspondantes ont été de $9 \pm 4^\circ\text{C}$, 1 et 18°C . Comme pour les fluctuations hebdomadaires, les variations externes quotidiennes ont été réduites de 2/3 à l'intérieur.

Après avoir déterminé l'importance des fluctuations hebdomadaires et journalières, nous avons étudié les fluctuations à court terme en examinant les écarts entre des températures relevées à des intervalles de 20, 60 et 120 minutes. Le tableau 2 donne les pourcentages d'écarts $> 1^\circ\text{C}$. A l'intérieur, les pourcentages moyens ont été respectivement de 9 ± 12 , 14 ± 15 et $17 \pm 16\%$ pour les trois intervalles de temps. A l'extérieur, ils ont été de 12 ± 7 , 31 ± 13 et $49 \pm 12\%$. Ces

Tableau 2 - Pourcentages d'écarts de température supérieurs à 1°C pour un intervalle de temps de 20, 60 et 120 minutes entre 2 mesures successives

LOCAUX	INTERVALLES DE MESURE					
	20 minutes		60 minutes		120 minutes	
	t_i	t_e	t_i	t_e	t_i	t_e
1	17	10	18	26	21	44
2	2	10	6	26	9	44
3	6	10	6	26	5	44
4	0	4	0	21	0	44
5	0	4	1	21	3	44
6	7	18	20	36	26	48
7	17	18	27	36	40	48
8	0	5	4	15	7	32
9	1	5	2	15	3	32
10	5	5	7	15	4	32
11	2	18	9	55	10	78
12	1	18	3	55	29	78
13	9	22	17	46	30	61
14	4	22	14	46	14	61
15	0	5	1	20	1	42
16	1	5	4	20	5	42
17	4	7	7	20	9	38
18	5	7	8	20	13	38
19	37	7	44	28	49	48
20	3	7	8	28	17	48
21	1	10	3	26	5	44
22	1	10	3	26	4	44
23	36	18	46	36	40	48
24	31	18	43	36	34	48
25	26	24	43	47	59	59

Figure 2 - Fréquence des amplitudes journalières réparties par classes de 3 degrés pour la température extérieure et 1 degré pour la température intérieure

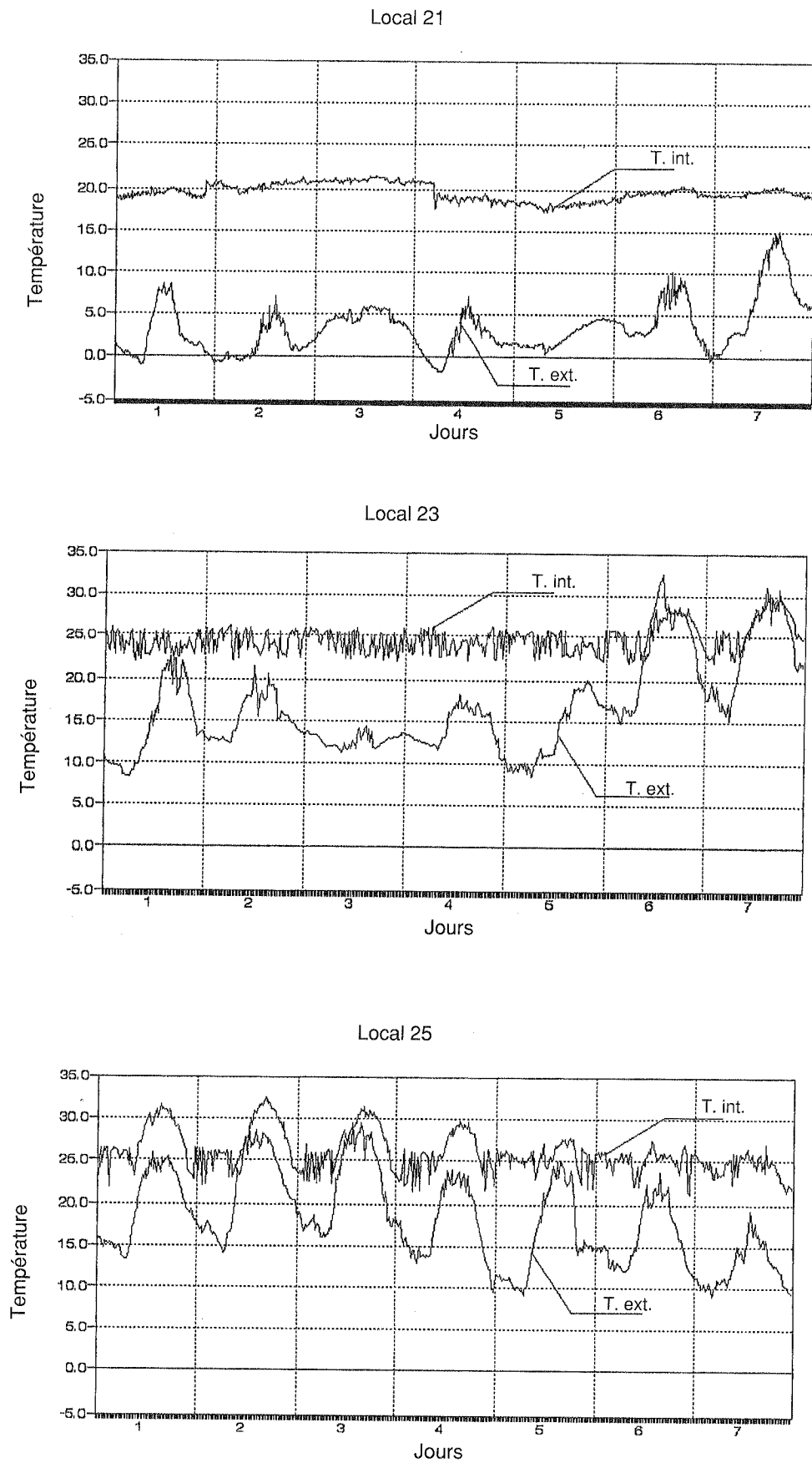


pourcentages sont relatifs à des valeurs absolues c'est-à-dire qu'ils totalisent tant les écarts positifs (température suivante, t_2 , supérieure à la précédente, t_1) que les écarts négatifs ($t_2 < t_1$).

A intervalle de 20 minutes, six compartiments (n°: 1, 7, 19, 23, 24 et 25) ont présenté des valeurs nettement supérieures à la moyenne. A l'exception du compartiment n° 19 dont la situation particulière a déjà été évoquée, l'hypothèse avancée est un état proche de l'équilibre entre la température souhaitée dans le local et les caractéristiques climatiques extérieures. Dans ces conditions, la régulation thermique par la ventilation artificielle peut entraîner des augmentations et des diminutions successives du débit de ventilation, de courtes durées et

accompagnées de variations parallèles de la température intérieure. La figure 3 confirme cette hypothèse. Elle présente l'évolution des températures quotidiennes à l'intérieur et à l'extérieur des locaux 21, 23 et 25. Dans le compartiment 21, la température est restée très stable, variant de 18 à 21°C, tandis qu'à l'extérieur, elle a fluctué entre -1 et 15°C. L'évolution de la température dans le compartiment 23 est caractéristique d'un local dont la ventilation passe régulièrement d'une valeur maximum à une valeur minimum selon que la température de consigne déclenchant ce passage y est ou non atteinte. Dans le compartiment 25, le système de ventilation ne pouvait empêcher un réchauffement excessif de l'air intérieur, dès que la température extérieure devenait supérieure à 25 - 27°C.

Figure 3 - Évolution des températures intérieures et extérieures au cours de 7 jours consécutifs dans 3 locaux



À intervalles de 60 et 120 minutes, l'amortissement des fluctuations extérieures a été en moyenne de 2/3. Dans tous les locaux où des variations élevées de température ont été observées à intervalle de 20 minutes, des écarts importants ont également été relevés aux intervalles de 60 et 120 minutes. L'intérêt pratique de répéter fréquemment les mesures de température (toutes les 20 minutes) apparaît donc limité.

3. DISCUSSION

La température moyenne de 22°C observée dans les compartiments correspond aux recommandations usuelles pour les locaux de maternité et de post-sevrage.

Les amplitudes journalières de température ont été en moyenne de 3°C, représentant un amortissement des 2/3 des fluctuations extérieures. Selon les locaux, ces amplitudes ont varié de 1 à 11°C. Les écarts les plus importants allaient de pair avec des températures extérieures élevées et fluctuantes. Dans ce cas, les minimums enregistrés à l'intérieur des locaux restaient dans les normes. Il apparaît évident sur le plan théorique que l'on ne peut interpréter de la même façon des fluctuations qui se situent au-dessus et au-dessous des températures minimales préconisées. Les recommandations concernant la stabilité de la température interne doivent donc s'exprimer plutôt en termes d'amortissement des variations extérieures que d'écarts à ne pas dépasser au cours d'une même journée. Un amortissement des deux tiers des fluctuations extérieures

pourrait être considéré comme une valeur «point de repère» permettant de juger des capacités d'amortissement d'un local associant le pouvoir tampon des matériaux à la capacité de régulation des systèmes de ventilation et de chauffage.

L'analyse des variations à court terme, à des intervalles de 20, 60 et 120 minutes, a montré qu'elles ont été suffisamment faibles, quelles que soient les conditions de régulation rencontrées, pour ne pas devoir faire l'objet d'une étude détaillée lors de contrôle de routine. De simples relevés quotidiens des minimums et maximums peuvent donner une indication précise de la température moyenne et fournir des informations suffisantes sur les capacités de régulation des systèmes de chauffage et de ventilation. Des cas particuliers peuvent cependant toujours se présenter (NICKS et DECHAMPS, 1985) et, à titre de précaution et si la possibilité en est offerte, on pourrait recommander une mesure toutes les heures.

Si le contrôle de la température doit être envisagé comme la première étape de l'appréciation des conditions ambiantes, il devra être complété par des relevés d'hygrométrie et de vitesse de l'air. Cependant, dans les locaux chauffés, les valeurs d'humidité relative sont habituellement dans les normes (DEBLIQUY et al., 1991), un air trop sec étant par ailleurs plus fréquemment observé qu'un air trop humide. Enfin, le confort thermique des animaux ne doit pas être acquis aux dépens de la ventilation qui doit assurer la dépollution de l'air dont l'efficacité sera contrôlée par la mesure des concentrations des principaux polluants.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BRUCE J.M., 1981. In «Environmental aspects of housing for animal production». 197-216. Clark J.A. éd., Butterworths.
- CURTIS S.E., MORRIS G.L., 1982. In «Livestock environment II». 295-297. éd. American Society of Agricultural Engineers.
- DECHAMPS P., NICKS B., 1984. Ann. Méd. Vét., 128, 261-283.
- DEBLIQUY P., NICKS B., CANART B., BUZITU S., DEWAELE A., 1991. Ann. Méd. Vét., 135, 111-117.
- LE DIVIDICH J., 1981. Livest. Prod. Sci., 8, 75-86.
- LEFEBVRE A., ROUSSEAU P., 1978. Techni-Porc, 1, 1-37.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, 1985. Climatization des bâtiments d'élevage. Directives du Génie Rural, Bruxelles, 27 p.
- NICKS B., DECHAMPS P., 1985. Ann. Méd. Vét., 129, 219-222.
- PARKER R.O., WILLIAMS P.E.V., AHERNE F.X., YOUNG B.A., 1980. Can. J. Anim. Sci., 60, 503-509.
- ROUSSEAU P., 1984. In «Ambiance et équipements des porcheries». 7-13. éd. I.T.P., 149, rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12.