

EFFETS DE L'AUTAN SUR LES ÉTATS DE VEILLE ET DE SOMMEIL CHEZ LES ANIMAUX DOMESTIQUES

par Yves RUCKEBUSCH

professeur de physiologie-pharmacodynamie
à l'École nationale vétérinaire de Toulouse

RÉSUMÉ

La structure physique des ions atmosphériques est bien définie, mais leur activité biologique reste imprécise et mal connue à l'exception toutefois du Foehn et récemment du Chasmin, pour lesquels existe une corrélation positive entre leurs effets et la présence d'une concentration ionique élevée de l'air.

Les données météorologiques impliquent que les effets du vent d'Autan ne sont pas liés directement à des microfluctuations barométriques, ni à des phénomènes de turbulence, ni à des effets thermohygométriques. Les données expérimentales relatives aux états de sommeil supposent, par ailleurs, une diminution des périodes de repos, durant le nycthémère, chez le lapin, et des perturbations qualitatives de la fonction hypnique chez le cheval, avec décalage des cycles de sommeil, hyperexcitabilité neuro-musculaire et tachycardie.

De tels phénomènes, non directement liés à des variations de la turbulence de l'air, de la température ou de l'humidité, renforcent l'hypothèse selon laquelle l'ionisation atmosphérique positive serait en grande partie responsable des effets biologiques du vent d'Autan. Elle paraît plausible en regard des effets des ions positifs vis-à-vis de l'électrogénèse cérébrale et de la concentration du cerveau en sérotonine.

Les modifications seraient induites par les aéro-ions positifs qui empruntent l'arbre bronchique et exercent leur action sur l'organisme par voie réflexe à partir de récepteurs pulmonaires et par voie humorale. On retrouve les effets de l'inhalation d'aéro-ions au cours d'expériences de circulation céphalique croisée.

Parmi les manifestations biologiques décrites (en particulier l'hypertension, l'hypoalbuminémie et l'hypocholestérolémie chez l'homme, forte lymphopénie chez le lapin), l'hyper-sérotoninémie est un phénomène commun à tous les animaux exposés à une ionisation positive artificielle ou naturelle.

En définitive, les particularités météorologiques du vent d'Autan et de ses effets biologiques sur les animaux sains rendent vraisemblable l'influence spécifique de l'ionisation positive concomitante de l'atmosphère, à l'exclusion de toute influence thermo-hygro-barométrique.

La région toulousaine est soumise à l'influence presque exclusive de deux vents : le vent d'ouest et le vent de sud-est avec une ébauche de périodicité saisonnière au printemps et à l'automne selon Fournié [1].

Le vent de sud-est ou vent d'Autan souffle deux fois moins souvent que le premier (fréquence pour 1 000 : 160 contre 283 en 1967-1968). Mais il est turbulent et *violent* : 198 km/heure le 26 février 1948 ! Un effet de foehn lors de la traversée de la chaîne des Pyrénées, associé au courant anti-cyclonique sur la Méditerranée, le rend *sec* : les clochers hygrométriques nocturnes sont décapités, et *chaud* : relèvement de la température de -5° à $+6^{\circ}$ C entre minuit et 2 heures du matin le 8 janvier 1970 !

Contrairement au vent d'Ouest, l'influence de l'Autan est ressentie par la quasi-totalité des individus (avec souvent un phénomène de précession) comme une impression d'inconfort, une tendance à l'irritabilité, des troubles du sommeil. L'existence de troubles fonctionnels ou les séquelles d'une maladie organique sensibilisent fortement aux effets de l'Autan dont le syndrome a été comparé par Denard et Voisin [2] à celui du temps orageux.

Hypothèse d'une électrosensibilité.

Pour isoler, dans un complexe météorologique apparemment pathogène tel que l'Autan, le facteur réellement en cause, il faut distinguer les effets biologiques liés à :

1. *L'anémiosensibilité*, c'est-à-dire aux effets mécaniques du vent. Le Mistral en Provence, la Tramontane en Roussillon, le Noroît en Bretagne exercent une influence différente de celle de l'Autan, en ce sens que l'on y échappe en se mettant à l'abri.

2. *La barosensibilité*, en fait, la dépression barométrique qui précède le vent et dont souffrent surtout les sujets atteints de troubles cardio-pulmonaires. L'Autan blanc, contrairement à l'Autan noir, ne s'accompagne d'aucune chute de pression. Il est moins pathogène vis-à-vis des malades, mais il n'est pas pour autant inoffensif, en particulier vis-à-vis des troubles du sommeil.

3. *La thermosensibilité*, la déshydratation due à l'air chaud et sec est comparable à celle du vent du Midi à Lyon. Elle brûle les récoltes, tarit les sources, irrite les muqueuses, etc. Elle n'explique pas cependant tous les effets de l'Autan, en particulier les phénomènes de précession.

4. *L'électrosensibilité* : l'altération du spectre ionique de l'air, avec changement du rapport habituel de l'ionisation positive à l'ionisation négative, est connue pour les chutes de neige (voir Carles [3]). Elle est admise pour le Foehn des Alpes et, semble-t-il, pour le Santa Ana de la Californie, le Chinook du Canada, le Zonda en Argentine et en Uruguay, le Sirocco et le Chamsin des pays Arabes, le Sharav d'Israël, le Chergui au Maroc, qui sont tous des vents chauds et secs.

Les effets sur l'organisme d'une variation de l'équilibre ionique

de l'air sont multiples selon Bastien et Rivolier [4]. Ils sont soupçonnés pour expliquer les particularités de l'Autan qui ne peuvent être rapportés à des facteurs physiques simples, en particulier vis-à-vis de la fonction hypnique [5].

Choix méthodologique.

Pour saisir chez les animaux sains un effet biométéorologique spécifique, analogue à celui invoqué par Risse en météoropathologie [6], le choix des paramètres biologiques doit tenir compte de ce que les facteurs bioclimatiques naturels n'interviennent pas isolément. En outre, ceux créés de toute pièce risquent de négliger une interférence insoupçonnée.

Les réactions spécifiques d'un tissu, d'une fonction voire d'une espèce animale constituent les voies d'approche habituelle. L'analyse des modifications comportementales est également précieuse.

1. *La cytologie et la formule sanguine* ont été étudiées chez l'homme par Frada et coll. à Palerme pour le Sirocco et par Oksman à Castres pour les vents d'ouest et d'Autan [7]. Elles le sont généralement, pour l'animal, chez le lapin, car la chute du taux des lymphocytes est particulièrement importante lors d'une agression chez cette espèce. Gourmel et Canellas les ont utilisés pour mettre en évidence la libération de gluco-corticoïdes avec lymphopénie consécutive dans le cas de l'exposition à une charge spatiale négative [8].

2. *La muqueuse respiratoire*, l'activité ciliaire (15 mouvements par sec), les sécrétions trachéo-bronchiques, constituent des organes soumis en priorité à l'état ionique de l'air. Les ions (—) favoriseraient les mouvements (20 par sec) et inhiberaient la sécrétion de mucus selon Krueger et Smith [9]. Inversement les ions (+) les neutraliseraient (10 par sec) par libération de 5-hydroxytryptamine, comme le fait la fumée de cigarette. L'unanimité est cependant loin d'être faite quant aux effets de la surionisation positive ou négative [10] sur l'épithélium trachéal de Lapin ou de Cobaye *in vitro*. La ventilation pulmonaire, les pressions partielles d'O₂ et de Co₂ constituent d'autres paramètres étudiés chez l'homme [11] [12].

3. *Le gain de poids et la production* peuvent être analysés chez les animaux à croissance rapide comme le Rat ou à forte production laitière comme la Vache. Selon Sulman et coll. (1969), la réduction du poids, la précocité sexuelle, l'involution thymique sont nettes dans le cas d'une ambiance reproduisant le Sharav [13]. Selon Jarrige et Journet (1959), les variations moyennes du taux butyreux liées aux facteurs climatiques (température, humidité, vitesse du vent) sont de l'ordre de 8 % [14].

4. *Le choc opératoire*, en particulier de type hémorragique, serait amoindri en présence d'ions négatifs [15]; ceux-ci faciliteraient également la cicatrisation [16]. La diurèse, dont la diminution a été associée aux fronts froids et aux dépressions barométriques chez l'Homme par

Tromp [17] a fait l'objet chez le Rat d'observations par Oliveureau (1967) [18] en relation avec les variations de la pression atmosphérique.

5. *Les modifications comportementales* de l'organisme soumis à une variation du rapport ionique, signalées dès 1934 par Tchijevski [19], ont été étudiées chez le Rat également par Oliveureau [17]. Les ions (+) à la concentration de $75 \cdot 10^4/\text{ml}$ diminuent de 21 % l'activité générale du Rat en faisant disparaître les alternances repos-activité. Chez la Souris mâle placée dans une roue mobile, Guillemot (1970) ne trouve pas de variations significatives de la distance parcourue durant l'Autan où la charge ionique positive est de 4 à $7 \cdot 10^2/\text{ml}$ [5]. Par contre, le Lapin, en cabine à température, humidité et ventilation contrôlées accroît de 20 % le nombre de ses mouvements mesuré par actographie selon Ruckebusch et Guillemot [20]. Enfin, en matière d'élevage, l'ionisation négative de l'air, sédative chez les volailles, est nettement dynamogène vis-à-vis de l'activité sexuelle chez le taureau et la croissance chez les veaux selon les travaux russes [21], [22], [23].

6. *Les états de vigilance* sont-ils modifiés par l'ionisation? Une étude de l'influence du vent d'Autan sur la fonction hypnique aurait l'avantage d'être sélective puisque les ions (+) sont supposés agir par libération de sérotonine, selon les données récentes de Krueger et Kotaha [24] et que celle-ci augmente la durée de l'état de sommeil à ondes lentes selon Jouvet [25].

Mesure de l'alternance veille-sommeil.

Parmi les rythmes biologiques circadiens, l'alternance veille-sommeil est celui auquel est associé le plus grand nombre de processus: température corporelle, pression artérielle, fréquence cardiaque, sécrétions externes, etc. Si la répartition des phases de sommeil est souvent de type polyphasique chez les rongeurs de laboratoire (Rat, Cobaye, Lapin), ou les animaux placés dans une enceinte expérimentale (Chat), cette répartition est de type monophasique nocturne chez les animaux domestiques. Chez le Porc et le Mouton, on recueille, en 6 et 18 heures respectivement, 88 % et 78 % de l'activité totale [26]. L'étude électropolygraphique (EEG, tonus musculaire, fréquence cardiaque et respiratoire) permet de saisir toutes les particularités d'organisation des phases de sommeil en cycles de sommeil chez les différentes espèces.

1. *Les cycles de sommeil* désignent, selon Roldan et Weiss (1963), la succession temporelle stable de l'éveil, du sommeil proprement dit [que traduisent les ondes lentes] et du sommeil paradoxal [ainsi appelé parce que les ondes rapides qui l'individualisent sont analogues à celles de l'éveil cortical, bien que concomitantes d'un effondrement postural avec mouvements oculaires rapides]. On peut aussi considérer comme cycle l'intervalle moyen qui sépare deux phases de sommeil paradoxal. De tels cycles plus ou moins complets se répètent un certain nombre de fois au cours du nyctémère et, dans ce cas, le sommeil est dit *poly-*

phasique. [Leur répartition peut être plus ou moins régulière : les cycles se succèdent avec une prédominance nocturne (carnivores, omnivores) ou diurne (rongeurs).] La distribution des cycles peut être exclusivement nocturne; dans ce cas, le sommeil est de type *monophasique*. Les cycles,

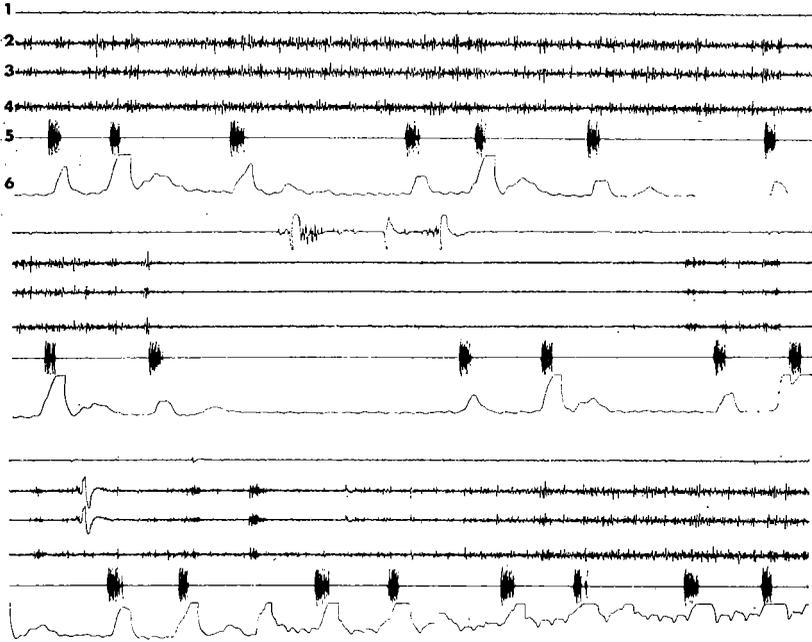


Fig. 1. — Aspects électroencéphalographiques du sommeil lent et paradoxal chez la vache. Les trois tracés se succèdent et correspondent à une période d'enregistrement total de 6 minutes. En 1, mouvement des yeux; en 2, 3 et 4, électrocorticogramme frontal, pariétal et occipital; en 5 et 6, électrogramme et mécanogramme du sac dorsal postérieur du rumen.

qui se succèdent sans interruption chez l'Homme, sont groupés en deux ou trois périodes chez les herbivores. La figure 1 correspond à trois hypnogrammes-type : celui polyphasique du Lapin, dont l'électroencéphalogramme montre vers midi et 13 heures de nombreux et brefs cycles de sommeil; celui polyphasique à prédominance nocturne du Porc; enfin celui nettement monophasique du Cheval.

2. *La durée moyenne* des cycles de sommeil est élevée chez l'Homme ou les primates [plus de 40 mn] et les carnivores [27 mn dont 5 mn 45 sec pour la phase de sommeil paradoxal chez le Chat selon l'étude statistique faite par Delorme et coll. en 1964] [28]. Inversement, elle est très brève chez les rongeurs : la durée moyenne de sommeil lent (SL) est de 7 mn; celle d'une phase de sommeil paradoxal (SP) n'excède pas 1 mn 26 sec chez le Cobaye, selon Pellet et Béraud [29]. De même, la durée moyenne de SL et SP est respectivement de 4 mn 33 sec \pm

1 mn 35 sec et 1 mn 22 sec \pm 34 sec chez le Lapin selon Narebski et coll. [30]. Chez le Porc, les valeurs sont inférieures à celles trouvées chez le Chat [31]; par contre, chez les équidés et bovins, la durée moyenne excède toujours 20 mn [32], [33].

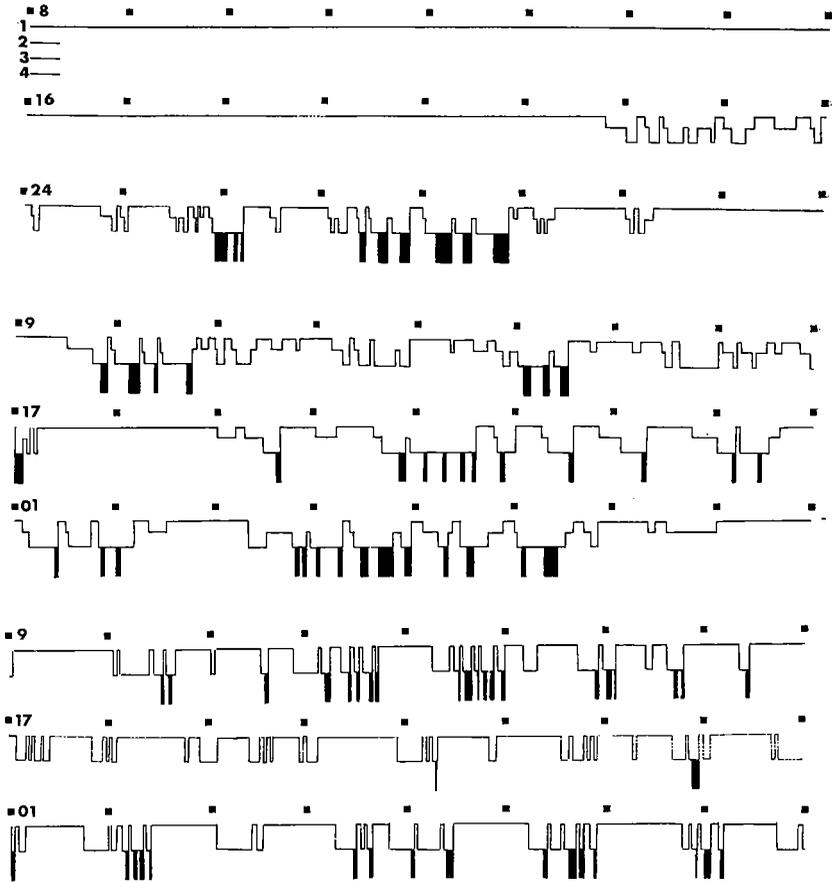


FIG. 2. — Répartition nycthémerale des cycles de sommeil chez le cheval, le porc et le lapin.

Diagramme supérieur : les cycles de sommeil sont répartis la nuit entre 22 h et 5 h chez le cheval. L'alternance veille-sommeil est typiquement monophasique chez les équidés.

Diagramme moyen : la répartition du cycle de sommeil est liée à la distribution des repas chez le porc. Le repas du matin (8 h) est suivi de deux périodes de sommeil vers 10 h et 14 h à la suite du repas du soir (18 h), le pourcentage de veille est réduit et l'animal dort pratiquement sans arrêt hormis une période entre 2 et 3 h du matin.

Diagramme inférieur : la répartition des cycles de sommeil est de type polyphasique chez le lapin sans prédominance nocturne d'après Narebski et coll.

En abscisse : les carrés indiquent les heures.

En ordonnée : 1. états de veille; 2. somnolence; 3. sommeil à ondes lentes; 4. barres noires : sommeil paradoxal.

3. *Le pourcentage de sommeil global (SL + SP) par nycthémère* permet de classer en première approximation les animaux domestiques en *bons* : Chat 57,7 %, Porc 32,6 % et en *mauvais* dormeurs : Brebis 18 %, Vache 16,4 %, Cheval 12 %. Il ne fournit pas cependant l'image exacte de la « densité » de sommeil que présentent ces animaux : les pourcentages rapportés chez le Chat ou le Porc correspondent au comportement d'animaux qui, dans la pénombre et en l'absence de tout bruit, n'ont d'autre possibilité que celle de dormir dès la fin des repas qui sont rapides; le pourcentage exprimé chez le Cheval ou la Vache ne tient pas compte du caractère monophasique avec répartition nocturne du sommeil et des multiples occupations de l'animal même en stabulation. Un autre aspect révélé par l'étude polygraphique et comportementale de l'alternance veille-sommeil est l'existence d'un état intermédiaire entre le sommeil proprement dit (SL) et l'état de veille. Ce stade de transition, qui correspond à l'endormissement chez l'Homme, constitue une véritable entité sous la forme de *somnolence*. Il se traduit sur le plan électro-corticographique par des ondes de forte amplitude, souvent groupées en fuseaux, et sur le plan comportemental par un état de repos psycho-sensoriel accusé. A faible vitesse d'enregistrement et en l'absence de données comportementales, cette phase est confondue avec l'état de sommeil lent. Elle peut aussi être considérée comme correspondant à une période de repos sans relation directe avec le besoin de dormir. Le tableau I, où sont représentées les principales valeurs nycthémerales connues chez le Cobaye (d'après les données de Pellet et Béraud (1967), ainsi que celles récentes d'Astic (1970) chez le nouveau-né [34] et chez le Lapin (d'après les données de Narebski, 1970, ne fait pas état de somnolence chez ces espèces. Par contre, chez le Chat placé en milieu obscur durant 48 h, la somnolence (*drowsy state* assimilé par Serman et coll. [35] à un « pattern d'éveil ») occupe 14,3 % du nycthémère, soit plus de 3 h 20 mn.

Nos propres résultats chez le Cheval, le Mouton, le Porc et la Vache conduisent à des pourcentages allant respectivement de 8,0 %, 17,5 %, 21,1 % à 31,2 % soit 7 h 29 mn par nycthémère. Il est évident que le fait d'inclure ou non cet état de somnolence dans l'alternance veille ou sommeil modifie considérablement l'expression chiffrée des résultats.

4. *Le rapport sommeil paradoxal sur sommeil total* exprime assez fidèlement, chez les carnivores et les rongeurs, les différences de « densité de sommeil » : voisin de 26 chez le Chat, il n'excède pas 10 à 13 chez le Lapin ou Cobaye. Chez les équidés, porcins et ruminants, le rapport le plus exact semble être celui dans lequel intervient la répartition nocturne des périodes de sommeil, à l'exclusion de toute somnolence. Les valeurs trouvées chez le Porc : 24,5 et le Cheval : 28,5 indiquent un sommeil profond et dense analogue à celui du Chat. Elles sont nettement inférieures chez les grands et petits ruminants : 19,3 et 17,6.

TABLEAU I
*Valeurs comparées de l'alternance veille-sommeil chez les rongeurs
 carnivores, herbivores et omnivores*

Espèces	Veille	Somnolence	Sommeil lent	Sommeil paradoxal	Rapport SP/ST	Durée Nombre (SP)
Cobaye :						
(1) Adulte	1 031 mn 71,6 %		353 mn 24,5 %	56 mn 3,9 %	13,7	1 mn 26 s 29
(2) Nouveau-né	849 mn 59,0 %		482 mn 33,5 %	109 mn 7,5 %	18,2	1 mn 10 s 80
(3) Lapin	1 027 mn 71,3 %		369 mn 25,6 %	44 mn 3,1 %	10,8	1 mn 22 s 35
Chat :						
(4) Lumière 24 h	400 mn 27,8 %		762 mn 52,9 %	266 mn 18,5 %	26,2	6 mn 23 s 18
(5) Obscurité 24 h	415 mn 28,7 %	206 mn 14,3 %	608 mn 42,2 %	223 mn 15,5 %	26,8 ou 21,5	7 mn 20 s 30
(6) Porc :						
— sur 24 h	667 mn 46,3 %	304 mn 21,1 %	364 mn 25,3 %	105 mn 7,3 %	22,3 ou 13,5	3 mn 27 s 33
— sur 12 h	263 mn 36,5 %	150 mn 20,8 %	232 mn 32,2 %	75 mn 10,5 %	24,5 ou 16,9	3 mn 40 s 25

(7) Mouton :								
— 2 ^e jour	548 mn	156 mn	541 mn	195 mn	26,4 ou 21,8	5 mn 40 s		
— 24 h	38,1 %	10,8 %	37,6 %	13,5 %		36		
— Adulte	957 mn	252 mn	197 mn	34 mn	15,0 ou 5,5	4 mn 51 s		
— 24 h	66,5 %	17,5 %	13,6 %	2,4 %		7		
— 12 h	358 mn	165 mn	163 mn	34 mn	17,6 ou 9,5	4 mn 51 s		
	49,8 %	22,9 %	22,5 %	4,8 %		7		
(8) Vache :								
— 24 h	753 mn	449 mn	193 mn	45 mn	19,5 ou 6,7	3 mn 13 s		
— 12 h	52,3 %	31,2 %	13,3 %	3,1 %		11		
	115 mn	374 mn	186 mn	45 mn	19,3 ou 7,5	3 mn 13 s		
	15,8 %	54,0 %	25,9 %	6,2 %		11		
(9) Cheval :								
— 24 h	1 153 mn	115 mn	125 mn	47 mn	27,5 ou 16,5	5 mn 07 s		
— 10 h	80,0 %	8,0 %	8,7 %	3,3 %		9		
	221 mn	91 mn	120 mn	47 mn	28,5 ou 18,5	5 mn 07 s		
	46,0 %	19,0 %	25,0 %	10 %		9		

(1) D'après Pellet et Beraud, 1967. — (2) D'après Astic, 1970. — (3) D'après Narebski et coll., 1969. — (4) D'après Delorme et coll., 1964. — (5) D'après Sterman et coll., 1965. — (6) D'après Ruckebusch et Morel, 1968. — (7) D'après Ruckebusch, 1963. — (8) D'après Ruckebusch et Bell, 1970. — (9) D'après Ruckebusch et coll., 1970.

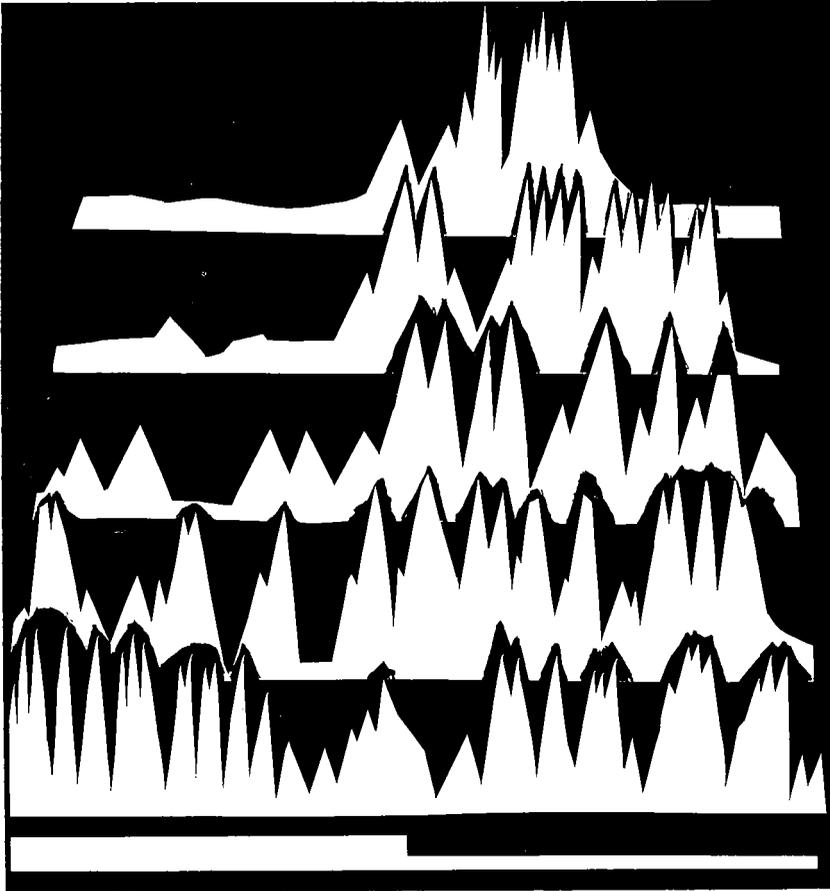


FIG. 3. — Étude comparée de l'évolution durant 24 heures des états de vigilance. Les pertes de vigilance sont représentées de façon arbitraire par des sommets échelonnés de gauche à droite durant le jour (08 h à 20 h) et la nuit (de 20 h à 8 h). Les espèces comparées sont de haut en bas : le Cheval, la Vache, le Mouton, le Porc et le Lapin.

Effets de l'environnement.

Seules, des comparaisons intra-individuelles de la fonction hypnique permettent d'étudier les effets de l'endormissement. Le tableau II montre clairement que pour 4 vaches et 3 chevaux, les variations d'un individu à l'autre sont voisines de 30 % dans nos conditions expérimentales de 2 à 3 enregistrements hebdomadaires, alors que ces variations restent inférieures à 10 % d'une nuit à l'autre pour un même individu. Chez un même sujet, les trois facteurs étudiés concernent (a) l'élévation artificielle de la température ambiante de 15 °C environ au cours de l'hiver;

(b) la diète depuis le matin avec isolement par retrait de l'étable des autres bovins et équidés; (c) les vents d'ouest de force supérieure à 5 m/s.

1. *Modifications de la durée de sommeil.*

Le vent d'ouest, par lui seul, malgré les bruits qu'il provoque à travers les arbres, ne modifie pas significativement la durée du sommeil chez les grands herbivores.

a) Le relèvement de la température ambiante n'a occasionné, au cours d'un essai unique, aucune modification du comportement nocturne de la Vache; chez le Cheval, deux essais effectués à une semaine d'intervalle ont réduit légèrement le temps de sommeil sans pouvoir attribuer pour autant l'effet à la chaleur elle-même ou à « l'odeur de chaud » émanant des appareils de chauffage.

b) La diète et l'isolement inquiètent les sujets et l'on peut s'attendre à un retentissement important sur la durée de sommeil. Les deux données les plus constantes sont : le décalage vers le matin des périodes de sommeil et l'augmentation du pourcentage de veille au détriment des états de sommeil chez la Vache et le Cheval. Par ailleurs, la durée de somnolence est fortement réduite chez la Vache.

2. *Variations liées au vent d'Autan.*

Les données qui précèdent permettent de définir l'interférence éventuelle du micro-climat sur l'alternance veille-sommeil des animaux par analogie avec les essais effectués chez l'Homme par Otto et Spinne [36]. Ils soulignent que parmi les facteurs bioclimatiques des locaux d'élevage (voir Bournas et coll. [37], Brody et coll. [42]), la température (15 °C en quelques heures l'hiver) ne constitue pas, à court terme, un élément primordial susceptible de faire varier la perte de vigilance. Par contre, *le début* d'une période de vent d'Autan entraîne — comme l'isolement et la diète — une réduction de la durée de sommeil et son décalage nocturne. Le Cheval et la Vache s'endorment plus tardivement et ils ont le sommeil plus léger. La figure 4 montre de façon très nette l'importance chez la Vache des variations qualitatives liées au début de l'Autan. Non seulement le nombre des phases de sommeil paradoxal est réduit (7 au lieu de 11), mais la durée des cycles de sommeil est accrue : l'intervalle moyen entre deux phases de sommeil paradoxal étant voisin de 45 mn au lieu de 30.

La fin de l'Autan, ou du moins la 3^e nuit d'Autan, s'accompagne également d'une modification significative des états de sommeil, analogue à une récupération d'une « dette » de sommeil. Elle comprend (1) une augmentation du nombre et de la durée des phases de sommeil lent chez la Vache; (2) une augmentation du pourcentage de sommeil paradoxal chez la Vache et le Cheval. La figure 4 permet de se rendre compte de l'importance du phénomène au bout de 2 à 3 jours d'Autan, c'est-à-dire le plus souvent à la fin d'une période d'Autan. Toutefois, il n'est

TABLEAU II
Modifications dues à l'environnement de l'alternance veille-sommeil chez la Vache et le Cheval

Facteurs	Veille	Sommolence	Sommeil lent	Sommeil paradoxal	Répartition nyctémérale
Variations intra-individuelles :					
— Vache sur 12 h ^{(7) (*)}	15,8 % ± 3,4 %	54,0 % ± 6,1 %	25,9 % ± 4,9 %	6,2 % ± 2,1 %	19 à 21 h 23 à 01 h
— Cheval sur 10 h ⁽⁸⁾	46,1 % ± 7,2 %	19,0 % ± 8,4 %	25,0 % ± 7,1 %	10,0 % ± 2,4 %	02 à 03 h 03 à 05 h
Variations inter-individuelles :					
— Vache sur 12 h ⁽⁴⁾	20 %	30 %	18 %	10 %	± 1 h
— Cheval sur 10 h ⁽⁸⁾	> 50 %	25 %	25 %	25 %	± 2 h
Élévation de la température (10° à 25 °C) :					
— Vache sur 12 h ⁽⁷⁾	17,2 %	50,8 %	28,1 %	5,4 %	19 à 21 h 23 à 03 h
— Cheval sur 10 h ⁽⁸⁾	50,2 %	23,1 %	29,4 %	8,1 %	02 à 03 h 04 à 05 h
Diète de 18 h et isolement :					
— Vache sur 12 h ⁽⁸⁾	39,7 % ± 2,3 %	32,6 % ± 7,2 %	22,9 % ± 3,9 %	4,8 % ± 2,5 %	21 à 22 h 03 à 05 h
— Cheval sur 10 h ⁽⁴⁾	50,2 % ± 6,8 %	25,2 % ± 3,2 %	17,0 % ± 5,4 %	8,1 % ± 3,4 %	12 à 02 h 04 à 06 h
Début de l'Autan :					
— Vache sur 12 h ⁽⁸⁾	46,1 %	26,9 %	22,4 %	4,6 %	20 à 22 h 04 à 06 h
— Cheval sur 10 h ⁽⁸⁾	53,4 %	23,2 %	16,9 %	8,0 %	02 à 03 h 05 à 07 h
Fin de l'Autan :					
— Vache sur 12 h ⁽⁴⁾	23,1 % ± 3,1 %	32,6 % ± 5,4 %	33,6 % ± 7,1 %	10,7 % ± 2,9 %	19 à 07 h
— Cheval sur 10 h ⁽⁸⁾	45,3 %	18,5 %	24,1 %	12,1 %	01 à 05 h

* Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre d'expériences ayant servi à l'expression chiffrée des résultats.

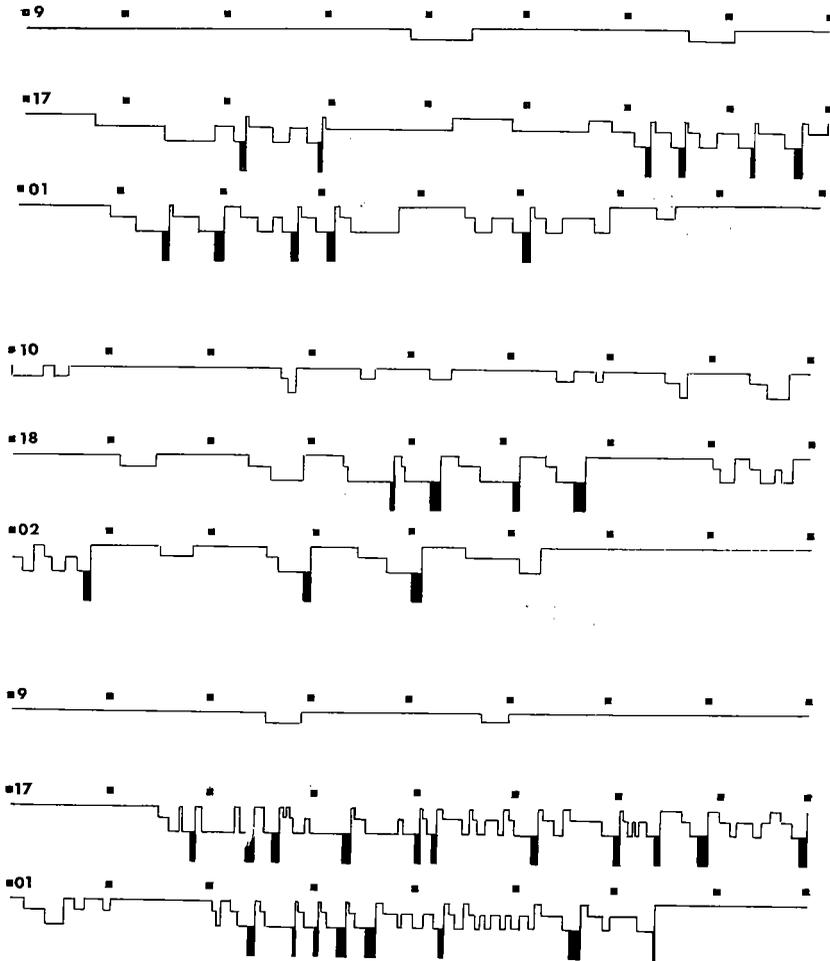


FIG. 4. — Effets de l'Autan sur la répartition nyctémérale des cycles de sommeil chez la vache.

Diagramme supérieur : la répartition type est indiquée selon des paramètres analogues à ceux de la figure 2. La répartition est, comme chez le Cheval, monophasique, à prédominance nocturne.

Diagramme moyen : augmentation du nombre et de la durée des phases d'éveil *au début* d'une période de vent d'Autan. La réduction du nombre des phases de sommeil paradoxal (barres noires) est également nette.

Diagramme inférieur : récupération d'une dette de sommeil à *la fin* d'une période de vent d'Autan. Le nombre de phases de sommeil paradoxal est doublé.

pas possible de dire à l'heure actuelle si ce sommeil très dense est caractéristique de la fin d'une période d'Autan ou s'il correspond seulement à une sorte de récupération après deux ou trois nuits difficiles.

3. Spécificité des effets de l'Autan.

Le rapport SP/ST chez la Vache (19,3) diminue au début de l'Autan (17,6); il se relève à la fin de l'Autan (24,1). Le décalage des cycles de sommeil, leur allongement puis raccourcissement, correspondent également à un phénomène caractéristique. En réalité, leur spécificité mérite d'être discutée en fonction des critères de stabilité de la fonction hypnique. Un premier point est l'origine des enregistrements : ils proviennent de sujets très stables sur le plan psycho-sensoriel, en particulier une Vache de race Aubrac âgée de 5 ans et un Cheval entier de 4 ans. La durée de l'interférence d'un phénomène insolite tel que vers minuit, le bruit d'un moteur de voiture, etc., n'excède pas 20 à 30 mn chez ces animaux alors qu'elle peut modifier le reste des enregistrements chez d'autres sujets. Il est donc légitime de considérer les variations observées comme hautement probables. Précisons ici que l'obtention de 10 enregistrements valables a exigé plus de 20 contrôles nycthémeraux, l'interférence des facteurs parasites ayant été éliminée *a posteriori*. Un deuxième point non moins important est que le début de l'Autan équivaut à une perturbation des états de sommeil analogue à celle d'une agression banale telle que le retrait des congénères et la diète. Une telle analogie enlève-t-elle toute valeur aux résultats, d'autant plus que la fin de l'Autan correspond à une récupération ultérieure peu différente de celle observée au cours d'une fatigue? Nous ne le pensons pas car les vents d'ouest qui soufflent deux fois plus souvent et avec une violence parfois égale sont sans effets dans nos conditions expérimentales. Un dernier point analysé concerne les deux modalités de l'Autan : l'Autan noir pré-curseur de pluie, et l'Autan blanc sans pluviosité. Les variations observées, d'ordre qualitatif, mériteraient une étude approfondie. Les corrélations qui ont pu être faites dans le cas d'Autan blanc *versus* Autan noir typique ont été une agression plus nette de l'Autan noir à en juger par la dette de sommeil contractée. Inversement, le décalage des périodes de sommeil au cours de l'Autan blanc semble plus net.

4. Rôle de l'ionisation et de la charge électrique atmosphérique.

La sensation d'inconfort due à l'air conditionné ou au confinement est parfois considérée comme correspondant à une atmosphère sous-ionisée unipolaire pour laquelle les sensibilités individuelles sont très variables. Inversement, l'aéro-ionisation négative induit, semble-t-il, des effets biologiques non négligeables, en particulier dans le traitement de l'asthme chez l'Homme et dans les locaux d'élevage pour les animaux. L'ionisation positive entraîne une fatigue psycho-physiologique, d'autant plus importante que le métabolisme de base est élevé et que l'équilibre végétatif est précaire.

a) *Les facteurs thermo-hygro-barométriques* de l'Autan peuvent expliquer, chez les animaux prédisposés, des signes relevant d'une hypervagotonie, sudations diffuses, exagération du péristaltisme intestinal, respiration difficile, procidence du corps clignotant. etc. L'adynamie, l'anorexie et l'hyperthermie complètent ce tableau. Les phéno-

TABLEAU III
Modalités de l'Autan et corrélations qualitatives de l'alternance veille-sommeil

<i>Caractéristiques</i>	<i>Vent d'Autan blanc</i>	<i>Vent d'Autan hybride</i>	<i>Vent d'Autan noir</i>
Direction	Entre S.-E. et E.-S.-E.	S.-S.-E.	S.-E.
Fréquence saisonnière	Automne-Hiver	Été, parfois automne	Automne-Printemps
Force	8 à 10 m/s	5 à 10 m/s	12 à 14 m/s
Effets thermiques	Succession rapide de calmes et rafales	Faiblesse nocturne	Turbulence accusée sans faiblesse nocturne
Effets hygrométriques	Chaud et sec	Très chaud	Relèvement des minima
	Relèvement des minima	Oscillation diurne très marquée	Insolation plus longue
	Oscillation diurne faible		
	Humidité relative anormalement basse la nuit (35 à 45 % en hiver)	Très sec	
Nébulosité	Nullité, puis nuages élevés émissaires des perturbations atlantiques	Humidité relative fortement relevée	Humidité relative modérée au début puis élevée de jour et de nuit
Pression barométrique	Élevée, puis stationnaire	Faible l'hiver, suit en été les fluctuations orageuses	Augmentation progressive
Pluviosité	Carence totale de pluie	Baisse très lente	Le vent d'Autan tombe avec l'arrivée de la pluie
		Pression variable	Baisse lente, puis accusée
		Fonction des fluctuations orageuses	Les précipitations apparaissent dès la fin de l'Autan
Décalage (début de l'Autan)	++	?	+
Dette de sommeil (fin de l'Autan)	+	?	++

mènes observés sont alors comparables à ceux décrits pour le Chergui au Maroc, dont la structure météorologique et les effets biologiques sont connus [38], [39], [40].

b) *Les facteurs ioniques*, par contre, avec un mécanisme d'action lié à la sérotonine, peuvent expliquer d'une part les troubles de l'alternance veille-sommeil, et d'autre part les phénomènes d'acclimatement.

— Les troubles de la fonction hypnique ne relèvent pas en effet de modifications importantes du confort thermique des animaux. Celui-ci peut être déterminé selon Debruyckère et coll. (1968) par l'équation :

$$S = P + 0,25(t_1 + t_s) + 0,25 x - 0,25(38 - t_1) V,$$

dans laquelle l'indice de confort S est fonction de t_1 = température de l'air ambiant; t_s = température moyenne des parois de l'étable; x = le degré d'humidité absolue en g/kg d'air sec; V = la vitesse de l'air à l'intérieur de l'étable et P = une constante liée au poids de l'animal (—9 pour un bovin de 150 kg). Lorsque la valeur de S est supérieure à +3, l'animal lutte contre la chaleur; lorsqu'elle est inférieure à —5, il lutte contre le froid. Lorsque la température ambiante passe de 10° à 25 °C (voir tabl. II), la valeur de S voisine de l'unité passe à +6, c'est-à-dire qu'il fait trop chaud; or l'animal n'a pas modifié de façon significative la répartition ou la durée des états de sommeil. Il est donc peu probable que l'Autan modifie par cette voie l'alternance veille-sommeil.

— L'acclimatement repose sur une adaptation homéostatique (neuro-humorale) de l'organisme. Or, il semble exister pour l'Autan une extrême régularité des réponses de l'organisme à l'exclusion de tout phénomène d'adaptation ou de sensibilisation. La libération d'une substance analogue à la sérotonine est plausible avec comme corollaire la particulière efficacité des substances antagonistes. Parmi celles-ci, à côté de l'acide bromo-lysergique (BOL 148), actif *in vitro*, le méthylsergide (UML 491) mérite une place particulière, surtout vis-à-vis des œdèmes inflammatoires dus à la 5 HT. En regard des troubles gastro-intestinaux, cardio-vasculaires provoqués par l'injection massive du 5-hydroxy-tryptophane, précurseur de la sérotonine, il est intéressant de noter l'action correctrice de l' α -métyldopa d'une part, de la dimetotiazine (8599 RP) et de la tritoqualine (554 L) d'autre part. Enfin, les effets comportementaux sont accusés en présence de substances inhibitrices de la monoamine-oxydase.

En résumé, les difficultés actuelles de mesure des variations du degré d'ionisation de l'air interdisent toute corrélation plus directe des effets liés à l'Autan. Les modifications de l'alternance veille-sommeil avec signes somato-végétatifs concomitants : labilité psycho-sensorielle, tachycardie, etc. semblent néanmoins assez précises chez les grands animaux pour pouvoir conclure à une influence très nette de type excitomoteur, suivie de façon probablement non spécifique d'un repos compensateur.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] FOURNIÉ. — *Les vents violents à Toulouse-Blagnac*. Thèse doct. ing., Paris, 1965, 51 p.
- [2] DENARD (Y.), VOISIN (R.). — Le syndrome du vent d'Autan. Essai d'analyse météoro-pathologique. *Toulouse méd.*, 1960, **10**, 735.
- [3] CARLES (L. M.). — *Agents pathogènes du climat. Les éléments contre l'homme*. Paris, Masson et Cie 1945, 1 vol., 122 p.
- [4] BASTIEN (F.), RIVOLIER (J.). — Ions atmosphériques et biologie. *Bioclimat*, 1970, **3**, 26-34.
- [5] GUILLEMOT (P.). — *Structure et effets biologiques du vent d'Autan*. Thèse doct. vét., Toulouse, 1970, 128 p.
- [6] RISSE (J.). — Contribution à l'étude de l'influence des facteurs météorologiques sur l'éclosion de certaines maladies. *Recl. Méd. vét.*, 1969, **145**, (1), 27.
- [7] OKSMAN (A.). — *Contribution à l'étude de la biométéoropathologie. Étude des corrélations biologiques et météorologiques au Centre Hospitalier de Castres*. Thèse doct. méd., Toulouse, 1970, 182 p.
- [8] GOURMEL (M.), CANELLAS (J.). — Sur les variations du taux de lymphocytes chez le lapin lors de l'inversion du signe de la charge spatiale atmosphérique. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 1960, **99**, 111-113.
- [9] KRUEGER (A. P.), SMITH (R. F.). — a) Effects of air-ions on isolated rabbit trachea. *Proc. Soc. Exptl Biol. Med.*, 1957, **96**, 807-809.
— b) Effects of air-ions on the living mammalian trachea. *J. Gen. Physiol.*, 1958, **42** (1), 69-82;
— c) The biological mechanisms of air-ion actions. I-5-hydroxy-tryptamine as the endogenous mediator of positive air-ion effects in the mammal trachea. *J. Gen. Physiol.*, 1960, **43**, 533-540;
— d) II Negative air-ion effects on the concentration and metabolism of 5-hydroxy-tryptamine in the mammalian respiratory tract. *J. Gen. Physiol.*, 1960, **44**, 369-376.
- [10] BADRE (R.), GUILLERM (R.), HEE (J.), RAZOULS (C.). — Étude *in vitro* de l'effet des ions atmosphériques légers sur l'activité ciliaire de l'épithélium trachéal. *Ann. Pharm. Fr.*, 1966, **24**, (6), 468-478.
- [11] WINSOR (T.), BECKETT (J. C.). — Biologic effects of ionized air in man. *Ann. J. Physic. Med.*, 1958, **37**, 83-87.
- [12] GUILLERM (R.), VOGT (J.-J.), CNOCKAERT (J.-C.), TESSIER (G.). — Effets physiologiques et psycho-physiologiques de l'ionisation atmosphérique chez l'homme. *Ann. Inst. Hydr. Clim.*, 1969, **40**, 133-142.
- [13] SULMAN (F. G.), KOCH (Y.), PFEIFFER (Y.). — Effect of climatic stress on the development of rats. *Int. J. Biometeor.*, 1969, **13**, 93-98.
- [14] JARRIGE (R.), JOURNET (M.). — Influence des facteurs alimentaires et climatiques sur la teneur en matières grasses du lait. *Annls Nut. Alim.*, 1959, **13**, 233-278.
- [15] KUSMINA (T. R.). — The effect of inhalation of air ions on the electro-chemical properties of blood during exsanguination and recovery of cats. *Intern. J. Biometeorol.*, 1967, **11**, (2), 191-194.
- [16] MINEHART (J. R.), DAVID (T. A.), MC GURK (J. F.), KORNBLUEH (I. H.). — The effect of artificially ionized air on post operative discomfort. *Amer. J. Med. Sci.*, 1961, **40**, (2), 56-62.
- [17] TROMP (S. W.). — *Medical biometeorology*. Amsterdam, Elsevier, 1963, p. 298.

- 18] OLIVEREAU (J. M.). — a) Influence de la pression barométrique sur le métabolisme hydrique du Rat albinos. *C. R. Séanc. Soc. Biol.*, 1967, **161**, 1929-1934;
b) Influence des ions atmosphériques sur l'activité du rat. *C. R. Séanc. Soc. Biol.*, 1970, **166**, 956-996.
- [19] TCHJJEVSKI (A. L.). — Die Wege des Eindringens von Luftionen in den Organismus und die physiologische Wirkung von Luftionen. *Acta Med. Scand.*, 1934, **83**, 219-272.
- [20] GUILLEMOT (P.), RUCKEBUSCH (Y.). — Le vent d'Autan : structure météorologique et effets sur l'activité nycthémerale. *Revue Méd. vét.*, 1970, **33**, (6), 537-557.
- [21] VOLKOV (G. K.), SHESTERKINA (N. V.), OGLLOBIN (N. E.), KASJUK (I. I.). — Air ionization increases the reproductive activity of bulls. *Veterinaria*, 1963, **40**, 47-48.
- [22] BAIDEVLJATOV (A. B.). — Oxygen ions in the air of poultry houses. *Veterinaria*, 1966, **43**, (8), 106-109.
- [23] KOMAROV (N. M.), VOLKOV (G. K.), GNEZDILOV (N. A.), ANDREEV (I. A.). — Physiological and biochemical changes in calves exposed to ionized air. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, 1966, **5**, 36-40.
- [24] KRUEGER (A. P.), KOTAKA (S.). — The effects of air ions on brain level of serotonin in mice. *Int. J. Biometeorol.*, 1969, **13**, (1), 25-38.
- [25] JOUVET (M.). — Étude électrophysiologique et neuropharmacologique des états de sommeil. *Actual. Pharmacol.*, 1965, 18^e série, p. 109-173.
- [26] SIMMONET (H.). — Rythmes et cycles biologiques chez les organismes animaux. *Biol. Med.*, 1964, **53**, (3), 266-330.
- [27] WEISS (T.), ROLDAN (E.). — Comparative study of sleep cycles in Rodents. *Experientia*, 1964, **20**, 280-283.
- [28] DELORME (F.), VIMONT (P.), JOUVET (D.). — Étude statistique du cycle veille-sommeil chez le chat. *C. R. hebd. Séanc. Soc. Biol.*, Paris, 1964, **158**, 2128-2131.
- [29] PELLET (J.), BERAUD (G.). — Organisation nycthémerale de la veille et du sommeil chez le cobaye (*Cavia porcellus*). Comparaisons inter-spécifiques avec le rat et le chat. *Physiol. Behav.*, 1967, **2**, 131-137.
- [30] NAREBSKI (J.), TYMICZ (J.), LEWOSZ (W.). — The circadian sleep of rabbits. *Acta Biol. exp.*, 1969, **29**, 185-200.
- [31] RUCKEBUSCH (Y.), MOREL (M.-T.). — Étude polygraphique chez le Porc (*Sus cerofa*). *C. R. Séanc. Soc. Biol.*, 1968, **162**, (7), 1346-1355.
- [32] RUCKEBUSCH (Y.), BARBEY (P.), GUILLEMOT (P.). — Les états de sommeil chez le Cheval (*Equus caballus*). *C. R. Séanc. Soc. Biol.*, 1970, **164**, (3), 658-665.
- [33] RUCKEBUSCH (Y.), BELL (F.-R.). — Étude polygraphique et comportementale des états de veille et de sommeil chez la Vache (*Bos taurus*). *Annl. Rech. vét.*, 1970, **1**, (1), 41-62.
- [34] ASTIC (L.). — *L'ontogénèse des états de vigilance chez le cobaye*. Thèse Doct. 3^e cycle Lyon, 1970, 123 p.
- [35] STERMAN (M. B.), KNAUSS (T.), LEHMANN (D.), CLEMENTE (C. D.). — Circadian sleep and waking patterns in the laboratory cat. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 1965, **19**, 509-517.
- [36] OTTO (E.), SPINNE (R.). — Untersuchung des Einflusses raumklimatischer Faktoren auf das Schafverhalten des Menschen. *Wiener med. Akad.*, 1966, 627-630.
- [37] BOURNAS (Cl.), FORGET (G.), JONQUOY (B.). — *Étude physique des facteurs bioclimatiques dans les locaux d'élevage*. Étude n^o 340 du C.N.E.E.M.A., février 1970.

- [38] PLANAS (M.). — Contribution à l'étude de l'action pathologique des vents au Maroc. Documents sur le « Chergui » dans le Souss. *Maroc méd.*, 1953, **342**, 1321-1335.
- [39] PLACIDI (L.). — Vue d'ensemble sur l'influence et les manifestations de quelques « facteurs climatiques » dans la biologie et la pathologie générales et comparées de l'homme et de l'animal. *Maroc méd.*, 1953, **342**, 1215-1216.
- [40] RANDET (J.), CAZALE (H.). — Les masses d'air au Maroc et son climat. *Maroc méd.*, 1953, **342**, 1159-1160.
- [41] DEBRUYCKERE (M.), NICOLAUS (A.), NEUCKERMANS (G.). — *Contribution à l'étude du climat optimal de l'étable pour veaux à l'engraissement*. Rapport de l'I.R.S.I.A., Faculté des sc. agron. de Gand, juin 1968.
- [42] BRODY (S.), RAGSDALE (A. C.), THOMPSON (H. J.), WORSTELL (D. M.). — The effect of wind on milk production, feed and water consumption and body weight in dairy cattle. *Univ. Mo. Agric. Exp. Sta. Res. Buls.*, **545**, avril 1954, 20 p.

· MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE
COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES

COMPTES RENDUS
DU
QUATRE-VINGT-SEIZIÈME CONGRÈS
NATIONAL DES SOCIÉTÉS SAVANTES

TOULOUSE

1971

SECTION DES SCIENCES

TOME I

Histoire des sciences

Le Vent d'Autan

Chimie

(EXTRAIT)

Y. Ruckebusch

Effets de l'Autan sur les états de veille et de sommeil
chez les animaux domestiques

PARIS
BIBLIOTHÈQUE NATIONALE
1974