Zeitschrift: Acta Tropica
Herausgeber: Schweizerisches Tropeninstitut (Basel)
Band: 5 (1948)
Heft: 2

Artikel: Le climat tropical et la production animale
Autor: Curasson, G.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-310156

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Institut d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux Alfort.

Le climat tropical et la production animale.

Par G. CURASSON.

(Reçu le 25 sept. 1947.)

Ainsi que le fait observer GUIART, le climat agit beaucoup plus sur le règne végétal que sur le règne animal et c'est pour bonne part par l'intermédiaire du règne végétal qu'il influence plus ou moins la répartition des animaux et les possibilités d'élevage.

Sur les animaux, le climat — si on ne considère que le climat lui-même et non ses corollaires — a une action beaucoup moins marquée qu'on ne le disait autrefois ; cela se traduit d'ailleurs par la diffusion de certaines races qu'on eût cru précédemment étroitement adaptées à une zone climatique donnée.

Cette influence est observée depuis longtemps, puisque HIPPOCRATE, dans son « *Traité des eaux, des airs et des lieux* », indique que ce sont les variations dans l'air et surtout les intempéries qui occasionnent le plus de maladies. XÉNOPHON, ARISTOTE s'y sont arrêtés, et le dernier, dans son « *Histoire des animaux* », affirme que les animaux varient selon les climats ; les uns n'habitent pas dans certaines régions, les autres, là où ils habitent, sont plus petits, leur vie est courte et ils dépérissent.

Pour BUFFON, « chez tous les animaux, chaque espèce est variée suivant les différents climats et les résultats généraux de ces variétés forment et constituent les différentes races ».

A mesure que les déplacements d'animaux de continent à continent se faisaient plus fréquents, on remarquait que c'est surtout dans les déplacements des pays tempérés vers les pays chauds que se manifeste l'action du climat ; mais ce n'est que récemment, quand les pays colonisateurs voulurent introduire dans les régions chaudes les races améliorées de l'Europe, qu'on put observer l'action détaillée du nouveau milieu et remarquer que cette action est surtout indirecte, sauf dans les conditions relativement réduites où les facteurs cosmiques et météoriques ont vraiment une action propre marquée.

Les diverses causes qu'on a invoquées dans les études sur cette question, qu'elles soient directes ou indirectes, sont pour la plupart interdépendantes, et c'est dans leur ensemble qu'il faut les étudier pour se faire une conception saine de leur action propre ou collec-

tive. C'est en tenant compte de cette remarque que STEPHAN TAUSSIG (1932) a proposé une série de tableaux concernant l'influence d'un milieu donné sur les animaux. Ces tableaux ont été résumés ainsi que suit par LETARD (1934) :

I. Facteurs liés à la localité.

A. Facteurs naturels :
   a) Facteurs climatiques proprement dits.
   b) Facteurs géologiques et pédologiques.
   c) Flore.
   d) Faune.
B. Facteurs de domestication. Modification par l'homme
   a) du sol,
   b) de la flore,
   c) de la faune naturelle.
C. Facteurs indirects. Situation géographique et topographique Population humaine (densité, races, religion, etc.).

II. Facteurs liés aux groupements animaux.

Situation comparée des diverses espèces animales dans une région. Conditions d'entretien, d'élevage, d'alimentation, d'exploitation.

Nous ne saurions, dans cette étude, nous attacher à l'examen de ces divers facteurs. Nous avons voulu seulement montrer les aspects essentiels de l'action du climat lui-même, plutôt que des facteurs secondaires, sur l'organisme animal, pour en tirer ensuite les leçons qui peuvent s'appliquer à l'élevage de nos animaux domestiques dans les régions tropicales.

Action sur le rythme circulatoire et respiratoire, sur la régulation thermique.

L'action de la température sur les êtres vivants en général intéresse tous les phénomènes vitaux. Le métabolisme s'élève en fonction de la température, qui agit ainsi indirectement sur la taille et la durée de la vie des animaux poikilothermes, mais pas chez nos animaux à température constante ; chez ces derniers, la régulation thermique qui est pour bonne part sous la dépendance du rythme circulatoire et respiratoire, intervient dans le métabolisme, dans le comportement à l'égard du milieu tropical, dans l'acclimatement.

L'air chaud étant dilaté, raréfié, il en résulte forcément des

modifications des échanges respiratoires. C'est ainsi que DUERST a établi que la quantité d'oxygène absorbée par an varie selon la température, diminuant à mesure que cette dernière augmente. En Europe (Stuttgart), elle tombe de 963,8 en janvier à 887,8 en juillet. La quantité totale d'oxygène absorbée par une vache qui est de 1161,9 kg. par an à Leningrad, de 1105,94 kg. à Stuttgart, tombe à 1010,92 kg. à Narirabad et 976,63 kg. à Seringapatam.

De façon générale, l'animal compense la raréfaction de l'oxygène par l'augmentation du nombre des respirations ; la polypnée thermique est d'autant plus accusée que l'animal a un système sudoripare moins développé (chien) ; elle varie avec les espèces, avec les races, avec les individus. Parallèlement, le rythme circulatoire se modifie. Nous allons examiner les observations faites en des conditions diverses de régions, d'espèce, de race.

Disons d'abord, avec HORNBY (1942), que l'expression « température normale » pour les animaux vivant sous les tropiques, a toujours une valeur relative, en raison des variations d'ordre physiologique qui peuvent survenir. Seule la température prise le matin de bonne heure doit compter. Pour l'Afrique orientale, le même auteur estime que la température normale chez le mouton est de 39°, et chez la chèvre de 38° 4 ; chez les autres animaux, elle peut varier entre 38° et 39° 4, les différences étant plus marquées chez les jeunes.

REGAN et FREEBORN (1936) ont remarqué que des vaches de Jersey, maintenues à 29° et plus, deviennent incapables de régler leur température au bout de 24 heures. Des bovins maintenus à moins de 20° maintiennent leur température autour de 38° 3, mais leur température atteint 40° 6 quand on les maintient à 37° (REGAN et RICHARDSON, 1938).

Aux Philippines, des bovins adultes de race indigène ont une température moyenne de 39° 1 en saison chaude (moyenne 28° 22) et de 38° 82 en saison plus fraîche (moyenne 26° 87).

Des remarques du même ordre ont été faites chez les buffles : alors que leur température normale peut être fixée à 37° 1, elle peut monter à 40° pendant les jours chauds.

Chez les chèvres de l'Inde dont la température moyenne peut être fixée à 38° 2 le matin et à 39° le soir, on observe des variations parallèles à celles de la température extérieure (SADIQ, 1943).

En Afrique du Sud (SCHOLTZ et BADENHORST, 1940), chez des bovins de races et croisements divers, dès que la température extérieure dépasse 27° à l'ombre, il y a augmentation de la température corporelle et du rythme respiratoire chez les animaux de races importées ; il semble que le centre respiratoire ne règle plus les mouvements, qui deviennent rapides, irréguliers et superficiels.

A 37°, alors que la température des bovins de race Afrikander se maintient à 38° 8, celle des Hereford peut atteindre 40°, celle des Shorthorn 40° 5, celle des Aberdeen-Angus 41°. La température cutanée de bovins mis au soleil varie de 46 à 49° et on conçoit que cet excès de température, absorbé par l'organisme, cause l'élévation de la température corporelle, ce qui explique aussi le rôle que peut jouer l'épaisseur de la peau.

Au Brésil, dans les mêmes conditions extérieures, les animaux importés marquent également des écarts de température corporelle plus accentués que les bovins du pays (VILLARES, 1941).

Chez le mouton, alors que le nombre des respirations est de 25 à 7°, il est de 38 à 21° ; le nombre des pulsations est de 80 à 12° et de 83 à 25°. D'autre part, la température corporelle varie entre 38,3 et 39,4 à 5° et entre 38,9 et 39,7 à 25° (TONARELLI, 1941).

Des expériences faites en Californie ont montré que chez des vaches maintenues à l'étable, la température corporelle reste constamment à 38° 3-38° 4 tant que la température de l'étable ne dépasse pas 21° ; l'augmentation est ensuite progressive jusqu'à atteindre 40° 5 quand la température ambiante est de 37-38° (HORNBY, 1942).

En Louisiane, où la température varie habituellement de 12 à 28° et où l'humidité est régulièrement forte, les relations observées entre la température extérieure et la température corporelle sont les suivantes, chez des vaches de Jersey : à 10°, la température corporelle est de 38° et le nombre des respirations de 20 ; à 35°, les chiffres sont respectivement 39° 7 et 30 respirations (GAALAAS, 1945). Dans cette même région, on a comparé en 1944 et 1945 la résistance à la chaleur des vaches de race Holstein ou de Jersey. La température extérieure moyenne fut de 26° 8 en 1944 (maximum 34°) et de 27 en 1945 (maximum 33°). La température corporelle moyenne, prise le matin, fut en 1944 de 39,5 pour les Holstein et 39,1 pour les Jerseyaises ; en 1945 respectivement de 39,7 et 39,1. Les pulsations et les respirations n'offrirent pas de différence ; le taux d'augmentation de la température est donc plus marqué chez les Holstein. En 1944, une augmentation de l'humidité fut suivie d'une augmentation de la température corporelle et des respirations chez les Jerseyaises, pas chez les Holstein. Il n'y a pas de relation apparente entre la proportion de blanc chez les Holstein et la résistance à la chaleur (SEATH et MILLER, 1947).

Des expériences réalisées dans la zone chaude du Sud-Ouest des Etats-Unis pour fixer les conditions d'acclimatement de diverses races de moutons ou de leurs croisements au cours de l'été ont montré que, de façon générale, les variations de la température atmosphérique ont une influence plus marquée sur la température corporelle et le rythme respiratoire chez les animaux de race pure

que chez les croisements ; les Southdown et les Hampshire présentent les plus fortes variations. Le rythme respiratoire est moins rapide chez les animaux de croisement (Southdown-Rambouillet, Dorset-Rambouillet, Suffolk-Rambouillet) que chez les purs, et leur température corporelle est plus proche de celle des animaux à laine fine : Mérinos, Rambouillet. Les variations les moins marquées sont, parmi les races pures, chez les Mérinos et parmi les croisements, chez les Suffolk-Rambouillet. Ces remarques correspondent aux observations faites concernant les possibilités d'adaptation dans la pratique et il semble bien qu'il y a corrélation entre la capacité des animaux d'assurer la thermo-régulation et leurs possibilités d'acclimatement (MILLER et MONGE, 1946).

Dans l'Inde, à Mukteswar, MINETT et SEN (1946) ont fait des observations détaillées chez les bovins, les buffles, les moutons, les chèvres et les poules. Ces observations montrent que la température atmosphérique influe considérablement sur la température corporelle ; en général (sauf chez la poule), les variations thermiques sont suivies de 3 heures environ par des poussées ou des baisses parallèles de la température corporelle ; les différences sont plus marquées chez le buffle, le mouton et la chèvre que chez le bœuf.

Pour étudier comparativement les possibilités d'adaptation de diverses races au climat tropical ou subtropical, RHOAD (1940) les place dans des conditions expérimentales rappelant ces milieux et mesure leurs besoins en eau et leurs déperditions de chaleur. Il constate ainsi que les bovins de race Aberdeen Angus et les trois-quarts sang (croisement avec la race Brahman) ne sont pas physiologiquement adaptés aux hautes températures et à une radiation intense ; au contraire, les Brahman purs et demi-sang marquent leur faculté d'adaptation par la régulation de leur température.

Il peut être intéressant de citer maintenant des faits qui concernent, en dehors des animaux domestiques dont nous venons de parler, l'homme ou des animaux domestiques moins souvent observés.

Des remarques concernant l'homme ne manquent pas. Les plus récentes montrent que dans l'Inde septentrionale, la température, chez des individus de race européenne ou indigène, est supérieure à ce qu'on considère comme normal en pays tempéré ; chez des individus normaux, on peut noter une température rectale de 38° 3 et une température buccale de 38° ; il peut arriver que la température buccale dépasse la température rectale ; la première subirait des variations saisonnières plus marquées en relation avec la température atmosphérique.

Chez le chameau, les variations de température corporelle sont

très grandes ; dans une même journée elles peuvent atteindre 2 degrés. D'après LEESE (1927), la température le matin de très bonne heure varie entre 35 et 36,5 en saison froide et 35 et 36,6, parfois 37 en saison chaude ; en saison chaude, la température de l'après-midi est de 35,7 à 38,4 alors que, en saison froide, elle est de 36,5 à 38,3. Chez les animaux adultes, le nombre des respirations est de 5 à 8 par temps froid, de 12 et plus par temps chaud.

Chez la poule, on peut observer aussi des variations parallèles à celles de la température extérieure (HEYWANG, 1938).

Nous pouvons maintenant examiner comment se fait, chez les animaux des pays chauds, la thermo-régulation. On sait qu'elle est réglée à la fois par les oscillations du métabolisme, par l'évaporation d'eau, la vaso-constriction ou la dilatation, la sueur.

KESTNER (1940), examinant le rôle de chacun de ces facteurs en pays tropical, fait remarquer que les ruminants ne peuvent pas diminuer les combustions internes même au soleil tropical ; ils dorment et recherchent l'ombre pendant les heures chaudes. Si la régulation ne se fait pas parce que la chaleur extérieure est trop grande, la température monte, le taux du métabolisme s'accroît et l'énergie qui eût pu être diversement employée, est perdue ; cela survient souvent chez les animaux de races européennes introduits sous les tropiques et les rend plus sensibles aux maladies.

Le deuxième mode de régulation est l'évaporation d'eau par les poumons ; alors qu'en pays tempéré, la différence entre l'air inspiré et l'air expiré peut être grande, aussi bien au point de vue de la température que du degré hygrométrique, elle peut être à peu près nulle en région chaude et humide, plus marquée en région chaude et sèche.

La troisième forme de la thermo-régulation, la vaso-dilatation et vaso-constriction, est, dit KESTNER (1940), un cadeau spécial de la nature à l'homme dont la peau est nue et riche en petits vaisseaux dont la capacité peut varier énormément ; c'est un mode de régulation efficace et rapide ; malgré leur revêtement pileux, les animaux ne sont pas entièrement dépourvus de ce mode de régulation, mais il ne paraît pas avoir été étudié chez eux. On observerait cependant cette réaction au niveau des grandes oreilles du lapin, du chien. On prétend aussi que l'éléphant, à l'air froid, rabat ses oreilles sur le côté ; les petits vaisseaux ne sont alors pas apparents ; à l'air chaud, elles sont ramenées en avant et les vaisseaux apparents, dilatés, sont nombreux ; on a observé aussi que l'éléphant agite ses oreilles à l'air chaud, on en a conclu que l'énorme surface de ces oreilles leur permet de jouer le rôle de déperditeurs de chaleur, ce qui semblerait confirmé par

l'existence de températures très élevées à leur surface, particulièrement à la pointe. Les battements interviendraient pour activer cette déperdition. Mais d'après BENEDICT et LEE (1938), il n'en est rien, car il n'y a aucun rapport entre le rythme des battements et la température ambiante. Ce rythme serait plutôt en relation avec la nervosité de l'animal.

La sécrétion de la sueur constitue le quatrième mode de régulation ; on sait que la répartition des glandes sudoripares varie avec les animaux : réparties à peu près sur tout le corps chez l'homme, les Equidés, elles n'existent chez certains animaux qu'en petites superficies. La quantité d'eau perdue par sudation et évaporation peut être très grande ; elle est aussi très variable, chez une même espèce, selon que le climat est chaud et sec ou au contraire chaud et humide ; la sudation se produit dans les deux cas ; l'évaporation dans le premier seulement ; l'évaporation se fait mieux au soleil, en sorte que, bien que cela puisse paraître anormal, la thermorégulation peut se faire mieux au soleil qu'à l'ombre.

Les études faites par divers auteurs américains ont montré que l'homme et les animaux ne se comportent pas, du point de vue qui nous intéresse, de la même façon. Ainsi, l'homme perd du poids par la transpiration et ne peut le regagner en buvant, parce que son corps ne peut retenir l'eau tant que la quantité de sel correspondant à ce qui a été évacué n'est pas additionnée à l'eau ; le chien, au contraire, maintient son poids, le seul sel qu'il perd étant celui de la salive qu'il laisse écouler ; d'autre part le chien qui ne sue pas, ne peut travailler en climat chaud, particulièrement au soleil, où sa peau peut atteindre une température très élevée.

Quelques observations faites chez l'homme au cours de la dernière guerre par LADELL (1945) méritent d'être résumées, en ce qu'elles nous fournissent quelques éclaircissements sur la thermorégulation par la sueur. Dans des conditions expérimentales, des sujets nus peuvent perdre jusqu'à 8 litres de sueur en une période de 4 heures sans travailler. Pendant de courtes périodes, les glandes sudoripares peuvent fournir 60 à 70 cc. de sueur à la minute, la proportion diminuant ensuite ; cette diminution paraît due plutôt à la fatigue des glandes qu'à la déshydratation de l'organisme. Dans un climat chaud et humide, une faible proportion de la sueur est évaporée. La sudation suit une élévation de température de la peau et aussi de la température rectale ; chez ceux qui ne sont pas acclimatés, la température rectale peut augmenter considérablement avant que la sudation s'installe ; l'acclimatement se traduit par le départ de la sudation à une température rectale plus basse et par une augmentation de la quantité de sueur, ce qui pourrait provenir de l'hypertrophie des glandes sudoripares.

On sait que, si la sudation est un phénomène utile comme régulateur de la chaleur, elle peut jouer un rôle nuisible sous les tropiques parce qu'elle élimine beaucoup de sel qu'il est nécessaire de remplacer si on veut éviter des accidents plus ou moins graves ; on diminue notamment les chances de coup de chaleur en administrant du sel. Les expériences de LADELL ont montré que chez l'homme en régions tropicales, il faut chaque jour 25 à 30 grammes de sel pour remplacer celui qui est éliminé par la sueur ; cela explique aussi les grands besoins de sel de nos animaux. Par contre, les pertes en vitamines par la sueur sont insignifiantes, sauf pour l'acide nicotinique.

D'autres recherches faites chez l'homme respectivement dans la zone désertique de Californie et la zone tropicale de Floride (MOLNAR et collab., 1946) montrent que l'absorption d'eau et l'élimination de la sueur sont environ deux fois plus fortes dans la zone désertique sèche que dans la zone tropicale ; cependant le volume de l'urine et la quantité de sel éliminée par l'urine restent les mêmes dans les deux cas ; l'absorption d'eau et de sel augmente ainsi, chez l'homme, avec les pertes.

Les pertes par évaporation sont en relation avec l'intensité solaire et la température ; elles ne semblent pas l'être avec l'humidité relative, la ventilation, la température rectale ; elles sont diminuées par le vêtement d'environ 100 g. par heure.

Dans la zone tropicale, environ 72 % de la chaleur produite par le travail sont perdus par évaporation, alors que, dans la zone désertique, toute cette chaleur est perdue par l'évaporation.

DILL (1940) et ses collaborateurs ont expérimenté sur l'âne transporté en région désertique. Suant abondamment, il peut fournir un gros effort sans essoufflement. La sueur contient peu de sel, en sorte qu'il y a élévation du taux de chlorure dans le sang, pendant le travail, sans abreuvement. Chez l'homme et le chien, quand le sang perd de l'eau par sudation, il y a accroissement des protéines du plasma, les protéines ne quittant pas les capillaires ; par contre, chez l'âne, la teneur en protéine reste remarquablement stable, même quand la perte de poids corporel atteint le taux énorme de 12 pour 100 par sudation, et que le poids est récupéré par abreuvement. La paroi des capillaires de l'âne serait donc très perméable aux protéines, qui sortent des capillaires quand le sang perd de l'eau et y rentrent par la lymphe quand l'eau est réabsorbée.

Des anomalies de la sécrétion sudorale existent dans diverses régions tropicales, chez le bœuf et le cheval particulièrement, et sont pour bonne part dans les difficultés d'acclimatement ou d'en-

tretien des races. Ce sont particulièrement l'anhydrose chronique et la « maladie de la sueur ».

L'anhydrose chronique, observée surtout chez le cheval, mais aussi chez le bœuf, est bien connue sous des noms divers : *non sweating, dry sweating, dry coat,* aux Indes anglaises et néerlandaises, en Afrique du Sud. La maladie bovine, parfois identifiée à celle du cheval, a été observée dans l'Inde et dans la zone chaude et humide des Etats méridionaux de l'Amérique du Nord.

Chez les chevaux importés (sauf les chevaux arabes) et rarement chez les chevaux indigènes, on voit diminuer progressivement à la fois la production de la sueur et la surface cutanée qui sue ; il y a en même temps hyperthermie, accélération respiratoire. L'animal finit par ne plus suer, même après une course épuisante ; la mort survient souvent après une course. Chez les bovins, c'est aussi parmi les animaux importés et surtout les jeunes et les vaches laitières qu'on observe, avec un poil rude, de l'accélération respiratoire, de l'hyperthermie ; le chiffre des globules rouges est très bas.

Deux facteurs paraissent intervenir : le climat et l'alimentation. En ce qui concerne le premier, c'est toujours en région chaude et humide que la maladie est rencontrée, et une amélioration suit aussitôt le transfert en une région plus sèche et moins chaude ; l'alimentation intervient aussi : les animaux atteints ont une ration riche en protéine et pauvre en nourriture verte, et la mise au vert amène aussi une amélioration.

La *sweating sickness, « maladie de la sueur »,* est observée en Afrique du Sud, au Congo Belge. Elle frappe les veaux sevrés et débute par des sueurs qu'accompagne un état spécial du poil, qui est rèche, s'arrache facilement. Au niveau des endroits où se produisaient les sueurs, il se forme ensuite de l'œdème, puis la peau se craquelle, se recouvre de croûtes ; on voit aussi des lésions buccales, de la kératite. La mort est fréquente. Bien que diverses hypothèses aient été émises concernant l'étiologie de cette maladie, il semble bien établi qu'il s'agit d'une maladie de carence et qu'elle doit être rapprochée de certaines maladies du veau qui correspondent à un taux anormalement bas d'acide ascorbique dans le sang, et qui cèdent à l'administration de ce produit.

On peut, en conclusion, dire que les espèces domestiques — et dans chacune d'elles certaines races — réagissent de façon différente à la température tropicale ; les diversités dans le comportement en entraînent dans les facultés d'acclimatement. Pour chaque cas, des études détaillées, qui n'ont été jusqu'à présent que fragmentaires, devraient être réalisées qui porteraient sur la tempéra-

ture corporelle, le poids, les modifications dans la composition du sang, de la sueur, etc.

Action sur les organes hématopoïétiques, le sang, les glandes à sécrétion interne.

Dans les études faites par SCHOLTZ et BADENHORST (1940), il a été montré que, avec la chaleur prolongée, le sang voit baisser sa teneur en hémoglobine ; ainsi s'expliquerait cette anémie tropicale essentielle indiquée chez l'homme et le chien, et qui différerait des diverses anémies symptomatiques. Mais il est, la plupart du temps, bien difficile de séparer ce qui peut revenir à cette anémie essentielle ou aux autres causes. Il est vraisemblable que les organes hématopoïétiques, au moins au début de l'acclimatement, sont influencés plus ou moins dans leur fonctionnement.

Au début, sous les tropiques, chez l'homme, il y a hyperglobulie et hyperhémoglobinémie ; semblable fait se remarque dans la région désertique chaude et sèche (Sahara) et cela peut correspondre à l'augmentation du taux d'hémoglobine et à la polyglobulie estivale du chien (CHARY, 1942), parfois signalées en été en régions tempérées.

D'après DUERST, quand la chaleur est humide, l'élimination de l'eau étant plus difficile, il en résulte une augmentation du plasma, de l'hydrémie qui mène à l'anémie ; dans un climat sec, comme nous venons de le voir, le phénomène est inverse : le taux d'hémoglobine augmente, ainsi que le nombre des globules rouges. La quantité d'eau éliminée par les poumons et par la peau augmente aussi ; il se produit une rétention du NaCl dans la peau et la quantité de ce sel éliminée par les reins diminue.

Quand il y a baisse de l'hémoglobine, il y a en même temps, d'après SCHOLTZ et BADENHORST (1940), augmentation du sucre sanguin ; de même pour l'alcalinité et l'azote non protéique ainsi que le calcium du sérum. Cela est dû à ce que, au niveau de la peau exposée aux rayons actiniques, il y a formation abondante de vitamine D, qui favorise l'absorption du calcium. Enfin, la teneur en chlorure de sodium augmente avec la chaleur, d'où la nécessité de donner du sel aux périodes chaudes.

Les observations faites chez les bovins montrent que, au point de vue de l'action sur la richesse du sang, le comportement n'est pas le même chez les animaux indigènes que chez les animaux importés. Ainsi, au Brésil, les bovins de race locale ont un sang plus riche en globules rouges (8 millions) que celui des races importées : 5 millions chez les hollandaises, 6 millions chez les normandes, 7 chez les vaches de Jersey. Les descendants des vaches importées sont plus riches que leurs parents (VILLARES, 1940).

En Afrique orientale, on observe aussi que les animaux de races européennes ont moins de globules rouges que ceux des races locales, sans qu'il y ait de différences notables entre eux en ce qui concerne la composition chimique du sang. Parmi les races locales, il n'y a pas de différences dans la richesse globulaire entre les zébus et les bovins de race Ankole (JONES, 1943).

Les glandes endocrines sont, elles aussi, influencées. La chaleur, les ions négatifs de l'atmosphère influent directement ou par le canal du sympathique qui stimule les fonctions de la thyroïde, des surrénales, de l'hypophyse, des testicules. L'action sur la thyroïde expliquerait, nous le verrons, certaines modifications du système pileux et aussi de l'activité sexuelle.

La pituitaire, les surrénales, qui jouent un rôle dans la régulation thermique, voient leur activité accrue ; si les fluctuations thermiques sont peu marquées, leur activité est peu augmentée et une longue période de chaleur uniforme la ralentit. Comme d'autre part la pituitaire antérieure agit directement sur la structure du squelette, son inactivité entraîne une diminution de la croissance du squelette, phénomène observé dans les régions tropicales à température uniformément chaude pendant longtemps. La pituitaire a aussi, nous le verrons plus loin, une influence sur l'activité sexuelle.

Il est possible que, en climat tropical, on puisse observer, accentuées, ces variations saisonnières que MAIGNON (1928) a signalées dans le métabolisme basal chez le chien : ce métabolisme, en dehors de toute influence thermique, passe par deux maxima au printemps et à l'automne, et deux minima en été et en hiver ; cela se traduit par des différences dans le glycogène musculaire et le coefficient respiratoire ; le maximum de la glycogénie musculaire correspond aux périodes d'activité sexuelle ; comme la castration atténue, sans les supprimer, ces maxima, MAIGNON conclut que ces influences cosmiques s'exercent en grande partie par l'intermédiaire des glandes génitales, mais pas exclusivement.

Action sur l'appareil digestif. On signale toujours, au début de l'acclimatement, une diminution de l'appétit. C'est dû non seulement au climat, mais au changement de régime. Peu à peu le tube digestif s'adapte aux nouveaux aliments, non sans troubles plus ou moins marqués. Le foie, dont les fonctions sont exacerbées, et qui travaille plus, a tendance à se congestionner.

L'action de la chaleur sur le métabolisme retentit sur l'appétit ; le métabolisme est d'autant plus affecté que l'animal est un bon transformateur de nourriture ; aussi, les bêtes grosses mangeuses, comme les laitières, mangent moins, sécrètent moins de lait. C'est pourquoi, font remarquer SCHOLTZ et BADENHORST (1940) à la

Jamaïque, au Congo Belge, on les croise avec des zébus, et pourquoi aussi la Jerseyaise, petite et mangeant peu, est la seule race qui réussisse dans les régions chaudes et sèches de l'Amérique.

De façon générale, les meilleurs producteurs de viande et de lait voient leur capacité de transformation s'abaisser avec l'inappétence ; cela pourrait aussi abaisser la teneur en eau du tissu musculaire et expliquer que la chair des bovins africains est moins succulente et les faisceaux musculaires sont moins développés.

La diminution de la quantité d'aliments nécessaires est vérifiée par des expériences des auteurs sud-africains qui, plaçant sur les mêmes pâturages, au soleil, des animaux d'origines diverses, observent que les bovins indigènes pâturent plus longtemps ; de même, la rumination cesse plus vite au soleil chez les races importées. Il faut remarquer aussi que, lorsqu'il y a du vent, les animaux pâturent plus longtemps avant de se coucher et que, quand il fait chaud, ils pâturent contre le vent alors que, lorsqu'il fait froid, ils pâturent dans le sens du vent.

La chaleur entraîne également une diminution du suc gastrique, qui est aussi moins acide. C'est probablement dû à la dilatation des vaisseaux superficiels avec anémie des organes internes et digestion retardée. Les aliments sont moins bien utilisés en saison chaude, et c'est en dehors de cette période qu'il faut pratiquer l'engraissement.

Action sur la peau et les phanères. On sait que la peau des mammifères réagit au froid par une production plus grande de poils : les fauves des régions tropicales, transportés en régions tempérées, prennent un pelage plus épais. La chaleur a un effet opposé et amène la raréfaction des poils : les chèvres lainières des hauts plateaux d'Asie, importées au Mexique sous un climat doux et constant, perdent leur poil presque entièrement ; c'est vraisemblablement par le même mécanisme que les moutons de l'Afrique tropicale sont devenus des moutons à poils, ne conservant leur laine que dans une région déterminée où les conditions climatiques assurent pendant une certaine saison des températures minima et des variations diurnes de température inconnues ailleurs ; la chaleur et les rayons solaires font que le poil devient plus rude (chèvres « poil de chien ») ; la laine de même comme si, gêné par cette production, l'organisme cherchait à s'en débarrasser peu à peu ; les animaux à poils courts, à laine grossière, résistent mieux que les autres à la fois parce que la thermo-régulation se fait mieux et qu'ils abritent moins de parasites.

On sait que la pigmentation de la peau favorise l'absorption des rayons caloriques. Ainsi, les pelages bruns absorbent 80 % des

radiations, alors que les pelages blancs n'en absorbent que 50 %. Les races brunes absorbent environ trois fois plus de chaleur irradiée qu'elles n'en produisent par leur métabolisme. En plaçant ces animaux à l'ombre, on peut réduire de 60 à 70 % les radiations qui les atteignent en plein pâturage (RIEMERSCHMIDT, 1943). Mais, comme les rayons lumineux ont une action vaso-constrictive, la pigmentation apparaît en fait comme protectrice ; cela explique la préférence pour certaines races bovines et bubalines pigmentées et correspond aux observations de KALANTAR (1931) pour qui, plus on monte vers le Nord, plus la proportion des sujets blancs augmente parmi les bœufs, les moutons, les chevaux. Il ne faut pas, d'après KALANTAR, assimiler l'organisme animal à un local qu'on peut protéger de la chaleur en partant du principe que les surfaces claires réfléchissent les rayons solaires alors que les surfaces neutres les absorbent ; en réalité, il importe beaucoup moins pour les animaux de se protéger contre la lumière et la chaleur ambiante que de régler les déperditions de leur chaleur corporelle ; ainsi, chez les animaux des tropiques, la coloration aurait tendance à devenir foncée. Cependant, pour BONSMOR et PRETORIUS (1943), les bovins de couleur claire s'adaptent mieux aux régions tropicales et subtropicales. A notre avis, il est trop de facteurs qui interviennent dans l'acclimatement pour qu'on puisse juger exactement — du moins d'après les observations faites jusqu'à présent — l'importance du rôle que peut jouer la pigmentation.

D'après les observations de FRENCH (1946) en Afrique orientale, le taux de croissance du poil, chez les bovins, est lié au minimum de température. Les animaux à poils courts ont une pousse plus lente que les animaux à poils longs ; la pousse rapide et la longueur de la toison rendent les animaux moins adaptables aux régions tropicales : à ce point de vue, les croisements ¾ Friese se comportent mieux que les ¾ Ayrshire.

Il nous faut ici citer le cas à la vérité curieux de ces trois animaux originaires du plateau d'Ankara, en Turquie, et qui ont comme caractère commun la longueur, la finesse et l'éclat de leur poil : la chèvre, le lapin et le chat d'Ankara. On attribue généralement ce caractère fixé au climat ; mais quel facteur climatique intervient : sécheresse, vents, pression atmosphérique, etc. ? Il est reconnu que la chèvre d'Ankara demande un air sec et que l'humidité ne lui convient pas. — Récemment AYSOY (1947) a émis l'hypothèse que le facteur principal est la prédominance en ions négatifs de l'atmosphère. Il se base sur les observations curieuses faites au cours des dernières années et qui paraissent indiquer que l'ionisation et le champ électrique atmosphérique joueraient un rôle dominant dans le développement des poils. Les ions négatifs ont, en effet,

une influence favorable sur le système pileux, la toison augmentant en quantité et qualité (TCHIJEVSKY). Les domaines à champ positif favorisent le développement du lapin, du chat, de la chèvre (PECH). D'autre part, les ions négatifs influent sur le système neuro-végétatif ; ils excitent le sympathique et celui-ci stimule les fonctions de la thyroïde, des surrénales, de l'hypophyse, des testicules ; il est donc probable que c'est par l'intermédiaire de la thyroïde que le système pileux est influencé (AYSOY, 1947).

Les variations du poil sont accompagnées de modifications de la peau. A ce point de vue, les opinions varient, probablement parce que les résultats ne sont pas les mêmes dans les régions chaudes et humides que dans les régions sèches. Alors que, pour DUERST, la peau devient épaisse et forte dans un climat chaud et sec en raison de la rétention du sel dans la peau, WERNERS, ADAMETZ estiment que sous les climats chauds le gros bétail a la peau plus fine que sous les climats froids ; les couches épidermique et dermique s'épaississent proportionnellement. Ce qui paraît établi, c'est que la peau s'épaissit, à mesure que le poil devient rare ; la structure de la peau subit des variations intéressant la production des cuirs. FRENCH (1946) a, en effet, remarqué qu'en saison froide, quand la pousse du poil est plus abondante, les éléments constituant le cuir sont plus rares et les veaux qui, en Afrique orientale, naissent à la saison chaude, particulièrement les veaux de races européennes ou améliorées, ont une peau à grain plus serré. Il est probable que ces réactions cutanées plus marquées chez les races européennes permettent d'expliquer que les peaux de zébus sont plus fines, plus légères que celles des races européennes ; de même la peau des moutons à poils est à structure plus serrée que celle des moutons à laine.

Action sur l'activité sexuelle : Il est d'observation courante que les mâles des espèces domestiques, quand on les importe dans les régions tropicales, surtout à la saison chaude et humide, manifestent de la nonchalance ou de la frigidité sexuelle ; la faculté de reproduction des mâles paraît diminuée de façon constante dans de telles régions. Ainsi, d'après DAWSON (1938), les mâles des stations expérimentales du Sud des Etats-Unis fournissent 36 % de saillies positives, alors que la proportion est de 49 % pour ceux des stations du Nord et de l'Ouest, et cela serait dû à ce que la température et l'humidité sont plus fortes dans le Sud.

On a remarqué aussi, particulièrement en Afrique du Sud, que les taureaux de race européenne sont temporairement stériles au moment des grandes chaleurs. Les observations de SCHOLTZ et BADENHORST (1940) fournissent à ce phénomène une explication

que confirment des expériences ultérieures. Au moment des grandes chaleurs, la peau du scrotum peut atteindre 46° ; sous cette peau, les testicules ont une température de 41°. Or, la peau des testicules des bovins Afrikander est plus épaisse que celle des taureaux de races européennes (0 cm. 4 au lieu de 0 cm. 15 ou 0 cm. 2) et, quand il fait chaud, la peau de leur scrotum se contracte, se ride et devient par conséquent mauvaise conductrice de la chaleur ; de plus, les testicules sont rétractés.

On sait que les spermatozoïdes sont très sensibles à la chaleur et, dans un testicule à 41°, ils doivent mourir. La stérilité des béliers importés, pendant la saison chaude, doit avoir la même explication.

Les recherches de BADENOCH (1945) viennent à l'appui de cette thèse. En effet, de même que PHILIPPS et MC KENZIE (1934) ont montré expérimentalement que les hautes températures affectent la vitalité des spermatozoïdes du bélier et que, si cela se continue pendant plusieurs semaines, la dégénérescence des organes reproducteurs intervient. BADENOCH observe que, si on chauffe expérimentalement le scrotum ou si on maintient le testicule dans l'abdomen, on provoque la désintégration de l'épithelium germinal ; la spermatogénèse n'est donc possible que si la température du scrotum est plus basse ; chez l'homme, la moyenne de la température scrotale est inférieure de 2° 2 à celle de la fosse iliaque. Aussi la descente du testicule peut-elle être considérée comme une véritable migration à la recherche d'une température plus basse, migration qui produit un effet contraire quand la température extérieure amène un échauffement du scrotum. Cette migration se produit chez tous les mammifères, sauf de rares exceptions (éléphant, baleine).

Des expériences réalisées en Nouvelles Galles du Sud sur des béliers placés artificiellement dans différentes conditions de climat et d'alimentation ont montré que la dégénérescence séminale se produit environ 6 mois après que toute verdure a disparu des pâturages et quatre mois après le commencement d'une période de chaleur où le maximum de température diurne dépasse 32°. La régénération ne se produit que deux mois après le retour à des conditions normales (GUNN et collab., 1942). Ainsi s'expliquent de longues périodes de stérilité chez le bélier.

La température agit aussi en diminuant l'activité thyroïdienne ; or, la fertilité du bélier diminue quand la glande thyroïde est inactivée, ainsi qu'on peut le réaliser expérimentalement en injectant, en temps de reproduction normale, du thiouracite, agent inactiveur de la glande thyroïde. Par contre, l'administration de thyroxine permet à la spermatogénèse de redevenir normale : le volume du sperme éjaculé, qui avait diminué, est augmenté et la

proportion des spermatozoïdes anormaux diminue (BOGART et MEYER, 1946).

Il ne paraît pas qu'on ait jusqu'à présent fait en régions tropicales des observations analogues à celles qui ont été faites en régions tempérées sur les variations que peuvent subir, sous diverses influences climatiques, les qualités du sperme ; les conclusions à ce sujet ne sont d'ailleurs pas toujours identiques ; retenons que, dans le Missouri, on n'aurait pas noté chez les taureaux adultes de variations saisonnières marquées concernant le sperme (SWANSON et HERMANN, 1944). Par contre — et les observations et expériences citées plus haut le font prévoir — on a parfois constaté qu'il existe des variations saisonnières de divers ordres, en ce qui concerne le sperme, chez le taureau et le bélier. Chez le taureau, le volume du sperme peut être plus faible en été et, à cette saison, la proportion des spermatozoïdes anormaux est plus grande, le taux des saillies positives plus faible. Des observations du même ordre sont faites chez le bélier (PHILIPPS et collab., 1943).

Les mammifères dont la période de reproduction est fixée en régions tempérées voient en général cette période de reproduction se modifier quand, transportés en régions chaudes, ils s'adaptent à de nouvelles conditions de milieu ; par contre, des ruminants introduits des régions tropicales en Angleterre conservent leur rythme sexuel. Il semblerait que les espèces tropicales, habituées à l'uniformité relative des conditions climatiques, notamment l'exposition à la lumière, au cours de l'année, n'ont pas acquis, comme les animaux des régions tempérées, la faculté de répondre aux variations saisonnières (DUKE of BEDFORD et MARSHALL, 1942). Mais ce n'est que partiellement vrai pour nos grands animaux domestiques, ainsi que nous le verrons plus loin.

En effet, il y a toujours pour les animaux domestiques indigènes ou importés une période d'activité sexuelle plus marquée. Nous allons citer, à ce point de vue, diverses observations. Elles permettent de conclure que, de façon générale, l'accroissement de la température et de l'insolation amène un accroissement des fonctions sexuelles (ANDERSON, 1944) contrebalancé chez le mâle — dirons-nous — par l'action directe de la chaleur sur la spermatogénèse.

On connaît depuis longtemps l'action de la lumière sur l'appareil génital des oiseaux, action qui se ferait sentir par l'intermédiaire des yeux sur la préhypophyse, glande dont la sécrétion provoque le développement ou le réveil physiologique des organes génitaux (J. BENOIT). Le même phénomène peut s'observer chez des mammifères : on peut, par exemple, prolonger la période de fécondité

chez le furet par exposition à la lumière ; comme chez les oiseaux, c'est la préhypophyse qui est influencée.

Au Nyasaland, WILSON (1946) a observé que 61 % des veaux zébus naissent de juin à octobre, la moyenne des naissances étant alors de 30 pour 1000 de l'effectif, alors qu'elle n'est plus que de 10 pour 1000 de décembre à avril. Il y a donc un maximum d'activité sexuelle, chez les vaches, de septembre à décembre. C'est à cette période que la température atteint son maximum et dépasse 30°, que l'humidité relative est la plus faible (moins de 50 %) ainsi que les précipitations atmosphériques.

Les observations du même ordre ont été faites au Kenya : les naissances sont en plus faible proportion en janvier-février, pour toutes les vaches (zébus ou européennes) et en plus forte proportion en septembre-octobre. Dans une ferme où étaient entretenus des bovins du pays et des bovins importés, on a fait les remarques suivantes qui indiquent à la fois les variations saisonnières et les différences entre les vaches indigènes et les vaches importées. La proportion des saillies à résultat positif était la plus grande en janvier-février (saison sèche) chez les vaches zébus (88 %) comme chez les vaches importées (70 %) ; la proportion la plus faible pour les vaches de race européenne est en mai-juin (pluies) : 44 % ; alors qu'elle reste uniformément de 70 % environ chez les vaches zébus, de mai à décembre. Cette fertilité moindre des vaches européennes s'observe aussi chez les taureaux : la fertilité de ces derniers varie de 62,8 % à 10,2 % avec une moyenne de 27,6 %, alors que celle des taureaux zébus va de 71,4 % à 85 %. Le nombre des saillies nécessaires pour assurer la fécondation d'une vache zébu est de 1,3 en moyenne, alors qu'il est de 3,6 pour une vache importée.

Le retour des chaleurs se fait, après la mise-bas, en moyenne en 74 jours chez les vaches de race européenne, en 55 jours chez les vâches zébus ; pour toutes les vaches, cette période est plus courte quand la mise-bas a lieu en septembre-octobre. Pour toutes les vaches également, la durée des chaleurs est raccourcie quand, en saison sèche, le manque de phosphore et de protéines est particulièrement marqué dans les herbes.

Si les oscillations saisonnières de la température amènent des variations dans la fertilité, il semble qu'une température uniforme est favorable : chez des vaches de race Holstein entretenues à Singapour dans une étable climatisée à 20°, la proportion des fécondations était de 58 %, alors qu'elle n'était que de 25 % chez celles qui étaient dans une étable ouverte, ventilée, exposée à la température tropicale.

Action sur la production laitière. C'est surtout en ce qui concerne la production laitière que l'on confond souvent l'action propre du climat et celle des facteurs secondaires, en particulier de l'alimentation et de la gymnastique fonctionnelle. Il s'est formé à ce sujet des opinions contradictoires, les uns attribuant au seul facteur alimentaire les différences qu'on observe entre les vaches indigènes et les vaches européennes, les autres attribuant au climat un rôle prépondérant. La distinction est difficile à établir, ainsi que nous le verrons, mais dans des circonstances particulières on a pu faire la part respective de chaque facteur. Nous examinerons successivement les variations en quantité, puis en qualité.

C'est évidemment par action sur le métabolisme qu'intervient le climat dans la sécrétion laitière. Aussi était-il intéressant d'étudier comment réagit la vache laitière aux augmentations de température ; c'est ce qu'ont fait REGAN et RICHARDSON (1938). Ainsi que nous l'avions vu, le nombre des mouvements respiratoires augmente régulièrement avec la température ; à la température de 26° 6-29° 2, variable avec la race, on atteint un point thermique où il n'est plus possible aux animaux de maintenir nettement la régulation de la température. Au delà de ce point, il y a inappétence, la production du lait diminue et ce lait est modifié ; il renferme moins de caséine et de résidu sec autre que la matière grasse, alors que la matière grasse augmente. C'est un fait observé dans toutes les régions chaudes. Le pH du lait est plus élevé, le point de congélation abaissé et la coagulation par la présure se fait plus tardivement. La matière grasse est plus pauvre en acides volatiles et plus riche en constituants non saturés. D'après ces deux auteurs, le principal moyen de la vache, pour combattre la chaleur, est le système respiratoire. La respiration varie directement avec la température ambiante, la peau a un grand pouvoir d'isolement. La vache peut donc s'adapter facilement au froid, mais elle est mal préparée pour résister au chaud.

Certaines remarques tendent à fixer les limites d'intervention du climat lui-même ; ainsi les analyses d'EDWARDS (1938) portant sur le lait de vaches jerseyaises inscrites au « Livre de Mérite » dans les Etats du Maine et de Géorgie, vaches ayant une alimentation de haute valeur, montrent que le climat a un effet direct : une diminution au cours de l'hiver pouvait être attribuée au fait que les étables étaient chauffées.

Dans les observations de REGAN et RICHARDSON que nous avons citées, quand la température monte jusqu'à 40°, la production laitière, dans les mêmes conditions d'alimentation, tombe à 17 litres par jour alors qu'elle était de 29 litres à 10°. Les remarques de RHOAD (1935), au Brésil, montrent par ailleurs que les vaches de

races européennes introduites dans les régions tropicales et recevant une ration équilibrée ne fournissent que 56 % de leur capacité normale. Le fait que les vaches de races européennes produisent plus quand il fait froid est illustré par les observations de VILLEGAR que nous avons relatées plus haut et dans lesquelles les vaches placées dans une étable climatisée à 20° donnaient 26 litres de lait par jour, alors qu'un groupe similaire, dans une étable ouverte, ventilée, exposée à la température tropicale, ne donnait que 9 litres.

Chez la brebis, les expériences réalisées par DA COSTA (1942) ont montré que la sécrétion lactée diminue quand les animaux sont soumis à des variations de température, alors qu'elle peut augmenter légèrement quand la température reste constante.

L'effet de la chaleur est donc démontré ; mais ce n'est pas le seul facteur : la perspiration cutanée, les autres conditions météorologiques, notamment l'humidité, la gymnastique fonctionnelle et surtout l'alimentation, interviennent. CARNEIRO (1939) pense que quand le bétail laitier est soigneusement alimenté, il n'y a pas de baisse marquée de la production et que c'est sur la nutrition qu'intervient le climat ; HAMMOND (1931) pour la Jamaïque, RHOAD (1935) pour le Brésil ont montré que la longue période de sécheresse caractéristique de nombreuses régions tropicales réduit considérablement la production laitière en diminuant la capacité des pâturages et la valeur nutritive des herbes. C'est au cours de cette période de disette qu'on voit chez les vaches indigènes qui n'ont alors qu'une alimentation déficiente se produire la baisse marquée dans la quantité et aussi les variations qualitatives dont nous parlerons plus loin. Cette influence de la saison sèche n'est pas liée à la faible pluviométrie elle-même, mais à une alimentation moins alibile : dans une région du Niger, une saison des pluies précoces pendant laquelle il tomba 455 mm. d'eau, soit le double de la moyenne et qui amena une pousse prématurée d'herbe verte, a permis de noter chez les vaches de race Azaonack des chiffres dépassant de beaucoup la production habituelle (jusqu'à 7 l. 500 par jour au lieu de 3-4). D'autre part, la seule action de l'alimentation, de la sélection peuvent améliorer rapidement le rendement de vaches indigènes mauvaises laitières : dans des fermes de l'Est africain, des vaches indigènes ont vu leur production journalière moyenne passer de 5 litres 1 en 1933 à 7 l. 9 en 1942, et la durée de la lactation de 75 à 225 jours, la teneur moyenne en matière grasse étant de 5,6 % (CAMERON, 1945).

L'influence combinée du climat, de l'alimentation, des facteurs divers que nous avons cités fait que le lait des femelles indigènes des régions tropicales, en dehors de la question de quantité, offre des caractéristiques différentes de celles du lait des femelles

européennes. Cette importante question — du point de vue économique comme du point de vue médical — a été l'objet de recherches fragmentaires dont nous allons résumer les principales.

Au Congo Belge (PIGNEUR, 1930) le lait des vaches indigènes est considérablement plus riche en matière grasse et matières albuminoïdes, alors que la teneur en lactose est sensiblement la même (ELS, 1931) que celle du lait des vaches d'Europe.

Au Soudan Français (CURASSON, 1933) des variations extrêmement marquées sont observées : extrait sec, de 105 à 194, moyenne 149 ; matière grasse de 15 à 101, moyenne 50 ; matières albuminoïdes de 32 à 124, moyenne 52 ; lactose, moyenne 47. Des vaches indigènes entretenues dans une ferme de la même région ont donné lieu en 1940 aux observations suivantes : Densité de 1026,5 à 1035 ; acidité Dornic 20 à 26 ; matière grasse 42 gr. 5 à 92 gr. 8 (DOUTRESSOULLE, 1947).

Au Sénégal (DUFOUR) la moyenne de nombreuses analyses est de plus de 55 pour la matière grasse, 40 pour la caséine, le lactose se maintenant autour de 50. La teneur en anhydride phosphorique est constante (1,5).

Au Kenya, DAUBNEY (1938) signale des teneurs moyennes en matière grasse de 55 gr. et 58 gr., chiffres se rapprochant de celui donné par CAMERON (1945) : 56 grammes de matière grasse, moyenne des vaches de l'Est africain.

En Egypte, la composition moyenne, établie de 1937 à 1944, est de 48 gr. 7 de matière grasse et 91 gr. 1 de matière sèche non grasse (GHONEIM et collab., 1947), alors que chez les bufflesses, la teneur en matière grasse est entre 70 et 80 grammes.

En Afrique du Nord, les moyennes se rapprochent de celles d'Europe ; cependant, le taux de la matière grasse et des matières albuminoïdes est plus grand chez les vaches indigènes que chez les vaches européennes.

A la Martinique (PLUCHON et ROSE ROSETTE, 1941), la composition est très variable : matière grasse de 25,53 à 70,72, moyenne 42,5 ; caséine de 27,82 à 52,30, moyenne 47,7 ; lactose de 38,91 à 52,30, moyenne 47,70.

En Indo-Chine (BLOCH et CH. RICHET, 1933), le lactose atteint exceptionnellement 50 gr. ; la caséine dépasse souvent 50 gr. et les cendres se tiennent entre 7 et 8 gr. A Hanoï, LOZACH a obtenu les résultats suivants, tirés des analyses d'une année : beurre : 67 (de 43,9 à 91) ; caséine : 50 (de 39,5 à 59,9) ; lactose : 45 (de 41 à 48,7) ; cendres : 7,4 (de 5,5 à 9,9).

Les laits du Tonkin, d'après JAUFFRET et AUTRET (1947), ont un extrait sec élevé dû surtout à leur richesse en beurre et caséine ; ils sont un peu moins riches en lactose ; leur minéralisation est

caractérisée par une haute teneur en phosphate et en calcium et une faible teneur en chlorure de sodium. La teneur en beurre, plus forte en saison sèche, varie en raison inverse de la production. Dans les laits de mélange, la moyenne de matière grasse est de 49 gr. 5 (43,8 à 53,9) pour la traite du matin et de 55 gr. 6 (de 51,9 à 69,1) pour la traite du soir. Dans des laits individuels, on peut trouver 67 gr. 10 (traite du matin) et 94 gr. 50 (traite du soir). La teneur moyenne en caséine réelle, dans les laits de mélange, est de 44 gr. (sans différence sensible entre les traites du matin et du soir). La moyenne du lactose est de 44 gr., celle des cendres de 8 gr. ; il y a de 2 gr. 35 à 3 gr. 10 de phosphate et de 1 gr. 90 à 2 gr. 20 de calcium, chiffres supérieurs à ceux des laits de France.

Au cours d'une période de lactation, la teneur moyenne du lait des vaches chinoises en matière grasse est de 66 gr. (LEE, R. Y., 1946).

Dans l'Inde, il faut distinguer entre le lait de vache et le lait de bufflesse ; on admet de manière générale que la teneur du lait de vache, en matière grasse, est le double de ce qu'on observe en Europe et pour le lait de bufflesse le triple, ce qui paraît exagéré. La réglementation considère comme pur le lait de bufflesse qui a une densité minima de 1,028 à 15°, 90 gr. de matière sèche non graisseuse et 60 gr. de matière grasse ; un tel lait, dilué, pourrait passer pour du lait de vache, si ce n'était l'abaissement du taux du lactose.

On peut dire, de façon générale, que le lait des vaches indigènes est plus riche en matière grasse et matières albuminoïdes que celui des vaches d'Europe ; que cette augmentation varie inversement avec la production ; qu'il y a de fortes variations individuelles et saisonnières. Dans ces variations, la part qui revient respectivement au climat et à l'alimentation n'est pas bien fixée, mais il semble que c'est surtout l'alimentation qui intervient, car le lait des vaches indigènes qu'on entretient à l'étable, avec une ration assez riche en aliments aqueux, tend à se rapprocher de celui des vaches européennes entretenues dans les mêmes conditions. Remarquons cependant que, alors qu'on admet en général qu'en Europe et aux Etats-Unis la matière sèche non grasse augmente en hiver, c'est l'inverse qu'on observe en Afrique du Sud.

Action sur la production des œufs. Comme nous l'avons vu, la durée de l'insolation a une influence particulièrement remarquable chez les oiseaux domestiques ; c'est ce qui a amené l'emploi de la lumière artificielle dans les poulaillers en hiver.

Mais la température a d'autre part une influence marquée sur le volume des œufs ; quand les températures d'été sont fortes,

l'œuf diminue considérablement de volume et, au cours de l'année de ponte, l'œuf n'atteint le maximum de poids que quand la température a baissé au-dessous de 21°. Dès que cette baisse survient, le volume augmente rapidement (WARREN, 1939).

Les effets du climat sur la réceptivité aux maladies. Si les maladies exclusivement dues au climat sont relativement rares, alors que celles que causent les facteurs secondaires sont fréquentes, le climat n'en intervient pas moins dans la réceptivité aux maladies, contagieuses ou non, soit parce qu'il entraîne des modifications physiologiques dont nous avons étudié les principales, soit parce qu'il diminue la résistance des animaux en façonnant le milieu organique. Cela a une grande importance sur l'élevage en milieu tropical, sur les possibilités d'acclimatement notamment.

En Europe, on a observé l'aggravation des « coliques » du cheval en saison chaude. Pour VALADE (1935), cela tiendrait à un abaissement de la pression extérieure, d'où augmentation de la pression des gaz des réservoirs digestifs, et météorisme. Pour G. BOUCHET (1934) qui a observé cette recrudescence, quand la pression atmosphérique baisse, il y aurait action sur le système vago-tonique.

WIRTH et GRATZL (1929), tenant compte de 19 éléments météorologiques, concluent que le nombre de cas de coliques chez le cheval est plus grand les jours pendant lesquels la température est très élevée ou lorsqu'elle subit de grandes variations. ULLMAN (1939) a pu vérifier ces résultats à la clinique médicale de l'Ecole Vétérinaire de Berlin, ne tenant compte que de la température dont il a comparé les variations avec le nombre des cas de coliques enregistrés chaque mois ; l'examen des courbes paraît indiquer l'influence de la température, surtout pendant les journées orageuses.

Cet abaissement de la pression atmosphérique, avec des effets hypertensifs, peut amener certains phénomènes congestifs. D'autres modifications des forces météoriques peuvent amener certains phénomènes pathologiques plus ou moins nets.

Mais c'est surtout à l'égard des maladies infectieuses que se manifeste directement ou indirectement l'action du climat. Il importe, en effet, de distinguer, comme le fait VELU (1938), que les grandes influences climatologiques (cosmiques, telluriques, atmosphériques) peuvent exercer soit une action directe, en créant des syndromes climatologiques proprement dits, comme les lucites, le syndrome du vent du Midi, le coup de chaleur, etc., soit une action indirecte en modifiant le terrain ou en régissant le cycle vital d'un hôte intermédiaire, d'un parasite, voire d'un microbe pathogène.

L'action de la chaleur a été prouvée expérimentalement par VINCENT qui montre que l'hyperthermie du corps, provoquée artificiellement, peut amener le développement du tétanos chez les animaux porteurs de spores. Cette expérience de VINCENT correspond à une remarque de CADIOT (1906) qui note la plus grande fréquence du tétanos dans les régions chaudes, fréquence qui diminuerait dans chaque hémisphère à mesure qu'on s'éloigne de la zone tropicale.

On s'explique en partie ces variations par les expériences de HERWICK, WEIR et TATUM (1936), qui ont montré que les animaux sont plus sensibles en été qu'en hiver à la toxine tétanique ; au contraire, du moins d'après VANICEK (1936), la toxine diphtérique est plus active en hiver ou plutôt l'été est la saison la plus propice au développement de l'immunité antidiphtérique.

L'action du climat s'exercerait aussi en créant un rythme saisonnier de certaines maladies infectieuses comme la maladie de Carré, la rage ; mais dans ce dernier cas, c'est peut-être aux périodes du rut que revient le rôle principal. La périodicité d'autres maladies est due à celle des hôtes vecteurs, aux facilités qu'ont les agents microbiens de pulluler en certaines saisons. Mais la chaleur humide peut intervenir par elle-même, ainsi que SANARELLI (1925) l'a montré pour le charbon : des lapins, soumis au chauffage humide répété et ayant reçu des spores charbonneuses, meurent de charbon alors que les témoins non chauffés ne meurent pas.

C'est dans les maladies causées par les vers parasites que l'action des conditions climatiques est particulièrement marquée ; car, comme le fait observer J. T. LUCKER (1941), si ces vers sont, au stade adulte, à l'abri des effets du climat, la plupart d'entre eux ont un ou plusieurs stades qui se passent dans le milieu extérieur ; le climat agit sur les œufs, les larves et aussi sur les hôtes intermédiaires. Ce qui agit, c'est la chaleur, l'humidité, l'insolation. Les œufs, en effet, ne se développent pas au-dessous d'une certaine température, qui varie avec les espèces et sont tués au delà d'une certaine chaleur (les œufs d'Ascaris sont tués immédiatement à 70° et en 15 minutes à 45°). Exposés à une température non mortelle, les œufs et larves meurent cependant si le soleil intervient également : quelques heures d'exposition au soleil suffisent à détruire les œufs d'Ascaris, que le sol soit sec ou humide. Quant à l'humidité, elle favorise l'éclosion des œufs, et la résistance de ceux-ci à la sécheresse varie avec les espèces. On conçoit ainsi les différences considérables qui existent entre les régions chaudes et sèches, ennemies des parasites, et les régions chaudes et humides, qui constituent leurs terres d'élection.

Un des aspects de la pathologie tropicale, c'est aussi la diffé-

rence de comportement des animaux autochtones et des animaux importés à l'égard des maladies infectieuses, différence qu'on a trop tendance à mettre sous la dépendance du climat lui-même, alors qu'elle dépend de causes diverses, mais surtout de la résistance d'ordre général des races locales ou acclimatées, ou d'une résistance spécifique acquise à l'égard de telle ou telle maladie par des infections répétées, perceptibles ou occultes. Cela s'étend parfois aux maladies parasitaires internes et on a même signalé (VILLARES, 1941) que les bovins autochtones sont moins sensibles (au Brésil) aux attaques de la tique *Boophilus microphus* que les animaux importés.

L'action diversifiée des climats a donc comme conséquence des aspects différents de la pathologie et par conséquent des risques que court l'élevage selon les régions. Le climat conditionne la maladie. Non seulement il peut lui donner une physionomie particulière par son action sur le terrain organique et sur le microbe agresseur, mais aussi il peut la créer de toutes pièces ou empêcher son développement, par exaltation ou atténuation d'un virus ou de ses agents vecteurs (VIOLE et PIERI, 1939).

Mais il ne faut pas s'exagérer l'importance du climat seul dans la fixation de la carte médicale d'une région ; d'autres facteurs interviennent en ce qui concerne les populations animales : opérations zootechniques, échanges commerciaux avec transfert d'animaux, d'agents microbiens et d'hôtes vecteurs ; en sorte qu'on peut voir une région tropicale, comme Madagascar, devoir à son insularité une pathologie beaucoup plus proche de la pathologie *nostras* que de celle de zones tropicales offrant des caractères climatiques voisins. Par contre, l'intervention d'un hôte vecteur déterminé peut rendre communes à des régions climatiques bien différentes un certain nombre de maladies caractéristiques. C'est vrai particulièrement pour celles que transmettent les moustiques.

Transmission des modifications dues au climat. Des modifications diverses que les animaux subissent de la part du climat, il en est qui restent individuelles ; d'autres sont transmissibles, qu'elles soient morphologiques ou physiologiques ; cela, joint au fait que les mêmes causes, agissant sur les descendants, produisent les mêmes effets, assurent l'hérédité des modifications imposées aux organismes par le climat et expliquent la dégénérescence progressive comme l'accentuation des caractères d'adaptation. Pour les uns, les facteurs du milieu et leurs accessoires agissent sur le chimisme de l'organisme dans la période sensible (embryonnaire), qui à son tour agit sur les glandes endocrines sous l'influence desquelles se trouve la constitution. HAECKER et LENZ pensent que les facteurs

climatiques, lorsqu'ils agissent sur plusieurs générations, produisent souvent des variations définitives sur le plasma germinatif, en modifiant les facteurs constitutionnels des aptitudes.

Par ailleurs, si on a admis longtemps que les parents lèguent à leurs descendants la résistance qu'ils ont acquise dans un nouveau climat, on tend maintenant à donner une autre interprétation de l'acclimatation (survivance d'une espèce sous la surveillance de l'homme) comme de la naturalisation (survivance d'une espèce dans un milieu nouveau sans l'intervention de l'homme) : « La population importée hors de son aire géographique naturelle se composait d'individus apparemment semblables, mais réellement différents par leur patrimoine héréditaire, par leurs qualités innées. N'ont pu résister aux conditions adverses que ceux dotés d'une certaine constitution indépendante de l'action du milieu ; il y a eu sélection d'un génotype résistant, préexistant au changement de climat et indépendant de lui, et non création d'un nouveau type. La descendance des individus sélectionnés jouit forcément des qualités que les parents possédaient dans leur patrimoine héréditaire. Que la sélection soit naturelle ou artificielle, qu'il y ait naturalisation ou acclimatation, le résultat est dû aux mêmes causes. Cette explication qui, dans la plupart des cas, paraît exacte, ne s'applique peut-être pas à tous » (P. GRASSÉ).

Nous savons, en effet, que si des races paraissent posséder en elles-mêmes un pouvoir d'adaptation qui permet d'étendre singulièrement leur aire d'habitat, il en est beaucoup d'autres qui doivent aux artifices de l'éleveur la possibilité d'acclimatement.

Prévention des inconvénients du climat.

Les exemples sont nombreux qui nous ont été offerts au cours de cette étude, de l'importance relative de l'action directe ou indirecte du climat. On peut, comme le fait remarquer LETARD, s'en faire une idée en étudiant la production laitière. Une augmentation ou une diminution excessives de la température nuisent à la sécrétion du lait ; la vie sur les hauteurs diminue aussi cette production, mais le taux en matière grasse s'élève ; les climats marins, à température moyenne et régulière, sont les plus favorables à la production du lait. Mais les chiffres montrent que cette action est assez limitée. C'est le milieu, non en lui-même, mais par l'intermédiaire de la flore, qui a une action considérable ; les variations saisonnières dans la production laitière sont dues en grande partie aux variations saisonnières de la végétation, et on les atténue par les réserves fourragères, l'ensilage. Des observations du même ordre ont été faites un peu partout. Si on dispose de fourrages toute

Essais d'acclimatement au Soudan français.
Veau métis charollais et veau indigène du même âge.

l'année, si on supprime les carences d'ordre divers, si on supprime aussi les causes d'infection, il est quantité de tentatives d'acclimatement qui, considérées comme dangereuses, deviennent faciles. Les meilleurs exemples nous viennent des régions tropicales américaines, mais ils existent aussi en diverses régions asiatiques et africaines. Aussi JARDINE, considérant l'amélioration du zébu du Kenya par les races européennes importées, en arrive-t-il à conclure que, dans les fermes à gérance européenne, on arrive à tous les degrés de croisement, et que les facteurs essentiels sont la situation au point de vue maladie et au point de vue alimentaire. « Dans les régions saines, le seul obstacle à une amélioration est le facteur alimentaire. Un bétail de qualité supérieure demande des conditions supérieures d'alimentation, d'eau et de pâture. Là où ces conditions sont remplies, on a établi des troupeaux qui peuvent se comparer à la fois pour l'apparence et pour les performances aux troupeaux d'Europe. — Dans les conditions semi-tropicales qui sont celles des hauts plateaux du Kenya, on n'a pas encore observé jusqu'à présent, sur les fermes qui s'occupent uniquement de la production du bétail de haute qualité, d'obstacles inhérents à la continuation du processus d'amélioration d'une façon indéfinie ; en outre, il y a actuellement sur la colonie plusieurs troupeaux purs de races

européennes dont la progéniture ne présente aucun signe de dégénérescence, mais plutôt le contraire. »

Des remarques analogues ont été faites au Caméroun, mais là comme au Kenya on pourrait invoquer l'action modératrice de l'altitude, facteur qui ne peut compter dans les essais réussis en zone vraiment tropicale, et dont nous verrons des exemples. Les observations faites par OSTERTAG (1937) sur la « laiterie tropicale » ont bien montré que c'est par la lutte contre les épizooties et par l'amélioration de la flore alimentaire qu'on peut réussir la création de troupeaux laitiers.

D'autres fois, c'est la faune, parasitaire ou non, qui joue le rôle primordial ; il est évident que quantité de régions tropicales sont fermées à l'élevage, ou que l'introduction d'animaux non indigènes y est interdite, uniquement en raison de la présence des hôtes vecteurs des trypanosomiases et des piroplasmoses et non en raison du climat seul. Que disparaissent ces agents, et l'élevage devient facile. Cela explique que, sur les plateaux africains au delà de 1.500 mètres environ, alors que disparaissent les glossines, on a pu croiser ou élever des races européennes ; plus bas, reparaissent les mouches et le danger.

Le facteur humain est, lui aussi, trop souvent négligé : conditions sociales, politiques, religieuses, degré d'instruction, de civilisation, mœurs, etc. Ce sont ces conditions qui guident les modalités de l'action amélioratrice et fixent les règles utilisables ; dans deux pays semblables au point de vue climatique ou même dans un seul pays, les possibilités de réussite varient beaucoup selon que l'élevage est laissé aux mains de l'éleveur indigène peu évolué, ou qu'il est conduit ou pratiqué par l'éleveur européen. Un colon qui a su discipliner les facteurs secondaires du climat réussit ce que ne peut tenter, à côté, l'éleveur indigène d'une « réserve ». L'oubli de l'importance de ce facteur humain a fait échouer bien des tentatives et émettre bien des prétentions qui ne pouvaient être suivies de réussite et dont l'échec était attribué faussement au climat. C'est ainsi que, périodiquement, on compare la rapidité avec laquelle l'élevage des zones torrides et sèches de l'Amérique du Sud a évolué, à la stagnation relative de l'élevage africain dans des régions semblables ; mais on oublie le facteur éleveur.

Acclimatation et acclimatement. On a beaucoup écrit sur l'acclimatation — ensemble des procédés mis en jeu pour permettre à l'organisme de supporter le changement de climat — et l'acclimatement — adaptation de l'être vivant à des conditions mésologiques différentes de celles de son milieu naturel. Somme toute, l'acclimatement constitue l'adaptation de l'animal à une nouvelle

Essais d'acclimatement au Soudan français.
Croisements mérinos — brebis indigène à divers degrés de sang.

région, et l'acclimatation est l'intervention humaine destinée à la favoriser (CORNEVIN). Issues des mêmes confusions que nous avons déjà signalées entre les facteurs propres du climat et ses corollaires, basées sur des observations fragmentaires, élaborées dans un esprit plus théorique que pratique, des vues plus ou moins compliquées ont été émises sur l'acclimatement. Une bonne part peut être revisée, simplifiée.

On distinguait le grand acclimatement, dans lequel les animaux passent d'une zone climatique dans l'autre, du petit acclimatement dans lequel il y a seulement transfert d'une région à l'autre dans une même zone. Distinction subtile quand on sait les intermédiaires qui relient des climats différents, les interpénétrations de zones, etc. On a distingué aussi l'acclimatement individuel, l'acclimatement de race, l'acclimatement d'espèce. Nous plaçant du point de vue de l'introduction sous les tropiques de races provenant des pays tempérés ou d'autres zones tropicales ou subtropicales, c'est donc ce qu'on eût appelé le grand acclimatement de race qui nous intéresse. Nous emploierons pour lui le terme acclimatement.

Au nombre des facteurs qui influencent l'acclimatement, la race est considérée comme le plus important. Qu'il s'agisse de l'homme ou des animaux, on cite de nombreux exemples qui paraissent

indiquer la prédominance de ce facteur ; mais beaucoup de ces exemples sont à reviser.

En ce qui concerne les races animales, pendant longtemps on les a divisées en races cosmopolites, susceptibles de s'adapter à des conditions climatiques très variées, et races topopolites, qui s'étendent difficilement en dehors de leur aire naturelle. Cette classification est arbitraire et basée sur d'anciennes observations qui furent faites avant que les mesures de précaution, d'ordre sanitaire et alimentaire, dont on entoure maintenant les essais d'acclimatement, n'aient été appliquées. On a généralisé aussi à l'occasion d'observations limitées. A la vérité, les différences sont assez peu marquées entre les facultés d'acclimatement de races qu'on avait classées dans l'une ou l'autre catégorie, quand on combat de la même façon l'action indirecte du climat en intervenant à l'égard de l'alimentation, de la faune et de la flore, etc.

Il y aurait cependant des exemples de ce que OCTAVIO DOMINGUES a appelé la « *faculté d'adaptation de la race* ». Même dans ces cas, il ne paraît pas qu'on ait fait la part exacte de ce qui revient soit à ce facteur spécial soit aux autres facteurs mis en jeu par l'homme. C'est probablement faire une part trop grande au facteur d'OCTAVIO DOMINGUES que de conclure, comme le fait VELU, que tout se passe comme si, parmi les nombreuses races dont on a voulu étendre l'aire géographique, il n'en existait que quelques-unes « douées de la faculté de vivre sous des climats divers, préadaptées à des milieux variés, susceptibles de s'y reproduire sans dégénérer » et même de s'y améliorer, comme le mérinos en Australie, la vache hollandaise aux Etats-Unis. Cette préadaptation jouerait dans l'acclimatation et dans l'amélioration des races coloniales le rôle primordial : VELU estime que tous les moyens d'aider l'acclimatement ne serviront à rien s'il n y a pas préadaptation à vivre sous des climats divers. Et de même que STRAVRESCU considère l'exercice créateur de SANSON comme un simple révélateur des aptitudes individuelles, VELU regarde l'acclimatement comme la méthode expérimentale susceptible de révéler l'existence du caractère cosmopolite congénital des bonnes races domestiques. Cela réduirait le pouvoir de l'homme sur l'acclimatation du bétail. Nous savons maintenant, en plus, qu'on peut déterminer expérimentalement l'aptitude probable des animaux à s'acclimater en les plaçant artificiellement dans des conditions de température, d'humidité, se rapprochant de celles des pays chauds (RHOAD, 1940).

Les conclusions de VELU étaient basées sur les exemples fréquemment cités du mouton mérinos, du zébu de l'Inde, de la vache hollandaise.

Le mérinos, parti il y a un peu plus d'un siècle de la zone tempérée, s'est répandu dans l'univers entier. On le rencontre dans les contrées semi-arides du Texas, de l'Oklahoma, dans le désert du Karoo, comme dans les neiges du Canada, en Patagonie. Au Maroc, ces produits de croisement vivent et prospèrent là où les descendants de Charmois n'ont donné que de mauvais résultats. Cela évidemment montre une faculté d'adaptation à des pays multiples, mais il faut remarquer qu'il s'agit toujours de régions à saison froide plus ou moins marquée. Que les essais soient réalisés en zone tropicale sans grandes différences saisonnières, et ils ne réussissent pas mieux qu'avec d'autres races. Les nombreux essais que, pendant vingt ans au moins, nous avons tentés au Soudan français n'indiquent pas, de ce point de vue, une supériorité du mérinos. Elle ne saurait être invoquée comparativement au Karakul, par exemple, qui vit aussi bien dans les neiges d'Afghanistan que dans le Sahel soudanais.

VELU cite aussi le cas du zébu de l'Inde qui, transporté d'un pays chaud et humide, à végétation riche, dans un pays pauvre, assimile mieux les chaumes et les fourrages secs, cellulosiques, que les bovins indigènes du Maroc, par exemple, et est en bien meilleur état pendant cette période de disette. Ces facultés d'adaptation du zébu au climat tropical ont été utilisées fréquemment. EDWARDS (1932) a montré que, à la Jamaïque, quand on croise avec des races européennes le type Montgomery de zébu qui est relativement un mauvais producteur de lait, mais a une grande faculté d'adaptation, les descendants sont fréquemment meilleurs producteurs que leurs parents. Des résultats semblables ont été observés avec les croisements réalisés en Afrique du Sud, en Australie. D'autre part, le croisement du zébu avec les races locales pour favoriser la résistance au climat subtropical est pratiqué de façon courante aux Etats-Unis : croisement Shorthorn-zébu, Aberdeen Angus-zébu. On a aussi établi des types de bovins laitiers s'adaptant aux conditions tropicales et subtropicales, dans l'Inde (zébu pur), au Brésil, aux Philippines (croisements zébu-races européennes). Par contre, on n'a pas étendu ce croisement à but laitier dans les zones chaudes de l'Amérique du Nord, parce que là, la race de Jersey pure s'est montrée aussi résistante que les produits de croisement.

Ainsi se révèle effectivement la possibilité pour le zébu de l'Inde de s'étendre à de nombreuses zones tropicales et subtropicales ; mais il faut reconnaître aussi que là où il a été introduit, il a trouvé en général des conditions de milieu, d'alimentation, etc., au moins aussi favorables que dans son aire d'origine. D'ailleurs, la résistance particulière du zébu aux piroplasmoses est, nous le savons,

exagérée, et son état de prémunition n'est pas plus solide que celui d'autres races tropicales. On pourrait invoquer d'ailleurs le cas du zébu d'Afrique occidentale qui, si on lui fait quitter son climat sec et pauvre pour le milieu chaud, humide et plus riche du Sud, ne peut vivre.

Le cas de la vache hollandaise est aussi cité ; elle s'est acclimatée en Afrique australe, en Nouvelle Zélande, au Maroc.

Dans tous ces exemples, il semble qu'on n'ait pas toujours distingué les effets propres du climat de ceux des autres facteurs nés de lui, ni le rôle de la faculté de préadaptation ou d'adaptation de celui des mesures hygiéniques diverses. Si on fait le point des multiples essais d'acclimatement que nous avons tentés en Afrique occidentale française avec des races variées de divers animaux domestiques, on perçoit bien que le rôle principal revient aux facteurs externes et non à une qualité spéciale de telle ou telle race. Nous ne saurions nier cependant que certaines races peuvent parfois mieux bénéficier que d'autres des mesures prises par l'homme. Cela a été montré par RHOAD (1936-1938), CARNEIRO et RHOAD (1936) pour le Brésil et les Etats-Unis, BISSCHOP (1938), BRONSMA et collab. (1940) pour l'Afrique du Sud, FRENCH (1940) pour l'Afrique orientale, KELLEY (1937) pour l'Australie, MANRESA (1936) pour les Philippines ; au cours de cette étude, nous avons résumé les principales observations. Nous avons surtout parlé des essais tentés avec les bovins ; c'est que la variété, dans cette espèce, est beaucoup plus grande, du point de vue qui nous intéresse, que dans les autres. Dans le cas spécial du porc, chez lequel l'action de la chaleur est en général tempérée par le mode d'entretien, on est tenté de reconnaître une faculté d'adaptation plus marquée, ou simplement une preuve évidente des effets de l'entretien et de l'alimentation ; en effet, bien que les observations montrent que l'engraissement se fait moins bien en saison chaude, elles indiquent aussi que les races amélioratrices européennes et particulièrement le Berkshire, le Yorkshire, résistent aussi bien au climat que les races locales, quand elles sont bien entretenues et ne dégénèrent pas. Leurs croisements indiquent une amélioration considérable : aux Philippines le croisement Berkshire-race locale donne un type producteur de lard qui résiste au climat tropical. C'est à ce croisement qu'on s'est arrêté également dans les colonies anglaises et françaises d'Afrique. Ajoutons — et c'est une remarque d'intérêt important — que la résistance du porc, indigène ou non, aux trypanosomiases, quand il est bien alimenté, permet son entretien en des régions tropicales fermées aux bovins.

On a fait intervenir, dans l'acclimatement, d'autres facteurs que la race. On indique généralement : la vitesse du mouvement

migratoire, sa direction et son amplitude, le croisement avec les races autochtones. De ces divers facteurs, BERTILLON a tiré des lois qui sont susceptibles de revision.

La vitesse du mouvement migratoire, dit-on, doit être lente pour éviter les transitions brusques. On a, de ce point de vue, cité des exemples qui, tirés des divers degrés de l'échelle animale, ont poussé à des généralisations exagérées. De ce que BEUDANT a montré que les patelles et les balanes succombent si on les transporte sans transition de l'eau de mer dans l'eau douce, tandis qu'en effectuant ce transfert par une série de transitions, on arrive à faire vivre successivement ces animaux dans les deux milieux ; de ce que PAUL BERT, sur le même sujet, a fait des observations de même ordre, il est exagéré de tirer des conclusions applicables aux grands mammifères domestiques. C'est ce qu'a fait CORNEVIN, pour qui « l'observation de l'extension de l'espèce humaine ou tout au moins de la race aryenne est confirmative de ces faits expérimentaux. C'est graduellement qu'elle a irradié de l'Asie centrale en marchant vers l'Ouest, qu'elle s'est implantée en Europe et qu'elle en a peuplé presque la totalité. Les races animales offrent la même démonstration : la race bovine des steppes et le cheval arabe, par une extension de ce genre, se sont répandus sur l'immense étendue de terrains qu'ils occupent aujourd'hui. Chaque fois que le transfert se fait brusquement, on risque d'échouer, et le temps est un facteur indispensable ».

Sans doute, des déplacements massifs d'animaux ne peuvent être que lents, mais moins en raison des dangers d'une transition brusquée que des conditions pratiques de ces déplacements ; mais par contre, les exemples ne manquent pas, dans les temps modernes, de transfert brusqué d'animaux ou de petits troupeaux d'animaux à longue distance et dans des zones climatiques différentes, et cela en raison des précautions prises dans le nouvel habitat. Qu'eût pensé CORNEVIN du récent transfert par avion de moutons de race Boukara de leur zone d'habitat au Tchad!

On disait aussi que la direction du mouvement doit être celle de la ligne isotherme sous le régime de laquelle vivent les animaux ; elle pourrait dévier un peu vers le Nord, mais pas vers le Sud. C'est pour cela, disait BOUCHER, que les colons français qui s'installèrent au Canada y ont parfaitement prospéré ainsi que les races animales qu'ils y introduisirent. De même les Anglais en Amérique du Nord et les Espagnols en Amérique du Sud. Nous savons maintenant que ces transferts réussirent parce que les conditions du nouveau milieu étaient dans leur ensemble favorables ou qu'on sut les tempérer, et non pas à cause du sens de la migra-

tion ; c'est qu'interviennent, comme le faisait déjà remarquer CORNEVIN, « l'altitude, les marécages, l'influence miasmatique, le boisement, la stérilité du sol, etc. », c'est-à-dire en fait les facteurs hygiéniques.

Essais d'acclimatement au Soudan français.
Croisements bouc Angora — chèvre indigène à divers degrés de sang.

Plus vraie est l'influence compensatrice de l'altitude, qui permet l'introduction sans risque des races animales européennes dans les climats de montagne des pays chauds, par exemple dans les massifs montagneux de l'Afrique orientale ou du Caméroun. Mais cette influence est, elle aussi, complexe et se ramène moins à l'action propre du climat qu'aux modifications de la flore alimentaire et de la faune parasitaire. Là aussi intervient le facteur humain, l'élevage en de telles régions étant réalisable non plus par les méthodes indigènes primitives mais par le colon européen qui applique aux animaux importés de meilleures règles hygiéniques.

Des conditions dans lesquelles ont échoué ou réussi diverses tentatives d'acclimatement de races métropolitaines en régions tropicales, on a souvent conclu trop hâtivement à l'inopportunité de tenter l'amélioration des races indigènes autrement que par la sélection, et STAFFE (1941) traduit une opinion fort répandue en affirmant que si les essais d'introduction d'animaux européens en Afrique tropicale ont échoué, cela est dû au climat et que, bien

que ces effets puissent être tempérés par les mesures d'hygiène, c'est par la sélection du bétail indigène qu'on doit obtenir les meilleurs résultats. DU TOIT (1938) pense, par contre, que c'est une erreur de croire que les animaux importés sont nécessairement plus sensibles aux maladies ; les expériences sérieusement contrôlées n'ont jamais, dit-il, permis de soutenir ce point de vue ; ainsi les bovins de diverses races européennes peuvent parfaitement être élevés en Afrique du Sud s'ils sont convenablement nourris et entretenus.

Pour BISSCHOP (1938), c'est aussi le facteur alimentaire qui est la plus importante des causes qui, avec le climat et les maladies, ont fait échouer les méthodes d'élevage basées sur la génétique mendélienne. D'une part, comme les effets du milieu demeurent constants, l'adaptation et les modifications phénotypiques ont pris place chez les races qui survivent ; d'autre part, le bon comportement des métis, comparés à leurs mères indigènes, est dû au pouvoir génotypique qu'ils héritent de leurs pères importés. Ce génotype supérieur peut amener des modifications phénotypiques considérables, l'influence adverse du milieu étant combattue par les forces de résistance que les animaux croisés tiennent de leur ascendance indigène ; l'infériorité des ¾ sang et des croisements plus poussés peut être expliquée par l'insuffisance des caractères résistants venant du sang indigène.

Pour notre part — et autant qu'une expérience longue, mais limitée aux territoires ouest-africains nous autorise à conclure — on a souvent attribué un rôle trop grand au climat et on n'a pas assez tenu compte des possibilités qui sont offertes à l'homme d'en atténuer les effets. Ce facteur humain est très important et ce qui peut réussir au colon ou à un éleveur indigène guidé sérieusement, peut échouer entre les mains de l'indigène non évolué. Quand l'agressivité du milieu est réduite par les mesures d'hygiène, que les agents microbiens et parasitaires sont éliminés, que l'alimentation est améliorée, on peut se montrer audacieux : Mais il ne faut pas, parce qu'on a oublié que l'amélioration du milieu doit précéder toute tentative d'amélioration du bétail, attribuer au climat ce qui revient à l'imprévoyance. En toutes les tentatives, c'est en somme à l'hygiène que revient le rôle important que nous indiquerons en conclusion :

1° Choix des animaux importés. Les adultes réussissent mieux que les jeunes parce que ces derniers font en même temps leur crise de croissance et leur crise d'acclimatement. La race doit être choisie parce qu'elle s'est montrée résistante lors d'autres essais ou que, comme l'a fait RHOAD, on a expérimentalement détecté cette résistance.

2° Choix de la période d'arrivée sous les tropiques. La saison sèche est la plus favorable, parce que les conditions de climat sont meilleures et les chances de contamination moindres. Le facteur alimentaire est moins bon, et il faut le compenser.

3° Hygiène de l'habitation mettant à l'abri des facteurs climatiques et aussi et surtout des causes d'infection (insectes, tiques, etc.).

4° Hygiène de l'alimentation.

5° Mesures préventives contre les maladies infectieuses et parasitaires.

6° Amélioration générale du milieu : assainissement du sol, des pâturages, modifications du système agricole, etc.

Résumé.

L'action du climat sur les organismes animaux, dans ses diverses manifestations, est étudiée.

Le rythme circulatoire et respiratoire, la régulation thermique, sont diversement influencées ; des exemples montrent que certaines races sont plus capables que d'autres de réagir à la chaleur.

Le climat peut avoir action sur la richesse du sang en globules rouges ; les races importées sont à ce sujet plus sensibles que les races indigènes. Les glandes endocrines sont également influencées.

L'action sur le tube digestif est peu marquée.

L'intervention du climat sur la peau et les phanères est aussi étudiée.

L'activité sexuelle est influencée ; l'action directe de la chaleur sur les testicules peut amener la stérilité momentanée des mâles ; cette action se manifeste aussi sur l'activité sexuelle en influençant la fonction thyroïdienne. La fertilité des femelles est, elle aussi, touchée.

La production laitière diffère beaucoup sous les climats chauds de ce qu'elle est sous climat tempéré ; le climat en soi a cependant une action bien moins importante que l'alimentation. Les variations observées concernent à la fois la quantité et la constitution chimique.

La chaleur entraîne une diminution du volume des œufs.

Certaines maladies sont sous la dépendance du climat, mais ce sont surtout les agents secondaires, et notamment la faune parasitaire, qui interviennent.

Les divers facteurs de l'acclimatement sont étudiés et permettent de conclure que l'hygiène — y compris l'hygiène alimentaire — permet de combattre les effets les plus nocifs et d'être plus audacieux qu'on ne l'a été souvent en matière d'amélioration des races indigènes par introduction de races améliorées.

Bibliographie.

Anderson, J. La périodicité de l'œstrus chez le zébu et les bovins de race. — Journ. agric. sci., 1944, p. 57

Aysoy. L'action du climat d'Ankara sur le développement des animaux «chèvres, lapins, chats d'Ankara». — Rev. Path. comp. *47*, 1947, p. 170

Bedford, Duke of, and *Marshall, F. M.* On the incidence of the breeding season in mammals after transference to a new latitude. — Proc. Royal Soc., Ser. B., *130*, 1942, p. 396

Benedict, C., and *Lee.* The physiology of the elephant. — Washington 1938

Bisshop, J. H. R. Relations entre le milieu et l'élevage. — 13e Congrès vétér. internat. Zurich 1938, p. 935

Bloch et *Richet, Ch. fils.* Valeur alimentaire et composition des produits coloniaux. — L'alimentation indigène dans les colonies françaises, 1933, p. 60

Cameron, R. H. Progrès du bétail indigène au centre vétérinaire d'élevage de Sangalo. — East Afr. agric. Journ., *11*, 1945, p. 20

Da Costa, E. A. Notula acêrca da variaçâo do producâo leiteira no oveltra saloia em funçâo da temperatura ambienta. — Bol. pecuario Lisboa *10*, 1942, p. 95

Curasson, G. Note sur la composition du lait des vaches africaines. — Bull. Soc. Path. exot., 1933, p. 536

Els. Analyse de lait du bétail indigène de l'Urandi. — Bull. agric. Congo belge, 1931, p. 292

Gaalaas, R. F. Journ. of Dairy Sc., *28*, 1945, p. 555

Heywang, B. W. Poultry sc., *17*, 1938, p. 317

Hornby, H. E. Temperature of mammals. — Trans. Royal Soc. Trop. Med. & Hyg., *35*, 1942, p. 239

Jauffret, M., et *M. Autret.* Les laits et la production laitière au Tonkin. — Rev. d'Elevage des pays tropicaux, *1*, 1947, p. 195

Kalantar. Les lois de pigmentation des animaux. — Rev. de Zootechnie, février-octobre 1931

Kestner, O. Heat regulation in animals. — Vet. Record, *52*, 1940, p. 74

Leese. The one humped camel. — Stamford 1927

Letard, E. Zootechnie climatologique. Traité de Climatologie de Piery, T. 1, 1934, p. 532

Manreza, M., N. C. Reyes, F. Gomez, L. P. Zialeita and *P. R. Falcon.* The influence of atmospheric temperature upon hemoglobin and other constituants of the blood of cattle. — Emp. Journ. of exper. agric. *8*, 1940, p. 97

Pepperal, R. A. L'industrie laitière dans l'Inde. — Delhi: Manager of Publications, 30 pp., 1946

Pigneur, G. Travaux du Laboratoire Vétérinaire de Kisenyi. — Bull. agric. Congo belge, 1930, p. 54

Regan, W. M., and *S. B. Freeborn.* Journ. of Dairy Sc., *21*, 1938, p. 73

Regan, W. M., and *G. A. Richardson.* Journ. of Dairy Sc., *21*, 1938, p. 73

Rensburg, S. W. G. van. Faible teneur en matière sèche du lait en Afrique du Sud. — Farming in South Africa, *21*, 1946, p. 217

Rhoad, A. v. A method of essaying genetic differences in the adaptability of cattle to tropical and subtropical climates. — Emp. Journ. experim. Agric., *8*, 1940, p. 190

Sadiq, M. N. Ind. Journ. Vet. Sc., *13*, 1943, p. 247

Scholtz, G. D. J., et *F. G. G. Badenhorst.* L'influence du climat sur le bétail. — Farming in South Africa, 1940, p. 17

Ulman, G. Coliques et température. — Arch. f. wissenschaftl. Tierheilkunde, 1939, p. 117

Valade. La météopathologie. — Rev. Vét. milit., 1935, p. 161

Wilson, S. G. Influence saisonnière sur les naissances et l'activité sexuelle chez les zébus du Nyasaland. — Journ. Agric. Sc., *36*, 1946, p. 246

Climate and Man. — United States Dept. of Agric. Yearbook of Agric. Washington: U. S. Govt. Print. Office 1941, 1248 pp.

(Les références non citées et antérieures à 1941 se trouvent dans cet ouvrage.)

Zusammenfassung.

Es wird der verschiedenartige Einfluß des Klimas auf die tierischen Organismen dargelegt.

Der Zirkulations- und Atmungs-Rhythmus, die Thermo-Regulation werden verschiedenartig beeinflußt; Beispiele zeigen, daß gewisse Rassen der Hitze besser widerstehen können als andere.

Das Klima kann ebenfalls die Anzahl der roten Blutkörperchen vermehren oder verringern; in dieser Beziehung sind die importierten Rassen empfindlicher als eingeborene. Die endokrinen Drüsen werden ebenfalls beeinflußt.

Die Einwirkung auf den Verdauungstrakt ist unbedeutend.

Es wird sodann der Einfluß des Klimas auf die Haut untersucht.

Die Sexualtätigkeit wird beeinflußt; direkte Einwirkung der Hitze auf die Hoden kann vorübergehende Sterilität der Männchen herbeiführen. Diese Wirkung macht sich auch bei der Sexualtätigkeit bemerkbar durch Beeinflussung der Schilddrüsenfunktion. Auch die Fruchtbarkeit der Weibchen wird angegriffen.

Die Milchproduktion in warmem Klima unterscheidet sich stark von derjenigen in gemäßigtem Klima, obwohl hiefür das Klima als solches bedeutend weniger wichtig ist als die Ernährung. Die beobachteten Veränderungen betreffen zugleich die Quantität und die chemische Zusammensetzung der Milch.

Die Hitze hat eine Verminderung des Volumens der Eier im Gefolge.

Gewisse Krankheiten sind vom Klima abhängig, entscheidend sind aber besonders sekundäre Faktoren, vor allem die Parasitenfauna.

Sodann werden die verschiedenen Akklimatisationsfaktoren untersucht, wobei man zum Schlusse kommt, daß die Hygiene — inkl. die Ernährungshygiene — der beste Helfer im Kampfe gegen die schädlichsten Effekte ist. In Erkenntnis dieser Tatsache dürfte man wohl berechtigt sein, künftig bei der Veredlung eingeborener Rassen durch Einführung von Edelrassen mit weniger Bedenken vorzugehen.

Summary.

The various influences of the climate on the animal organisms have been studied.

The circulation and respiration rhythm, the thermic regulation are influenced in a different way. Examples show that certain races are more resistant to heat than others.

The climate may have an influence on the abundance of red blood corpuscles; in this respect the imported races are more sensitive to heat than the native ones. The endocrine glands are also influenced.

The action on the digestive system is only little marked.

The influence of the climate on the skin is discussed.

The sexual activity is influenced. The direct action of heat on the testicles can lead to temporary sterility of males; this action too manifests itself indirectly on the sexual activity by influencing the thyroid glands. The fertility of females is also affected.

The milk production in hot climates differs highly from that in temperated ones. The climate itself however has less importance than the food. The observed variations concern at the same time the quantity and the chemical constitution of the milk.

The heat reduces the volume of eggs.

Some diseases depend on the climate, but the secondary factors are most important and especially the fauna of parasites.

The studies of the different factors of acclimatization lead to the conclusion that hygiene—including hygiene of nourishment—allows to fight against the most noxious effects. Due to these facts it may be expected that in the future native races will be improved with less hesitation by importing thorough-bred races.