

**Zeitschrift:** Archives des sciences [1948-1980]  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 1 (1948)  
**Heft:** 3

**Artikel:** La labilité des "caractéristiques biothermiques"  
**Autor:** Bachrach, Eudoxie  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-739276>

#### **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:** 14.01.2026

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

LA LABILITÉ  
DES  
“CARACTÉRISTIQUES BIOTHERMIQUES”  
PAR  
Eudoxie BACHRACH  
(Avec 4 fig.)

---

I. INTRODUCTION.

Les caractéristiques biologiques d'une fonction ou d'un processus physiologique déterminé en relation avec la température sont-elles des valeurs constantes, stables, comme le veut la conception classique, ou bien pourrait-on songer à une labilité, à un déplacement de ces « caractéristiques biothermiques » ?

La conception classique de l'immuabilité plus ou moins absolue des « caractéristiques biothermiques » doit être actuellement abandonnée, comme le démontrent nos recherches personnelles.

Elles ont été réalisées sur un matériel biologique multiple et variable: microorganismes unicellulaires — bactéries et levures —, organe isolé d'Invertébré — ventricule isolé des *Hélix* —, animaux Vertébrés entiers — *Rana*, enfin l'*Homme* sain et malade.

\* \* \*

Nous avons montré les premiers (1941) que les sels minéraux — *alcalins* et *alcalino-terreux* — possèdent une propriété inconnue jusqu'alors: ils sont à la base de la fonction « biothermique ».

Voici les principaux résultats auxquels ont conduit nos études expérimentales:

- 1<sup>o</sup> *Les caractéristiques biologiques en relation avec la température, que nous appelons « caractéristiques biothermiques », sont des valeurs labiles, contingentes.*
- 2<sup>o</sup> *La labilité des « caractéristiques biothermiques » vis-à-vis de la température est conditionnée dans une large mesure par les sels de  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  contenus dans les milieux qui baignent les cellules vivantes.*
- 3<sup>o</sup> *Dans la molécule sel minéral, c'est le cation, partie chargée positivement, qui joue le rôle « biothermique » actif.*
- 4<sup>o</sup> *Les cations alcalins et alcalino-terreux, cités ci-dessus, possèdent une action sur les « caractéristiques biothermiques », par exemple température limite inférieure, optima, température limite supérieure d'une fonction déterminée:  $Na^+$  et  $K^+$  favorisent le déplacement des « caractéristiques biothermiques » vers les températures plus élevées; l'action du  $K^+$  est la plus puissante; le  $Ca^{++}$  et le  $Mg^{++}$  favorisent au contraire le déplacement des mêmes caractéristiques vers les températures plus basses; l'action du  $Mg^{++}$  est la plus puissante.*
- 5<sup>o</sup> *Il y a une relation entre la température des organismes Vertébrés et la composition minérale de leur milieu intérieur (sérum): il faut tenir compte aussi bien de la quantité que de la qualité des cations, et de leurs rapports.*
- 6<sup>o</sup> *Le déplacement des « caractéristiques biothermiques » peut se réaliser de façon rapide (ventricule isolé d'*Helix*, animaux entiers — *Rana*), ou bien de façon progressive, en fonction du temps (microorganismes).*

\* \* \*

Nous relatons dans les pages qui vont suivre des exemples qui illustrent les données énoncées ci-dessus.

## PARTIE EXPÉRIMENTALE

## II. MICROBIOLOGIE.

*Déplacement de l'optimum thermique de multiplication et de pouvoir ferment.*

## A. FERMENTS LACTIQUES.

*Technique:* Les recherches ont porté sur diverses races pures de ferment lactiques, cultivés sur milieu à base de peptone et de lactose, ou sur lait de vache. Les souches sont réensemencées toutes les quarante-huit heures. Après le repiquage, on dose la quantité d'acide lactique qui se forme en ce laps de temps dans les cultures. Ce dosage nous permet d'évaluer l'activité biochimique des souches,

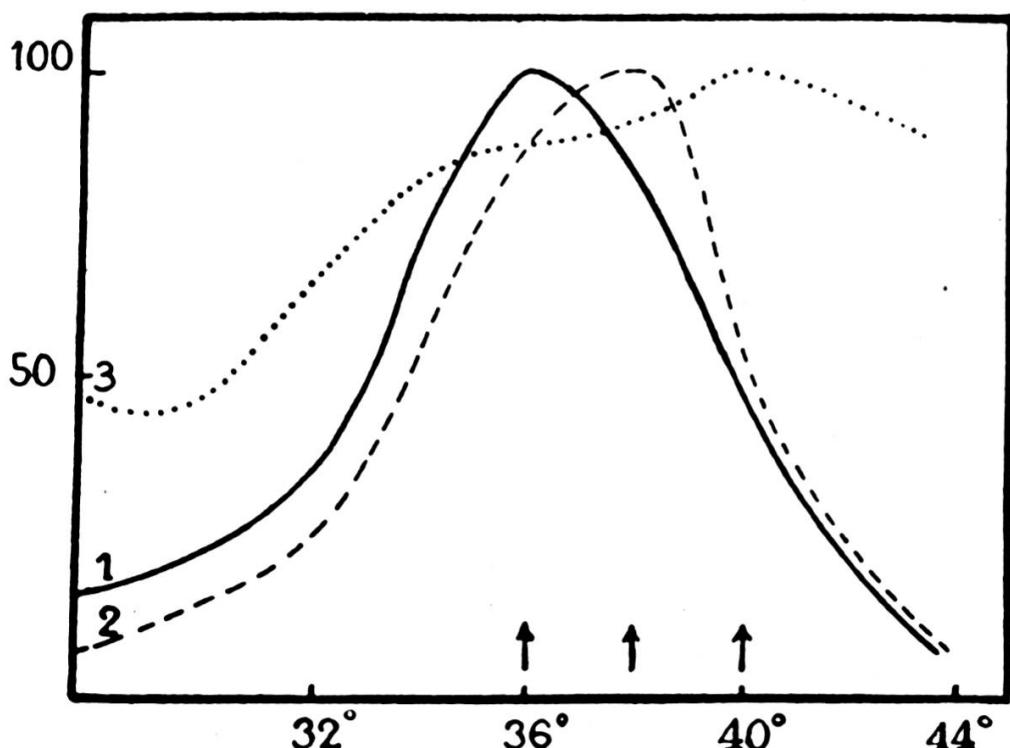


Fig. 1.

Optimum thermique de la bactérie lactique sur milieu à 30 pour 1000 de KCl: 1<sup>o</sup> d'une souche témoin (1); 2<sup>o</sup> d'une souche accoutumée depuis un mois à KCl (2); 3<sup>o</sup> d'une souche accoutumée depuis trois ans à KCl (3) (en abscisses les températures, en ordonnées les opacités des cultures, l'opacité à l'optimum thermique étant prise égale à 100).

activité qui varie dans les grandes lignes parallèlement à la vitesse de multiplication.

a) Le *Bacillus Delbrücki* est un anaérobio facultatif (milieu à base de peptone, de caséine et de lactose <sup>1</sup>). La température limite inférieure de multiplication se place au-dessous de 15°, la température optima à 36°-37°; toute végétation cesse au delà de 44°.

Si l'on cultive de façon prolongée (mois ou années) ce ferment lactique dans un milieu additionné de KCl à 25%, l'optimum thermique de multiplication et du pouvoir-ferment se déplace.

*La modification se traduit par une élévation graduelle de la température optima pour la multiplication, et pour l'activité biochimique de la souche ainsi cultivée.*

La nouvelle souche obtenue de cette façon a son optimum thermique déplacé de 5 à 6°, soit de 36°-37° à 41°-42°; *elle peut se multiplier à des températures incompatibles avec la vie d'une souche normale* (détermination par l'acidimétrie et l'opacimétrie).

*Déplacement de l'optimum thermique et de la température limite supérieure de multiplication et de pouvoir-ferment.*

b) Dans une deuxième série expérimentale, nous nous sommes servis d'une culture de *Bacille bulgare* sur lait de vache stérilisé.

A partir de la souche pure, quatre souches sont constituées et entretenues: 1<sup>o</sup> sur lait ordinaire; 2<sup>o</sup> sur lait additionné de KCl (KCl N/4); 3<sup>o</sup> sur lait additionné de NaCl (NaCl N/4); 4<sup>o</sup> sur milieu obtenu en mélangeant les deux précédents.

Ces diverses doses de sels équimoléculaires relativement faibles sont supportées d'emblée par un Bacille non accoutumé. Les cultures sont faites à 36° et réensemencées tous les trois jours. Au bout de trois mois et demi de culture, nous déterminons par l'acidimétrie et l'opacimétrie l'optimum thermique de multiplication et de pouvoir-ferment des quatre cultures en question.

<sup>1</sup> E. BACHRACH, *Annal. Sc. natur. Botanique*, 10<sup>e</sup> série, VI, pp. 73-168, 1924.

Les valeurs suivantes sont trouvées :

Souche témoin . . . . .	37°
Souche KCl . . . . .	44°
Souche NaCl . . . . .	38,5°
Souche NaCl + KCl . . . . .	38,5°

Par conséquent, comme dans nos expériences énoncées plus haut avec un autre Bacille lactique dans un milieu différent, la culture prolongée en présence d'une forte dose de chlorure de potassium favorise l'élévation très notable de l'optimum thermique. Avec une dose équimoléculaire de chlorure de sodium ou d'un mélange des deux chlorures dans des proportions qui correspondent au balancement physiologique des cations  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ , il n'y a, au contraire, qu'un déplacement très faible de l'optimum thermique.

Il est donc possible, et assez facilement, de réaliser à partir de Bactéries lactiques, dont l'optimum de végétation et d'activité est compris entre 36° et 37°, des nouvelles souches, dont l'optimum sera compris entre 41° et 44°, c'est-à-dire de 5° à 7° au-dessus.

Soulignons encore une fois le fait important : *la température de 44° est une température mortelle pour la culture témoin.*

Ces recherches montrent : 1<sup>o</sup> que les « caractéristiques biothermiques » — températures limite supérieure et optima de croît et de pouvoir-ferment — chez la Bactérie lactique, sont des caractéristiques biologiques facilement déplaçables, donc labiles ; 2<sup>o</sup> en présence du chlorure de potassium l'optimum thermique et la température limite supérieure se déplacent vers les températures élevées.

c) *Croît du Bacille lactique en présence du KCl à différentes températures.* Nous nous sommes demandés si en faisant varier certaines conditions biologiques de la vie du ferment, nous ne pourrions pas modifier le croît du Bacille.

Si on cultive le ferment lactique en présence du chlorure de potassium toujours à la même dose (20 %) à des températures variables, on obtient des résultats fort différents et même opposés suivant la température de culture, comme le démontrent les expériences ci-dessous.

*Technique*: Nous constituons, à partir de la même souche mère, cinq souches sur milieu additionné de KCl à 20 %, et parallèlement, cinq autres souches témoins, c'est-à-dire cultivées sur milieu sans KCl. Chacune des souches cultivées en présence de KCl est placée à une température de culture bien définie, à côté d'une des souches témoins. Les températures choisies pour la culture des cinq paires de souches sont les suivantes: 25°-27°, 27°-29°, 30°-31°, 33°-35° et 39°-40°. Nous utilisons pour cette culture le bloc à série de températures constantes<sup>1</sup>. La technique des réensemencements et des dosages est la même que dans les expériences précédentes. Nous évaluons pour chaque température le croît de la souche intoxiquée par le potassium et celui du témoin correspondant. Pour faciliter les comparaisons, ce dernier croît est pris égal à 100.

*Pendant un mois*, nous suivons de deux en deux jours l'activité des souches intoxiquées, comparée à leur témoin.

*Variation de l'activité des cinq souches intoxiquées  
pendant un mois à différentes températures.*

Dosages toutes les quarante-huit heures de l'acidité des cultures sur milieu potassique et de l'acidité des témoins correspondants sur milieu sans potassium. L'acidité de la souche intoxiquée est exprimée dans le tableau suivant en pour cent de l'acidité de la souche témoin.

TABLEAU I.

Jours	Souche 25°-27°	Souche 27°-29°	Souche 30°-31°	Souche 33°-35°	Souche 39°-40°
2	50	70	69	134	100
4	0	78	83	100	520
6	—	58	91	110	180
8	—	82	88	96	93
10	—	78	96	76	65
12	—	40	126	76	100
14	—	45	77	67	83
16	—	59	53	99	57
18	—	103	100	104	80
20	—	87	74	120	91
22	—	63	109	109	93
24	—	50	20	86	93
26	—	0	140	85	39
28	—	—	78	100	60
30	—	—	90	119	60
32	—	—	57	95	60
34	—	—	75	95	73
36	—	—	0	110	77

<sup>1</sup> H. CARDOT, H. LAUGIER et R. LEGENDRE, *C. R.*, CLXXVIII, 81, 1924; *Soc. de Biol.*, XCI, 331, 1924.

L'analyse de ce tableau montre *qu'en présence du potassium, le croît à basse température est fort entravé. Plus la température de culture s'élève, plus l'action du potassium devient favorable.*

*Variation de la résistance de la cellule bactérienne aux différentes températures en présence du chlorure de potassium.*

La culture des cinq paires de souches de la série précédente a été continuée dans les mêmes conditions encore pendant trois mois.

Après avoir montré que le croît du ferment lactique en milieu potassique à diverses températures est fort différent, nous nous sommes demandés si les mêmes facteurs ne pourraient pas déterminer une modification dans la résistance de la cellule bactérienne vis-à-vis du potassium.

Pour le faire, nous comparons chacune des souches intoxiquées à son témoin, lorsqu'on les ensemence tous deux sur un milieu renfermant une même dose de potassium. Nous pourrons voir ainsi si la souche intoxiquée montre une augmentation ou une diminution de la résistance au poison en question. Afin de simplifier l'exposé, nous donnons les résultats de deux souches, cultivées aux températures extrêmes (25°-27° et 39°-40°).

a) *Souche intoxiquée à 25°-27°.*

L'épreuve est faite sur un milieu contenant 25 g de KCl par litre et à plusieurs températures. Les nombres ci-après expriment l'acidité produite par la souche intoxiquée, rapportée à l'acidité des témoins sur le même milieu potassique, cette dernière étant prise égale à 100. Le nombre de germes au départ est identique pour toutes les souches. Les dosages sont faits au bout de vingt heures de fermentation.

Températures d'épreuve	Acidité de la couche intoxiquée en pour cent du témoin
34,5°	83
36,5°	76
38,5°	78
41°	72
43,5°	90

*La souche intoxiquée à basse température présente une diminution de la résistance au potassium à toutes les températures d'épreuve.*

b) *Souche intoxiquée à 39°-40°.*

Ensemencée ainsi que la souche témoin sur milieu à KCl (30 %). Dosage au bout de soixante-douze heures de fermentation pour les trois plus basses températures; au bout de vingt-quatre heures pour les températures suivantes.

Température d'épreuve	Acidité de la couche intoxiquée en pour cent du témoin
31,3°	295
33,7°	365
34,2°	475
37°	136
38,7°	476
40,7°	234
43,7°	259
47°	175

*La souche intoxiquée à température élevée — 39°-40° — a une résistance accrue vis-à-vis du potassium à toutes les températures.*

Conclusions: *En présence du potassium, les diverses « caractéristiques biothermiques » se déplacent vers les températures élevées.*

## B. LEVURES.

Le déplacement des « caractéristiques biothermiques » chez les ferment lactiques nous a fort impressionné, et nous nous sommes posés la question si l'on n'était pas en présence d'un phénomène biologique général.

Notons que l'ampleur de cette modification chez la bactérie lactique est variable et fonction: 1<sup>o</sup> de la race employée; 2<sup>o</sup> du milieu de culture; 3<sup>o</sup> de la durée de l'intoxication.

### *Déplacement de l'optimum thermique de multiplication.*

Technique: La levure utilisée pour nos expériences est un *Saccharomyces* prélevé sur moût de poires. Elle est sélectionnée à partir d'une seule cellule et cultivée sur *eau de levure* à la température de 29° à 30°,

et réensemencée tous les trois jours. A partir de cette souche témoin, nous constituons une seconde, cultivée sur eau de levure, additionnée d'une forte dose de KCl (100 %), dose la plus élevée, compatible avec un léger croît du microorganisme témoin. Cette concentration ne permet dans les premiers jours qu'une très minime multiplication des cellules; l'accoutumance au milieu est rapide. L'optimum thermique est déterminé sur des souches en milieu — eau de levure — bien aéré, ayant un pH de 5,7 par numération directe des cellules,

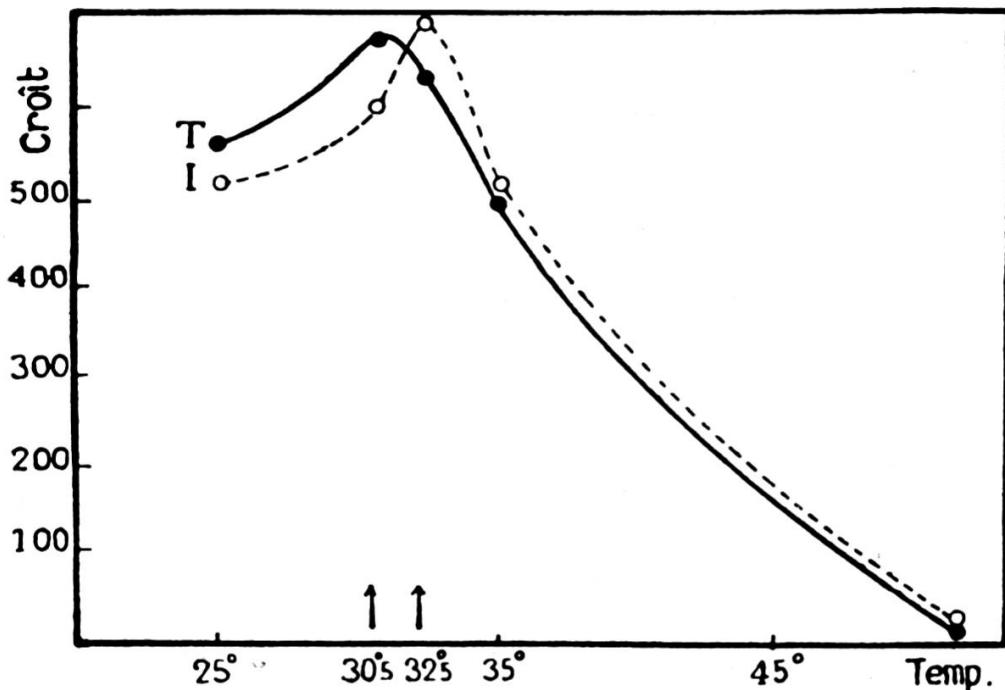


Fig. 2.

Multiplication d'une levure suivant la température, levure témoin (T) et levure intoxiquée depuis quatre mois et demi par KCl (I) sur milieu témoin: eau de levure.

cultivées à différentes températures. L'optimum ainsi obtenu est relatif à la *multiplication* cellulaire. Nous examinons comparativement les réactions de la souche témoin (T) et de la souche ayant subi une intoxication prolongée par le chlorure de potassium (I) vis-à-vis de la température.

#### *Effet de la température seule sur le croît.*

L'influence de la température sur une série de cultures provenant de la souche témoin se traduit par une courbe de forme caractéristique, quand on porte en abscisses les températures de culture, et en ordonnées le nombre de cellules contenu dans l'unité de volume. La courbe présente un maximum vers 29°-30°. C'est à cette température optima pour une souche témoin qu'on cultive la souche témoin et la souche intoxiquée.

La forme de la courbe et la position du maximum — de l'optimum thermique — se modifient notablement pour les souches qui subissent l'action prolongée du chlorure de potassium.

*Expérience 1:* La souche témoin (T) et la souche cultivée depuis quatre mois et demi sur milieu additionné de KCl

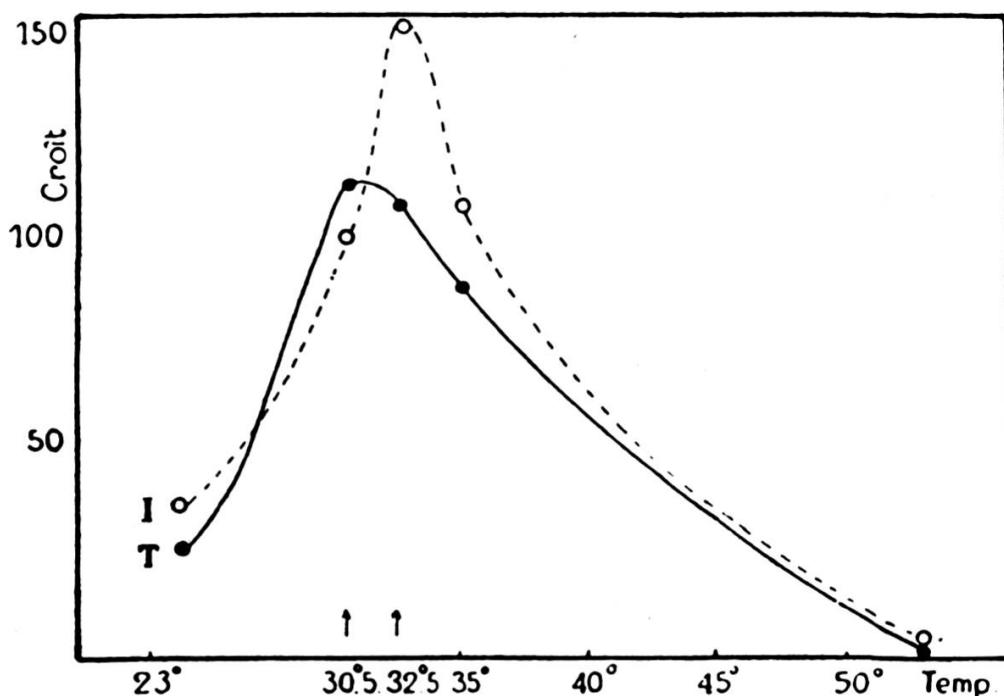


Fig. 3.

Optimum thermique sur milieu à 100 % de KCl: 1<sup>o</sup> d'une souche témoin (T); 2<sup>o</sup> d'une souche accoutumée depuis cinq mois à KCl (I).

100 pour 1000 (I) sont ensemencées toutes deux sur milieu normal — eau de levure. Les numérations sont faites après vingt-quatre heures de culture.

#### *Milieu témoin.*

Souche témoin		Souche potassique	
Température	Croit	Température	Croit
25°	560	25°	520
30,5°	690	30,5°	600
32,5°	645	32,5°	700
35°	500	35°	510
52°	10	52°	10

Sur milieu témoin, l'optimum de la souche témoin est à  $30,5^{\circ}$ , celui de la souche potassique à  $32,5^{\circ}$ . *Même sur milieu témoin, la souche potassique montre un optimum thermique de multiplication légèrement déplacé vers les températures élevées.*

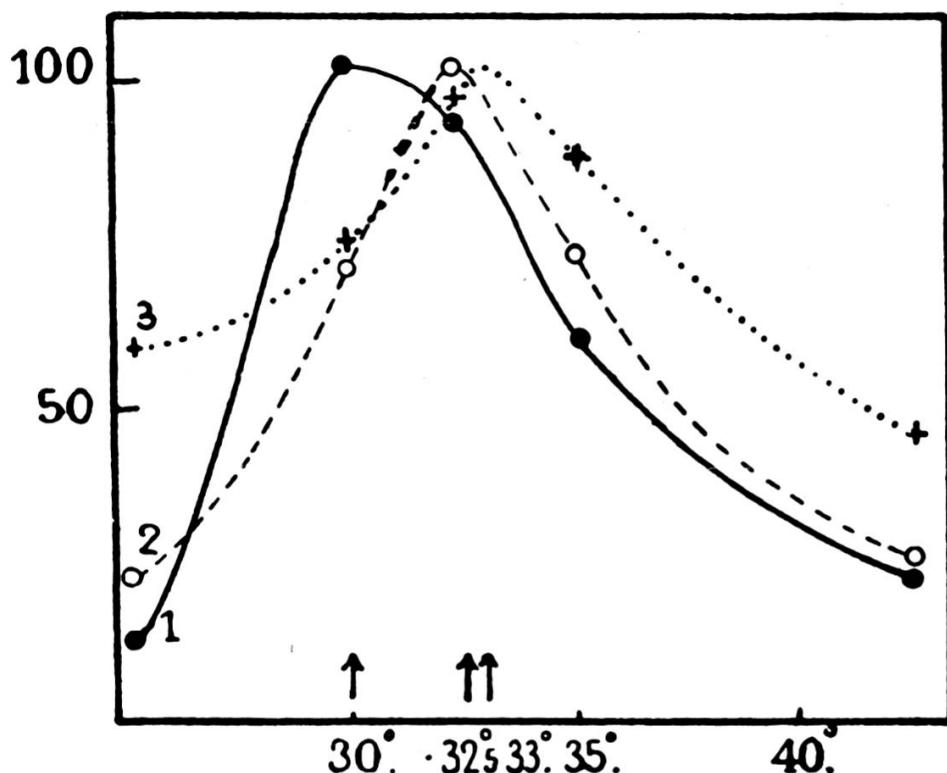


Fig. 4.

Optimum thermique de la levure sur milieu à 100 % de KCl:  
 1<sup>o</sup> d'une souche témoin (1); 2<sup>o</sup> d'une souche accoutumée depuis cinq mois à KCl (2); 3<sup>o</sup> d'une souche accoutumée depuis dix mois à KCl (3) (en abscisses les températures, en ordonnées le croît des cultures); nombre de germes par carré de l'hématimètre, en prenant égal à 100 le nombre correspondant à l'optimum.

*Expérience 2:* Souche témoin (T) et souche cultivée sur milieu à KCl 100 pour 1000 depuis cinq mois (I). Toutes deux sont ensemencées sur milieu potassique à 100 pour 1000.

*Milieu potassique.*

Souche témoin		Souche potassique	
Température	Croît	Température	Croît
24°	25	24°	35
30,5°	115	30,5°	105
32,5°	110	32,5°	150
34,5°	90	34,5°	110
54°	10	54°	10

*L'optimum thermique de multiplication de la souche intoxiquée par KCl (I) est plus élevé que celui de la souche témoin (T).*

*Expérience 3 :* On compare la position de l'optimum thermique de multiplication chez deux souches intoxiquées par KCl à 100 pour 1000, l'une pendant cinq mois (2), l'autre pendant dix mois (3) avec la souche témoin (1).

Durée de la culture	Optimum thermique	
	Sur milieu potassique	Sur milieu témoin
0 jour	30°	30°
4 mois ½	32,5°	32,5°
5 mois	32,5°	32,5°
10 mois	33,5°	33,5°

*Plus la durée de l'intoxication par KCl est grande, plus le déplacement de la température optima de multiplication est prononcé.*

Si l'on compare les résultats obtenus sur *Saccharomyces* avec les précédents sur le ferment lactique, on constate une analogie qualitative dans la réaction des bacilles lactiques et des levures : Au cours de l'intoxication par KCl, une des propriétés biologiques de la cellule se modifie, à savoir, l'optimum thermique de multiplication se déplace vers les températures élevées.

*Un des facteurs qui détermine la position de l'optimum thermique de multiplication est la température de culture.*

### Expérience:

*Technique*: Ayant déterminé l'optimum thermique de départ ( $30,5^{\circ}$ ) d'une culture sélectionnée de *Saccharomyces cerevisiae*, on constitue à partir d'elle quatre souches: deux témoins  $T\ 29^{\circ}$  et  $T\ 33,5^{\circ}$ , cultivées sur eau de levure à  $29^{\circ}$  et à  $33,5^{\circ}$  et, simultanément, aux mêmes températures, deux cultures sur un milieu identique, mais additionné de KCl à  $37\%$ , que nous appelons souche K  $29^{\circ}$  et souche K  $33,5^{\circ}$ . Après quinze semaines de culture (les réensemencements sont faits deux fois par semaine) les levures ainsi intoxiquées subissent en même temps que leurs témoins une série d'épreuves pour déterminer l'optimum thermique de multiplication.

Souches	Température des essais				
	30,5°	31,5°	32,5°	33,6°	35,5°
T 33,5° sur milieu témoin	94	100	100	90	50
K 33,5° sur milieu témoin + KCl (37 °/oo)	70	93	98	100	77
	30,7°	31,6°	32,5°	33,7°	35°
T 29° sur milieu témoin	68	100	97	88	41
K 29° sur milieu témoin + KCl (37 °/oo)	69	100	99	89	67

Ces expériences mettent en évidence le fait qu'en partant d'une levure cultivée à  $18^\circ$  et dont l'optimum thermique de multiplication est à  $30,5^\circ$ , on peut réaliser en trois-quatre mois les déplacements suivants de ce dernier: action de la température seule à  $33,5^\circ$  donne une élévation de  $1,5^\circ$ ; action de la température à  $33,5^\circ + \text{KCl (37\%)}_0$ ,  $3^\circ$ ; action de la température à  $29^\circ$ ,  $1^\circ$ ; l'action de la température à  $29^\circ + \text{KCl (37 \%)}_0$ ,  $1^\circ$ .

*Le déplacement de l'optimum thermique de multiplication en présence du potassium est très favorisé par la culture à une température supérieure à l'optimum thermique du départ.*

Soulignons cependant le fait suivant: l'action du potassium ne se manifeste pas au bout d'un délai de quatre mois, lorsque les cultures sont maintenues au-dessous de l'optimum. Mais si cette influence n'est pas perceptible dans cette série expérimentale, elle existe néanmoins. Nous avons constaté l'effet du cation  $K^+$  dans d'autres conditions expérimentales sur d'autres « caractéristiques biothermiques » (expériences inédites).

*Stabilité du caractère acquis.*

Dans quelle mesure ce caractère acquis est-il stable ? Autrement dit, à quel point le déplacement de l'optimum thermique subsiste-t-il lorsque la couche intoxiquée est placée sur un milieu autre que celui où la modification a été acquise ?

Pour obtenir des indications à cet égard, prenons les souches T 33,5° et K 33,5°, et déterminons leur optimum thermique sur les milieux suivants: milieu témoin, milieux potassiques à 37 pour 1000, à 50 pour 1000, à 80 pour 1000, à 120 pour 1000 (exception faite pour la souche T 33,5° qui présente un croît insuffisant sur ce dernier milieu).

Milieux	Souches		
	T 33,5°	K 33,5°	
Milieu témoin,	optimum thermique	32,0°	32,5°
»      »      + KCl 37 °/oo,	»	31,5°	32,6°
»      »      + KCl 50 °/oo,	»	31,5°	31,5°
»      »      + KCl 80 °/oo,	»	30,5°	31,5°
»      »      + KCl 120 °/oo,	»	—	30,5°

Pour toutes les souches, c'est *sur le milieu habituel de culture que l'optimum thermique acquis reste à la plus haute valeur*. Il s'abaisse pour tout changement de milieu, et d'autant plus que le nouveau milieu est moins favorable à la multiplication des cellules. En milieu très défavorable, l'optimum thermique tend vers 30,5°, point optimum de départ du *Saccharomyces cerevisiae* étudié.

Ces faits montrent que la modification acquise est *peu stable* chez la levure. Soulignons la différence qui existe à ce point de vue entre la levure et la bactérie lactique. Chez ce dernier microorganisme, le même caractère acquis est plus stable.

*Déplacement de la température limite supérieure.*

Peut-on réaliser expérimentalement, en changeant la concentration saline du milieu, une augmentation de la résistance aux

températures élevées chez les cellules en culture ? Autrement dit, peut-on déplacer la température limite supérieure de multiplication ?

Nos expériences sur *Saccharomyces cerevisiae* répondent par l'affirmative.

Si l'on se place à 5 ou 6 degrés au-dessous de l'optimum thermique de multiplication, celle-ci s'arrête chez la levure.

On ensemence d'une façon aseptique et homogène une série d'Erlenmeyer contenant 10 cm<sup>3</sup> du milieu de culture témoin et une série contenant 10 cm<sup>3</sup> de milieu à étudier — solutions équitoxiques pour le développement des cellules de *NaCl* et *KCl*, et aussi une très forte solution de *glycose*. Les Erlenmeyer ensemencés sont placés dans des étuves réglées aux températures encadrant la température limite supérieure de multiplication. Chaque expérience est réalisée avec six fioles par série et par température.

Après huit jours d'étuve, on retire les cultures. Dans cette série de détermination, nous comparons séparément chacun des milieux étudiés avec le milieu témoin<sup>1</sup>. Les cultures qui se sont multipliées ont le signe +, celles qui sont vierges de cellules ont le signe négatif —.

*Expérience du 15.XII.1941.*

Températures d'essai	35,2°	35,6°	35,8°	36,2°	37,2°
Milieu témoin	+	+	+	—	—
	+	+	+	—	—
	+	+	—	—	—
	+	—	—	—	—
	+	—	—	—	—
	+	—	—	—	—
Milieu témoin + KCl 37 %	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	—
	+	+	+	+	—
	+	+	+	+	—
	+	+	+	+	—
	+	+	+	+	—

<sup>1</sup> Du fait de faire une expérience par milieu différent, nous constatons que la température limite supérieure n'est pas fixée à une valeur déterminée, mais que celle-ci peut un peu varier d'une expérience à l'autre. Les facteurs qui interviennent dans la labilité de la « caractéristique biothermique » — température limite supérieure — sont entre autres la richesse de l'ensemencement et les variations individuelles de composition de deux milieux témoins.

444 LABILITÉ DES « CARACTÉRISTIQUES BIOTHERMIQUES »

*Expérience du 3.III.1942.*

Températures d'essai	35,0°	35,4°	35,8°	37,0°	37,8°
Milieu témoin	+	+	—	—	—
	+	—	—	—	—
	+	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—
Milieu témoin + NaCl 29 %	+	+	+	+	—
	+	+	+	+	—
	+	+	+	+	—
	+	+	—	—	—
	+	+	—	—	—
	+	+	—	—	—

*Expérience du 14.IV.1942.*

Températures d'essai	35,0°	35,8°	36,5°	36,9°	37,2°
Milieu témoin	+	—	—	—	—
	+	—	—	—	—
	+	—	—	—	—
	+	—	—	—	—
	+	—	—	—	—
	+	—	—	—	—
Milieu témoin + glycose 150 %	+	+	—	+	—
	+	+	+	—	—
	+	+	+	—	—
	+	+	+	—	—
	+	+	+	—	—
	+	+	+	—	—

Ces expériences montrent avec une grande netteté la possibilité de déplacer la température limite supérieure de multiplication chez *Saccharomyces cerevisiae*, et de ce chef le rôle important que jouent les sels — NaCl et KCl — et le glycose pour permettre aux cellules vivantes de s'adapter aux températures élevées.

## APPENDICE.

*Technique.*

Nous voulons attirer l'attention sur quelques données techniques considérées par nous comme importantes pour la microbiologie.

Pour obtenir une race de levures témoins à *optimum thermique fixe*, il faut tenir compte: 1<sup>o</sup> de la température de culture; 2<sup>o</sup> de la composition chimique du solvant; 3<sup>o</sup> du mode de purification du milieu de culture.

Le rôle du premier facteur a déjà été décrit par nous.

*Qualité du solvant*: l'Eau d'Evian et l'eau du robinet (eau du Rhône à Lyon) déterminent, toutes conditions égales d'ailleurs, le même optimum thermique de multiplication chez une levure témoin. Mais ce point « biothermique » est situé plus bas avec l'eau bidistillée, comme solvant.

*Procédé de clarification du milieu* — eau de levure. La clarification du milieu — eau de levure — au blanc d'œuf est préférable au procédé de clarification par le Kieselguhr. Ce dernier abandonne dans le solvant des substances minérales, substances qui favorisent le déplacement de l'optimum thermique du croît de la levure témoin. On peut néanmoins utiliser ce mode de clarification à condition que le Kieselguhr soit très bien lavé et pendant longtemps.

Si on ne tient pas compte des trois facteurs cités plus haut — température de culture, nature du solvant, mode de clarification — on peut constater chez la levure témoin un déplacement de l'optimum thermique de multiplication de l'ordre de quatre degrés. (Ces recherches ont été réalisées sous notre direction par N. Guillot.)

## III. PHYSIOLOGIE

## ORGANE ISOLÉ

La labilité des « caractéristiques biothermiques » se retrouve-t-elle sur un organe isolé, relativement évolué ?

C'est sur le ventricule isolé<sup>1</sup> d'*Helix aspersa* Müller qu'a été réalisé une série d'expériences démontrant l'extrême labilité des « caractéristiques biothermiques » sous l'influence des cations alcalins —  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  — et des alcalino-terreux —  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$ .

*Technique* : Le milieu salin équilibré est constitué par un mélange de quatre solutions isotoniques de chlorures ( $\Delta = 0.55$ ) dans les proportions suivantes:  $\text{NaCl}$ , 10 volumes;  $\text{KCl}$ , 1 volume;  $\text{CaCl}_2$ , 2 volumes et  $\text{MgCl}_2$ , 2 volumes.

Mais on peut maintenir en vie et en activité le cœur de ce mollusque dans des solutions isotoniques contenant soit  $\text{NaCl}$  seul, soit  $\text{CaCl}_2$ , soit  $\text{MgCl}_2$  seul.

Ajoutons que nous n'envisageons dans cette série expérimentale que des survies de durée relativement courte, ne dépassant pas une à deux heures.

Voici la description de notre mode opératoire: l'organe, après avoir été isolé, fixé au levier myographique et baigné par la solution à étudier, est stabilisé pendant environ une demi-heure à la température de la salle, puis échauffé assez rapidement pour parvenir à 44°-45° en une heure environ. Sur le mécanogramme, on inscrit à chaque instant la température atteinte. Cette façon de faire se justifie par la nécessité d'opérer au cours d'une période où le ventricule, dans une solution à étudier, toutes conditions égales d'ailleurs, conserve une activité relativement régulière.

Disons tout de suite que les *chiffres relatés dans ce chapitre n'ont qu'une valeur relative. En valeur absolue, ils peuvent présenter quelques variations selon l'espèce d'*Helix* sur laquelle on a opéré.*

Trois « caractéristiques biothermiques » — températures limite inférieure », optima et limite supérieure — pour le fonctionnement automatique sont étudiées.

#### *Déplacement de l'optimum thermique.*

*Solutions à un cation —  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  ou  $\text{Mg}^{++}$ .*

Si nous examinons le rythme ventriculaire en fonction de la température dans ces différentes solutions, nous constatons que dans les solutions à un cation, l'optimum thermique est toujours situé plus bas que dans des milieux équilibrés.

<sup>1</sup> Technique H. Cardot.

*Optimum thermique.*

Solution équilibrée	autour de 36°
NaCl isotonique	31,5°
CaCl <sub>2</sub>	29°
MgCl <sub>2</sub>	21°-23°

Le tableau ci-dessus montre qu'en présence des cations bivalents  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$ , l'optimum thermique de fréquence se déplace vers les basses températures; l'abaissement est surtout marqué pour le magnésium.

Cette série expérimentale conduit aux conclusions:

- 1<sup>o</sup> *L'optimum thermique de fréquence des contractions est une « caractéristique biothermique » dont la position est très labile;*
- 2<sup>o</sup> *Chaque cation —  $Na^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  — paraît imposer un optimum thermique, différent, qui lui est propre. Ainsi, si l'optimum thermique dans la solution équilibrée est environ à 36°, dans une solution isotonique de NaCl isotonique, il est de 31,5°, dans une solution isotonique de CaCl<sub>2</sub> la température optimale se fixe à 29° et dans une solution isotonique de MgCl<sub>2</sub> la température optimale est très basse, à 21°-23°;*
- 3<sup>o</sup> *L'antagonisme entre le cation monovalent —  $Na^+$  — et les bivalents —  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$  — (lorsque ces trois cations agissent séparément) est net en ce qui concerne la propriété « biothermique » des cations alcalins et alcalino-terreux.*

*Comment va se placer l'optimum thermique de fréquence des contractions, en présence des deux alcalins —  $Na^+$  et  $K^+$  ?*

Le chlorure de sodium seul ( $\Delta = 0.55$ ) permet à toutes les températures, tant aux extrêmes qu'à l'optimale, la manifestation d'un fonctionnement satisfaisant. On doit considérer  $Na^+$  comme un cation modérateur à toutes les températures. Mais ceci n'est pas le cas pour le chlorure de potassium. Une solution du seul KCl isotonique est incapable de permettre le fonctionnement automatique du véntricule isolé d'*Helix*. Néanmoins il est nécessaire pour constituer une solution assurant une longue survie de l'organe.

*L'addition du potassium au sodium élève l'optimum thermique.* Dans une solution où le rapport Na/K est égal à l'infini, l'optimum thermique est fixé à 31,5°; lorsque la valeur du rapport est égale à 14, l'optimum thermique est fixé à 37,4°; il se place à 40° pour le rapport de 9 et à 41,7° pour le rapport de 7 (voir tableau II).

Des expériences relatées ci-dessus on peut tirer les déductions suivantes:

- 1° On constate un puissant antagonisme entre les deux cations alcalins —  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  — dans leurs propriétés « biothermiques », entre autres dans l'effet sur la température optimale;
- 2° Lorsque le rapport Na/K est égal à l'infini, l'optimum thermique pour le rythme ventriculaire est relativement bas et sensiblement celui d'un cœur d'escargot (31,5°); lorsque le rapport ionique est égal à 14, l'optimum thermique prend une valeur (37,4°), voisine de celle qui caractérise le cœur des vertébrés mammifères (d'Homme, par exemple) dans les conditions normales; et pour une valeur de 7, la température optima s'élève à près de 42°, ce qui est sensiblement l'optimum thermique pour la fréquence cardiaque des oiseaux.

Ainsi pouvons-nous expérimentalement, en présence d'une dose convenable de potassium, permettre à un cœur d'Hétérotherme de se comporter, au point de vue de la réaction à la température, comme celui d'un Homéotherme — Mammifère ou Oiseau.

Quelle est la marge possible du déplacement de l'optimum thermique dans le fonctionnement automatique du ventricule de *Helix*? Si l'on tient compte que, dans une solution de  $\text{MgCl}_2$  seul ( $\Delta = 0.55$ ), l'optimum thermique de la fréquence des contractions est fixé à 21°-23°, que d'autre part dans une solution isotonique avec un rapport Na/K = 7, le même point se fixe à 41,7°, on peut dire que *la valeur du déplacement constaté pour la température optimale représente environ une vingtaine de degrés*.

*Déplacement de la température limite inférieure.*

La valeur du déplacement de cette « caractéristique biothermique » est impressionnante: en présence d'une solution saline où le rapport Na/K est égal à l'infini, la température limite inférieure, c'est-à-dire la température la plus basse à laquelle est perceptible le fonctionnement automatique, se situe à  $0^\circ$  et même plus bas; dans une solution où le rapport Na/K est égal à 14, la température limite inférieure monte à  $33,7^\circ$ , et dans une où le rapport Na/K est égal à 6, la température limite inférieure se déplace vers  $41,9^\circ$  ou même plus haut. Les chiffres extrêmes obtenus dans nos expériences sont de  $-2^\circ$  à  $+44^\circ$ .

On peut de ce chef, *sous l'influence d'un balancement cationique déterminé, déplacer la température limite inférieure pour le fonctionnement automatique du ventricule de Helix de  $46^\circ$ .*

TABLEAU II.

Valeur du rapport Na/K dans la solution:	Températures caractéristiques pour le fonctionnement automatique du ventricule		
	Limite inférieure	Optimum	Limite supérieure
$\infty$	voisine de $0^\circ$	$31,5^\circ$	$45^\circ$
14	$33,7^\circ$	$37,4^\circ$	$45^\circ$
9	$33,7^\circ$	$40^\circ$	$42,7^\circ$
7	$38,7^\circ$	$41,7^\circ$	$45^\circ$
6	$41,9^\circ$	$41,9^\circ$	$42,7^\circ$

Ce tableau montre que si l'antagonisme entre  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  est très puissant en ce qui concerne la température limite inférieure et optima, il est presque nul sur la température limite supérieure du fonctionnement automatique de *Helix*.

*Actions synergiques et antagonistes des cations « biothermiques » — alcalins et alcalino-terreux:* Si le potassium est, comme nous venons de le constater, un antagoniste puissant du sodium, il est sans effet en présence du calcium et du magnésium sur le déplacement de l'optimum thermique de la fréquence des contractions du ventricule de *Helix*.

Le schéma provisoire de nos expériences personnelles sur l'automatisme cardiaque d'*Helix* permet de se rendre compte de l'effet éclatant des cations (sels) combinés sur les « caractéristiques biothermiques » — températures limite inférieure, optima et limite supérieure.

*Actions combinées des cations « biothermiques ».*

Cations	Température limite inférieure	Température optima	Température limite supérieure
K/Na	Elève	Elève	Nul
K/Ca	Elève	Nul	Elève
K/Mg	Elève	Nul	Abaisse
Mg/Ca	Elève	Elève	Nul

Lorsque  $K^+$  est en présence de  $Na^+$ , la température limite inférieure et l'optimum thermique se déplacent vers les températures élevées; lorsque  $K^+$  est en présence de  $Mg^{++}$  seul, la température limite inférieure s'élève et la température limite supérieure s'abaisse, l'optimum reste quasi inchangé; lorsque  $K^+$  est en présence de  $Ca^{++}$ , la température limite inférieure s'élève, de même que la température limite supérieure, l'optimum par contre n'est presque pas touché; lorsque  $Ca^{++}$  est en présence de  $Mg^{++}$  seul, les températures limite inférieure et optimum s'élèvent.

Ainsi, selon le mode de combinaison des quatre cations, selon leur teneur absolue et relative dans le milieu intérieur de l'animal, pourra être déplacée telle ou telle autre « caractéristique biothermique ».

*Déplacement de la température limite supérieure.*

La température limite supérieure de la fréquence des contractions du ventricule chez *Helix* peut se déplacer d'une vingtaine de degrés: elle est située à  $45^\circ$  dans une solution de NaCl seul ou additionnée de KCl, et à  $26^\circ$ - $27^\circ$  dans une solution de  $MgCl_2$ -KCl = 6.

*Marges thermiques du fonctionnement automatique.*

Nous voulons attirer l'attention sur le fait que si la marge thermique du fonctionnement automatique est très élastique dans certaines conditions cationiques, elle est très resserrée dans d'autres. Ainsi, en présence d'une solution de NaCl seule, la marge thermique va de  $-2^\circ$  à  $+45^\circ$ ; en présence de NaCl et de KCl dans le rapport de 6, l'automatisme n'est possible que dans la marge resserrée autour de  $42^\circ$ - $43^\circ$ , soit dans une zone de  $1^\circ$ ; en présence de magnésium et du potassium —  $MgCl_2$ -KCl = 6 — l'organe ne présente qu'une marge extrêmement étroite de fonctionnement automatique possible autour de  $26^\circ$ - $27^\circ$ , ceci par un abaissement de la température limite supérieure et par une élévation de la température limite inférieure.

Les nombreux exemples que nous donnons dans ce chapitre sont la preuve de l'extrême labilité des « caractéristiques biothermiques » sous l'influence des actions synergiques et antagonistes des cations « biothermiques ». Le ventriculé isolé d'*Helix* est le plus plastique des objets étudiés par nous au point de vue « biothermique ».

### DÉSÉQUILIBRE IONIQUE ET SURVIE DE *RANA* AUX TEMPÉRATURES ÉLEVÉES

L'antagonisme des alcalins et des alcalino-terreux se constate aussi sur la « caractéristique biothermique » — la survie de l'animal entier. Un être relativement élevé en organisation modifie sa façon de réagir vis-à-vis de la chaleur lorsque son milieu intérieur est déséquilibré, soit par un excès de potassium, soit de calcium ou de magnésium.

*Expériences sur Rana.*

*Technique*: Les solutions injectées dans les sacs lymphatiques de *Rana* sont, soit des solutions à un cation, soit des mélanges salins obtenus à partir de quatre solutions mères de NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> ( $\Delta = 0.55$ ).

Les animaux dont la température est celle de la salle (14° en moyenne) reçoivent en injection 3% de leur poids d'une solution saline.

Pour constituer les liquides témoins, nous comparons avant tout à survie des animaux injectés par un liquide équilibré à 4 cations (Na/K = 20, Ca/Mg = 3,  $\frac{\text{Alcalins}}{\text{Alcalino-terreux}} = 20$ ), et par une solution isotonique de NaCl. Les résultats étant presque identiques, les *Rana* témoins reçoivent tantôt une solution, tantôt l'autre. Chaque expérience comporte une intervention sur six individus — trois témoins et trois déséquilibrés. Les animaux injectés sont placés à l'étuve dans un récipient en verre recouvert d'un grillage métallique. L'étuve et le récipient sont préalablement chauffés à 39°-40°, afin que les animaux atteignent rapidement la température désirée. Un thermomètre plonge dans le vase et indique la température de l'étuve.

*Survie de Rana à température élevée en présence d'un excès de potassium, de calcium et de magnésium.*

TABLEAU III.

Date	Survie des témoins Moyenne	Survie des déséquilibrés Moyenne	Rapport des cations	Température de l'étuve
22.XII.41	20'	Sup. à 30'	Na/K = 5	35°
7.I.42	24'	Sup. à 45'	Na/K = 10	37°
15.I.42	11'	Sup. à 20'	Na/K = 12	38,5°
16.XII.41	Sup. à 91'	38'	Ca = $\infty$	35°-37°
16.XII.41	Sup. à 55'	18'	Mg = $\infty$	35°

Les expériences réunies dans ce tableau témoignent de la labilité de la « caractéristique biothermique » — la survie aux températures élevées — chez l'Hétérotherme *Rana*. Le déséquilibre du milieu intérieur en faveur du potassium renforce la résistance de *Rana* aux températures élevées. Le déséquilibre du milieu intérieur en faveur des alcalino-terreux diminue la résistance de *Rana* aux températures élevées.

Ces expériences et les précédentes permettaient d'admettre qu'en présence du potassium, le métabolisme cellulaire est fortement augmenté, tandis qu'il est diminué en présence des alcalino-terreux<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Ce qui a été confirmé ultérieurement par H. Cardot et ses élèves, qui ont montré qu'il y avait une augmentation de la consommation de l'oxygène en présence de K<sup>+</sup> et une diminution en présence de Ca<sup>++</sup> et de Mg<sup>++</sup>.

DÉSÉQUILIBRE IONIQUE ET SURVIE  
DU VENTRICULE ISOLÉ D'*HELIX* A BASSE  
TEMPÉRATURE

Poncin, dans sa thèse de doctorat ès sciences, sous notre direction, a cherché à montrer le rapport existant entre la survie du ventricule isolé d'*Helix*, la température et l'état ionique des solutions de perfusion. Ce travail est à peu de choses près la contrepartie de nos recherches sur l'animal entier. Chez *Rana*, la survie est écourtée à température élevée, lorsque le milieu intérieur est déséquilibré en faveur des cations alcalino-terreux. Comme on pouvait le prévoir, c'est à basse température que la survie est la meilleure en présence d'un excès d'alcalino-terreux, pour le ventricule isolé d'*Helix*.

IV. PHYSIO-PATHOLOGIE.

LA FIÈVRE

Nos recherches antérieures ont montré une relation étroite entre la composition minérale —  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  — du milieu intérieur et la position des « caractéristiques biothermiques »: plus un sérum est riche en électrolytes, par conséquent plus son  $\Delta$  est fort, toutes conditions égales d'ailleurs, plus la « caractéristique biothermique » — la température des organismes vertébrés supérieurs — est élevée; plus le rapport  $\text{Na}/\text{K}$  s'abaisse, toutes conditions égales d'ailleurs, plus la température s'élève.

Il était logique de supposer que dans la fièvre — qui exprime un déplacement plus ou moins durable de la température de l'individu vers les températures élevées (sous l'influence de conditions pathologiques) — il pourrait s'agir aussi d'une perturbation des facteurs « biothermiques »: augmentation du  $\Delta$ , augmentation des cations  $\text{Na}^+$ , une augmentation des

cations  $K^+$  ou une modification possible du  $Ca^{++}$  ou du  $Mg^{++}$  dans le sérum des malades.

Nous donnons ici les premiers résultats de notre recherche sur la chimie de la fièvre spontanée ou provoquée artificiellement.

*Partie expérimentale.*

L'étude a été faite sur l'*Homme*.

*Technique*: On prélève 20 cm<sup>3</sup> de sang veineux (veine du bras). La première prise est faite à l'entrée du malade dans le service, en pleine fièvre, avant tout traitement; la deuxième, chez le même malade apyrétique depuis plusieurs jours<sup>1</sup>.

Dans la série expérimentale dont il est question, nous avons étudié la composition chimique du sérum, et de l'urine des malades fiévreux du point de vue de leur teneur en trois cations —  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ .

On trouvera les détails de la technique chimique ailleurs<sup>2</sup>.

Nous dosons le sodium par la méthode de Folling, le potassium et le calcium par celle de Kramer et Tysdall.

*Sang.*

*Analyse des trois cations —  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{++}$  — dans le sérum des malades fiévreux et chez les mêmes apyrétiques.*

Voici trois exemples.

Cas n° 1: Mme B., 63 ans, *congestion pulmonaire*.

25.X.46. $T^{\circ} 39,2^{\circ}$ .			8.XI.46. $T^{\circ} 37,3^{\circ}$ .		
En grammes	$Na = 3.090 \text{ \%}$		En grammes	$Na = 2.780 \text{ \%}$	
»	$K = 0.183 \text{ \%}$		»	$K = 0.174 \text{ \%}$	
»	$Ca = 0.103 \text{ \%}$		»	$Ca = 0.102 \text{ \%}$	
Somme	<hr/> $= 3.376 \text{ \%}$		Somme	<hr/> $= 3.056 \text{ \%}$	
Na/K	$= 16.8$			$= 15.97$	

<sup>1</sup> Nous parlerons des cas s'écartant de la règle énoncée à une autre occasion.

<sup>2</sup> Dans notre mémoire « Contribution à l'étude de la fièvre », *Schweiz. Mediz. Wochenschr.*, 1947 (sous presse).

La différence entre la teneur des trois cations à 39,2° et à 37,3° est égale à 0,320 g par litre.

*Pendant la phase pyrétique, il y a augmentation de substances minérales dans le sérum comparativement avec la phase apyrétique; l'augmentation atteint surtout le sodium.*

Cas n° 2: Mlle R., 38 ans, splénomégalie.

*Fièvre provoquée artificiellement par injections intraveineuses de Pyrifer.*

*Analyse des deux cations — Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup>.*

Choc 16.XI.46. T° 40,6°.		19.XI.46. T° 37,3°.	
En grammes	Na = 3.790 0/00	En grammes	Na = 3.120 0/00
»      »	K = 0.178 0/00	»      »	K = 0.184 0/00
Somme	= 3.968 0/00	Somme	= 3.304 0/00
Na/K	= 21.2	Na/K	= 16.9

La différence entre la teneur des deux cations à 40,6° et à 37,3° est égale à 0,664 g par litre.

Comme dans le cas n° 1, il s'agit dans les phases fébriles provoquées artificiellement, d'un enrichissement du sérum en cations — Na<sup>+</sup>; le potassium varie à peine.

Cas n° 3: W., 21 ans, pneumonie atypique.

*Analyse des trois cations — Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>.*

5.XI.46. T° 39,6°.		23.XI.46. T° 37,4°.	
En grammes	Na = 3.150 0/00	En grammes	Na = 3.020 0/00
»      »	K = 0.213 0/00	»      »	K = 0.166 0/00
»      »	Ca = 0.103 0/00	»      »	Ca = 0.105 0/00
Somme	= 3.466 0/00	Somme	= 3.291 0/00
Na/K	= 14.78	Na/K	= 18.31

La différence entre la teneur des trois cations à 39,6° et à 37,4° est égale à 0,175 g par litre. On retrouve dans le cas n° 3 une augmentation des cations Na<sup>+</sup> (0.130 0/00), mais aussi une

appreciable des cations  $K^+$  (0.047 %); les fluctuations du  $Ca^{++}$  sont à peine sensibles.

Conclusions: *On constate dans tous les cas de fièvre aiguë étudiés par nous un déséquilibre cationique.* Ce déséquilibre se traduit par une constante augmentation des cations  $Na^+$ , plus ou moins marquée suivant les cas; parfois il y a aussi une augmentation de  $K^+$ ; les fluctuations du  $Ca^{++}$  sont minimes.

Comme dans nos travaux de physiologie, *on constate en clinique une relation dans la position de la « caractéristique biothermique » — la température — des individus sains ou malades et la composition cationique du milieu intérieur.*

### *Urine.*

*Pendant que le sang s'enrichit en  $Na^+$  et parfois en  $K^+$ , l'urine, au contraire, s'appauvrit en sels, surtout en  $Na^+$ .*

Il y a une relation entre l'évolution de la courbe saline urinaire et celle de la température: simultanément on constate une décharge saline urinaire et une chute de la température et inversement, il y a une élévation de la température, en même temps qu'une diminution de la quantité des sels urinaires, de  $Na^+$  surtout. Pendant la défervescence, la quantité des sels urinaires augmente et l'équilibre cationique devient normal dans le sérum et dans l'urine.

L'urine est analysée pendant la pyrexie, la défervescence et l'apyrexie (échantillons prélevés sur les urines de vingt-quatre heures). Les détails de la technique chimique sont publiés ailleurs<sup>1</sup>.

### *Analyse des trois cations — $Na^+$ , $K^+$ , $Ca^{++}$ .*

Voici deux exemples:

Cas n° 1: M., 5 ans et demi, *rhumatisme infectieux*. (Clinique infantile, août 1946.)

<sup>1</sup> *Loc. cit.*

TABLEAU IV.

Date	T° moy.	Volume urine 24 h. cm <sup>3</sup>	Na %/oo	K %/oo	Ca %/oo	Total	Na/K
20.VIII	39,2°	—	—	—	—	—	—
21.VIII	38,6°	720	1.22	2.13	0.115	3.465	0.57
22.VIII	38°	700	1.35	2.15	0.085	3.585	0.62
23.VIII	38,1°	700	1.10	2.77	0.030	3.900	0.42
24.VIII	37,1°	900	1.00	2.50	0.120	3.620	0.40
25.VIII	37,2°	1100	3.25	2.00	0.121	5.371	1.61

Ce tableau montre une *relation entre la décharge saline, sodique en particulier, et la chute de la température.*

Cas n° 2: P., 12 ans, *paratyphoïde*? (Clinique infantile, août 1946.)

TABLEAU V.

Date	T° moy.	Volume urine 24 h. cm <sup>3</sup>	Na %/oo	K %/oo	Ca %/oo	Total	Na/K
21.VIII	40°	900	0.55	1.70	0.200	2.450	0.32
22.VIII	39,5°	1100	0.26	1.60	0.112	1.972	0.16
23.VIII	39,35°	950	0.34	0.89	0.144	1.374	0.38
24.VIII	37,85°	750	0.36	1.59	0.100	2.050	0.22
25.VIII	37,15°	1500	3.39	1.43	0.101	4.921	2.37
26.VIII	36,65°	1200	3.64	2.30	0.110	5.950	1.65

Le tableau V, comme le précédent, montre une étroite relation entre la décharge saline urinaire et la chute de la température.

Conclusions de nos premiers résultats: *Pendant la fièvre, il y a une coexistence d'un enrichissement du sérum en alcalins — sodium surtout — et d'un appauvrissement de l'urine en alcalins — sodium surtout.*

L'étude du mécanisme de la fièvre se poursuit.

Les recherches expérimentales dont il est question dans le présent mémoire sont le résultat d'une activité scientifique d'une vingtaine d'années et ont été réalisées dans divers laboratoires : Laboratoire de Physiologie à la Faculté de médecine de Paris; Laboratoire de physiologie générale et comparée à la Faculté des sciences de Lyon; Clinique thérapeutique à l'Hôpital cantonal de Genève.

(Centre national de la Recherche scientifique.)

## BIBLIOGRAPHIE

- BACHRACH, E., « Variations biologiques d'un organisme monocellulaire : accoutumance et anaphylaxie chez le Bacille lactique », thèse doctorat, Faculté Sciences, Paris, 10 juin 1924; même titre, *Annal. Sc. natur. Botanique*, 10<sup>e</sup> série, VI, pp. 73-168, 1924; même titre, *La Médecine*, pp. 948-951, 1924; « Facteurs déterminant l'accoutumance ou la sensibilisation du Bacille lactique. Action de la température », *Journ. Physiol. et Path. gén.*, t. XXIV, 4, pp. 741-747, déc. 1926; « Les effets de l'intoxication au Bacille lactique, par le chlorure de potassium à différentes températures », *C. R. Ac. Sc.*, CLXXXI, p. 1042, 1926.
- et CARDOT, H., « Sur la possibilité de déplacer l'optimum thermique d'un ferment figuré », *C. R. Soc. Biol.*, XCV, p. 962, 1926.
- et ROCHE, J. (M<sup>11</sup>e), « L'action prolongée du chlorure de potassium entraîne un déplacement de l'optimum thermique des levures », *C. R. Ac. Sc.*, t. 194, p. 1023, 14 mars 1932; « Action du chlorure de potassium sur l'optimum des levures », *C. R. Ass. Phys.*, Lille, 6<sup>e</sup> réunion, 10-15 mai 1932; « Le rôle du potassium dans le déplacement de l'optimum thermique chez quelques micro-organismes », *J. Physiol. et Pathol. gén.*, t. XXI, n° 1, décembre 1933.
- et GUILLOT, N., « Le déplacement de l'optimum thermique chez la levure et le retour vers l'optimum de départ », *C. R. Soc. Biol.*, t. CXXXII, p. 563, 19 juin 1939; « Influence des conditions ioniques sur l'optimum thermique des fonctions physiologiques », *C. R. Ac. Sc.*, t. 212, p. 929, 1941; « Déséquilibre ionique et suivie des Grenouilles à haute température », *C. R. Soc. Biol.*, T. CXXXVI, N° 15-16, p. 537, 1942.
- BACHRACH, E. La température des êtres vivants et la composition ionique du milieu. *C. R. Soc. phys. et d'hist. nat. Genève*, vo. 60, N° 2, avril-juillet, p. 180, 1943; La température des êtres vivants et la composition ionique du milieu. *Arch. des Sc. phys. et natur.*, 5<sup>e</sup> série, vol. 25, pp. 123-138, 1943; « Evolution du mécanocardiogramme en fonction du temps

(expériences sur le ventricule des *Helix*), *C. R. Soc. Phys. et d'Hist. natur. Genève*, vol. 61, n° 1, pp. 44-47, 9 mars 1944.  
 — et REINBERG, A., « Régulation thermique cationique du myocarde de *Rana*, I », *Arch. des Sc. Phys. et natur.*, 5<sup>e</sup> période, vol. 27, pp. 122-135, mai-juin 1945; « Régulation thermique cationique du myocarde de *Rana*, II », *C. R. Soc. Phys. et d'Hist. natur. Genève*, 61, pp. 210-213, août-septembre 1944.  
 BACHRACH, E., « Action des cations biothermiques en fonction du temps », *Arch. des Sc. phys. et natur.*, 5<sup>e</sup> période, vol. 27, pp. 143-164, juillet-août 1945; « Hypothèse sur le mécanisme de l'évolution des espèces animales », *C. R. Soc. Phys. et d'Hist. natur. Genève*, vol. 62, p. 43, n° 1, janvier-mars 1945; « Hypothèse sur le mécanisme de l'évolution des espèces animales », conférence, Impr. Grivet, Genève, juin 1945; « Facteurs chimiques « biothermiques », *Arch. inter. Physiol.*, vol. LIV, fasc. I, pp. 19-29, juil. 1946; « Propriété « thermorégulatrice » des cations alcalins et alcalino-terreux », *Congr. intern. Physiol. Oxford*, 25 juillet 1947; « Contribution à l'étude de la fièvre », *C. R. Assoc. physiol. Toulouse*, 17 avril 1947; même titre, *Schweiz. Mediz. Wochenschr.*, 1947 (sous presse); « Etude expérimentale de la chimie de la fièvre », *C. R. Soc. Phys. et d'Hist. natur. Genève*, juillet 1947 (sous presse).

## TABLE DES MATIÈRES

	Pages
I. <i>Introduction</i> . . . . .	429
II. <i>Microbiologie.</i>	
A. Ferments lactiques . . . . .	431
B. Levures . . . . .	436
Appendice: Technique . . . . .	445
III. <i>Physiologie.</i>	
Organe isolé . . . . .	445
Déséquilibre ionique et survie de <i>Rana</i> aux températures élevées . . . . .	451
Déséquilibre ionique et survie du ventricule isolé d' <i>Helix</i> à basse température . . . . .	453
IV. <i>Physio-pathologie.</i>	
La fièvre . . . . .	453
Bibliographie . . . . .	458