

Recherches expérimentales sur les propriétés nutritionnelles du jus d'oranges en boîtes

par **J. LAVOLLAY, J. KAYSER, M. SAUBOBERT** et **J. NEUMANN**

(Laboratoire de Chimie Agricole et Biologique du Conservatoire National des Arts et Métiers. Paris.)

Le jus d'oranges en boîtes est un jus de fruits riche en acide ascorbique et c'est généralement en raison de sa haute teneur en vitamine C que la consommation en est recommandée. Pourtant, à côté de la vitamine antiscorbutique, le jus d'oranges renferme aussi une série de pigments caroténoïdes, des tocophérols et de petites quantités des vitamines du groupe B. En outre, il est relativement riche en flavonoïdes, substances auxquelles sont attribuées des propriétés physiologiques intéressantes.

On s'est donc proposé de rechercher expérimentalement les effets éventuellement produits par l'absorption prolongée de petites quantités de ce jus, chez des animaux placés dans des conditions diverses de nutrition. Le Rat (Wistar) a été choisi pour ces recherches parce que cette espèce est réfractaire au scorbut et parce qu'ainsi les effets éventuels du jus d'oranges devraient être rapportés à des constituants du jus, autres que l'acide ascorbique. Les animaux ont été alimentés avec des régimes artificiels purifiés permettant de définir avec exactitude les conditions de nutrition. La composition du régime (A) riche en vitamines est donnée (Tableau I). Ce régime assure aux animaux une très bonne croissance et une longévité excellente (1, 2). Le régime (B) (Tableau II) ne comprend que les vitamines considérées comme indispensables au Rat, en quantités correspondantes aux besoins, mais sans excès. La formule d'un régime de polycarence en toutes les vitamines est déduite de la formule du régime (B) par omission du mélange des vitamines. Les animaux ont à leur disposition de l'eau de boisson. La température et l'état hygrométrique de l'atmosphère de la ménagerie sont contrôlés.

Toutes les expériences comprennent trois lots d'animaux (mâles et femelles). Les animaux du *premier lot* reçoivent le régime alimentaire, *ad libitum*, et un supplément de jus d'oranges : 1 ml par jour, jusqu'au poids corporel de 100 g, puis 2 ml par jour. Ce supplément est administré directement dans l'estomac, à la sonde. Les animaux du *second lot* reçoivent, en mêmes

quantités que dans le premier lot, un jus artificiel, qui est préparé d'après l'analyse du jus naturel, mais qui n'apporte que du sucre (glucose) et de l'acide citrique. Les animaux du *troisième lot* reçoivent chaque jour, à la sonde, des volumes égaux d'eau glucosée.

La comparaison des résultats obtenus dans ces différents lots permet de dégager les effets éventuels des constituants banaux du jus de fruit (comparaison des lots 2 et 3) et, d'autre part les effets des constituants autres que les acides et les sucres.

On a utilisé un jus d'oranges sucré à 50 g par litre, en boîtes, d'origine industrielle provenant d'Afrique du Nord.

Dans certaines expériences, les animaux recevaient constamment le régime alimentaire (A) riche en vitamines ; dans les autres, les animaux recevaient alternativement un régime carencé en toutes les vitamines, puis le régime vitaminé, suivant les modalités précisées plus loin. Un certain nombre de figures permettront de limiter au minimum la description des expériences et l'exposé des résultats.

Influence éventuelle du jus d'oranges en boîtes sur la longévité.

Cette expérience a été réalisée au moyen du régime artificiel (A). Le régime reçu depuis le sevrage étant correct et très riche en vitamines, les effets du jus d'oranges ne pourront être rapportés aux vitamines classiques qu'il apporte en faibles quantités. La longévité habituelle du Rat recevant ce régime atteignant souvent mille jours, les résultats définitifs ne sont pas encore connus. Au huit cent trentième jour d'expérience, les résultats sont les suivants (Tableau III). Sur les seize animaux (♂ et ♀) mis en expérience dans chaque lot, *huit* sont déjà morts dans le lot témoin et *neuf* dans le lot recevant le jus artificiel. Ces résultats sont conformes à ceux qui sont habituellement obtenus avec la souche de rats utilisée, nourrie avec le régime (A) (1, 2). *Trois* animaux

TABLEAU I.

RÉGIME A. — COMPOSITION POUR 100 g.

Caséine	21,00
Glucose	16,12
Fécule de pomme de terre.....	22,48
Dextrine	14,80
Huile (soya + H. F. M.).....	9,00
Cellulose	10,40
Mélange salin.....	5,10
Vitamines (mélange sucré).....	1,10

VITAMINES POUR 100 g (détail).

Thiamine	1 mg
Riboflavine.....	1,4 »
Pyridoxine.....	1,0 »
Ac. pantothénique.....	3,0 »
Chlorhydrate de choline.....	300 »
Mésoinositol.....	200 »
Niacine.....	10 »
Ac. p-aminobenzoïque.....	10 »
Ac. folique.....	0,6 »
Biotine.....	0,04 »
Méthyl 2-naphtoquinone.....	0,25 »
Vitamine E.....	36 »
Vitamine A.....	2 000 U. I.
Vitamine D.....	500 U. I.

seulement sont morts, à la même date, dans le lot recevant le jus d'oranges en boîtes.

L'expérience est encore en cours.

Première expérience de polycarence vitaminique, suivie de réplétion.

Les animaux ont été alimentés dès leur sevrage avec le régime (B) privé de toutes les vitamines et ceux d'entre eux qui survécurent reçurent, à partir du quatre-vingtième jour de carence, le régime (A) riche en vitamines. La Figure 1 montre les courbes de poids moyens de deux lots seulement (lot témoin et lot recevant le jus d'oranges(*)). Les chiffres inscrits le long des courbes indiquent les nombres d'animaux restant en expérience. On voit que la mortalité, au cours de la polycarence, a été moins élevée chez les animaux recevant le jus d'oranges. Pendant cette période relativement longue, les rats témoins, comme les rats recevant le jus d'oranges, n'ont présenté aucun signe de carence

(*) 1 ml par jour au cours de toute l'expérience.

TABLEAU II.

RÉGIME B. — COMPOSITION POUR 100 g.

Caséine dévitaminée.....	21,00
Glucose	16,10
Fécule de pomme de terre.....	22,80
Dextrine	15,70
Huile de soya	8,00
Cellulose	10,40
Mélange salin.....	5,10
Vitamines (mélange sucré).....	0,90

VITAMINES POUR 100 g (détail).

Thiamine	125 µg
Riboflavine.....	250 µg
Pyridoxine.....	100 µg
Ac. pantothénique.....	1 mg
Chlorhydrate de choline.....	100 mg
Vitamine E.....	3 mg
Vitamine A.....	40 U. I.

vitaminique particulière. Les poids moyens des animaux recevant le jus d'oranges se trouvaient nettement plus élevés que ceux de leurs témoins. La croissance a repris normalement dès que le régime riche en vitamines a été administré. Les animaux morts au cours de la période de polycarence sont au nombre total (♂ et ♀), de sept sur dix-neuf dans le lot au jus d'oranges, contre douze sur dix-huit dans le lot témoin. Les données de cette expérience préliminaire ont inspiré les conditions de l'expérience suivante.

TABLEAU III.

ÉTUDE DE LA LONGÉVITÉ AU RÉGIME A
(8 ANIMAUX PAR LOT.)

Nombre de survivants le 830^e jour d'expérience.

	JUS D'ORANGE	JUS ARTIFICIEL	TÉMOIN
♂	7	5	3
♀	6	2	5

TABLEAU IV.

COMPARAISON DES BESOINS EN VITAMINES DU RAT AVEC LES APPORTS DE 1 ml DE JUS D'ORANGES.

VITAMINE	BESOINS (*) (pour 100 g de poids)	APPORT PAR 1 ml (**)	APPORT pour 100 du besoin
A	1,33 U. I.	0,5 U. I.	≈ 40 %
E	0,5 à 1 mg (α-tocophérol)	1 mg (mélange d'isomères)	inconnu, mais probablement important
K	0	0	—
D	0	?	—
B ₁	10 à 20 μg	0,85 μg	4 à 10 %
B ₂	20 à 40 "	0,18 "	0,5 à 1 %
B ₆	10 à 15 "	0,24 "	1,6 à 2,4 %
PP	?	2,4 "	—
Ac. pantothénique	25 à 100 "	1,5 "	1,5 à 6 %
Biotine	0	0,0026 à 0,011 "	—
Choline	2 à 30 mg	0,12 mg	0,4 à 6 %
Inositol	0	1 "	—
C	0	0,4 "	—

(*) Principalement, d'après E. J. FARRIS et J. Q. GRIFFITH (4).

(**) Principalement, d'après RAKIETEN et coll. (5).

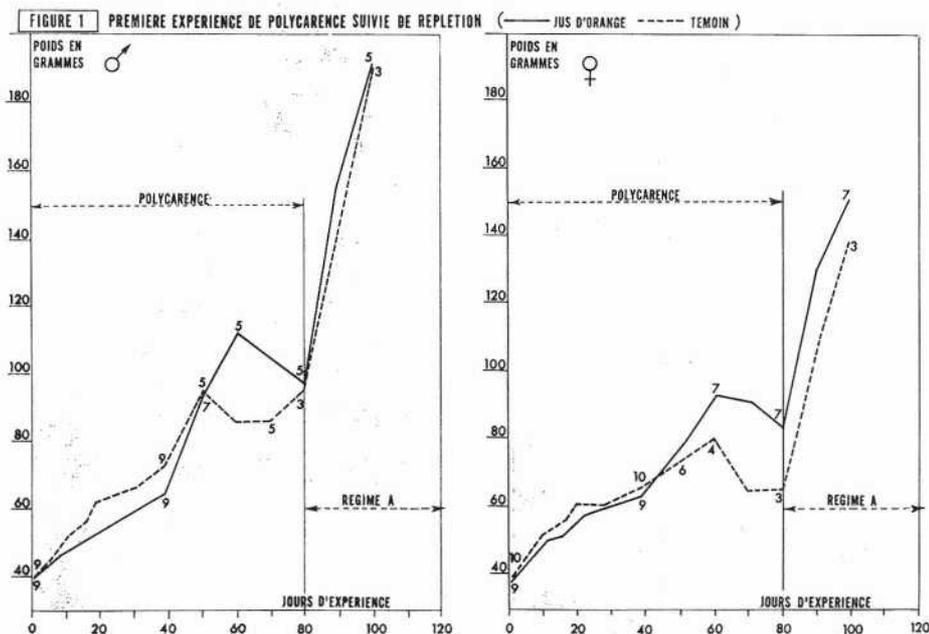


FIG. 1. — Première expérience. Courbes de poids moyens et nombres des animaux survivants.

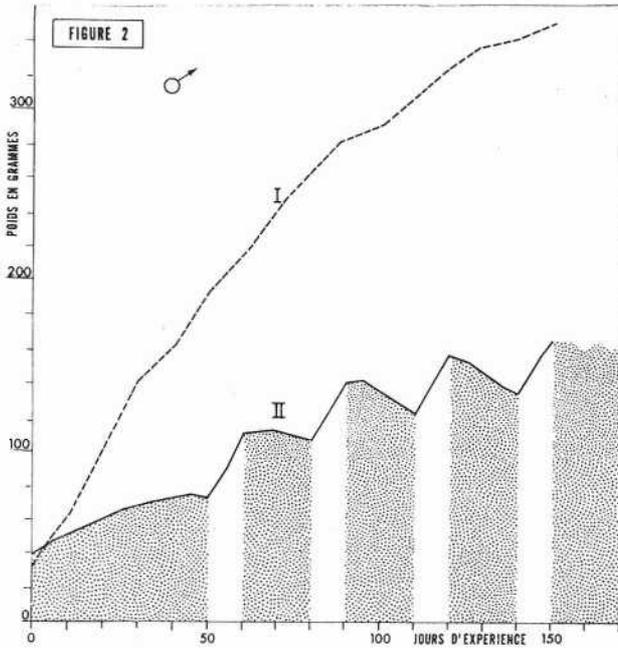


FIG. 2. — I. Poids moyens de 12 animaux au régime riche A. II. Poids moyens de 13 animaux recevant le jus d'oranges alternés avec le régime B polycarencé (zones ombrées) et avec le même régime vitaminé. (Pas de mortalité).

Expérience de polycarencé, suivie de périodes alternées de réplétions vitaminiques et de polycarences.

Dès leur sevrage et pendant cinquante jours, les animaux reçurent le régime de polycarencé (régime (B), moins les vitamines) ; puis, pendant dix jours, le régime (B) vitaminé. Ensuite, et par périodes successives, pendant vingt jours le régime de polycarencé et, pendant dix jours, le régime (B) vitaminé.

La courbe des poids moyens des treize mâles du lot recevant le jus d'oranges (*) est représentée (Fig. 2) (courbe II en dents de scie). Sur le même graphique on a représenté la courbe des poids moyens d'un lot de douze animaux recevant le régime riche (A) (courbe I).

(*) 1 ml par jour pendant toute l'expérience.

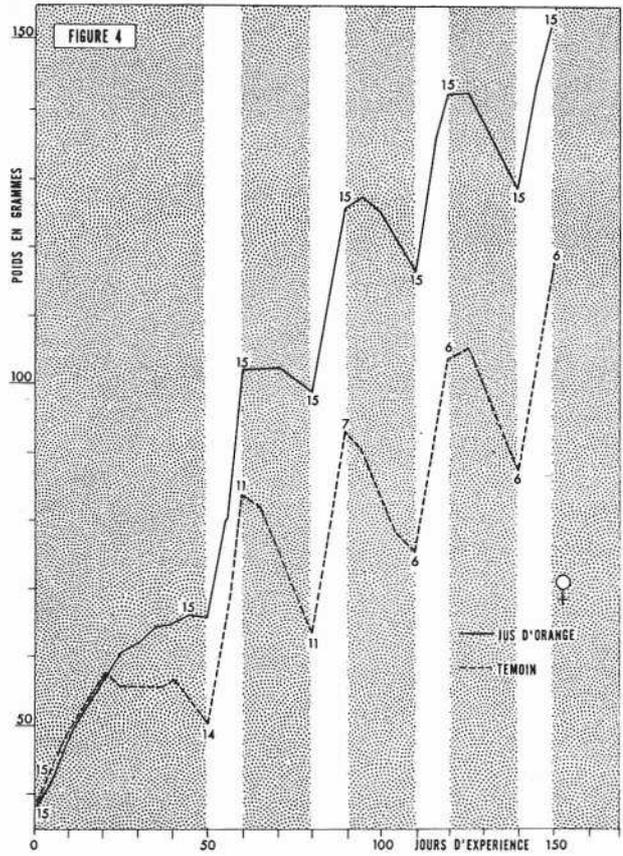
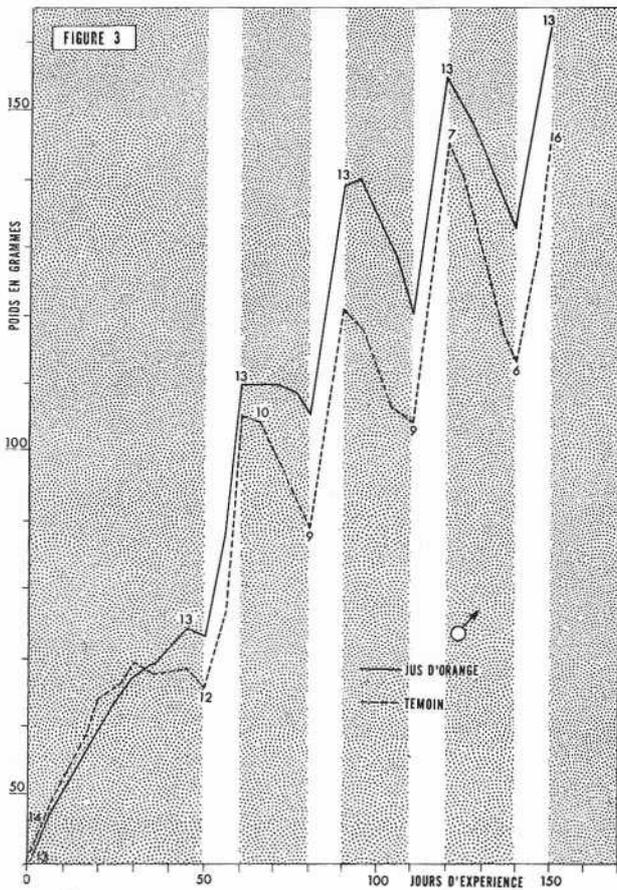


FIG. 3. et 4. — Les zones ombrées correspondent aux périodes de polycarencé et les zones claires aux périodes de réplétion vitaminique. Les courbes représentent les poids moyens. Les chiffres inscrits le long de ces courbes indiquent les nombres d'animaux survivants.

Bien que la croissance moyenne du lot recevant le jus d'oranges soit très faible (aussi bien par rapport à la croissance au régime riche en vitamines (A) que par rapport à la croissance au régime (B), il est très remarquable qu'aucun animal ne soit mort dans ce lot, à la date du cent cinquantième jour d'expérience (l'expérience est encore en cours). A cette date il restait en expérience, dans ce lot, treize mâles sur treize et quinze femelles sur quinze.

La mortalité a, par contre, été assez élevée dans les autres lots. A la même date, il ne restait chez les témoins que six mâles sur quatorze et six femelles sur quinze (Fig. 3 et 4). Chez les animaux recevant le jus artificiel (courbes de poids non figurées) il ne restait que neuf mâles sur treize et six femelles sur treize.

On doit noter que, dans les lots ne recevant pas le jus d'oranges, la mortalité a progressivement éliminé ceux des animaux dont les poids étaient les plus faibles. De ce fait, les poids moyens de ces lots ont

été relevés et leur comparaison avec les poids moyens des animaux recevant le jus d'oranges est fallacieuse. Malgré cette cause d'erreur, la différence des poids moyens reste très nettement en faveur du lot recevant le jus d'oranges en boîtes. L'écart de ces poids est marqué surtout chez les femelles (Fig. 4).

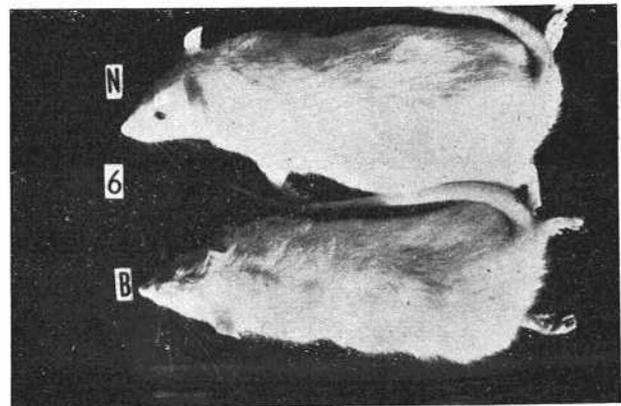
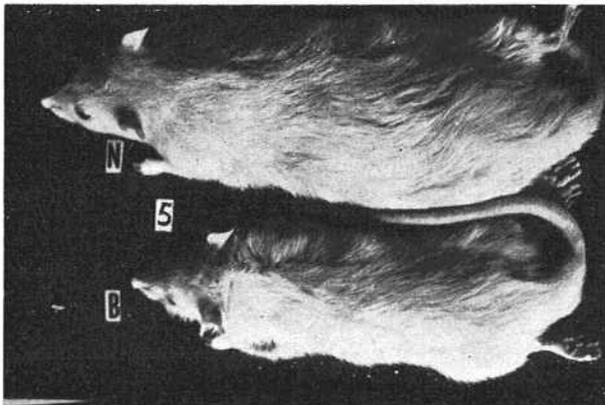
Or l'expérience permet de constater que le traitement subi par les animaux (succession de carences et de repletions) a pour résultat de déprimer exactement dans la même proportion le poids moyen des mâles et celui des femelles, par rapport au poids moyen atteint par des animaux de même âge au régime riche en vitamines. L'effet favorable exercé sur les poids moyens des animaux de cette expérience par le jus d'oranges en boîtes est donc effectivement plus important chez les femelles que chez les mâles. Il est probable que l'apport uniforme de 1 ml de jus d'oranges réalise un état nutritionnel plus proche des besoins de la femelle qu'il ne l'est de ceux du mâle.

PHOTOGRAPHIE n° 7. — Expérience de polycarences et de repletions alternées. Comparaison entre un animal du lot témoin (dents non pigmentées) et un animal du lot recevant le jus d'oranges (dents normalement pigmentées). La dépigmentation est un symptôme de carence en vitamine A (et peut-être en vitamine E).





PHOTOGRAPHIES n° 2 et n° 4. — Expérience de polycarences et repletions alternées. *A gauche* : mâles ; *à droite* : femelles.
A : animal moyen du lot témoin. — B : animal moyen du lot recevant le jus d'oranges.



PHOTOGRAPHIES n° 5 et n° 6. — Comparaison des animaux recevant le jus d'oranges, au régime de polycarences et de repletions alternées, avec des animaux de même âge recevant le régime riche (A). *A gauche* : mâles ; *à droite* : femelles.
N : animal au régime riche (A). — B : animal au régime de polycarences et de repletions, recevant le jus d'oranges.

D'autre part, dans les conditions de cette expérience, le jus artificiel a légèrement amélioré le poids moyen des femelles, mais il a été sans action sur celui des mâles.

Les photographies n° 2 (♂) et n° 4 (♀) permettent de comparer les dimensions de sujets représentatifs de chacun des lots. Le témoin est désigné par *A* et l'animal recevant du jus d'oranges par *B*.

Par rapport à des animaux de même âge, alimentés avec le régime (A) riche en vitamines tous les animaux de cette expérience sont cependant restés *nains*, ainsi que le montrent les photographies n° 5 (♂) et n° 6 (♀). Le témoin au régime riche est désigné par *N* et l'animal caractéristique du lot au jus d'oranges de l'expérience de polycarence alternée est désignée par *B*. En dehors du nanisme, les animaux des trois lots ne présentaient à la fin de la première période de polycarence de cin-

quante jours aucun des symptômes connus de carences vitaminiques particulières. Plus tard, une très nette différence est apparue dans la pigmentation des dents. Les animaux recevant le jus d'oranges ayant des dents normalement pigmentées en jaune, alors que celles des animaux des deux autres lots étaient plus ou moins décolorées. La photographie n° 7, prise le cent cinquante-deuxième jour, montre cette différence entre un animal du lot témoin et un animal au jus d'oranges.

Discussion.

Les expériences ci-dessus résumées, spécialement la dernière, établissent que le jus d'oranges conservé en boîtes, administré à la dose de 1 ml par jour à des rats, exerce un effet protecteur, notamment contre les

effets de la polycarence vitaminique. Cet effet ne peut pas être rapporté au sucre et à l'acide citrique du jus, car le jus artificiel préparé au laboratoire pour ces expériences n'a pas conduit aux mêmes résultats. La survie de *tous les animaux* ayant reçu le jus d'oranges, dans l'expérience de polycarence et de repletions est le résultat le plus saillant. Cette survie ainsi que la meilleure croissance des animaux de ce lot pourraient être dues à la présence des vitamines du groupe B.

Si l'on compare les données de la littérature concernant l'analyse des jus d'oranges, avec les besoins estimés du Rat on peut calculer cependant que les apports de vitamines B classiques étaient très minimes (voir Tableau IV). Peut-être des apports aussi faibles par rapport aux « besoins » estimés sont-ils capables d'exercer des effets fort importants, surtout en ce qui concerne la survie. Des travaux récents suggèrent

que les besoins limites en vitamine B₁ sont à réviser (3).

L'ordre de grandeur des teneurs habituelles en *caroténoïdes* et en *tocophérols* des jus d'oranges permet de prévoir que 1 ml de ce jus pourrait assurer la couverture d'une fraction importante des besoins du Rat en vitamines A et E. La dépigmentation des dents a été effectivement évitée au cours de la dernière expérience, par l'apport de jus d'oranges ; or il s'agit d'un symptôme de carence en vitamine A (peut-être aussi en vitamine E).

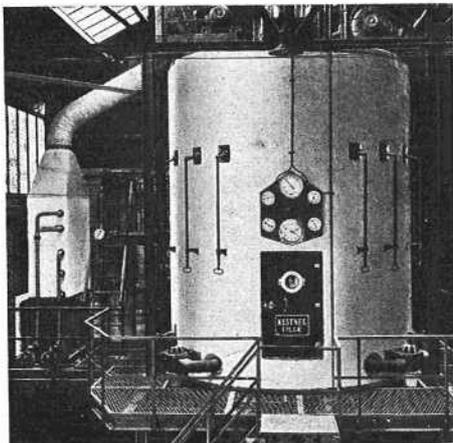
Les expériences ne permettent cependant pas d'exclure la possibilité que d'autres constituants de ce jus puissent avoir aussi leur part dans les effets décrits ; par exemple l'acide pantothénique, l'acide ascorbique et les flavonoïdes.

Un effet favorable indirect pourrait aussi résulter d'une modification de la flore intestinale.

Les auteurs expriment leur gratitude à la société Sojufruit pour la gracieuse fourniture de jus d'oranges utilisé dans ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) LAVOLLAY (J.), NEUMANN (J.), HERP (A.) et KAYSER (M^{lle} J.). — Jus de raisin en biologie et en thérapeutique. 86^e Congrès des Sociétés Savantes, Montpellier, 1961, p. 111-125 (Gauthier-Villars éd.).
- (2) LAVOLLAY (J.), KAYSER (J.) et NEUMANN (J.). — *C. R. Soc. Biol.*, 1962, **156**, 261-267.
- (3) NAGAO SHIBATA, SEIZO YAMASHITA and KAZUTO YASUDA. — *The Journ. of Biochem.*, Tokyo, 1961, **49**, 589-594.
- (4) FARRIS (E. J.) and GRIFFITH (J. Q.). — *The Rat in laboratory investigation*. J. B. Lippincott and Co Ed., 1949.
- (5) RAKIETEN (M. L.), NEWMAN (B), FALK (K. B.) and MILLER (J.). — *J. Am. Diet. Assoc.*, 1951, **27**, 864 et *ibid.*, 1952, **28**, 1051.



— KESTNER —

7, rue de Toul, Lille (Nord)

Téléph. : 57-34-60 et la suite.

ÉVAPORATEURS

pour jus de fruits avec récupération des arômes

SÈCHEURS-ATOMISEURS

pour fabrication d'extraits solubles en poudre

Sécheur-Atomiseur