

Katz, S.H. Un exemple d'evolution bioculturelle: la feve
Communications. 1979 31 53-69 C9 beans

6268

KATZ, S.H.

'979

Un exemple d'évolution bioculturelle : la fève

Solomon H. Katz

Communications, Année 1979, Volume 31, Numéro 1

p. 53 - 69

[Voir l'article en ligne](#)

Avertissement

L'éditeur du site « PERSEE » – le Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche, Direction de l'enseignement supérieur, Sous-direction des bibliothèques et de la documentation – détient la propriété intellectuelle et les droits d'exploitation. A ce titre il est titulaire des droits d'auteur et du droit sui generis du producteur de bases de données sur ce site conformément à la loi n°98-536 du 1er juillet 1998 relative aux bases de données.

Les oeuvres reproduites sur le site « PERSEE » sont protégées par les dispositions générales du Code de la propriété intellectuelle.

Droits et devoirs des utilisateurs

Pour un usage strictement privé, la simple reproduction du contenu de ce site est libre.

Pour un usage scientifique ou pédagogique, à des fins de recherches, d'enseignement ou de communication excluant toute exploitation commerciale, la reproduction et la communication au public du contenu de ce site sont autorisées, sous réserve que celles-ci servent d'illustration, ne soient pas substantielles et ne soient pas expressément limitées (plans ou photographies). La mention Le Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche, Direction de l'enseignement supérieur, Sous-direction des bibliothèques et de la documentation sur chaque reproduction tirée du site est obligatoire ainsi que le nom de la revue et- lorsqu'ils sont indiqués - le nom de l'auteur et la référence du document reproduit.

Toute autre reproduction ou communication au public, intégrale ou substantielle du contenu de ce site, par quelque procédé que ce soit, de l'éditeur original de l'oeuvre, de l'auteur et de ses ayants droit.

La reproduction et l'exploitation des photographies et des plans, y compris à des fins commerciales, doivent être autorisés par l'éditeur du site, Le Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche, Direction de l'enseignement supérieur, Sous-direction des bibliothèques et de la documentation (voir <http://www.sup.adc.education.fr/bib/>). La source et les crédits devront toujours être mentionnés.

Un exemple d'évolution bioculturelle : la fève

Dans des travaux antérieurs (1), nous avons décrit les rapports d'interaction entre le biologique et le culturel qui apparaissent à travers le traitement que font subir au maïs, pour certaines préparations traditionnelles, certaines populations autochtones américaines. L'intérêt essentiel de ces recherches tient à ceci : elles montrent que les pratiques culturelles traditionnelles entourant la préparation du maïs ont pour effet d'accentuer considérablement sa qualité nutritionnelle. Effectivement, c'est grâce au traitement du maïs par une solution alcaline que la qualité nutritionnelle de cet aliment, essentiel dans le développement de la civilisation méso-américaine, a pu être poussée à son maximum, optimisée. Pour être plus précis, disons que cette technique de préparation a sans doute joué un rôle dans le processus qui a conduit au développement intensif de la culture du maïs, lequel a entraîné des changements importants dans l'organisation et la structure de la société. Ces changements, à leur tour, ont eu à la longue des effets sur la démographie et l'écologie des populations, et donc sur leur composition génétique elle-même. Ainsi, pendant des siècles et des siècles, s'établit, au sein de ces sociétés, un lien indirect entre, d'un côté, les processus culturels qui sous-tendent le développement d'une certaine technologie et, de l'autre, la capacité d'adaptation et l'évolution biologiques (2).

Le lien qui unit des pratiques culturelles entourant la préparation des aliments à leurs effets d'ordre proprement génétique n'est qu'indirect d'un point de vue strictement évolutionniste : il n'en reste pas moins que, à travers ces pratiques, nous voyons s'ouvrir à nous des perspectives considérables sur les processus à l'œuvre dans l'évolution culturelle. Et pourtant, dans cet exemple précis (le maïs), les « bonnes pratiques » étudiées ne sont porteuses d'aucune information sur les processus d'adaptation génétique qui interagissent avec ces phénomènes culturels. Si l'on veut parvenir à mettre au point des modèles permettant de formaliser le rôle de l'alimentation dans l'évolution bioculturelle humaine, il faudra bien intégrer ce facteur. C'est pour répondre à cette préoccupation que nous nous proposons, dans cet article, d'examiner les relations interactives qui lient deux phénomènes observables dans l'aire méditerranéenne : d'une part la consommation de la fève et les facteurs culturels qui la sous-tendent; d'autre part la génétique du favisme (cf. *infra*). Nous ouvrons ainsi la possibilité de mettre au point des modèles heuristiques plus complets,

permettant d'évaluer quantitativement les interactions entre les phénomènes d'adaptation biologique et culturelle à travers divers aliments consommés par l'homme.

ALIMENTATION ET ÉVOLUTION BIOCULTURELLE.

Dans ces modèles, notre analyse porte sur l'équilibre dynamique qui s'établit dans le temps entre les variables liées à l'écologie, au socio-culturel, à la biologie humaine, à la démographie (voir fig. 1). Le schéma devient plus opératoire lorsque l'on utilise les connaissances acquises sur les mécanismes de l'évolution au sein du pool génétique (ou plutôt du pool « d'informations » génétiques) d'une population, pour en tirer des hypothèses d'un type similaire sur les mécanismes par lesquels le « savoir » ou « l'information » socioculturelle change, s'accumule, se transmet dans le temps (3). Dans un tel modèle, il y a de toute évidence un certain nombre de contraintes qui s'exercent sur l'évolution du savoir ou de l'information (implicite ou explicite, consciente ou inconsciente) qu'une société possède sur ses aliments et sur leur préparation.

Entre autres facteurs, nous savons qu'il y a un élément biologique qui explique la congruence (*fit*) que l'on trouve entre, d'un côté, la nourriture consommée, et de l'autre, les besoins et /ou les processus biologiques. Ces besoins, on peut les répartir entre diverses catégories de valeur nutritionnelle (tels le rendement protéique et les autres variables dépendantes, le contenu calorique, les éléments présents à l'état de traces, les vitamines,

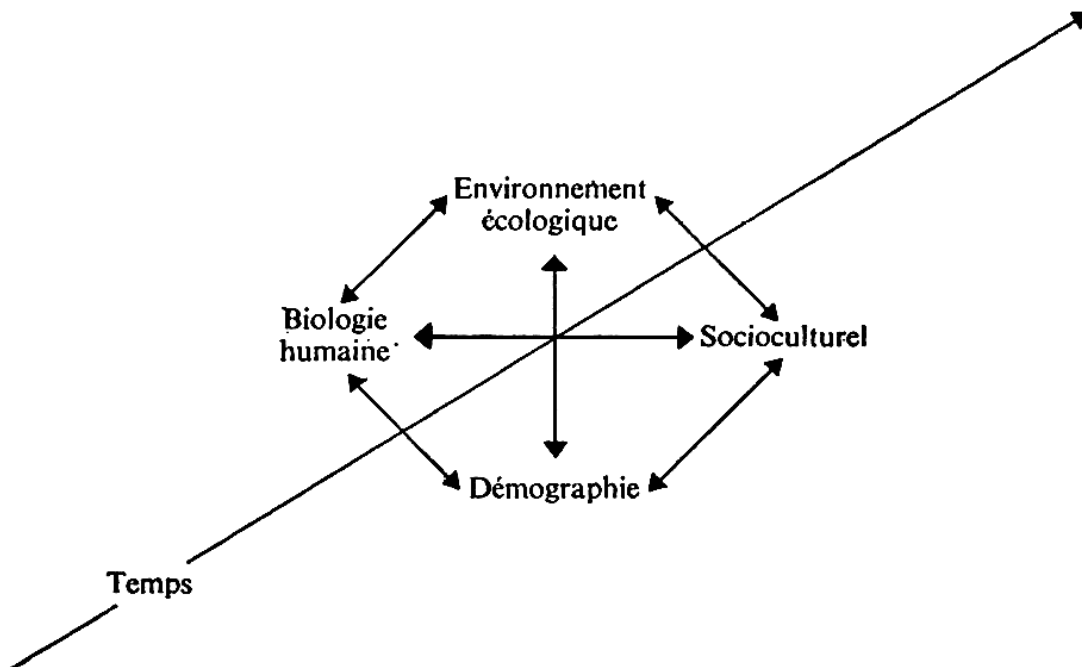


Figure 1. Un modèle heuristique de la dynamique interactive reliant, dans le temps, les quatre principales variables qui apparaissent à l'œuvre dans le cours de l'évolution culturelle.

etc.). De toute évidence, cette congruence, ce *fit* entre aliment et valeur nutritionnelle est d'autant plus significative que l'aliment envisagé occupe une place plus prépondérante dans la subsistance de la population considérée.

L'élément écologique constitue lui aussi une variable décisive; l'environnement exerce ses contraintes sur le recueil de la nourriture, sur l'aisance avec laquelle on peut se procurer des aliments, soit dans l'état sauvage, par la chasse ou la collecte, soit à travers l'agriculture et/ou la domestication. Les variables climatiques (précipitations, altitude, ensoleillement et température) ainsi que la nature du sol, tout cela joue également un rôle important.

Autre élément : les propriétés pharmacologiques de l'alimentation. On trouve dans de nombreuses plantes comestibles des toxines très actives, des drogues psychoactives et toute une variété d'autres composés dont les effets sont tels qu'ils peuvent permettre de réduire la gamme des drogues de synthèse, ou même de les remplacer.

Liée à cette variable pharmacologique, il existe une composante génétique : elle peut avoir pour effet de limiter la congruence, le *fit* entre les populations consommatrices et le métabolisme, la digestibilité des aliments qu'elles absorbent. Il arrive fréquemment que les constituants naturels des aliments contiennent un (ou des) facteur(s) qui présente(nt) la particularité d'être compatible(s) ou incompatible(s) avec la constitution génétique des individus appartenant à la population.

Ces facteurs biologiques, à des degrés divers, jouent un rôle dans le « savoir » culturel portant sur les différents procédés de préparation par lesquels on fait passer la nourriture de l'état brut-cru (*raw*) à un état cuit-apprêté (*cooked*). D'où plusieurs questions sur ce *fit*, cette congruence entre facteurs culturels et biologiques :

1. Entre le savoir ou l'information accumulés au cours du temps dans les sociétés traditionnelles et ce qui, selon la science d'aujourd'hui, est reconnu comme optimum en matière de préparation et de consommation alimentaire (selon les points de vue biologiques que l'on a énumérés plus haut), quel est le degré de congruence? Par exemple : certains aliments que, dans le cadre d'un même repas ou d'une certaine période, la culture prescrit de combiner, sont-ils compatibles d'un point de vue nutritionnel?

2. A quels principes obéissent les sociétés lorsqu'elles inventent, perpétuent et propagent ce savoir alimentaire dans le temps et dans l'espace?

3. Dans quelle mesure ce savoir alimentaire est-il lié, au sein d'une société, à d'autres pratiques, apparentées ou non? Dans quelle mesure possède-t-il une valeur adaptative, à partir de laquelle pourraient s'intégrer d'autres aspects de pratiques traditionnelles, de croyances, de symboles?

4. Sous quelles conditions, dans l'usage des aliments, les probabilités favorisent-elles l'expérimentation et/ou les préparations qui n'ont pas de valeur adaptative, qu'elles soient traditionnelles ou non?

5. Quelle importance, sur le plan nutritionnel, peuvent avoir certaines techniques traditionnelles, portant sur la transformation de la matière première en aliment, telles que le fait de chauffer les aliments, de les faire fermenter (levures, moisissures, bactéries, etc.), de les faire germer, de les

éplucher, de les sécher, de les broyer, d'y ajouter des épices, de les combiner avec d'autres aliments ou avec des corps chimiques?

6. Dans le savoir qu'une société peut emmagasiner sur certains aliments ou sur la nourriture en général, quelle est la part de l'implicite et de l'explicite, et de quoi dépend-elle?

A partir des réponses à ces questions — et à d'autres encore —, on pourrait poursuivre une réflexion théorique plus convaincante sur les relations de l'alimentation et de l'évolution bioculturelle; mais on pourrait aussi, de manière plus immédiate, mieux comprendre les ressorts de l'alimentation humaine et les problèmes de nutrition qui se posent à travers le monde contemporain.

LA FÈVE ET SA CONSOMMATION.

Pour apporter un commencement de réponse à ces questions et à d'autres, connexes, et pour démontrer la pertinence de notre approche, qui consiste à interroger les usages de l'aliment en termes d'évolution bioculturelle, nous avons choisi de centrer notre étude sur le favisme dans l'aire circum-méditerranéenne.

Certains individus souffrent d'une déficience, génétiquement déterminée, d'une enzyme des globules rouges, la glucose-6-phosphate déshydrogénase. Le gène correspondant (en abréviation : GdM^{ed-} ou G6PD⁻; c'est cette dernière notation qui sera utilisée dans ce texte) (4-8) a, selon toute hypothèse, un lien avec la résistance à la malaria (9-11). Or, les individus porteurs de ce gène sont aussi sujets, lorsqu'ils ont consommé des fèves, à une hémolyse du globule rouge (favisme) (12-16). Plus précisément, dans un délai de quelques heures, mais qui peut, en certaines occasions, durer jusqu'à neuf jours, les sujets masculins hémizygotes déficients et les sujets féminins déficients homozygotes (17-18) peuvent subir une anémie hémolytique sévère qui, de nos jours, aboutit à la mort dans environ un cas sur douze¹ (8, 19, 20). Avant la mise en œuvre des traitements médicaux modernes, au cours des dernières décennies, le taux de mortalité était sans doute encore plus élevé.

1. *NdlR*: chaque individu étant porteur d'une paire de gènes G6PD (ou allèles), l'un hérité du père, l'autre de la mère, trois combinaisons sont possibles : — —, + +, — +. Les sujets porteurs des deux premiers génotypes sont dits *homozygotes* (respectivement déficients ou non); ceux qui portent deux gènes de signe contraire (+ —) sont dits *hétérozygotes*. Rappelons encore que le sexe masculin possède une paire de chromosomes XY, le sexe féminin XX. Le gène G6PD⁻ (déficient) se situe sur un chromosome X : dès lors, les sujets mâles ne peuvent pas être déficients homozygotes. C'est pourquoi l'auteur les appelle « *hémizygotes* ».

Rappelons enfin que, selon Lyon, il peut se produire que l'un des deux chromosomes X subisse une inactivation dite sélective chez la femme (53). Dès lors lorsqu'un gène transmis par la mère se situe chez la femme sur le chromosome inactivé, il restera « silencieux » (c'est-à-dire qu'il n'apparaîtra pas dans le phénotype), mais pourra se transmettre à la descendance. Les sujets mâles ne possédant qu'un seul chromosome X, les gènes situés sur ce chromosome s'exprimeront nécessairement. Il existe quelques maladies génétiques bien connues qui sont liées à ce chromosome X et qui sont transmises par les femmes (hémophilie, thalassémie, daltonisme, etc.). C.F.

La fréquence du gène G6PD⁻ dans les populations qui consomment régulièrement des fèves (*Vicia faba*) est très élevée : la littérature indique qu'elle est couramment de l'ordre de 5 à 30 % (5, 6, 20, 21). Devant une maladie si grave et si fréquente, notre raisonnement a été le suivant : il est fort probable que, depuis des milliers d'années que le problème se pose dans la région, des adaptations bioculturelles considérables se soient produites. Il semble assez solidement établi qu'il existe un lien entre le gène G6PD⁻ et la résistance à la malaria ; or, la malaria saisonnière est présente presque partout dans la région. Nous avons d'abord formulé l'hypothèse que, quels que soient la valeur nutritionnelle et le rendement agricole de la fève, on devrait se trouver en présence d'un taux de mortalité tel que, à l'issue d'une évolution de plusieurs millénaires, d'autres cultures auraient dû remplacer celle de la fève. Or, en fait, sa consommation n'a pour l'essentiel pas changé : il semblait dès lors raisonnable de penser qu'un savoir approfondi sur la sensibilité au favisme aurait dû se développer, de manière à en réduire les effets nocifs au minimum (20-24). Et pourtant, il s'avère que le favisme est encore une maladie très répandue dans toute la région : on peut donc supposer que ce savoir, ou cette « information culturelle », n'a pas suffi à surmonter les effets nocifs de la consommation de fèves (24). En cherchant d'autres solutions à ce paradoxe évolutionnaire, on a vu se dessiner une autre hypothèse, qui résulte de l'examen des effets positifs de la fève.

En détaillant cette hypothèse, nous avons été frappés par le fait que des drogues antipaludéennes très efficaces comme la primaquine entraînaient également une anémie hémolytique chez les individus déficients en G6PD (G6PD⁻). Autrement dit, ces drogues antipaludéennes, qui sont de puissants oxydants, affectent peut-être les globules rouges G6PD⁻ de la même manière que la fève (22). De plus, si tel était le cas, il se pourrait également

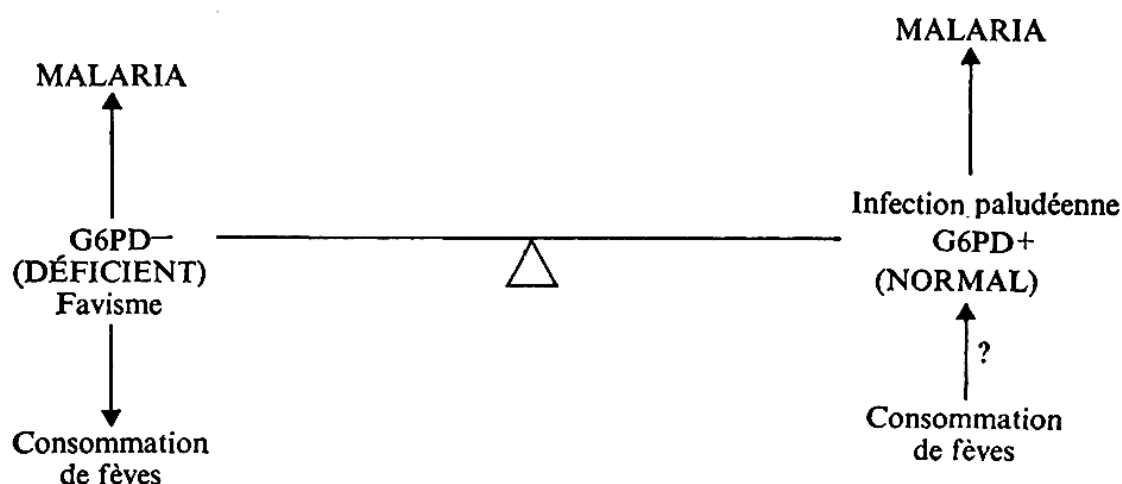


Figure 2. Le pivot au centre du diagramme représente l'équilibre qui semble s'instaurer entre les gènes normaux et déficients dans les populations qui consomment des fèves. On sait que le fait de consommer la fève diminue la fréquence du gène G6PD⁻ puisqu'elle provoque une forte mortalité par favisme. Dans notre hypothèse, la fève conférerait une certaine protection contre la malaria aux porteurs de gènes normaux ou G6PD⁺. Il y a donc un équilibre des forces sélectives intervenant dans l'évolution de ce gène.

que cette réaction des globules G6PD⁻ explique le mécanisme qui fait que ces mêmes globules ont une résistance à la malaria. Cette dernière hypothèse suggérerait à son tour que la fève a peut-être elle-même des propriétés antipaludéennes chez les individus non sensibles à leurs dangereux effets hémolytiques (G6PD⁺). En termes d'évolution bioculturelle, cette hypothèse semblerait indiquer qu'un équilibre s'établit entre les avantages sélectifs du gène G6PD⁻ dans les zones très contaminées par la malaria et ceux que présente pour le gène G6PD⁺ (normal) le fait que la culture encourage la consommation de la fève (fig. 2).

EFFETS ANTIPALUDÉENS DE LA FÈVE.

Nous n'avons pas encore procédé aux recherches qui apporteraient une réponse définitive et qui consisteraient à tester *in vitro* la résistance à la malaria que présentent des globules rouges prélevés sur place, dans les populations circumméditerranéennes correspondant aux divers génotypes (normaux et anormaux, masculin et féminin, déficients ou non en G6PD), avant et après consommation de fèves. Néanmoins, on dispose d'ores et déjà d'une masse considérable d'indices qui appuient indirectement l'hypothèse selon laquelle la fève possède des propriétés antipaludéennes. Nous avons choisi de résumer les éléments de preuve les plus pertinents en les classant selon les rubriques suivantes : les données biochimiques et pharmacologiques, épidémiologiques, nutritionnelles et agricoles, celles qui relèvent de la génétique des populations, enfin les données culturelles.

*Facteurs biochimiques et pharmacologiques*¹.

Le cycle intra-érythrocytaire (érythrocyte = globule rouge) du parasite qui provoque la malaria nécessite la présence en quantité suffisante de glutathion réduit (GSH). Le GSH dépend lui-même de la formation dans le globule rouge de NADPH, formé dans la réaction catalysée par l'enzyme G6PDase.

Le GSH, indispensable au métabolisme du parasite, est par ailleurs nécessaire à l'action de la *peroxydase* érythrocytaire, enzyme présidant à la destruction de l'eau oxygénée (H₂O₂) provenant des métabolismes du globule rouge et du parasite. En l'absence de GSH, l'eau oxygénée s'accumule dans le globule rouge, entraînant entre autres effets une réduction de l'hémoglobine et des lésions de la membrane du globule.

En cas de déficit en G6PDase (l'activité enzymatique n'est plus que de 1 à 10 % de la normale) on a donc les conséquences suivantes :
déficit en NADPH → déficit en GSH → détournement du GSH par le parasite → accumulation d'H₂O₂ dans le globule rouge, réalisant ainsi un

1. Résumé du texte original.

« stress oxydatif ». Plusieurs auteurs (25-30) ont fait l'hypothèse que l'injection parasitaire constituait, pour le globule rouge déficient en G6PD, un stress oxydatif supplémentaire, suffisant pour entraîner une rupture prématurée du globule ou sa séquestration par la rate. L'effet net, c'est une diminution de 2 à 80 fois de la fréquence d'infestation paludéenne chez les sujets G6PD⁻ (10).

Du fait que les fèves contiennent nombre d'oxydants puissants, elles peuvent constituer un fort « stress oxydatif » pour le globule rouge déficient (l'interférence de tous ces différents facteurs est résumée dans la fig. 3). Il est probable que ce stress oxydatif est le même pour les globules rouges normaux (G6PD⁺), quoique non suffisant pour produire des lésions irréversibles par H₂O₂; cependant, nous faisons l'hypothèse que le stress oxydatif combiné de l'ingestion de fèves et de l'infection plasmodiale suffit à interrompre le cycle normal du parasite. Nous pensons même que cet effet antipaludéen des fèves suffit à maintenir un niveau d'équilibre entre le mécanisme génétique (G6PD⁻) et l'ingestion de fèves, l'un et l'autre aidant à la résistance aux infestations paludéennes.

Un argument de plus en faveur de cette hypothèse peut être tiré du rôle protecteur de la vitamine E sur le globule rouge.

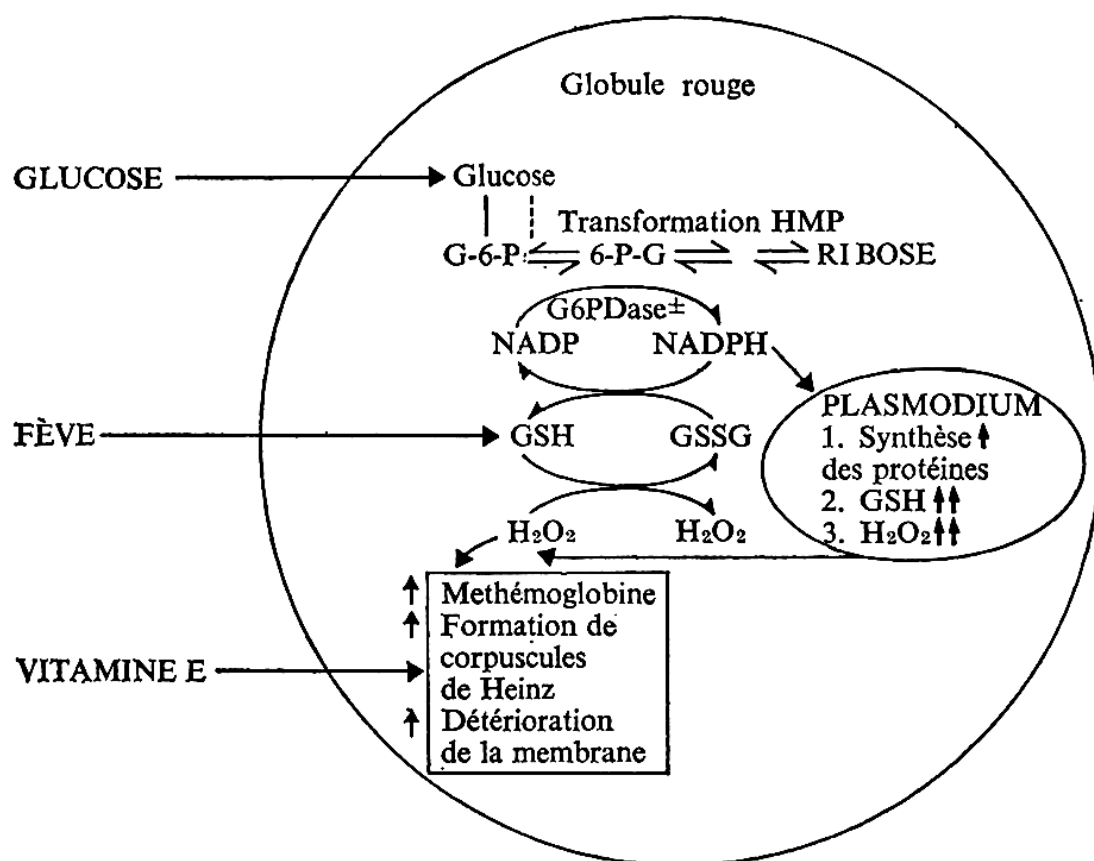


Figure 3

Épidémiologie.

Ainsi, s'il est vrai que la fève possède certaines propriétés antipaludéennes chez des individus de sexe masculin normaux hémizygotes et des individus de sexe féminin homozygotes et hétérozygotes, alors la répartition de la culture de la fève devrait être très liée à celle du gène G6PD- et de la malaria. Or, en vérifiant la distribution de ces trois variables, on découvre une concordance remarquable qui rend assez vraisemblable l'hypothèse d'un lien effectif entre elles. De plus, une compilation des données connues sur les rapports entre les variations saisonnières de la malaria et celles de la consommation de la fève en Égypte, en Iran, en Grèce et en Italie (21, 22) montre que la pointe de consommation saisonnière recouvre assez largement la période où le vecteur paludéen est le plus fréquent. Certes, ces données épidémiologiques ne s'expliquent peut-être que par une pure coïncidence, certaines conditions climatiques étant propices à la fois à la malaria et à la culture des fèves; mais il paraîtrait assez peu vraisemblable, alors, qu'on puisse les retrouver dans toute la région considérée, de manière aussi générale et constante, à plus forte raison si la fève n'avait vraiment que des effets négatifs, comme le favisme.

Aspects nutritionnels et agricoles.

Les données épidémiologiques témoignent donc clairement d'une association entre le caractère saisonnier de la malaria et celui de la consommation de la fève. Mais ces indices ne sont pas concluants. Le fait que la culture de la fève soit aussi largement répandue pourrait, par exemple, s'expliquer par des avantages éventuels sur les plans agricole et nutritionnel. Dans ce domaine, il n'est pas douteux que la fève convient souvent très bien, sur le plan agricole, aux environnements dans lesquels on la cultive. De même, sa valeur nutritionnelle est comparable à celle des vesces et des légumineuses cultivées dans la région, qui sont en général relativement riches en lysine, pauvres en tryptophane et en amino-acides soufrés. Bien que la fève soit incontestablement une culture de haut rendement, elle ne présente donc aucun avantage nutritionnel particulier par rapport aux autres légumineuses cultivées dans la même région : ce n'est pas sur ce plan que l'on peut trouver une explication supplémentaire à sa présence. Notons en outre que les autres légumes secs ne contiennent aucun élément susceptible de déclencher des crises hémolytiques chez des individus déficients en G6PD.

Génétique des populations.

Pour tester l'hypothèse selon laquelle la fève pourrait conférer des avantages sélectifs aux femmes normales et hétérozygotes et des désavantages aux hommes déficients hémizygotes, nous avons entrepris une analyse des

données génétiques disponibles sur la répartition du gène G6PD dans les populations. Les données sont abondantes mais leur utilité est quelque peu limitée par les difficultés que l'on rencontre pour classer les femmes hétérozygotes, ceci du fait de l'hypothèse de Lyon (6) sur l'inactivation de l'un des chromosomes X au cours du développement embryonnaire (cf. *supra*). Les données sont également compliquées par le fait qu'il existe d'autres gènes, par exemple ceux de la phosphatase acide B (41), de la thalassémie chez les femmes (30, 42), et sans doute des variations de la tyrosinase (39), qui jouent tous un certain rôle pour atténuer les effets hémolytiques de la fève. Dans la mesure où ces interactions, ainsi que d'autres inconnues, tendent à limiter la valeur des données, il est plus utile de comparer les fréquences réelles du gène avec diverses extrapolations hypothétiques, fondées sur des changements de la consommation. Supposons que la consommation de fèves n'apporte aucun avantage particulier : alors nous devrions constater une augmentation de plus en plus sensible de la fréquence du gène G6PD⁻. Inversement, s'il y avait un grand avantage sélectif pour les individus normaux à consommer de la fève, le gène G6PD⁻ devrait purement et simplement disparaître avec le temps. Mais si la fève conférait un avantage légèrement plus important aux hétérozygotes, sans cesser pour autant d'en conférer un très léger aux sujets normaux, ce qui serait le cas si la fève n'était pas effectivement disponible dans les zones de malaria endémique, alors un polymorphisme équilibré pourrait s'établir, du même ordre que celui qui prévaut largement dans le bassin méditerranéen. Ainsi, le fait que les données de génétique des populations semblent témoigner d'un polymorphisme génétique équilibré tend à confirmer des effets antipaludéens de la consommation de la fève.

L'évolution du savoir culturel.

Pour tester les hypothèses sur l'évolution du savoir ou de l'information qu'une culture possède sur la fève et sa consommation, nous avons postulé que, si cette consommation s'étend sur un temps assez long, le savoir ou l'information culturelle la concernant devrait évoluer vers une congruence optimale avec les effets biologiques cumulés de la fève. Ce qui veut dire que, si l'effet net de cette consommation était négatif, nous pourrions prédire un développement important de mécanismes culturels destinés à empêcher la consommation prolongée de la fève. Ce savoir irait s'accumulant, jusqu'au point où la fève ne serait plus consommée, car on l'associerait à un danger de mort et de maladie. Mais si, outre ses effets hémolytiques sur les individus G6PD⁻, elle présentait quelque avantage, comme celui de maintenir en « bonne santé » (en l'occurrence en protégeant contre la malaria), on pourrait s'attendre à trouver un mélange de traditions issues de l'évolution culturelle, fait à la fois de prescriptions et de prohibitions, et qui régirait le comportement relatif à sa consommation.

Avant d'examiner les données concernant les traits culturels et historiques qui entourent la consommation, nous avons essayé d'évaluer à quelle échelle de temps il faut examiner ces hypothèses bioculturelles et évolutives. L'archéologie révèle que la fève est l'une des premières plantes

récoltées intensivement par les populations indo-européennes. Qu'elle soit leur contemporaine ou qu'elle ait précédé les types de cultures liées au régime des précipitations, on la trouve en Suisse dans des sites d'habitations néolithiques sur pilotis, et à ciel ouvert en Italie du Nord, en Espagne, en Hongrie. Avant même son utilisation par l'homme en Europe, on la trouvait implantée sur des territoires allant, à l'est, jusqu'à la Perse et l'Himalaya et, à l'ouest, jusqu'à la côte Atlantique. D'autres indices indiquent qu'elle fut utilisée dans la Troie de l'âge de Bronze et l'Égypte de la XII^e dynastie, et les littératures grecque et romaine y font très fréquemment référence (43).

L'abondance des données archéologiques et historiques nous permet d'entreprendre une analyse plus minutieuse de nos hypothèses. La durée sur laquelle s'étendent la culture et la consommation de la fève étant aussi considérable, il est en effet immédiatement apparent que, si la fève n'avait eu que des effets néfastes, l'homme aurait sans doute cessé depuis longtemps de l'utiliser pour son alimentation. On pourrait toutefois répondre à cela que culturellement, l'évolution n'a donné naissance à aucun savoir, ni implicite ni explicite, sur sa toxicité. Giles (44) a fait valoir cet argument, qui s'appuie sur le mode de transmission du favisme, c'est-à-dire par un chromosome X, de manière « masquée » (cf. *supra*). Il a ainsi démontré que, chez les Indo-Européens, le système de parenté, marqué par la patrilinearité et la patrilocalité, tendait à empêcher les hommes de faire le rapprochement entre le favisme et l'hérédité maternelle. En effet, les femmes transmettent à leur fils ce trait, lié à un chromosome X; mais l'exogamie fait qu'elles sont en permanence tenues loin de leur descendance : il devient donc très difficile de faire la liaison entre la maladie et le lignage, puisque celui-ci, patrilineaire, est fondé sur les mâles.

La description du favisme en tant que maladie bien définie ne remonte qu'au milieu du XIX^e siècle. On ne sait pas avec certitude s'il était connu sous d'autres noms et/ou renvoyé à d'autres ensembles de symptômes dans la sagesse populaire. C'est peut-être pour cette raison qu'on n'a pas établi plus tôt de lien direct entre le favisme et la consommation de la fève. Il n'en demeure pas moins évident que la prescription ou la proscription de la fève a parfaitement pu évoluer de manière implicite, c'est-à-dire en l'absence de tout savoir explicite, hors la connaissance tirée des observations et des explications modernes sur la relation entre la fève et la maladie.

Plus récemment, des études (21) ont été entreprises pour déterminer si les techniques culinaires traditionnelles et toutes les opérations de transformation alimentaire modifient de façon notable la toxicité de la fève pour les individus présentant une déficience en G6PD. En d'autres termes il n'est pas déraisonnable de penser que certaines techniques de transformation appropriées auraient pu résulter d'une évolution tendant à réduire les risques de décès causés par le favisme. Il existe un très grand nombre de variantes dans les techniques culinaires, aussi nous bornerons-nous ici à en examiner deux. Toutefois, avant d'aborder ces procédés proprement dits, il est important de souligner que de nombreuses populations (pas la totalité) consomment généralement la fève crue, sans aucune préparation. En Iran, lorsqu'une crise de favisme menace, on rapporte que la médecine populaire prescrit un régime alimentaire très doux, composé d'aliments naturellement riches en sucres. Les Iraniens croient pouvoir ainsi atténuer la gravité de la crise. A vrai

dire, il y a peut-être une certaine logique médicale dans ce traitement : un apport de glucose à un individu déficient en G6PD peut provoquer une saturation avec le glucose - 6 - phosphate qui suffit à optimiser l'activité de l'enzyme G6PDase résiduelle impliquée dans la production de NADPH et qui, à son tour, maintient un taux minimal de glutathion réduit (24). Le GSH empêche alors l'augmentation de la quantité d'eau oxygénée dans les globules rouges et diminue ainsi la probabilité d'une crise hémolytique provoquée par la fève.

Il y a plusieurs opérations importantes en matière de traitement de la fève. La première est constituée par le trempage. La plupart des groupes ethniques étudiés procèdent d'abord au trempage de leurs fèves séchées. Mais l'effet de cette opération n'est pas évident : il semble toutefois vraisemblable qu'elle parvient à déclencher les premières réactions de la germination. Certaines transformations biochimiques importantes résultent peut-être de ce processus, mais on n'est guère informé de leurs effets sur la toxicité des fèves. On sait seulement que les composants toxiques sont partiellement solubles à l'eau et donc susceptibles d'être éliminés avec l'eau du trempage.

Une seconde opération intervenant fréquemment consiste à enlever la peau de la fève. Elle a été étudiée par Jamalian et ses collaborateurs (45, 46). Il ressort de leurs travaux que, à maturité, les vesces fraîches sont hautement toxiques sous toutes leurs formes. Lorsque la fève est fraîche, la peau est plus active que la chair. Lorsque la fève est séchée, elle est globalement moins toxique, mais la peau est beaucoup moins active que la chair.

Bref : ces deux principales opérations ont donc une portée réelle, et toutes deux sont largement pratiquées. Jamalian *et al.* (45, 46) signalent également que les taux de GSH diminuent au cours de l'incubation des fèves traitées, mais qu'ils demeurent suffisants pour éviter une hémolyse immédiate. Ce qui soulève une question importante qui, jusqu'à présent, est restée sans réponse : si, en traitant la fève, on diminue son activité oxydative, augmentant ainsi les chances de survie des individus déficients en G6PD, cette activité est-elle encore suffisante pour renforcer un tant soit peu la protection contre la malaria chez les sujets normaux hommes (hémizygotés) et femmes (homo et hétérozygotés)? Ces relations sont résumées dans la figure 4, qui présente une version développée de la figure 2, et qui montre le rapport, chez les hommes comme chez les femmes, des facteurs génétiques et des variables tenant aux techniques de préparation.

Le fait que la culture de la fève soit assez ancienne pour qu'une forme d'équilibre ait eu le temps de s'établir favorise l'accumulation des croyances relatives à ses effets. C'est ce que confirment de manière constante les textes classiques grecs, romains et égyptiens, qui associent la fève à la mort (43). En Égypte, par exemple, on a trouvé des fèves dans des tombes de la XII^e dynastie; on a pu établir qu'elles étaient utilisées dans les rites funéraires (43, 47). Des faits identiques sont signalés dans les usages funéraires grecs, romains et dravidiens. Les Égyptiens mangeaient des fèves, mais Hérodote raconte (48) qu'elles faisaient l'objet de telles prohibitions chez les prêtres qu'il leur était interdit de seulement les regarder. Dans la Grèce classique, les textes philosophiques pythagoriciens font souvent référence à l'interdiction formelle de toucher les fèves. Aristote raconte que les pythagoriciens, partisans de l'oligarchisme, abhorraient la fève, car elle servait de

bulletin de vote lors de l'élection des magistrats et symbolisait donc la démocratie. Arie (49) avance l'hypothèse qu'à la base de ces prises de position, il y avait peut-être le fait que Pythagore lui-même était déficient en G6PD et souffrait d'accès de favisme : d'où les mises en garde véhémentes contre les pouvoirs de la fève. Et la légende veut que Pythagore ait préféré se faire tuer par le peuple de Crotone plutôt que de traverser le champ de fèves qui constituait la seule voie possible d'évasion.

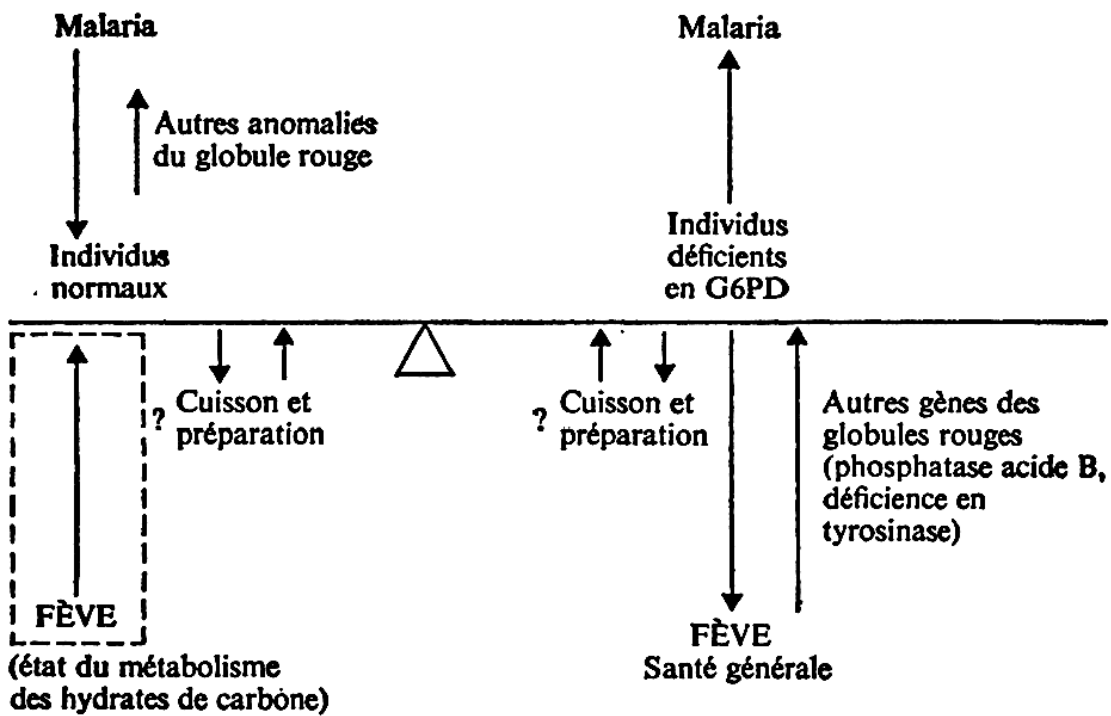
Mais si la fève était en Grèce l'objet de sévères prohibitions, on sait également avec certitude qu'elle n'a jamais cessé d'être consommée. Plutarque, entre autres, note que la fève accroît l'activité sexuelle chez l'homme, suscite la nervosité, provoque des cauchemars et des flatulences. Rowlett et Mori (50) ont signalé en Angleterre l'existence de croyances populaires semblables, apparemment indépendantes des précédentes. La fève est rendue responsable de morts d'enfants, de folie, de cauchemars horribles et délirants, d'altérations de l'odorat et de la vue, de corruption du sang.

La fève contient des concentrations importantes d'oligosaccharoïdes indigestibles, qui ne sont digérées que par les bactéries de l'intestin : c'est là sans doute qu'il faut chercher l'origine des flatulences signalées. Mais la fève contient aussi de fortes concentrations de L-DOPA (environ 0,25 % de son poids). La L-DOPA est un neuro-transmetteur puissamment psychoactif dont on sait qu'il peut contribuer aux autres symptômes décrits par Plutarque, qui correspondent au contenu des croyances populaires anglaises. En outre, l'essentiel des données concernant la L-DOPA provient de son usage dans le traitement de la maladie de Parkinson (51, 52). Or, il en ressort que la dose de L-DOPA que représente(nt) un ou deux repas de fèves est à peu près suffisante pour agir au moins provisoirement sur cette maladie. Il n'est donc pas exclu que, si l'usage de la fève s'est maintenu, ce soit non seulement pour son intérêt agricole et sa valeur nutritionnelle, mais aussi pour des raisons d'ordre pharmacologique, et notamment ses effets psychoactifs éventuels. Cette combinaison d'effets divers semble parfaitement congruente avec le mot grec *hieros* qui, selon les hellénistes, s'applique le mieux au mélange de terreur et de respect qu'inspiraient les forces surnaturelles auxquelles renvoyait la fève (43, 50).

Andrews (43) résume ainsi l'ampleur et la complexité du « pool d'information » accumulé dans l'Antiquité : « Aucune plante, aucun animal connu des Indo-Européens n'a donné naissance à une floraison de croyances plus luxuriante que la fève. »

Résumons-nous : les données semblent indiquer que la consommation de la fève dans l'aire méditerranéenne coïncide avec un modèle d'évolution complexe dans lequel interagissent le biologique et le culturel. La fève, on l'a vu, est effectivement hautement toxique sur de nombreux individus déficients en G6PD et on constate que des tabous se sont créés autour de son usage, en particulier pour les enfants. En outre, il existe, pour préparer la fève, une grande variété de recettes qui réduisent ses effets toxiques. En tout état de cause, la fève est consommée depuis l'époque néolithique et il est clair que ni les tabous, ni les techniques de traitement n'ont suffi à diminuer le nombre des cas de favisme. Bien que la fève constitue un

HOMMES



FEMMES

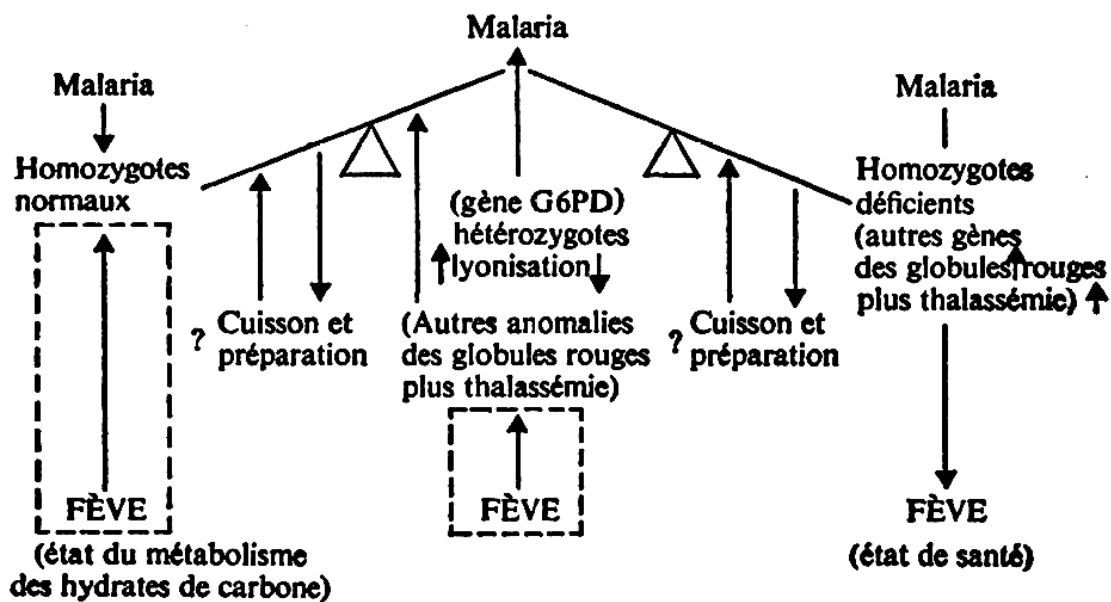


Figure 4

apport agricole important dans le bassin méditerranéen, il reste difficile d'expliquer son emploi continu, compte tenu du taux de morbidité et de mortalité élevé qu'elle provoque chez les individus déficients en G6PD. Dès lors, il peut paraître vraisemblable, à la lumière des données dont on dispose, que le fait que son usage confère une résistance accrue à la malaria constitue un avantage sélectif supplémentaire. Plus précisément, on a vu que plusieurs types de composés actifs de la fève, qui se révèlent responsables des crises de favisme chez les sujets déficients en G6PD, augmentent également chez les individus normaux la sensibilité des globules rouges aux oxydants, ceci sans effets toxiques.

Ce que nous avons exposé ici, c'est donc une variété de données épidémiologiques et biochimiques qui appuient l'hypothèse selon laquelle l'accroissement de la sensibilité des globules rouges aux oxydants par l'absorption de fèves peut réduire le taux d'infection par le parasite paludéen, ce qui rend très avantageux tout régime dans lequel entre la fève.

Si cette hypothèse était entièrement confirmée, nous aurions là une première preuve de ce que l'évolution biologique et l'évolution culturelle de la résistance aux maladies ont un lien à travers les pratiques alimentaires. Dans cet article, on s'est également efforcé de démontrer les interactions complexes qui s'établissent entre les changements dans le « pool génétique » et les changements dans le savoir culturel qui, comme le pool génétique, accumule avec le temps un ensemble de pratiques et de connaissances sur les effets de la fève qui ont une valeur adaptative. Il semble donc que le résultat final net de ces interactions soit la constitution d'un équilibre dynamique entre les dimensions biologique et socioculturelle, ce qui, à notre sens, fournit un point de départ pour comprendre les processus de l'évolution bioculturelle.

Solomon H. KATZ

Department of Anthropology, University of Pennsylvania,
Traduit de l'anglais par Janine
et Robert Burbage et Claude Fischler.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) KATZ (S.), HEDIGER (M.) et VALLEROY (L.), 1974, « Traditional maize processing techniques in the new world: anthropological and nutritional significance », *Science*, 184, p. 765-773.
- (2) KATZ (S.), HEDIGER (M.) et VALLEROY (L.), 1975, « The anthropological and nutritional significance of traditional maize processing techniques in the new world ». E. WATTS, B. LASKER, F. JOHNSON (eds.), *Biosocial Interrelations in population adaptation*, La Haye, Mouton, p. 195-234.
- (3) KATZ (S.), 1973, « Evolutionary perspectives on purpose and man. Symposium on human purpose », *Zygon*, 8, p. 325-340.
- (4) BOTTINI (E.), LUCARELLI (P.), SPENNATI (G. F.), BUSINCO (L.) et PALMARINO (R.), 1970, « Presence in *Vicia faba* of different substances with activity

- in vitro* on Gd(-)Med red blood cell reduced glutathione », *Clin. Chim. Acta*, 30, p. 831-834.
- (5) MOTULSKY (A. G.), 1965, « Theoretical and clinical problems of glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency », in J. H. P. JONXIS (ed.), *Abnormal Hemoglobins in Africa*.
- (6) MOURANT (A. E.), KOPEC (A. C.), et DOMANIEWSKA-SOBCZAK (K.), 1976, *The Distribution of human blood groups and other polymorphisms*, London, Oxford University Press.
- (7) LIVINGSTONE (F. B.), 1967, *Abnormal Hemoglobins in human populations*, Chicago, Aldine Pub. Co.
- (8) LIVINGSTONE (F. B.), 1973, « Data on the abnormal hemoglobins and G6PD deficiency in human populations », Ann Arbor, *University of Michigan Tech. Reports*, n° 3, p. 12-16.
- (9) SINISCALCO (M.), BERNINI (L.), FILIPPI (G.), LATTE (B.), MEERA KHAN (P.), PIOMELLI (S.), et RATTAZZI (M.), 1966, « Population genetics of hemoglobin variants, thalassemia and G6PD deficiency with particular reference to the malaria hypothesis », *Bull. W. H. O.*, 34, p. 379-393.
- (10) LUZZATTO (L.), USANGA (E.), et REDDY (S.), 1969, « G6PD deficiency and resistance to malaria », *Science*, p. 839-842.
- (11) BIENZLE (U.), LUCAS (A. O.), AYEMI (O.), et LUZZATTO (L.), 1972, « Glucose-6-phosphate dehydrogenase and malaria », *Lancet*, 1, 107-110.
- (12) WALKER (D. G.), et BOWMAN (J. E.), 1960, « *In vitro* effect of *Vicia faba* extracts upon reduced glutathione of erythrocytes », *Proc. Fed. Exp. Biol. Med.*, 103, p. 476-477.
- (13) MAGER (J.), RAZIN (A.), et HERSHKO (A.), 1969, « Favism », in I. E. LEINER (ed.), *Constituents of plant foodstuffs*, New York, Academic Press, p. 293-318.
- (14) SINISCALCO (M.), BERNINI (L.), LATTE (B.), et MOTULSKY (A. G.), 1961, « Favism and thalassemia in Sardinia and their relationship to malaria », *Nature*, 190, p. 1179-1180.
- (15) SARTORI (E.), 1971, « On the pathogenesis of favism », *J. Med. Genet.*, 8, p. 462-467.
- (16) JAMALIAN (J.), AYLWARD (F.), et HUDSON (B. J. F.), 1977, « Favism-inducing toxins in broad beans (*Vicia faba*) biological activities of broad bean extracts in favism-sensitive subjects », *Qual. Plantas-Plant Foods Human Nutrition*, 27, p. 213-219.
- (17) BOTTINI (E.), 1973, « Favism: current problems and investigations », *J. Med. Genet.*, 10, p. 154.
- (18) HUHEEY (J. E.), et MARTIN (D. L.), 1975, « Malaria, favism, and G6PD deficiency », *Experientia*, 30, p. 1145-1147.
- (19) CROSBY (W. H.), 1956, « Favism in Sardinia », *Blood*, 11, p. 91-92.
- (20) LIVINGSTONE (F. B.), 1964, « Aspects of the population dynamics of the abnormal hemoglobin and G6PD deficient genes », *Am. J. Hum. Genet.*, 16, p. 435-450.
- (21) BELSEY (M. A.), 1973, « The epidemiology of favism », *Bull. W. H. O.*, 48, p. 1-13.
- (22) KATZ (S. H.), ADAIR (L.), et SCHULL (J.), 1975, « Fava bean consumption in regions with endemic malaria and G6PD deficiency », *Am. J. Phys. Anthropol.*, 44, p. 189.
- (23) KATZ (S. H.), et SCHULL (J.), 1977, « Fava bean consumption, malaria and G6PD deficiency », *Am. J. Phys. Anthropol.*, 46, p. 178.
- (24) KATZ (S. H.), SCHULL (J.), SUNDICK (P.) et COLEMAN (J.), 1978, « Fava biocultural evolution and favism », *Am. Anthropol. Assn. Abstr.*, n° 78.
- (25) ETKIN (N. L.) et EATON (J. W.), 1975, « Malaria induced erythrocyte oxidant sensitivity » in G. J. BREWER (ed.), *Erythrocyte structure and function*, New York, Liss, p. 219-232.

- (26) EATON (J. W.), ECKMAN (J. R.), BERGER (E.) et JACOB (H. S.), 1976, « Suppression of malaria infection by oxidant-sensitive host erythrocytes », *Nature*, 264, p. 758-760.
- (27) ECKMAN (J. R.) et EATON (J. W.), 1977, « Glutathione metabolism in malaria infected erythrocytes », *Clinical Research*, 25, p. 610 A.
- (28) EATON (J. W.) et ECKMAN (J. R.), « Glutathione metabolism in malaria infected erythrocytes », sous presse, tiré de *Clinical Research*, 1977, 25 (4), p. 610 A.
- (29) ECKMAN (J. R.) et EATON (J. W.), *Plasmodial Glutathione Metabolism: Dependence upon the host cell*, sous presse.
- (30) FRIEDMAN (J. M.), 1978, « Increased oxidant sensitivity of malaria parasites in glucose-6-phosphate dehydrogenase deficient and thalassemia trait red cells », *Blood*, 52 (suppl. 1), p. 64.
- (31) KOSOWER (N. S.) et KOSOWER (E. M.), 1974, « Effect of oxydized glutathione on protein synthesis » in B. RAMOT (ed.), *Genetic Polymorphisms and diseases in man*, New York, Academic Press.
- (32) KOSOWER (N. S.) et KOSOWER (E. M.), 1970, « Molecular basis for selective advantage of G6PD deficient individuals exposed to malaria », *Lancet*, n° 2, pt. 2, p. 1343-1345.
- (33) LIEBOWITZ (J.) et COHEN (G.), 1968, « Increased hydrogen peroxide levels in glucose erythrocytes exposed to acetylphenylhydrazine », *Biochem. Pharmacol.*, 17, 983.
- (34) LIN (J. Y.) et LING (K. H.), 1962, « Studies on favism. 1. Isolation of an active principle from fava beans (*Vicia faba*) », *J. Formosan Medical Association*, 61, p. 484-489.
- (35) LIN (J. Y.) et LING (K. H.), 1962, « Studies on favism. 2. Studies on the physiological activities of vicine *in vivo* », *J. Formosan Medical Association*, 61, p. 490-494.
- (36) LIN (J. Y.) et LING (K. H.), 1962, « Studies on favism. 3. Studies on the physiological activities of vicine *in vitro* », *J. Formosan Medical Association*, 61, p. 579-583.
- (37) LIN (J. Y.), 1963, « Studies on favism. 4. Reactions of vicine and divicine with sulfhydryl group of glutathione and cysteine », *J. Formosan Medical Association*, 62, p. 777-781.
- (38) KOSOWER (N. S.) et KOSOWER (E. M.), 1967, « Does 3,4-dihydroxyphenylalanine play a part in favism? », *Nature*, 215, p. 285-286.
- (39) BEUTLER (E.), 1970, « L-Dopa and favism », *Blood*, 36, p. 523-525.
- (40) SPIELBERG (S. P.), BOXER (L. A.), CORASH (L. M.) et SCHULMAN (J. D.), *Improved Erythrocyte Survival with high dose vitamin E therapy in chronic hemolyzing G6PD and glutathione synthetase deficiencies*, sous presse.
- (41) BOTTINI (E.), LUCARELLI (P.), AGOSTINA (R.), PALMARINO (R.), BUSINCO (L.) et ANTOGNONI (G.), 1971, « Favism: Association with erythrocyte acid phosphatase phenotype », *Science*, 171, p. 409-411.
- (42) CARCASSI (L. E. F.), 1974, « The interaction between B-thalassemia, G6PD deficiency and favism », *Annals N. Y. Acad. Sci.*, 232, p. 297-305.
- (43) ANDREWS (A. C.), 1949, « The bean and indo-european totemism », *Am. Anthropol.*, 51, p. 274-292.
- (44) GILES (E.), 1962, « Favism, sex-linkage and the Indo-European kinship system », *Southwestern J. Anthropology*, 18, p. 286-290.
- (45) JAMALIAN (J.), AYLWARD (F.) et HUDSON (B. J. F.), 1977, « Favism-inducing toxins in broad beans (*Vicia faba*): estimation of the vicine contents of broad bean and other legume samples », *Plant Foods for human nutrition*, 27, p. 207-211.
- (46) JAMALIAN (J.), 1978, « Favism-inducing toxins in broad beans (*Vicia faba*) determination of vicine content and investigation of other nonprotein nitro-

Un exemple d'évolution bioculturelle : la fève

- genous compounds in different broad bean cultivars », *J. Sci. Fd. Agric.*, 29, p. 136-140.
- (47) CELSUS, 1935, *De Medicina*, Cambridge, Harvard Press (trad. en anglais W. G. Spencer).
- (48) HERODOTUS, 1947, *The Persian wars*, New York, Random House (trad. en anglais G. Rowlinson).
- (49) ARIE (T. H. D.), 1959, « Pythagorus and beans », *Oxford Med. Sch. Gazette*, 2, p. 75-81.
- (50) ROWLETT (R. M.) et MORI (J.), 1970, « The fava bean in English folklore », *Ethnologia Europaea*, 4, p. 98-102.
- (51) PAPAVALIOU (P. S.), COTZIAS (G. C.), DUEBY (S. E.), STECK (A. J.), FEHLING (C.) et BELL (M. A.), 1972, « Levodopa in parkinsonism: Potentiation of central effects with a peripheral inhibitor », *New England J. Medicine*, 285, p. 8-14.
- (52) IVERSEN (L. I.), 1975, « Dopamine receptors in the brain », *Science*, 188, p. 1084-1089.
- (53) MIGEON (B. R.) et KENNEDY (J. F.), 1975, « Evidence for the inactivation of an X chromosome early in the development of the human female », *Am. J. Hum. Genet.*, 27, p. 233-239.