

qu'il reconnaît arbitraire, mais qu'il a le mérite de justifier, qu'elle était « sûrement supérieure à 500 000 et probablement inférieure au million ».

A cette époque, les Mexicains se nourrissaient pour une part, des produits du lac et, pour une autre part, de ceux des cultures qui poussaient sur la terre ferme. Les cultures donnaient le maïs, les haricots, la tomate, les piments, l'amarante, le cacao. Le lac fournissait « une grande variété de nourritures aquatiques » et, parmi elles, des poissons, des oiseaux, des batraciens, etc. Les ressources lacustres mises à part, les viandes provenaient de la chasse (le gibier était alors relativement abondant dans la région) et de deux produits d'élevage : le dindon et le chien (une variété particulière, sans poil et sans voix qu'on engraisait pour la consommation). Il n'y avait pas de bétail. La civilisation aztèque ne connaissait pas l'usage des animaux de charge ou de traction. Les transports se faisaient par eau dans des barques et à dos d'homme (figure 2).

Selon Soustelle [3], le repas principal était celui du milieu du jour. Pour la plupart des gens — les gens « du commun » — il consistait en « des galettes de maïs, de la sauce de piments et de tomates, quelquefois des tamales (galettes fourrées), rarement de la viande ».

« Le Mexicain d'autrefois », nous dit encore Soustelle, « était d'une grande frugalité, comme l'est encore celui d'aujourd'hui. Il se contentait la plupart du temps d'une nourriture peu abondante et monotone, essentiellement composée de maïs sous forme de

galettes, de bouillie ou de tamales, puis de haricots et de graines de huauhtli (amarante) et de chian (sauge). » L'eau était la boisson par excellence ; on l'agrémentait parfois de chocolat (*chocolatl*). Le maïs était l'aliment de base. Avec les haricots, il constituait pour la masse de la population quelque 80 % en poids de la ration journalière. Les viandes proprement dites étaient réservées à l'empereur et à son entourage, aux riches seigneurs et aux classes privilégiées.

Le tableau 1 montre que maïs et haricots fournissent surtout des hydrates de carbone et sont pauvres en protéines et en graisses. L'apport des tomates et des piments est plus pauvre encore. Le chocolat, pour sa part, est une source de graisses.

Farrar [6] s'est interrogé avec raison sur les moyens qui ont permis à la population de Mexico de survivre, ainsi implantée sur un lac. « Comment, écrit-il, une population urbaine considérable a-t-elle pu se nourrir dans une région à l'agriculture primitive, alors que tous les transports se faisaient sur terre à dos d'homme ? Il y avait bien les poissons du lac, mais pas de gros animaux domestiques comestibles. Le principal aliment était le maïs, mais le rendement des variétés cultivées n'était pas élevé. » Il fallait que d'autres aliments bien précis, riches en protéines, procurent le complément aux paysans et, en général, aux classes qui n'avaient pas accès au gibier, aux dindons et aux canards. Les plus importantes ont sans doute été les poissons, les oiseaux du lac, mais aussi et surtout, comme l'a suggéré Farrar : le *tecuitlatl*.

Le *tecuitlatl*, aliment populaire, produit de la lagune de Mexico-Tenochtitlán

Nous avons peine à imaginer aujourd'hui le choc culturel qui a suivi, en 1520, la rencontre de la civilisation aztèque et de la civilisation européenne à Mexico-Tenochtitlán. Ce choc s'est soldé par un massacre ; les Espagnols ont imposé leur force et leur loi. Le processus n'a rien épargné, quoique les conquérants aient adopté certains usages mexicains. Si, par exemple, dans le domaine alimentaire, l'élevage du dindon et la consommation du chocolat ont persisté et ont même été encouragés, beaucoup d'habitudes et certaines cultures ont été interdites parce qu'associées à des pratiques idolâtres contraires à la foi catholique. En revanche, les Espagnols ont introduit plusieurs usages nouveaux, par exemple celui du bétail importé d'Europe.

Fort heureusement, nous disposons de plusieurs descriptions, rédigées dès le XVI^e siècle, de ce qu'était Mexico avant la conquête et de la vie de sa population. Bernal Diaz del Castillo [7], qui accompagnait Cortès, nous a laissé l'une d'entre elles. Bernardino de Sahagun [8] a achevé sa monumentale *Histoire générale des choses de la Nouvelle Espagne* en 1580, 60 ans seulement après l'arrivée des Espagnols sur le sol mexicain. Après le retour de Cortès en Espagne, son secrétaire, Lopez de Gomara [9], a écrit *La Conquête de Mexico* à partir des documents du conquérant et partiellement sous sa dictée. Mains ouvrages et documents aztèques, écrits en langue mexicaine, nous sont par ailleurs parvenus. Les faits rapportés et les conclusions des recherches auxquelles ils ont donné lieu ont été résumés et mis à la portée du public, notamment par Soustelle.

Parmi les aliments étranges produits par la lagune qui s'étendait loin autour de Mexico jusqu'à Texcoco et qui ont intrigué les Espagnols, les chroniques de l'époque citent une certaine substance bleu-vert que les Aztèques appelaient *tecuitlatl*. Le *tecuitlatl* est un limon, une sorte de purée considérée comme un minéral, une terre, utilisée après avoir été séchée et broyée. Cette

Tableau 1

Composition des aliments végétaux, provenant des cultures de terre ferme, consommés par les Aztèques

Aliments	Protéines	Graisses	Hydrates de carbone
Maïs*	2,7	0,7	20,2
Haricot*	5,0	0,4	18,3
Tomate*	1,0	0,3	4,0
Piment*	1,2	0,2	5,3
Chocolat**	2,0	29,8	62,7

* en g par 100 g d'aliments

** en g par 100 g de chocolat ordinaire

Composition of plant food-stuffs from *terra firma* crops eaten by the Aztecs



Figure 2. L'exploitation de la lagune de Mexico se faisait en barque ou à pied, en bordure du lac. Sur la terre ferme, les transports se faisaient à dos d'hommes. En bas sur la gauche, une installation d'égouttage qui a pu servir à recueillir du *tecuiclatl* (reproduction extraite de [19]).

Figure 2. Working the Mexico lagoons was done from boats or by wading along the shore. On *terra firma*, manpower was the means of transportation. Bottom left : a straining-system which might have been used for *tecuiclatl*.

Cette terre, ce limon, est une nourriture destinée aux hommes. Lopez de Gomara [9] explique que les paysans « [...] mangent] une sorte de terre ; car à l'aide de filets à mailles très fines, ils récoltent, à une certaine époque de l'année, une espèce de purée qui se propage sur l'eau de la lagune de Mexico, et qui se prend en masse, et qui n'est ni une herbe, ni vraiment une terre mais une sorte de boue. Il y en a une grande quantité et ils en récoltent beaucoup. Ils vidant de leur eau des endroits comme on fait pour récolter le sel, et la purée se prend en masse et sèche. Ils en font des gâteaux semblables à des briques qu'ils vendent, non seulement sur le marché local, mais encore qu'ils transportent hors de la ville et loin. Le produit se consomme comme un fromage. Il a une saveur salée qui est très agréable avec le *chilmolli* en sauce piquante. On dit que c'est à cause de ce produit qu'il vient tant d'oiseaux sur la lagune, que très souvent, pendant l'hiver, elle en est couverte dans certaines parties. » Sahagun précise que le *tecuiclatl* est constitué « d'urrosas qui prolifèrent sur l'eau du lac et sont

d'une couleur bleu clair, dont ils font des galettes qu'ils mangent grillées ». Pourtant, 125 ans seulement après la conquête, le *tecuiclatl* n'est plus qu'un souvenir. S'il envahit sans doute encore le lac à certaines saisons, il est devenu, pour le Mexicain, un aliment d'autrefois. Reprenant sous une forme à peine modifiée ce qu'écrivaient les chroniqueurs 80 ans plus tôt, Gage [1] en parle au passé : « Car dans un certain temps de l'année, ils enlevaient avec des réseaux un limon poudreux qui s'amasse sur l'eau du lac de Mexico, et qui ressemble à l'écume de la mer, qu'ils rassemblaient en de grands tas et puis en formaient des gâteaux plats en forme de brique. Cette marchandise ne se débitait pas seulement en ce marché là (Gage parle du marché central de la ville de Mexico), mais ils en envoyaient aussi bien loin ailleurs en d'autres endroits, et ils la mangeaient avec autant d'appétit que nous faisons du meilleur fromage de l'Europe. Ils croyaient même que cette écume était la cause qui attirait tant d'oiseaux sur le lac, et principalement dans l'hiver qu'il y en avait un nombre infini. » Au XX^e siècle, le temps a réduit le

tecuiclatl à l'état de curiosité historique secondaire. Soustelle [3] le mentionne brièvement : « les pauvres et les paysans des bords de la lagune recueillaient même sur l'eau une substance flottante *tecuiclatl* ("excrément de pierre") un peu semblable à du fromage, qu'ils pressaient pour en faire des pains. » La traduction du mot *tecuiclatl* proposée ici est celle de Clavigero [10]. Elle est intéressante parce que le rapport de « pierre » à « excrément » recouvre celui de « pierre » à « engrais ». Et la substance ainsi désignée pouvait être considérée par les Mexicains d'avant la conquête autant comme un produit (un excrément) de la vie que comme un générateur (un engrais) de la vie. Les textes sont clairs : le *tecuiclatl* était une nourriture très populaire largement consommée, comme un fromage. Selon Soustelle, il était utilisé avec des tomates et des piments pour la confection des sauces. Il faisait l'objet d'un commerce actif et provenait des parties salées du lac. Le dessin attribué au naturaliste Francisco Hernandez [11] (figure 2) fait peut-être allusion à sa récolte. Il montre, en bas et à gauche, des filets dont la fonction est clairement

celle de l'égouttage. Il peut s'agir de filets ayant servi à écumer la surface du lac, fixés à des piquets de manière à exposer au soleil la matière récoltée. A cause de son contenu qualitativement très remarquable, le *tecuítlatl* a joué un rôle important, sinon décisif, pour assurer une alimentation suffisante, correcte et équilibrée à la nation aztèque.

La spiruline, ingrédient lacustre du *tecuítlatl*, protéine, vitamine et charge de minéraux

Quelque 450 ans après la conquête, peu après que Soustelle a fait mention du *tecuítlatl*, le botaniste Léonard rejoint à Faya-Largeau une expédition belge qui parcourt le Sahara de l'Atlantique à la mer Rouge (1964-1965) [12]. Tandis que l'expédition traverse la région de Dunianga Kébir, l'attention de Léonard est attirée par l'abondance d'une microalgue facile à récolter au filet sous la forme d'une purée. Il présuppose que cette algue est d'une espèce voisine, ou de la même espèce que celle qui se vend en gâteaux dans la région du lac Tchad. Dangeard [13] avait examiné ces gâteaux dès 1940. Il avait constaté qu'ils étaient faits d'une algue bleue comestible. Au Tchad, les gens les cassent et en mâchent les morceaux ; ils s'en servent en cuisine comme condiment après les avoir broyés. Étudiant des échantillons de Léonard, Compère constate qu'en effet les gâteaux contiennent essentiellement l'algue bleue *Spirulina plantensis*. Les chercheurs belges démontrent que ces gâteaux sont extrêmement riches en protéines [14].

Les Kanembous, habitants du Kanem, au nord du Tchad, sont les principaux producteurs de gâteaux qu'ils appellent du *dibé*. Les ethnologues ont étudié la récolte, la production et la consommation de ce *dibé*. Un village exploite généralement une lagune ou une partie de lagune considérée comme son bien. Avant le lever du jour, en hiver (saison pendant laquelle la spiruline croît), lorsque la surface de l'eau est couverte de ces algues, les femmes s'assemblent sur le rivage. Elles sont munies de récipients les plus hétéro-

clites à fonds percés. Elles attendent le chef du village. Son arrivée est suivie d'une brève cérémonie au cours de laquelle on sacrifie parfois un coq à la fécondité. Puis les femmes entrent dans l'eau. Elles raclent la surface de la lagune et entassent le contenu vert-bleu, la purée de spiruline, dans les récipients qu'elles ont apportés. La purée est transportée vers une zone sableuse voisine. Les femmes y forment à la main des sortes de cuvettes plates dans lesquelles elles déversent soigneusement leur récolte. L'eau s'infiltré dans le sable et les gâteaux vert-bleu sèchent au soleil, chacun dans sa cuvette. Une fois sec, le *dibé* est prêt à la consommation et à la vente.

La redécouverte par Léonard des gâteaux de *dibé*, gâteaux faits de spirulines, a suscité beaucoup d'intérêt. Peu après, G. Clément [15] et ses collaborateurs de l'Institut français du pétrole ont isolé des souches de spirulines ; ils les ont purifiées, ont entrepris de les cultiver, d'en faire l'analyse chimique, etc.

Les gâteaux des Kanembous sont difficilement acceptés par un estomac occidental : ils contiennent beaucoup de sable et pas mal de détritiques végétaux. Mais l'analyse prouve que les spirulines, qui en constituent la masse essentielle, ont un contenu fabuleux : 50 à 60 % de leur masse est faite de protéines de bonne qualité alimentaire ; le reste représente des graisses pour 6 %, et des sucres pour 15 à 20 %. A cela s'ajoutent toute la panoplie des vitamines et une série d'autres molécules rares, fort utiles à une nutrition saine et complète. La valeur alimentaire des spirulines a été clairement établie dès 1976 [16, 17].

Ces résultats ont dirigé les pas des chercheurs vers Mexico. Tout en effet, dans le *dibé*, dans sa récolte, sa confection et son utilisation, rappelle le *tecuítlatl*. Et, de fait, le *tecuítlatl* est un gâteau de spirulines, extrêmement riches en protéines, appartenant à l'espèce *Spirulina maxima*.

Établies sur un dépôt de bicarbonate de soude, les parties salées de la lagune de Mexico sont des niches écologiques très alcalines où la spiruline prospère, exactement comme elle le fait dans les lagunes du Kanem. Nous savons aujourd'hui que ceci est également vrai pour une série de lacs en Afrique, en Asie subtropicale et tropicale, et en Amérique du Sud.

Ainsi s'éclaire l'énigme de l'alimentation du petit peuple aztèque.

Le *tableau 2* a été élaboré à partir du *tableau 1* en y introduisant le *tecuítlatl* pour illustrer le rôle de ce produit dans l'alimentation de la population de Mexico-Tenochtitlán et pour montrer qu'en apportant les protéines dont les sources végétales ordinaires manquaient, le *tecuítlatl* a contribué à équilibrer, en l'enrichissant, la composition de la ration alimentaire journalière des Aztèques.

On peut admettre qu'à elle seule, la consommation de 100 g de *tecuítlatl* de bonne qualité a pu fournir 50 à 60 g de protéines, optimum journalier requis pour un adulte. Partant de là, le *tableau 2* montre que la consommation journalière de 100 g de graines de maïs (mises sous forme de galettes) + 100 g de haricots frais + 75 g de tomates et piments frais présentés dans une sauce incorporant 25 g de *tecuítlatl* — soit un repas de base (frugal)

Tableau 2

Effet de l'emploi du *tecuítlatl* (spirulines) sur la composition de la part végétale d'un repas chez les Aztèques

Apport	Protéines (g)	Graisses (g)	Carbohydrates (g)
100 g de maïs en galettes	2,7	0,7	20,2
100 g de haricots frais	5,0	0,4	18,3
100 g de sauce de tomates/piments contenant 25 g de spirulines	16,0	2,5	12,0
Total	23,7	3,6	50,5

Effect of using *tecuítlatl* (*spirulina*) on the composition of the plant fraction of an Aztec meal

d'un poids total de 300 g — apportait environ 25 g de protéines comestibles. Les apports occasionnels en poissons, oiseaux, batraciens, vers et insectes devaient compléter cette ration.

Selon l'enquête de Delpuech *et al* [16], dans les villes et villages du Kanem (Tchad), la consommation journalière des spirulines sous forme de *dihé* incorporé à une sauce se situait, chez les Kanembous en 1975, autour de 10 g secs par jour et par personne, avec des extrêmes de 4 et 24 g. Mais la consommation était en régression dans le Kanem depuis plusieurs années.

En supposant que la population de Mexico-Tenochtitlán était de 500 000 personnes, et que chaque personne consommait en moyenne 50 g de *tecuilatl* par jour incorporé à des sauces ou sous d'autres formes, la lagune devait pourvoir à la fourniture de 25 tonnes sèches du produit par jour, soit 9 000 à 10 000 tonnes par an. Si le rendement annuel moyen avait été de 10 tonnes sèches par hectare de lagune, 1 000 hectares de lagune auraient suffi pour accumuler la récolte nécessaire. Comme les parties alcalines de la lagune couvraient plus de 30 000 hectares au moment de la conquête, une production moyenne inférieure à la tonne sèche/ha/an suffisait à couvrir les besoins.

Or, il est parfaitement concevable que les rendements aient pu dépasser en beaucoup d'endroits la tonne sèche/ha/an. La lagune était traversée par des chaussées longues de plusieurs kilomètres, disposées sur des digues (*figure 1*) qui séparaient des bassins. Cette disposition isolait des zones lacustres natronées peu profondes, qui devaient convenir à la culture des spirulines par la méthode que Lopez de Gomara [9] résume ainsi : « *Ils vident des endroits comme on fait pour récolter le sel, et la purée se prend en masse et sèche.* » La récolte a lieu à « *une certaine époque de l'année* » après une période de forte croissance des algues. On sait qu'alors le contenu du milieu liquide en spirulines atteint couramment 0,5 kg sec/m³, ce qui, en supposant une profondeur utile de 0,25 m, donne plus d'une tonne à l'hectare.

On peut donc tenir pour certain que les Aztèques, qui avaient atteint un haut degré de perfection dans l'art de cultiver en général, avaient à leur disposition suffisamment de spirulines/*tecuilatl*

pour que les informations que les chroniques de la conquête nous ont transmises sur l'utilisation de ces algues comme aliment ordinaire puissent être considérées comme véridiques.

Si on tient compte de la richesse des spirulines du *tecuilatl* en vitamines de toutes espèces, en molécules rares, tels certains acides gras essentiels, et en éléments minéraux, il apparaît maintenant que l'abandon de ce produit et son remplacement par des viandes (bovidés et porcins) et des œufs de poules n'a pas été nécessairement bénéfique. Mais au XVI^e siècle, il eût été bien difficile de le deviner. Et les conquérants n'ont vu, ou n'ont voulu voir, qu'une terre minérale salée dans le *tecuilatl*.

Au cours des dix dernières années, des cultures intentionnelles et intensives de spiruline se sont implantées en plusieurs endroits du monde. La culture a repris sur les lacs au Mexique. Les techniques de la biotechnologie moderne permettent d'obtenir un produit de haute qualité, contenant jusqu'à 70 % en poids sec de bonnes protéines alimentaires. Les rendements moyens par hectare des exploitations connues sont de l'ordre de 15 à 20 tonnes sèches/an, soit 9 à 12 tonnes/ha/an en protéines, quoique certaines exploitations affichent des valeurs plusieurs fois supérieures.

A cause de son contenu remarquable qui permet maintes applications utiles, la spiruline est devenue un point de mire en diététique, tandis que sa culture est en passe d'être le centre d'intérêt de ceux que préoccupent la malnutrition protéique des pays les plus défavorisés, ainsi que les habitudes alimentaires, malsaines par excès, des pays riches.

On sait que, dans certaines régions rurales d'Afrique équatoriale et subtropicale, la pauvreté de la nutrition en protéines affecte surtout les enfants. Dans ces régions, certaines maladies infectieuses, comme la rougeole, sont redoutables en ce qu'elles accentuent les états de malnutrition protéino-énergétique et débouchent sur le marasme et le kwashiorkor. Le taux de mortalité des enfants s'élève alors souvent au-dessus de 20 %. Bucaille [18] a obtenu des résultats très intéressants et extrêmement encourageants et a montré qu'il est possible de corriger et de surmonter ces états de malnutrition avancée en utilisant la spiruline. Elle en a fait consommer sous forme de

galettes contenant aussi du maïs et du sucre, en milieu hospitalier (dans un hôpital de brousse). Les galettes à la spiruline ont été bien acceptées, tant par les enfants malades que par les mères, voire par les villageois.

Cet exemple confère à la spiruline le statut d'une arme actuelle pour agir contre la malnutrition protéique et pour l'éradiquer. C'est cette arme que les Aztèques ont utilisée, sans le savoir, avec le *tecuilatl*. Elle nous revient à présent pour nous aider à gagner la bataille de la santé partout où la malnutrition règne.

Avec la spiruline, le *tecuilatl* prend sa revanche ■

Références

1. Gage T. *Nouvelle Relation des Indes Occidentales contenant les voyages de Thomas Gage* (traduct. de Beaulieu Huës O Neil [sans doute, Baillet Th]), Paris, 1976.
2. Tezozomoc A. *Histoire du Mexique*. (traduct. Ternaux-Compans H.) Paris, 1853.
3. Soustelle J. *La vie quotidienne des Aztèques à la veille de la conquête espagnole*. Paris : Hachette, 1985.
4. Cortès F. *Cartas de relacion*. New York, 1828.
5. Humboldt (von) A. *Essai politique sur le royaume de la Nouvelle Espagne*. Paris, 1811.
6. Farrar WV. *Teuiclatl ; a glimpse of aztec food technology*. *Nature* 1966 ; 211 : 341-2.
7. Diaz del Castillo B. *Historia verdadera de la Conquista de la Nueva Espana*. Mexico : Biblioteca Porrúa, 1955 ; 1 : 279.
8. Sahagun (de) B. *Historia general de la Cosas de Nueva Espana*. Mexico : P. Robero, 1938 ; 3 : 372 ; ou Lord Kingsborough, *Antiquités of Mexico*, Vol. 7, p. 351. London 1831.
9. Lopez de Gomara F. *Conquista de Méjico, Prima, segunda parte*. Anvers, 1554 ; Medina, 1558.
10. Clavigero FX. *Storia antica del Messico, cavata da migliori storici Spagnuoli, e da manoscritti e pitture antiche degli Indiani*. Césène, 1780-1781.
11. Hernandez F. *Histoire des plantes, des animaux et des minéraux du Mexique*. Mexico, 1615 ; Rome, 1651.
12. Léonard J. The 1964-1965 belgian Trans-Saharan expedition. *Nature* 1966 ; 209 : 126-8.
13. Dangeard P. Sur une algue bleue alimentaire pour l'homme : *Arthrospira platensis* (Nordst). *Actes Soc Linn Bordeaux* 1949 ; 91 : 39-41.
14. Léonard J, Compère P. *Spirulina platensis* (Gom.) Geitl., algue bleue de grande valeur alimentaire par sa richesse en protéines. *Bull Jard Bot Nat Belg* 1967 ; 37 : 1-23.
15. Clément G. Production et constituants caractéristiques des algues *Spirulina platensis* et *maxima*. *Ann Nutr Alim* 1975 ; 29 : 477-88.
16. Delpuech F, Joseph A, Cavalier C. Consommation alimentaire et apport nutritionnel des algues bleues (*Oscillatoria platensis*) chez quelques populations du Kanem (Tchad). *Ann Nutr Alim* 1975 ; 29 : 497-516.
17. Sautier C, Trémolières J. Valeur alimentaire des algues spirulines chez l'homme. *Ann Nutr Alim* 1975 ; 29 : 517-34.
18. Bucaille P. Intérêt de l'algue spiruline dans l'alimentation des enfants présentant une malnutrition protéino-énergétique en milieu tropical. Thèse pour le doctorat d'État en médecine, université Paul-Sabatier de Toulouse III, Faculté de médecine, Toulouse, 1990.
19. Alvarez JR. *Enciclopedia de México* 1977 ; 1 : 229-32.