

■ POUR LA SCIENCE

VOTRE ABONNEMENT 100 % NUMÉRIQUE

1 an au prix de 48 €

soit **4 € seulement par numéro** au lieu de 5,20 €

Pour consulter et télécharger
en toute liberté sur www.pourlascience.fr
les 12 prochains numéros
dès leur parution.



Oui, je m'abonne
à *Pour la Science* 100 % numérique
1 an (12 numéros) pour 48 €

Je préfère découvrir toutes
les offres d'abonnement disponibles
en cliquant ici.



Cardenas et les tubercules des Andes

ALAIN GIODA • KATIA HUMALA-TASSO

Martin Cardenas fut le premier écologiste Sud-américain à promouvoir d'autres types de pommes de terre : les tubercules andins traditionnels.

Aujourd'hui, la pomme de terre, diffusée en France, à la fin du XVIII^e siècle, par Parmentier, est un légume universel. Les Andes, leur berceau, abritent plusieurs autres espèces de pommes de terre et de plantes à tubercules ou à racines comestibles qui pourraient être domestiquées, cultivées et exportées. Le botaniste et agronome bolivien Martin Cardenas (1899-1973) (*ci-dessus*) s'est battu toute sa vie pour revaloriser l'agriculture des Andes, bien au-delà de ses montagnes natales, et pour promouvoir les tubercules andins autres que la pomme de terre.

Rien ne prédispose Cardenas à une carrière scientifique : issu d'un milieu très modeste, il naît en 1899 d'une mère indienne quechua, dans un pays où la population compte plus de 80 pour cent d'illettrés (les principaux peuples indiens de Bolivie sont les Aymaras et les Quechuas). Isolée, car elle a perdu l'accès à la mer en 1879, après une guerre contre le Chili, la Bolivie est pauvre : la richesse issue des mines d'étain et d'argent est concentrée dans les mains d'une infime minorité de la population. Le pays compte alors moins de trois millions d'habitants. Quand Cardenas aura une trentaine d'années, c'est-à-dire au début de sa carrière, son pays perdra la guerre contre le Paraguay soutenu par l'Argentine. Durant cette guerre (1932-1935), 60 000 hommes tomberont et 200 000 seront blessés. Cardenas participera en tant que scientifique du contingent à ce conflit désastreux.

Ce cadre familial, économique et politique ne semble guère favorable à l'éclosion d'un scientifique et, pourtant, Cardenas écrira et publiera plus de 150 articles et livres ;

découvrira presque 200 cactées, une vingtaine de pommes de terre sauvages et une douzaine d'amaryllis ; dirigera des fermes modèles ; sera recteur d'université ; créera un jardin botanique ; stimulera l'intérêt pour la médecine traditionnelle indienne et les plantes d'intérêt pharmaceutique ; donnera des conférences dans le monde entier ; sera le correspondant de très nombreuses sociétés savantes et d'institutions dont le Muséum national d'histoire naturelle de Paris...

Cardenas entreprend des études de professeur de collège, cursus obligé pour un jeune homme pauvre, mais méritant, qui passe d'abord par l'École normale bolivienne des instituteurs. Sa vocation naît sans doute vers 1921, lorsqu'il achève sa période de formation comme enseignant et qu'il est recruté comme assistant de l'exploration botanique de l'Amazonie bolivienne, animée par Henry Rusby, alors directeur du jardin botanique de New York. En 1932, dans le premier livret qu'il publie, *Plantae potosinae*, il écrit que son ambition est d'être un grand botaniste à l'égale

de ses illustres prédécesseurs européens et Nord-américains.

Rien ne le fera dévier de son objectif : ni un salaire médiocre, ni les moyens dérisoires dont il disposera, ni les lourdes tâches d'enseignement et d'administration, ni l'indifférence générale. Cardenas se consacrera à la science (son mariage célébré en 1930 ne sera que de courte durée) ; il apprendra la plupart des langues européennes, transformera sa maison en laboratoire et en bibliothèque, espérant faire évoluer les mentalités locales et en diffusant sans relâche des informations scientifiques en espagnol, notamment dans la presse de son pays.

Mobilisé sur le front paraguayen entre 1932 et 1934, année où il sera rapatrié sanitaire, Cardenas fait partie de « la génération de la guerre du Chaco » (1932-35). Les soldats boliviens sont envoyés contre ceux du Paraguay sur le front du Chaco, un vaste désert semi-aride infesté par le paludisme, très différent de leurs montagnes natales. L'approvisionnement en vivres et en médicaments fait défaut et, dans les tranchées, ils réalisent que leur gouverne-

ment, fondé sur l'oligarchie minière de l'étain, les a condamnés à une mort certaine en les envoyant au front. Après la défaite, une partie des officiers subalternes (souvent des métis comme Cardenas) conspire pour prendre le pouvoir. Cette génération, qui apprit l'autonomie intellectuelle au combat et dont fait partie Cardenas, changera la société bolivienne dans les années 1940 et 1950.

Cardenas a un maître spirituel : Simon Bolivar. Le libérateur du continent Sud-américain avait mis fin à la colonisation espagnole en 1825, et avait



Alain Gioda

Fête de la fécondité à Cochabamba.

tenté, au début du XIX^e siècle de fédérer l'Amérique latine sur le modèle des États-Unis et de lui transmettre l'esprit des Lumières par la diffusion du savoir dans les couches populaires. Cette volonté culturelle reste prégnante chez les intellectuels Sud-américains nationalistes et progressistes. L'assemblée constituante de 1825 dédie la Bolivie au libérateur Bolivar. L'un de ses lieutenants, le général Sucre donne son nom à la nouvelle capitale, et est, durant son court mandat présidentiel (1826-1829), un représentant de ce courant progressiste qui perdure sous le gouvernement du maréchal Santa Cruz (1829-1839). Malheureusement, la diffusion du savoir dans les couches populaires ne devient une priorité, au-delà des discours, que durant les premières années de la république. Symbolisé par la révolution mexicaine de 1910, un courant indigéniste se développe dans les sociétés métisses de la plupart des pays d'Amérique latine et réhabilite l'héritage culturel des civilisations précolombiennes. Cardenas y adhère en se battant pour revaloriser les plantes domestiquées par les Indiens.

LA DIVERSITÉ DES CULTURES ANDINES

Les tubercules sont méconnus en Europe. Hormis la pomme de terre, les autres tubercules andins ne sont guère connus hors de leur zone d'origine et de culture (à l'exception de l'un d'eux en Nouvelle-Zélande) ; c'est pourquoi Cardenas les qualifiait de «mineurs». En fait la conquête espagnole de l'Amérique au XVI^e siècle s'est accompagnée d'un racisme envers les indigènes, et d'une dévalorisation systématique de leur environnement culturel, notamment de leur alimentation : les produits alimentaires traditionnels ont été écartés. Or, les Incas, dans leur vaste empire, qui s'étendait de l'Équateur au Nord de l'Argentine et du Chili actuels, cultivaient un nombre d'espèces (200 à 300) bien supérieur à celui que l'on connaissait alors en Asie et en Afrique.

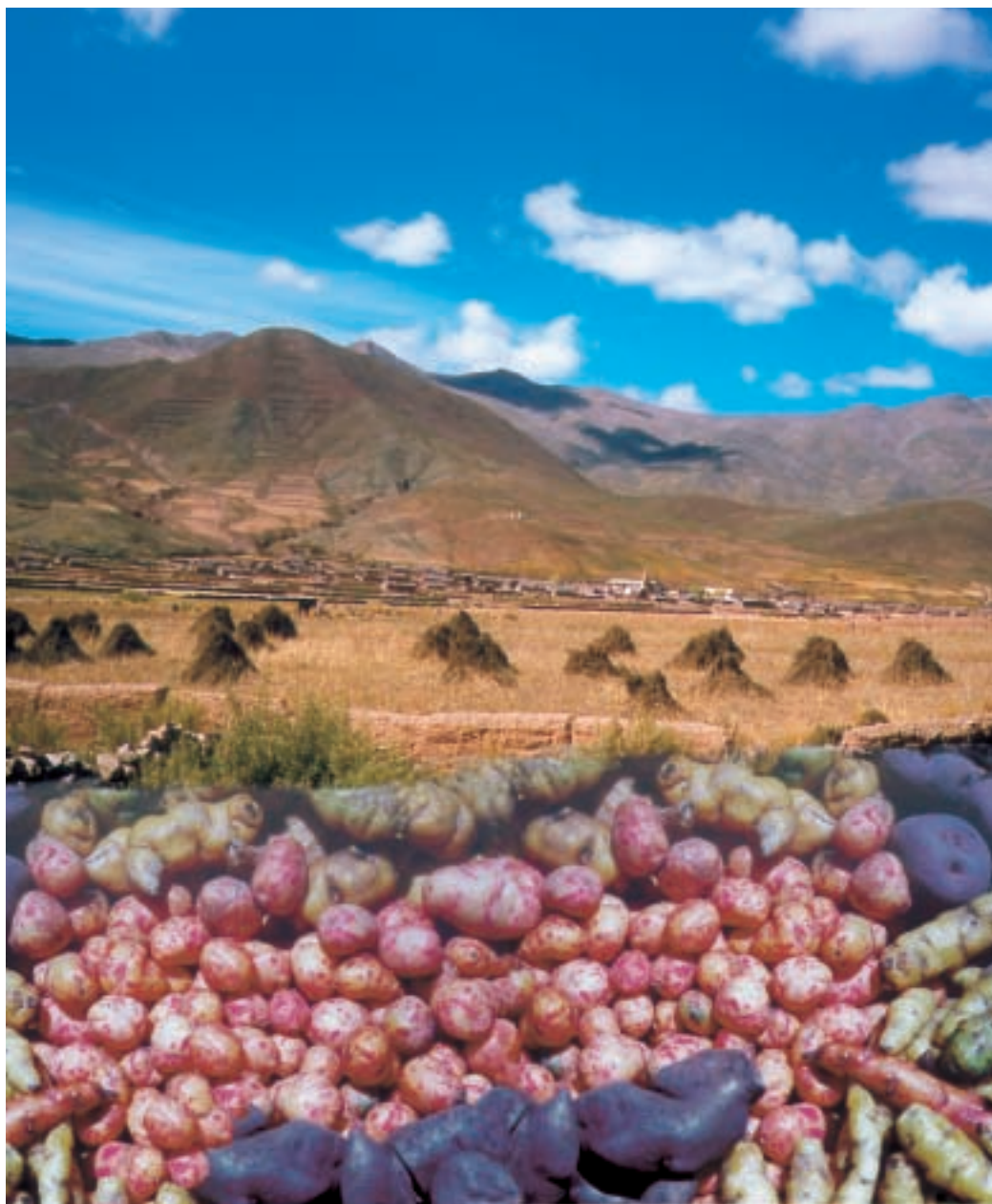
Depuis l'époque préincasique (avant le XV^e siècle), les populations des Andes vénèrent le dieu Soleil (*Inti*) et la déesse Terre (*Pachamama*), ainsi que les produits qu'elle donne grâce au travail des agriculteurs. Pourtant les immenses steppes de l'Altiplano sont désolées, le froid nocturne y est intense au-dessus de 3 700 mètres d'altitude et les habitants contraints à la frugalité. La terre, en apparence stérile, donne pourtant des tubercules comestibles, considérés comme un don des dieux. La domestication et la culture des tubercules, telles que la papalisa, l'oca et l'isaño, sont

l'œuvre des peuples aymara et quechua, qui ont joué un rôle prépondérant dans l'agriculture andine.

Plus encore que la chute des Incas, survenue dès 1533-1534 face à moins de 200 Espagnols, les nouveaux modes de vie imposés par les conquérants, l'exploitation d'animaux et de plantes inconnues jusqu'alors bouleversent les habitudes (sans compter l'introduction involontaire de maladies agressives qui déciment les ethnies indiennes). L'une des premières actions des Espagnols consiste à fonder des villes qu'ils équiperont d'un four pour cuire le pain. Pour préparer le pain, il faut du blé. Or, sur l'Altiplano, à plus de 3 700 mètres d'alti-

tude, il ne pousse pas : on l'importe des régions côtières du Pérou (autour d'Arequipa), où il a été introduit par les colons. De même, la vigne est une culture étrangère au monde andin, mais elle s'acclimata rapidement dans les vallées chaudes et sèches des montagnes. Pain et vin sont les symboles de la présence du dieu imposé par le clergé catholique, qui travailla toujours «main dans la main» avec le pouvoir espagnol sous un régime conjoint, connu sous le nom du patronat. Au premier, revenait le spirituel, au second, le temporel.

Selon la chronique de l'Inca Garcilaso de la Vega, métis de sang royal indien du XVI^e siècle, «les Rois Catholiques et



En Bolivie, près de Potosi, à 3 500 mètres d'altitude (à l'arrière plan), les Indiens cultivent diverses sortes de tubercules (au premier plan) avec des rendements parfois équivalents à celui de la pomme de terre. La préservation de ces cultures traditionnelles est un atout pour les populations locales et Martin Cardenas a tenté de les préserver.

Alain Giorda

l'empereur Charles Quint avaient donné l'ordre d'offrir sur le trésor royal un joyau au premier qui, dans n'importe quelle ville [d'Amérique fondée par les colons européens], obtiendrait un produit nouveau d'Espagne, tel que blé, orge, vin, huile, en certaine quantité».

L'introduction des animaux domestiques européens est aussi rapide. Les premiers bœufs labourent une parcelle, en 1550, dans la vallée de Cuzco. En juin 1551, moins de trois années après la fondation de la cité de La Paz, on mentionne, dans les actes municipaux, la gêne causée par le bétail. Vaches, moutons, chèvres, porcs, chevaux, ânes et mulets prennent la plus grande place, et les

camélidés andins domestiques – le lama et l'alpaga – sont délaissés. La commercialisation des mulets est encouragée : l'élevage de ces animaux de bât était aux mains des Espagnols, contrairement à celui des lamas détenu par les Indiens (le mulet porte des charges supérieures à celles du lama).

Les conséquences de la mainmise des Espagnols sur l'agriculture s'est également fait sentir et, aujourd'hui encore, les plantes originaires des Andes continuent d'être ignorées, affublées d'une connotation péjorative. Par exemple, la quinoa (*Chenopodium quinoa*) qui jouait le rôle de céréale sur l'Altiplano avant l'arrivée des Espagnols a longtemps souffert

de l'introduction du blé et de l'orge dans les vallées andines sèches.

Même après l'indépendance des États Sud-américains, dans les années 1810 et 1820, le modèle dominant reste celui de l'Europe. Aujourd'hui encore chez les Métis et chez les Indiens, la chicha, la bière de maïs qui est la boisson alcoolisée traditionnelle, est délaissée au profit de la bière à base d'orge d'origine européenne et des boissons gazeuses non alcoolisées (la bière d'origine européenne est fabriquée localement depuis la fin du XIX^e siècle).

Ce n'est qu'au début du XX^e siècle, que la composante indienne d'une société essentiellement métisse commence à

Papalisa ou ulluco

Nommée papalisa en espagnol et ulluco en quechua et en aymara, *Ullucus tuberosus* est une plante herbacée annuelle, rampante ou semi-érigée (elle atteint parfois 50 centimètres de hauteur). Les tiges portent des feuilles charnues, en forme de cœur, de quelques centimètres de longueur. À l'extrémité des racines, grossissent des tubercules qui tirent leur nom de leur aspect (littéralement, pommes de terre lisses). Ces tubercules ont une forme variable, ronde à cylindrique, mesurant de 2 à 15 centimètres et dont la couleur va du blanc, au jaune et, même, au pourpre tacheté.

Des formes sauvages poussent au Pérou et en Bolivie, mais la plante est cultivée dans toutes les Andes, du Venezuela au Nord, à l'Argentine au Sud. Au Pérou, le principal producteur, les superficies cultivées étaient de l'ordre de 20 000 hectares, au début des années 1990. La papalisa est une culture de complément souvent associée à la pomme de terre, à l'oca et à l'isaño, au-dessus de 3 000 m d'altitude, ou bien au maïs, au Venezuela.



P.-O. Combelles, A. Giorda

Elle est cultivée dans les Andes entre 2 500 et 4 000 mètres d'altitude mais elle s'acclimate au niveau de la mer. Elle tolère une grande diversité de sols, mais préfère les terres argileuses.

Les tubercules sont amers ; on les fait bouillir avant de les consommer frites, en purée ou en ragoût. On peut les conserver frais. Toutefois, comme les autres tubercules andins, ils sont souvent exposés au gel nocturne et à la chaleur diurne : lorsque l'eau s'est évaporée, il se conservent pendant des mois. Avant de les manger, on les plonge dans l'eau de cuisson. Les tubercules frais contiennent environ 85 pour cent d'eau, 14 pour cent d'amidon et de sucre et 1 pour cent de protéines. Les rendements des cultures sont faibles en raison des pertes causées par les virus et de la pourriture, durant le stockage.



Oca, papa roja ou okka

Encore nommée okka, en quechua, ou truffette acide, en français, *Oxalis tuberosa* est une plante annuelle de 30 à 40 centimètres de hauteur. Les tiges et les feuilles sont vertes ou pourpres. Quatre mois après la plantation de tubercules entiers, des rejets se forment sur les tiges et de nouveaux tubercules apparaissent ; ils atteignent leur maturité au bout de deux à trois mois. Les tubercules ont des formes ovoïdes à cylindriques, des couleurs variées (blanche, jaune ou pourpre, ce qui leur a valu leur nom de papa roja, ou pomme de terre rouge en espagnol) ; ils atteignent parfois une vingtaine de centimètres.

Vraisemblablement originaire de l'Altiplano du Pérou et de la Bolivie, l'oca est le tubercule le plus cultivé après la pomme de terre, du Venezuela à l'Argentine, et surtout au Pérou et en



P.-O. Combelles, A. Giorda

Bolivie au-dessus de 2 500 mètres. Introduite au Mexique au XVIII^e siècle, cette espèce est aussi cultivée de façon intensive en Nouvelle-Zélande.

Elle pousse en zones tropicales et subtropicales et résiste mal à la sécheresse. Les rendements sont meilleurs sur les terrains légèrement acides.

L'oca se consomme comme la pomme de terre, mais également crue et marinée dans le vinaigre. Comme la pomme de terre et la papalisa, elles peuvent aussi être alternativement séchées et congelées : ce mode de conservation traditionnel est nommé le chuño. La valeur nutritive de l'oca est comparable à celle de la pomme de terre.



être revalorisée et que les milieux intellectuels s'y intéressent. Cardenas s'inscrit dans ce courant de pensée. Toutefois, il ne verse pas dans le travers de l'indigénisme ; il se refuse à peindre sous les couleurs de l'enfer l'héritage Espagnol et sous celles du paradis perdu celui des Indiens. Plus technicien qu'idéologue, il s'attache surtout à l'amélioration de la pomme de terre et du maïs et à la revalorisation de trois tubercules andins négligés : la papalisa, l'oca et l'isaño.

Sa bonne santé psychique et physique, nécessaire dans un pays où sévissent le mal des montagnes au-dessus de 3 500 mètres, le paludisme, la maladie de Chagas et la leishmaniose (à moindre altitude) aide Cardenas à conserver son enthousiasme tout au long de sa carrière. Vers 1970, des traitements à base de morphine lui seront nécessaires pour supporter un cancer de la prostate.

Il travaille avec les forces armées qui joueront un rôle essentiel dans la vie publique au ^{xx}e siècle, en Amérique latine, et jusqu'en 1982, en Bolivie. Ainsi, il enseigne dans les collèges militaires de La Paz au début de sa carrière professorale ; il collabore à un projet d'usine de quinine dans les années 1930 pour lutter contre le paludisme des troupes ; il étudie les plantes médicinales durant la guerre du Chaco et il dispense des cours de chimie aux élèves des écoles des armées, dans les années 1940. Toutefois, jamais Cardenas n'apporte son soutien aux régimes militaires dictatoriaux : la politique ne l'attire pas.

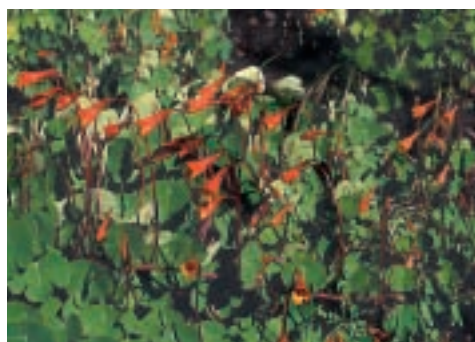
Grâce à ses publications, et bien qu'il soit autodidacte, Cardenas devient, en 1936, recteur l'Université San Simon de Cochabamba. Ainsi, à 37 ans, il revient dans sa ville natale, où il enseignera pendant plus de 30 ans.

Il sillonne la brousse et les marécages particulièrement malsains de l'Est bolivien, et organise des stages de terrain pour ses étudiants, sur l'Altiplano. Jamais, il ne reniera ses origines : il parle parfaitement les deux principales langues indiennes du pays, le quechua (la langue de l'empire Inca) et l'aymara.

Il appartient à plusieurs réseaux internationaux de savants qui facilitent ses publications, et à des groupes de collecteurs de plantes des Andes. D'un naturel généreux, il envoie gracieusement plantes et graines à ses correspondants scientifiques étrangers. Il dédommage ses collecteurs en leur faisant dédier de nombreuses espèces nouvelles. Cardenas ne bénéficie que d'un seul don de la Fondation Rockefeller : un véhicule tout-terrain qui lui servira à la fin de sa carrière pour les missions en brousse.

L'isaño ou la mashua

L'isaño, en aymara, la mashua, en Équateur et au Pérou, ou encore le cubio, en Colombie, se nomme le *Tropaeolum tuberosum*. De la même famille que la capucine, l'isaño lui ressemble par son port, ses feuilles et ses fleurs. C'est une plante herbacée pérenne semi-érigée, rampante ou parfois grimpante de plusieurs dizaines de centimètres de longueur. Les tubercules apparaissent vers trois mois.



P.-O. Combelles, A. Gioda

À maturité, ils sont coniques, du blanc au rouge, parfois tachetés, et leur chair est jaune.

Des types sauvages de cette plante poussent au Pérou et en Bolivie au-delà de 3 000 mètres et en Équateur et en Colombie entre 1 500 et 2 000 mètres. C'est le tubercule le moins consommé des Andes et on le ne cultive nulle part ailleurs. L'isaño réclame beaucoup d'eau et, tolérant aux sols alcalins, il prospère dans les milieux fertiles, riches en matière organique.

Les tubercules ont un goût amer, qui disparaît à la cuisson. On les consomme frites ou en soupe. Congelés et séchés, ils perdent aussi leur amertume et ils peuvent se conserver de longs mois comme les autres tubercules andins. Ils sont riches en vitamine C.

Il paie sur ses fonds propres sa bibliothèque et son laboratoire photographique, notamment. Pendant de nombreuses années, il représente son pays dans les instances agronomiques et botaniques internationales.

CARDENAS ÉCOLOGISTE

Martin Cardenas ne participe pas directement à la vie politique de son pays. Il n'adhère ni aux idées fascistes en vogue, en Amérique latine jusqu'aux années 1950, ni aux idées communistes répandues jusque dans les années 1970. C'est un positiviste. Pour changer les mentalités, Cardenas croit à la diffusion du savoir scientifique et technique dans les différentes couches sociales, y compris chez les Indiens.

Toutefois, en Amérique latine, la tâche est ardue, car l'héritage colonial espagnol a diffusé, parmi l'élite, le goût des études de droit. Le mépris des travaux manuels et de la technique dans une civilisation essentiellement urbaine est ancré parmi la noblesse d'Espagne installée aux Amériques. Dans ces conditions, la culture scientifique et, notamment, l'agronomie ont des difficultés à se répandre. Selon Cardenas, aucune révolution nationale ou internationale ne sera un remède à l'ignorance des paysans. Il est le premier écologiste andin, se battant pour

la conservation et la protection de la montagne, alors que la plupart des progressistes prônent alors une industrialisation massive pour sortir le continent Sud-américain du sous-développement. Durant les dernières années de sa vie, il écrit de nombreux articles, mais sa voix n'a guère d'écho hors du cercle de ses amis.

Cardenas ne fut ni prisonnier de son époque ni de son milieu d'origine, mais il ne fut pas en phase avec les aspirations de la société de son époque, urbaine et fascinée par le miracle industriel. Plus de 25 années après sa disparition, son message reste d'actualité : les forêts naturelles d'Amérique du Sud, abattues à un rythme accéléré, doivent être préservées ; les produits de l'agriculture traditionnelle andine, notamment la papalisa, l'oca et l'isaño, doivent être davantage exploités.

Alain GIODA reconstruit l'histoire du climat andin dans le programme Neiges et Glaciers Tropicaux de l'Institut de recherche pour le développement, IRD, en association avec le Service national bolivien de météorologie et d'hydrologie, SENAMHI, à Cochabamba. Katia HUMALA-TASSO, chercheur en ethnobotanique, étudie les plantes natives cultivées à l'Institut Français des études andines, IFEA, à La Paz.



Les saveurs du fromage

HERVÉ THIS

L'acide lactique et les sels minéraux sont les principales molécules qui donnent de la saveur au fromage de chèvre.

Les arômes ont le beau rôle dans l'industrie alimentaire : de nombreuses sociétés se préoccupent d'en produire et d'en vendre aux industriels qui fabriquent les yaourts, les soupes, les sauces... Toutefois les aliments qui n'ont que de l'arôme ne sont flatteurs qu'au nez ; il leur manque de la saveur, notamment. D'où l'intérêt pour les molécules sapides (qui ont de la saveur), encore trop mal connues. Ces molécules exercent-elles le même effet quand elles sont dans les aliments et quand elles sont en solution dans l'eau, où leurs propriétés sont étudiées depuis longtemps ? Au Laboratoire INRA de recherches sur les arômes, à Dijon, Christian Salles, Erwan Engel et Sophie Nicklaus ont étudié cette question en analysant des fromages de chèvre, les «boutons de culotte».

Après mastication de l'aliment, les molécules sapides sont véhiculées par la salive jusqu'aux récepteurs gustatifs des papilles. Aussi les physico-chimistes cherchent essentiellement ces molécules parmi les composés solubles dans l'eau, c'est-à-dire dans la partie aqueuse des aliments. Pour le fromage, cette dernière contient notamment du lactose (un sucre), de l'acide lactique (formé par les micro-organismes, à partir du lactose, au cours de la fabrication), des sels minéraux, des acides aminés, des peptides (de courts enchaînements d'acides aminés). Si la saveur de la plupart de ces composés est connue, on ignorait leur effet en mélange : parmi les composés de la fraction aqueuse des fromages, certains masquent l'effet d'autres molécules sapides, d'autres en augmentent l'effet (exhausteurs).

Pour identifier ces effets, les physico-chimistes ont testé des solutions qui ne comprenaient que certains des composés, dont la présence avait été déterminée dans la fraction aqueuse de boutons de culotte.

Les peptides ne pouvant être identifiés simplement, les chercheurs de Dijon les ont isolés de la fraction hydrosoluble récupérée à partir de 20 kilogrammes de fromage : après des centrifugations,

ils ont fractionné le jus par des ultrafiltrations successives, sur des membranes qui ne laissaient successivement passer que des molécules de masse moléculaire inférieure à 10 000, puis à 1 000 et enfin à 400 ; les membranes retenant les peptides.

Pour évaluer l'effet des divers composés sur chacune des saveurs, un jury de dégustation de 16 personnes a comparé la fraction aqueuse reconstituée à une solution de même composition, à l'exception d'un ou plusieurs composants qui avaient été volontairement omis. Évidemment ces «tests d'omission» étaient faits dans des conditions rigoureuses : produits anonymes, cabines individuelles, lumière rouge pour éviter les effets de couleur... Chaque dégustateur était muni d'un pince-nez, qui supprimait la perception des arômes.

Lors des séances de mesure qui ont suivi un entraînement, les dégustateurs devaient noter sur une échelle chacune des saveurs par rapport à une solution de référence spécifique pour chaque saveur, pour chaque échantillon présenté.

Les premières analyses sensorielles ont surpris : alors que de nombreuses études laissaient entrevoir des propriétés sapides des peptides, ces derniers n'ont pas d'effet direct ou indirect sur la saveur, quel que soit leur masse moléculaire ! Pourquoi avait-on précédemment trouvé une saveur amère à ces molécules ? Se réservant d'élucider ultérieurement l'effet sapide éventuel de ces composés à partir d'autres fromages, les physico-chimistes ont poursuivi leur étude sans les peptides.

Par comparaison de solutions dont on avait ou non retiré le lactose, les chercheurs ont découvert que ce composé n'avait pas d'effet sur la sapidité des solutions modèles. Les acides aminés, également, sont apparus insipides. En revanche, l'acide lactique et les sels minéraux sont des molécules qui contribuent puissamment à la sapidité. L'acidité était

principalement due aux ions hydrogène libérés par l'acide phosphorique et par l'acide lactique, avec un effet exhausteur du chlorure de sodium : ainsi, en présence de sel, la note acide est supérieure. Pourquoi ? La question est ouverte...

La saveur salée résulte de l'effet des chlorures de sodium, de potassium, de calcium et de magnésium, ainsi que du phosphate de sodium. Une partie de la saveur amère provenait des chlorures de calcium et de magnésium ; elle était partiellement réprimée ou masquée par des associations avec le chlorure de sodium et par les phosphates. Quant aux saveurs sucrée et umami (dus notamment au monoglutamate de sodium, largement utilisé dans les soupes ou sauces industrielles), elles étaient si faibles que les chercheurs n'ont pu leur associer des composés hydrosolubles.

Que déduire de telles études, au-delà des contributions précises qu'elles révèlent sur les divers composés de la partie hydrosoluble des fromages ? Tout d'abord, on ne peut pas attribuer une saveur à un seul composé, et, pis encore, les divers composés sapides ont des effets répresseurs ou exhausteurs les uns sur les autres. D'autre part, on sait maintenant le type de composés qu'il faudrait ajouter aux fromages pour renforcer certaines saveurs ou, au contraire, en masquer d'autres. L'industrie fromagère peut difficilement pratiquer de tels ajouts (pour des raisons législatives, et aussi parce que les molécules dissoutes dans le lait seraient perdues en quantités non maîtrisables, lors de l'égouttage), mais les Gourmands peuvent s'amuser à saupoudrer leurs fromages de divers sels : à vos chlorures, à vos phosphates !

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 25 janvier 2000, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.