

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.

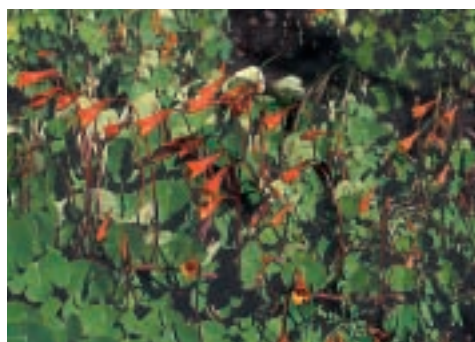
Grâce à ses publications, et bien qu'il soit autodidacte, Cardenas devient, en 1936, recteur l'Université San Simon de Cochabamba. Ainsi, à 37 ans, il revient dans sa ville natale, où il enseignera pendant plus de 30 ans.

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 retenaient 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.

