



HAL
open science

Origines des plantes cultivées - Problèmes et méthodes

Jean-François Leroy

► **To cite this version:**

Jean-François Leroy. Origines des plantes cultivées - Problèmes et méthodes. 3ème cycle. France. 1969. cel-00654380v2

HAL Id: cel-00654380

<https://cel.hal.science/cel-00654380v2>

Submitted on 22 Dec 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

FACULTÉ DES LETTRES

INSTITUT D'ETHNOLOGIE
PARIS

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

LABORATOIRE D'ETHNO-BOTANIQUE
ET D'ETHNO-ZOOLOGIE
PARIS

COURS
DE
ETHNO-BOTANIQUE ET ETHNO-ZOOLOGIE
(1969-1970)

VOLUME II

ETHNO-BOTANIQUE SPÉCIALE

- A. — ORIGINE DES PLANTES CULTIVÉES - PROBLÈMES ET MÉTHODES
Professeur Jean-François LEROY
- B. — L'HOMME ET SON ENVIRONNEMENT VÉGÉTAL
EN RÉGION TROPICALE HUMIDE : L'EXEMPLE MALAYO-OcéANIE
Jacques BARRAU, Maître de Conférences
Sous-Directeur au Laboratoire d'Ethnobotanique

ETHNO-ZOOLOGIE

- C. — LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DES ANIMAUX SAUVAGES
Hubert GILLET, Maître de Conférences
Sous-Directeur au Laboratoire d'Ethnobotanique
- D. — INITIATION A L'ETHNOZOOLOGIE - MÉTHODES
Raymond PUJOL, Maître de Conférences
Sous-Directeur au Laboratoire d'Ethnobotanique

R. P. J. L.

Faculté des Lettres

INSTITUT D' ETHNOLOGIE

PARIS

Muséum National d'Histoire Naturelle

LABORATOIRE D' ETHNOBOTANIQUE

PARIS

C O U R S
D' E T H N O B O T A N I Q U E
(1969 - 1970)

ORIGINE DES PLANTES CULTIVEES - PROBLEMES ET METHODES

Professeur Jean-François LEROY

L'ORIGINE DES PLANTES CULTIVEES:

PROBLEMES ET METHODES.

La Notion d'origine des plantes cultivées en tant que notion scientifique est une notion récente. Elle a été introduite dans le premier quart du XIXe siècle, à la suite notamment des travaux de HUMBOLDT (1807) et de R. BROWN (1818) (1).

Les bases scientifiques en ont été établies vers le milieu du XIXe siècle avec les travaux restés classiques de Alphonse de CANDOLLE (1855) et de Ch. DARWIN (1859).

On peut dire qu'à partir de 1860 les fondements principaux de la nouvelle science appelée Breeding par les Anglo-Saxons, Amélioration des Plantes et des Animaux par les Français, dont l'origine des Plantes et des Animaux domestiques est un des grands chapitres, étaient posés. Les méthodes principales, à l'exception d'une, en avaient été définies dans leurs principes et éprouvées. Un grand nombre de résultats que le développement de la science confirmera souvent, au moins partiellement, étaient acquis.

Qu'est cette notion d'origine des plantes et des animaux domestiques?

Le problème, aujourd'hui même, n'est pas clair pour la plupart des gens. Si l'on posait dans la rue, à l'improviste, la question: que pensez-vous des plantes cultivées? Où, quand se sont-elles formées? Comment? On mettrait les interpellés dans le

(1).- On trouvera in fine dans une bibliographie succincte les ouvrages des principaux auteurs cités.

plus grand embarras. Ils ne sauraient répondre ni sur le où, ni sur le quand, ni sur le comment. Ils ne sauraient pas même, pour la plupart donner une définition de la plante domestique.

Les botanistes savent bien que le Chou sauvage, Brassica oleracea var. sylvestris pousse spontanément sur les côtes de la Méditerranée. Certaines formes se sont répandues sur les côtes atlantiques de l'Europe occidentale (formes indigènes ?), mais comment relier les formes cultivées (Chou-fleur, broccoli, Chou de Bruxelles, Chou-pomme, Chou-rave, etc...) aux formes sauvages? Où, quand, comment se sont constituées les innombrables choux cultivés? Y-a-t-il entre eux et la plante sauvage une coupure essentielle? Quelle est la nature de celle-ci ?

Mais la façon de poser la question est déjà, en quelque sorte, une réponse. A chaque époque les questions ont été différentes. Au XVIIIe siècle on ne s'interroge pas. LINNE donne les origines supposées sans se soucier d'aucun contrôle. Au début du XIXe siècle le où intervient; les questions sont académiques. Au XXe siècle la science des origines devient une science pratique, positive, indispensable; on expérimente, et une étape se marque relativement à la datation.

Méthode suivie dans cet exposé.

Je m'engage, vous le voyez, dans un exposé historique. C'est une voie assez difficile à suivre et qui me paraît bonne dans la recherche des méthodes et des problèmes.

Il faut, pour bien situer une science, en avoir suivi ce que les biologistes étudient sous les noms d'Embryologie et d'Ontogénétique. Au demeurant les débuts de la science de l'origine sont assez proches de nous pour qu'on puisse les considérer comme actuels. Et qui plus est, ils sont marqués par de puissants

travaux qui sont restés référence fondamentale et dans les méthodes et dans les problèmes.

Nous nous attarderons notamment sur les principes posés par CANDOLLE et DARWIN. Nous en ferons une étude comparative.

Ainsi faisant, nous accepterons 1860 comme date de départ des recherches que nous nous proposons de considérer. Les apports qui sont venus ensuite, nombreux, et parfois d'une extrême importance, ont prolongé l'oeuvre des grands pionniers; ils l'ont développée, parfois même renversée, mais dans l'ensemble ils se sont fort bien intégrés à l'acquis.

Je m'efforcerai de montrer comment il s'est fait un progrès des concepts, et comment d'une science académique ou théorique et assez spéculative on est arrivé rapidement à une science pragmatique et normative liée au devenir de l'homme.

Cet exposé comprendra 5 chapitres:

- I.- La notion d'origine des plantes cultivées dans le premier quart du XIXe siècle.
- II.- CANDOLLE et DARWIN, les fondateurs. Position des problèmes et des principes. Définition des méthodes.
- III.- VAVILOV et les centres d'origine.
- IV.- Les développements postvaviloviens (AMES, HARLAN, ANDERSON, SAUER, etc.).
- V.- Deux exemples typiques des recherches contemporaines: le Haricot (Phaseolus vulgaris) et le Bananier (Musa sp.).

De cet exposé il ressortira que la science de l'origine des plantes et des animaux domestiques est une science autonome. Elle se définit par ses méthodes et par ses enseignements. Elle est à la fois fondamentale pour l'histoire de l'homme et pour la

Biologie générale. Elle se ramène à l'étude d'une dichotomie majeure qui intervient au cours de l'évolution biologique: la dichotomie de l'évolution artificielle. Cette évolution représente une déviatiion par rapport à l'évolution générale, elle s'instaure du fait de l'homme, dès avant que celui-ci ne cultive et ne domestique. L'étude des origines des plantes cultivées se ramènera d'abord à tenter de comprendre quelles furent ces phases lointaines qui précèdent la culture, à tenter de comprendre l'instauration progressive des mécanismes de production des plantes domestiques que nous connaissons. Instauration qui demande d'immenses durées et le support des plantes dans leur milieu spatial. Nous aboutirons à cette notion, qu'il n'y a le plus souvent d'origine géographique des plantes cultivées que pour la pensée première et quelque peu préscientifique. Il y a par contre une genèse des mécanismes avec ses aspects temporels et géographiques. La science des origines est essentiellement une biogénétique.

D'où, ce seront aussi nos conclusions, le pas donné sur les méthodes historico-linguistiques, aux méthodes archéologiques et surtout aux méthodes biologiques.

CHAPITRE I

LA NOTION D'ORIGINE DES PLANTES CULTIVÉES DANS LE PREMIER QUART DU
XIX^e SIÈCLE

C'est HUMBOLDT qui peut-être marque le premier pas notable, avec son "Essai sur la géographie des plantes" (1807).

Plusieurs pages de cet Essai sont consacrées à des considérations sur les plantes cultivées. En fait celles-ci viennent tout naturellement dans le cadre des préoccupations générales sur les facteurs intervenant dans la migration des végétaux: vent, courants, oiseaux, et surtout l'homme.

Ces considérations n'apportent presque rien, mais elles montrent ce qu'était l'état des connaissances à ce moment-là.

Aucune méthode d'étude n'est proposée.

Aucune opinion n'est étayée.

HUMBOLDT fait état des énormes migrations des plantes cultivées du fait de l'homme. Cette simple notation d'évidence comporte cependant une implication importante: la possibilité du phénomène d'acclimatation. Elle entraîne, par ailleurs, HUMBOLDT à reconnaître l'intérêt présenté par les plantes cultivées dans l'histoire des migrations et des actions de l'homme.

L'intérêt biologique n'est pas encore reconnu. Nous sommes devant une position de renoncement et d'ignorance. Les connaissances sont extrêmement vagues et se réduisent généralement à des emprunts aux Anciens.

Les plantes cultivées depuis les temps les plus reculés ont accompagné l'homme d'un bout du globe à l'autre.

A l'appui de cette importante notion, il cite: - pour l'Europe, la Vigne, le Froment, le Cotonnier qui ont suivi respectivement les Grecs, les Romains, les Arabes.

- pour l'Amérique, le Maïs associé aux Tultèques, les Patates et le Quinoa associés aux habitants de l'ancienne Condinamarca.

Nous avons très peu de données sur ces migrations et elles sont toujours extrêmement vagues et incertaines: on les trouve dans les récits des voyageurs et dans les textes anciens.

Nous connaissons par exemple le fait de la concentration des arbres fruitiers au Sud de la Caspienne et dans les montagnes du Kurdistan (il s'agit là, nous le verrons, d'un centre de VAVILOV): Citronniers, Grenadiers, Cerisiers, Noisetiers ... couvrent le sol.

De ce fait, HUMBOLDT n'ose tirer aucune conclusion. Et nous allons voir qu'il y a à cela des raisons théoriques.

Nous savons par ailleurs que les pays fertiles situés entre l'Euphrate et l'Indus, entre la Caspienne et le Golfe Persique ont fourni les plus précieuses productions à l'Europe: le Noyer et le Pêcher viennent de Perse, l'Abricotier d'Arménie, le Cerisier et le Marronnier d'Asie Mineure, le Figuier, le Poirier, le Grenadier, l'Olivier, le Frunier, le Murier de Syrie. Du temps de CATON, écrit HUMBOLDT, les Romains ne connaissaient encore ni cerises, ni pêches, ni mûres. HESIODE et HOMERE font mention de l'Olivier cultivé en Grèce. On trouve, ajoute -t-il, cultivés côte à côte aux Indes: le Café d'Arabie, la Canne à sucre de la Chine, l'Indigo d'Afrique.

Mais tout cela ne nous renseigne pas sur les origines. En ce qui concerne les Céréales, nous sommes dans l'ignorance la plus complète. Nous ne savons rien du Froment, ni de l'Orge, ni de l'Avoine, ni du Seigle. "Le Seigle paraît même ne pas avoir été cultivé par les Romains".

On peut simplement dire ceci: on a prétendu avoir trouvé sauvages l'Orge en Tartarie, le Triticum spelta (Epeautre) en Arménie, le Seigle en Crète, le Froment à Baschiros, en Asie.

Le Bananier, le Papayer, le Manioc, le Maïs n'ont jamais été trouvés à l'état sauvage. La Pomme de terre non plus.

Il écrit: "La patrie des plantes cultivées est aussi peu connue que celle des différentes races d'hommes". Ou encore: "Elle est aussi impénétrable que la première demeure de tous les animaux domestiques". Ou encore, en ce qui concerne la Pomme de terre: "Quelque recherche que j'aie pu faire sur les lieux je n'ai jamais appris qu'aucun voyageur l'ait trouvée sauvage, ni sur le sommet de la Cordillère du Pérou, ni dans le royaume de la Nouvelle Grenade où cette plante est cultivée avec le Chenopodium quinoa".

La recherche des origines se heurte à une impossibilité théorique.

HUMBOLDT répète après d'autres (au XVIIIe siècle) qu'il est impossible de reconnaître les plantes cultivées redevenues sauvages des plantes sauvages véritables. Position déterminée par sa conception de l'espèce. HUMBOLDT est fixiste et sa conception n'est sans doute pas loin de celle de LINNE. Les espèces sauvages sont des créatures, un donné. Seules elles sont vraies constantes et éternelles. Les variétés domestiques ne sont que des monstruosité anomalies dues à l'éleveur ou au jardinier et ne pouvant avoir qu'une vie brève; abandonnées à elles-mêmes elles disparaissent ou font retour à la forme sauvage. Cette position de principe entraîne deux conséquences primordiales:

1) une théorie du retour à l'état sauvage: elle pose qu'il existe un obstacle théorique absolu à la recherche de l'origine des plantes cultivées.

2) l'origine en question n'étant d'ailleurs qu'une origine géographique. Il ne viendrait pas à l'idée de HUMBOLDT de s'interroger sur les mécanismes.

En conclusion, l'oeuvre de HUMBOLDT est d'abord un aveu d'ignorance et un refus de connaissance. Elle a le mérite d'attirer l'attention sur le sujet et de mettre en avant deux importantes notions:

1) l'immense migration des variétés domestiques (d'où l'acclimatation).

2) l'incapacité où nous sommes de reconnaître les prototypes sauvages (cas du Bananier, du Papayer, du Manioc, de la Pomme de terre, etc.).

S'il fallait indiquer le niveau de l'époque nous citerions volontiers un texte de 1870, "Lettres à M. A.MILLIN", dû à un naturaliste assez obscur, HENCKEL de DONNERSMARCK (Léo). Dans ce texte intitulé "Sur les changements qu'éprouve le lieu des plantes", HENCKEL définit ce qu'il appelle le lieu. Chaque espèce a son lieu, c'est-à-dire un espace de la surface du globe qui lui est propre et qui est "adapté à l'organisation intérieure de ses individus". L'étendue en est déterminée originellement de la manière la plus précise par la nature. Et il loue la sagesse infinie de celle-ci:

"Elle sut établir des rapports visibles entre les plantes d'une contrée et les animaux qui l'habitaient, elle fit trouver à l'homme, dans les productions végétales de sa patrie, la nourriture dont il avait besoin, et des remèdes pour ses maux".

Mais le lieu originel a ses vicissitudes: il y a, opposées aux indigènes, des plantes exotiques, des espèces acclimatées ou naturalisées.

D'où l'existence de deux lieux: le lieu nécessaire, déterminé par la nature à l'origine (causes inhérentes à la nature végétale) et le lieu accidentel (causé par des agents externes positifs).

On voit, à lire ces lignes, que la science des origines n'a pas encore démarré. Nous sommes pratiquement au XVIIIe siècle. Fixisme, créationnisme, harmonie préétablie. On accepte comme un donné providentiel, l'équilibre des rapports entre la nature et l'homme. On ne tente aucune explication.

Robert BROWN (1818).

Au début du XIXe siècle le terrain commençait à être bien préparé pour l'attaque du problème des origines des variétés domestiques. L'intérêt porté par HUMBOLDT, malgré son aspect négatif, avait marqué. Par ailleurs dans la deuxième moitié du XVIIIe siècle on avait beaucoup expérimenté sur les plantes cultivées: Tabac, Pois, Maïs, etc..

Avec R. BROWN, le grand savant anglais, un pas notable sera accompli. Et cela par le biais d'une publication (1) assez secondaire, et qui ne porte pas principalement sur le sujet des plantes cultivées.

BROWN s'oppose implicitement au pessimisme de HUMBOLDT. Pour lui l'origine géographique est connaissable. Elle est d'ailleurs bien connue pour tout un lot de plantes.

Il énonce même une règle, que reprendra CANDOLLE, pour procéder à la recherche. Voici cette règle:

On peut se référer à la distribution géographique des espèces sauvages d'un genre dans la recherche de l'origine d'une espèce

(1).-"Observations, systematical and geographical, on Professor Christian Smith's collection of Plants from the vicinity of the river Congo" in Captain J.K. TUCKEY "Narrative of an expedition to explore the river Zaire", London, 1818.

cultivée. L'espèce cultivée est originaire d'un lieu situé dans l'aire de distribution des autres espèces du genre. Si une plante se trouve cultivée dans un pays où ne se rencontre aucune autre espèce du genre, la plante cultivée en question est introduite.

Cette règle n'est d'ailleurs à utiliser qu'avec la plus grande prudence, BROWN en est conscient. Elle n'est qu'un argument, et non le meilleur, parmi d'autres.

EXEMPLES: - le Bananier (Musa) est asiatique, car il n'y a pas de Musa spontanés en Afrique (si l'on met à part une très singulière plante que l'on a longtemps confondue avec les Musa sous le nom de Musa ensete).

- le Papayer est américain car les autres espèces sont américaines.

Le cas du Papayer montre bien que l'argument botanique n'est d'ailleurs que secondaire. BROWN fait remarquer qu'une plante aussi remarquable n'a pas de nom sanscrit: c'est là un argument linguistique à lui seul presque décisif.

Même argument pour le Capsicum qui, dans les îles malaises, est appelé de noms mexicains (Tchilli, Lada Tchilli). Même argumentation encore au sujet du Tabac (Nicotianum).

BROWN constate que la plus grande partie des plantes cultivées dans le Congo sont des plantes introduites, mais il pense qu' "il peut être établi avec confiance que le Maïs, le Manioc, l'Ananas ont été apportés en Afrique d'Amérique, et probablement la Papaye, le Capsicum, le Tabac; tandis que le Bananier, la Lime, l'Orange, le Tamarinier et la Canne à sucre peuvent être considérés comme d'origine asiatique".

Il y a cependant des cas douteux sur lesquels BROWN n'ose se prononcer.

EXEMPLES: le Cocotier (il semble originaire des côtes de l'Asie équinoxiale et cependant les autres espèces du genre Cocos sont

américaines), l'Arachide (Arachis hypogaea).

Sur d'autres plantes sa conviction est bien établie: le Palmier à huile (Elaeis guineensis) et le Raphia vinifera sont des plantes africaines.

Conclusion.

HUMBOLDT avait dit: la patrie des plantes cultivées est inconnaisable. En particulier nous ignorons totalement celles du Bananier, du Papayer, du manioc, du Maïs. BROWN récuse cette conception. Il esquisse deux méthodes fondamentales de recherche: l'une botanique, l'autre linguistique. Il donne une première réponse aux problèmes insolubles de HUMBOLDT: le Bananier est asiatique. Le Papayer, le Manioc, le Maïs sont américains. La recherche est nettement amorcée.

CHAPITRE II

CANDOLLE ET DARWIN. POSITION DES PROBLEMES ET DES PRINCIPES. DEFINITION
DES METHODES.

I.- Alphonse de CANDOLLE.

En 1855 Alphonse de CANDOLLE publie son gros ouvrage de Géographie botanique raisonnée en deux volumes. Tout un mémoire de près de deux cents pages sur l'origine géographique des plantes cultivées y est incorporé. C'est la première grande publication sur cette question.

Il faut noter cependant quelques années auparavant, la publication de GODRON intitulée "De l'espèce et des races dans les êtres organisés" (1848, 1849). GODRON distingue soigneusement:

- 1) les animaux et les végétaux considérés à l'état sauvage.
- 2) les animaux domestiques et les plantes cultivées.

C'est une étude, non de géographie comme celle de CANDOLLE, mais de biologie: elle se fixe comme objet la variation et l'adaptation en fonction du milieu (climat, sols, culture, etc.).

Il conclut en faveur du fixisme. Chez les espèces sauvages la variation serait extrêmement réduite. Chez les plantes et animaux domestiques elle est par contre importante mais due à la culture. L'étude comparative des espèces sauvages et cultivées n'ouvre chez lui aucune perspective.

Comme GODRON, comme NAUDIN aussi (1852), CANDOLLE est amené à faire une étude comparative des plantes cultivées et des espèces sauvages, étude qui sera l'une des grandes préoccupations de DARWIN et de WALLACE.

Il faut noter dès maintenant que les préoccupations de CANDOLLE se situent dans le cadre géographique. Comme HUMBOLDT il est amené à la considération des plantes cultivées dans une recherche consacrée à la géographie des plantes. Mais on ne se limite pas à la géographie sans se justifier. La géographie est au départ, comme elle le sera chez DARWIN ou chez WALLACE, les deux découvreurs de la théorie moderne de l'évolution. Mais à la différence de ceux-ci CANDOLLE s'est enfermé dans la géographie par refus d'un examen vraiment scientifique des faits relatifs à la variation et à l'espèce. Il y a lieu de distinguer d'une part la position de CANDOLLE au sujet des espèces et de l'évolution, d'autre part sa position au sujet des plantes cultivées.

A.- Les vues de CANDOLLE au sujet de l'espèce et des races.

En 1855, CANDOLLE est fixiste; il ne veut croire qu'à la constance des espèces. Il soutient, selon la tradition établie au XVIII^e siècle, que les causes sont nombreuses et convergentes.

- a) pour maintenir la constance des espèces
- b) pour bloquer la production des formes nouvelles.

Il distingue la variété de la race.

La variété est à ses yeux une disposition physiologique que l'on conserve par des moyens de reproduction végétative.

La race est un état de plus grande différenciation que l'on maintient par la reproduction sexuelle.

Et l'on passe de la variété à la race, c'est-à-dire de la variation accidentelle ou monstruosité à la race (héréditaire). Mais ce passage est extrêmement difficile.

En fait, CANDOLLE introduit ici une distinction essentielle entre les plantes cultivées et les plantes sauvages. Dans les deux catégories de plantes se forment des races, mais dans un cas, on peut prétendre connaître, c'est le domaine des plantes cultivées, dans l'autre, le domaine des plantes sauvages, la con-

naissance est impossible. Le domaine des plantes cultivées est celui des causes actuelles.

Les causes actuelles ce sont d'une part la flexibilité attachée aux plantes cultivées, d'autre part l'action éneraigue de l'homme. L'homme sélectionne les variants qui l'intéressent. Nous sommes dans le connaissable.

En ce qui concerne les espèces sauvages, l'homme n'a plus aucune part. Les races se forment par elles-mêmes du fait de deux facteurs, l'un d'ordre temporel, l'autre d'ordre géographique: ce sont le temps très long, et l'isolement qui sont responsables de la production des races. Facteurs que l'homme n'a aucun moyen de connaître car ils relèvent du passé. En ce qui concerne la nature sauvage, nous sommes donc dans l'inconnaissable. L'étude parallèle des races naturelles et des races cultivées conduit à un jugement négatif quant à l'enseignement à tirer de cette étude; elle se ramène pratiquement à la négation d'un fond commun entre les deux phénomènes. Les arguments de CANDOLLE pour appuyer la difficulté que rencontre la différenciation des races naturelles sont concrétisés par trois faits:

a) les espèces introduites aux Etats-Unis depuis plusieurs siècles n'ont pas produit de variétés.

b) il y a une limite géographique fixe des espèces; il ne se produit donc pas d'acclimatation.

c) les hybrides ne peuvent pas se maintenir car des croisements avec les parents les ramènent aux formes initiales.

La différenciation conduisant aux races se fait cependant grâce aux facteurs temps et isolement. L'isolement dû aux bouleversements géologiques (formation d'îles ou d'archipels) assure la durée et la consolidation aux variations ou la disparition des chaînes d'intermédiaires de formes.

"Il n'y a aucune raison de croire que les races spontanées soient moins durables que les races de plantes cultivées. Au contraire, car les espèces cultivées étant flexibles (c'est une des causes pour lesquelles on les cultive) leurs modifications doivent, en général, être moins stables".

L'étude comparative de la nature sauvage et de la nature domestique conduit CANDOLLE à une conclusion:

"Le temps et les changements géologiques opèrent alors ce que l'homme fait quand il veut créer des races de végétaux".

Cette phrase semble impliquer une communauté des mécanismes, mais CANDOLLE ne va pas au-delà. Tout au plus accepte-t-il la formation de ce qu'il appelle des quasi-espèces.

Exceptionnellement, et dans une mesure très limitée, il peut se produire des quasi-espèces, c'est-à-dire des espèces très voisines de l'espèce-souche. Un peu plus que des races, un peu moins que de véritables espèces. La porte est à peine entr'ouverte à l'évolution.

C'est en partie la théorie de LECOQ et d'Isidore GEOFFROY SAINT-HILAIRE pour qui les espèces seraient dérivées d'autres formes spécifiques moins nombreuses. LECOQ soutenait en outre que les espèces comme les individus, comme les races, varient le plus dans leur jeunesse. D'où cette règle: Les genres de plantes, anciens par rapport à d'autres, doivent avoir:

- a) des espèces plus arrêtées, plus incontestables.
- b) un plus grand nombre d'espèces.

Les genres Viola, Thalictrum, Rosa, Rubus seraient des genres non finis, des genres qui se préparent par des variations à former des races lesquelles deviendront peu à peu des espèces.

La notion de concentration des formes spécifiques en tant qu'opposée à la théorie de la dérivation des espèces.

On pourrait penser que l'isolement et le temps jouent au-delà de la formation de la race et admettre la production d'espèces. Il n'en est rien. Le fait que la grande majorité des espèces apparentées se trouvent rapprochées et quelquefois accumulées dans le même pays contredit la production naturelle par l'isolement et le temps. C'est le cas des Erica du Cap.

Les causes extra-naturelles.

Il faut nécessairement faire appel à des causes extra-naturelles.

A l'origine il y a ou une loi physique (hypothèse de LAMARCK) ou une création. Mais dans les deux cas il s'agit d'une cause extra-naturelle, car la monade de LAMARCK a elle-même été créée.

Cette position de principe de CANDOLLE est aussi une position de renoncement. On ne peut pas prétendre connaître une origine autre que géographique. Ses problèmes se limitent à trois:

- 1) Les espèces actuelles sont-elles parties d'un ou de plusieurs pays différents ? (Géographie. Où?).
- 2) ont-elles été créées à des époques successives (Temps. Quant ?).
- 3) ont-elles eu à l'origine un seul représentant ou plusieurs? (Renseignement bénin sur le mode. Comment ?).

Voici les réponses de CANDOLLE:

1) s'appuyant sur la géologie de son temps CANDOLLE admet l'existence de centres de végétation. Et cela depuis des époques très anciennes, et sans interruptions, mais ces centres ont plus ou moins varié en position, en nombre, en forme, en nature (climat).

2) la naissance des espèces a été successive. La paléontologie, notamment avec BRONGNIART, enseignait à l'époque que le nombre des espèces avait augmenté, que les couches anciennes (houillier) offraient entre elles plus de similitude qu'avec les

époques récentes, lesquelles ont leurs espèces propres, qu'il y a progression, apparition d'espèces de mieux en mieux organisées:

- Cryptogames et Phanérogames peu compliquées (plantes marines et d'eaux douces) à la base.
- au Tertiaire les Dicotylédones deviennent abondantes.
- dans la période actuelle les plantes à ovaire infère (Composées) et les Gamopétales abondent.

Donc espèces de plus en plus en plus nombreuses, successives et de plus en plus parfaites.

CANDOLLE admet ces résultats, et ses travaux les assimilent.

3) en ce qui concerne l'origine à partir d'un point ou de plusieurs, il n'écarte aucune possibilité.

Conclusion sur CANDOLLE quant au problème de l'origine des espèces.

CANDOLLE s'est approché de la découverte de l'évolution. Il a retenu les faits frappants qu'apportaient les grands travaux de l'époque: ceux de L. von BUCH, de HUMBOLDT, de DARWIN, de HOOKER, de BROWN, de BRONGNIART, etc.. Et tout particulièrement ceux mis en avant par DARWIN dans son Journal (1852) et relatifs aux Galapagos.

Nous nous arrêterons longuement à la comparaison de CANDOLLE et de DARWIN, car elle nous situe au coeur même du sujet que nous nous proposons d'analyser.

Les faits cruciaux, DARWIN les avait notés et il avait posé le grand problème les concernant. Voici ces faits:

1) Comment expliquer que des îles comme les Galapagos aient des espèces spéciales à chacune d'entre elles, mais apparentées entre elles et aux espèces du continent américain ?

2) Comment expliquer que les espèces actuelles du continent américain soient spéciales à ce continent, mais apparentées (outre l'apparementement précédent) à des espèces fossiles du même continent ?

En 1852, DARWIN posait le problème, on le voit, en toute clarté. Il l'avait résolu, quant à lui, dès 1837. Cette façon de poser le problème (jointe aux résultats avancés par BRONGNIART) portait en elle sa solution. Mais CANDOLLE la refusa.

Sa réponse fut qu'il y aurait eu initialement une végétation uniforme répandue sur un continent plus vaste. Des événements, des catastrophes seraient survenus qui auraient abouti à l'isolement des espèces et à la destruction d'un bon nombre d'entre elles au cours des temps: d'où les espèces endémiques dans les îles, d'où les espèces fossiles.

"Tous ces phénomènes, écrit-il, font présumer une loi d'évolution ou plutôt de créations locales ... le lien entre les êtres organisés successifs d'une même partie du monde nous échappe à nous qui repoussons l'idée d'une transformation d'une famille dans une autre, d'un genre dans un autre, même d'une espèce véritable dans une autre; mais l'étude des faits géographiques et paléontologique nous ramène à l'idée d'un lien c'est-à-dire d'un rapport de cause à effet entre les êtres organisés d'une époque dans une région et ceux qui ont suivi dans la même région..."

En fait CANDOLLE n'explique pas les phénomènes d'apparementement.

Pour lui, la science comporterait trois degrés:

1) l'étude des faits de distribution géographique et des causes actuelles.

2) l'étude des phénomènes géologiques et paléontologiques.

3) la déduction de la loi principale de succession et de distribution géographique des êtres organisés.

Et notre auteur, en toute humilité, renonce aux points 2 et 3. Le point 3 est "le dernier mot de la science, qui ne sera peut-être jamais prononcé, à cause de l'insuffisance de nos moyens d'observation et de l'arrivée tardive de l'homme sur le théâtre des phénomènes qu'il voudrait comprendre et expliquer".

Nous sommes, rappelons le, en 1855. 18 ans plus tôt, DARWIN avait résolu ce point 3 en découvrant "la déduction de la loi principale" des phénomènes de succession et de distribution. WALLACE, à son tour, le résoudra en 1858.

La géographie botanique de CANDOLLE ne retient que 5 phénomènes relevant des causes actuelles, et donc du point 1 :

- 1) la délimitation des espèces, genres, familles sur la surface terrestre.
- 2) la distribution des individus d'une espèce dans une aire.
- 3) l'origine géographique et l'extension des espèces cultivées.
- 4) les naturalisations d'espèces et le phénomène inverse de la rareté croissante.
- 5) la disparition d'espèces contemporaines de l'homme.

Car dit CANDOLLE, en une parole prophétique au sujet des causes primitives et antérieures :

"l'activité croissante de l'homme les efface tous les jours, et ce n'est pas un des moindres mérites de notre civilisation moderne de constater une multitude de faits dont nos arrières-neveux n'auront plus de preuve matérielle visible".

B.- CANDOLLE et les plantes cultivées (1855).

Nous avons dit que deux hommes ont fondé la science de l'origine des plantes cultivées : CANDOLLE et DARWIN. L'un est complémentaire de l'autre. La position de CANDOLLE devant le problème de l'espèce le rejetait parmi les naturalistes du XVIIIe

siècle. Il ne fera pas faire le moindre progrès à la biologie des plantes cultivées. Par contre, prenant les plantes comme un donné, comme des objets dans la main des hommes, il sera le premier grand ethnobotaniste.

L'intérêt porté par CANDOLLE à l'origine géographique des plantes cultivées tient à ce que, pour lui, cette étude est susceptible d'éclairer l'histoire générale des peuples (idée déjà chez HUMBOLDT). Il la considère aussi comme intéressante par elle-même, pour les problèmes qu'elle pose (mais ce sont des problèmes totalement étrangers à la connaissance des plantes et de leurs lois; il cite: création et distribution surnaturelles, disparition de continent, modification par l'action de l'homme, etc.).

Les méthodes préconisées et mises en pratique par CANDOLLE sont évidemment liées à ses conceptions théoriques. En 1855, elles sont de deux ordres, les unes botaniques, les autres historico-linguistiques.

Les Méthodes condolléennes.

1.- La Méthode botanique.

Elle se ramène au cadre géographique. Elle n'est jamais une étude biologique des plantes en question. Les Plantes sont un donné, on en étudie les déplacements. L'ancêtre sauvage est toujours supposé exister quelque part. La recherche consiste à le localiser en utilisant les herbiers, les récits de voyages, les Flores.

Par ailleurs la règle de BROWN est, bien entendu, reprise. Et toutes considérations sur la culture.

- les cultures anciennes se rencontrent sur le continent et sur les îles voisines.

Si une culture manque dans les îles voisines d'un continent où elle est pratiquée, elle peut être nouvelle.

De même si présente dans les îles et absente du continent.

- l'extension, la généralité de la culture sont un indice de non ancienneté.
- de même la concentration variétale.

2.- Les Méthodes historiques et linguistiques.

- la méthode historique fait appel aux témoignages authentiques.
- la méthode linguistique repose sur l'utilisation des noms, leur nature, leur nombre. Notamment le sanscrit (langue sacrée et littéraire de l'Inde, du groupe indo-européen), l'hébreu, le grec, le latin.

On recherchera des traces de langues disparues telles que celte, slave, germain.

La diversité des racines parmi les noms vulgaires montre :

- ou l'existence originelle d'une plante sur des pays étendus (avant la dispersion des peuples) : cas du Grenadier, du Houblon, du Poirier.

- ou une confusion de plusieurs espèces habitant des pays divers et que les hommes auraient échangées : cas du Coton, du Lin, du Chou.

Nous retiendrons ici le Grenadier et le Chou tels qu'ils sont présentés dans l'étude de CANDOLLE.

LE GRENADIER, Punica granatum.

Faits historiques

- considéré par les auteurs comme originaire de la côte septentrionale d'Afrique.

- les Romains (PLINE) avaient tiré l'espèce de Carthage et avaient appelé le fruit Granatum (à cause de ses graines) ou Malum punicum.

Faits botaniques

- pour DESFONTAINES, l'espèce croît spontanément dans les Montagnes d'Afrique du Nord.
- pour MUNBY, elle croît spontanément, mais toujours aux environs des jardins (Flore d'Alger).
- d'après RICHARD, le Grenadier est cultivé en Abyssinie, mais non spontané.
- d'après BOISSIER, il est sauvage en Asie Mineure.
- d'après LEDEBOUR, il est sauvage en Arménie et dans le Midi du Caucase.

Faits linguistiques

- le nom arabe Rumman, Ruman, Roumonan, chedjerat erommana, Rana, ... vient de l'hébreu Rimmon; du chaldéen Rimmona (J.BAUHIN). Le nom persan Anar a donné Nar en turc et des noms indiens. Le nom sanscrit est Darimba. Plusieurs villes ou localités de la Palestine tiraient leur nom de celui du Grenadier (HILLER).

En conclusion, l'espèce existait anciennement à Carthage (près de Tunis), mais elle était originaire de Palestine. D'après l'histoire, on peut affirmer que les Carthaginois l'avaient reçue de Tyr en Phénicie. L'espèce est originaire d'Asie occidentale.

CANDOLLE se prononce donc contre l'opinion admise d'une origine africaine du Grenadier.

Cette thèse est reprise et développée en 1882; en se fondant principalement sur un facteur linguistique: si le Grenadier avait été sauvage en Afrique du Nord et dans le Sud de l'Europe, les latins auraient eu un grand nombre de noms originaux pour le désigner et non pas seulement Granatum (de granum ?) et Malus punicum.

Le nom sémitique rimmon a prévalu en grec et en arabe, et même chez les berbères. La patrie peut être précisée: la Perse et les pays environnants. La culture s'est répandue ensuite, avant l'ère chrétienne, vers l'Ouest, puis en Chine (par Chang-Kien).

Cette étude de CANDOLLE fondée sur des arguments historiques, philologiques et botaniques a été confirmée pour l'essentiel par les travaux les plus récents. La culture du Grenadier a dû prendre naissance en différents points de l'aire de distribution de l'espèce sauvage (Iran, Transcaucasie, etc.). Son origine n'est pas méditerranéenne.

LE CHOU, Brassica oleracea.

Données botaniques.

On admet généralement que la souche serait B. oleracea L. des côtes d'Angleterre, du Danemark, du N-O de la France (BOSC, Pyrame de CANDOLLE, BREBISSON).

On ne doutait pas à l'époque de l'indigénat du Chou sur les côtes de la Manche (CORBIÈRE, 1893, cite différentes localités du Chou sauvage, notamment Granville).

D'autres espèces, pense CANDOLLE, ont été rapportées à B. oleracea ou ont été confondues avec lui: B. balearica, B. insularis (Sardaigne), B. cretica.

CANDOLLE pense qu'il s'agit en gros d'une grande espèce collective s'étendant depuis l'Atlantique jusque vers la mer Noire et la Méditerranée.

Dans cette immense aire les variétés cultivées ont pu se manifester en différents points, et notamment à partir des formes de la Méditerranée.

Documents historico-philologiques.

Ils conduisent aussi à l'hypothèse d'origines multiples pour les Choux cultivés.

La grande masse des noms appliqués aux variétés cultivées dérivent de 4 racines distinctes:

- langues asiatico-européennes et celto-slaves : Kap, Cap (tête en celte), (Caput en latin).

chou en tête : cabus, choux cabus

cabbage

kapes kraut (all.)

kappust (esth.), etc...

- celtiques : Bresic d'où viendrait Brassica Berza des espagnols, Bersych des gallois, etc..

- celto-germano-grec : Caul
Kaol (breton)
Kaulion des grecs
Caulis des latins.

- greco-germanique : Cramb
Krumb, Karumb des Arabes
Kraut des Allemands.

Ces faits sont incompatibles avec l'idée que toutes les races du Chou viendraient du B. oleracea sauvage sur les côtes occidentales de l'Europe. Les peuples primitifs de l'Europe n'avaient pas de migrations vers la Méditerranée et vers la Mer Noire.

Dans son livre de 1883, à la suite des travaux des philologues, CANDOLLE modifiera considérablement son étude, mais il parlera d'une origine européenne.

En fait c'est une très belle étude, très fouillée, et parfaitement documentée. On ne pouvait certainement pas mieux faire à l'époque notamment dans l'utilisation des documents historico-philologiques. Les Choux étaient mal connus sur le plan taxonomique. Les travaux entrepris depuis ont fait progresser nos connaissances biologiques, mais le problème des origines reste posé.

En fait il y a tout un lot d'espèces étroitement apparentées au B. oleracea

<u>B. atlantica</u> (Coss.) Schulz		Algérie, Tunisie
<u>B. balearica</u> Pers.	2n = 18 chr.	Majorque
<u>B. insularis</u> Moris		Corse, Sardaigne
<u>B. cretica</u> Lam.		
<u>B. montana</u> Poiret	2n = 18 chr.	Espagne, S. France, Italie
<u>B. rupestris</u> Raf.	2n = 18 chr.	S. Italie, Sicile.

NIEUWHOF (1969) pense que dans l'état actuel de nos connaissances, il semble raisonnable de parler de monophylétisme; l'origine de tous les Choux cultivés serait l'Europe du Sud.

Il met en avant notamment la relation linguistique des mots tels que broccoli (boroccoli dans la vieille littérature) et borecale (kale) pour désigner des formes très éloignées l'une de l'autre morphologiquement et écologiquement.

CONCLUSIONS.

- la position fixiste de CANDOLLE en ce qui concerne les espèces le condamnait de façon absolue sur le plan théorique.

- elle l'a empêché de prévoir les perspectives de la science de l'origine des plantes cultivées telle que nous la connaissons maintenant, mais elle ne l'a pas détourné, dans le cadre de son époque, de faire une oeuvre capitale. Abstraction faite de l'avenir des recherches, il y avait une énorme tâche à accomplir vers 1860 : CANDOLLE s'y est adonné à la perfection.

Les points suivants ressortent de son oeuvre :

1 - Les plantes cultivées, étant liées à l'homme, relèvent d'un temps limité. On peut donc se dispenser de toute considération relative à l'origine absolue. Nous sommes en sécurité sur le terrain des causes actuelles. Les plantes cultivées sont presque un donné.

2 - Elles ont été obtenues par la culture, mais à partir de plantes sauvages peu différentes des plantes cultivées.

3 - A la différence des espèces sauvages, les plantes cultivées ne résultent pas d'une intervention miraculeuse de la divinité (comme le croyait HUMBOLDT).

4 - Leur habitat primitif n'a pas été dénaturé ou submergé à la suite de disparition de continents.

5 - Les plantes-souches sauvages étant peu différentes des espèces cultivées, on peut les retrouver dans la nature.

- 74% des espèces étudiées ont été retrouvées à l'état sauvage.
- les espèces qui ont été d'abord cultivées en Europe ont toutes un prototype sauvage connu.
- les espèces inconnues à l'état spontané sont toutes des plantes dont la culture a commencé dans les pays encore mal explorés.

6 - Dans le rapport entre la répartition des plantes utiles et la prospérité des sociétés humaines, CANDOLLE pense que l'épanouissement des sociétés est la conséquence de la présence de plantes utiles importantes. En d'autres termes les grands foyers de l'agriculture ont été déterminés par la présence de plantes utiles remarquables.

- Ex. - les E.U. n'avaient ni plantes utiles, ni plantes nutritives.
- l'Europe était assez mal pourvue par rapport à l'Asie.
 - la Nouvelle-Zélande, le Cap n'ont pas fourni de plantes u-

tiles. Les civilisations de ces régions ne se sont pas beaucoup développées.

- l'idée a un côté intéressant : elle renverse la croyance à une harmonie préétablie. D'autre part elle est partiellement fondée.

7 - Les vues de CANDOLLE sont optimistes: le progrès des découvertes géographiques et botaniques permettra de constater peu à peu la patrie d'origine et l'état primitif de toutes les plantes cultivées.

En résumé, l'idée-clé, chez CANDOLLE, tient à ce qu'il admet l'existence de plantes utiles extrêmement remarquables primitives et qui ont été pratiquement peu améliorées par la suite.
Ex.: Hordeum hexastichon

- L'excellence de ses résultats tient à ce que cette conception est parfaitement compatible avec l'application des méthodes historico-linguistiques et même phytochorologiques.

- Elle est par contre la négation même des méthodes biologiques qui allaient se développer à la suite de DARWIN.

- CANDOLLE a commis la faute décisive de refuser de reconnaître la communauté des phénomènes entre les espèces sauvages et les espèces cultivées. L'origine des plantes sauvages pose à ses yeux des "questions formidables sur lesquelles les espèces cultivées n'apprennent rien". Par la suite CANDOLLE deviendra darwinien, mais il ne changera pas pour autant ses vues sur ce point essentiel.

II.- Charles DARWIN (1859) et la conception biologique.

Au moment même où CANDOLLE parlait de questions formidables et de problèmes qui ne seront peut-être jamais résolus, DARWIN poursuivait ses travaux depuis 1837 précisément sur ces problèmes formidables écartés par CANDOLLE. Et depuis 1839 il pouvait en donner une solution.

Chez CANDOLLE, la géographie des plantes est conçue comme l'étude du déplacement d'espèces constantes; l'histoire comme une chronologie. Chez DARWIN l'histoire est génétique. La géographie est un facteur de l'histoire, un facteur de la genèse des espèces et non un simple cadre. Pas d'histoire sans géographie dans la genèse des organismes.

L'étude comparative des plantes et animaux à l'état sauvage et à l'état domestique.

Les espèces cultivées n'apprennent rien, disait CANDOLLE, sur l'origine des espèces.

A l'opposé de cette vue, DARWIN consacre les deux premiers chapitres de son livre sur l'origine des espèces à une étude comparative de la variation dans les espèces cultivées et dans la nature. "Dès le début de mes observations, écrit-il, il m'a semblé qu'une étude soigneuse des animaux domestiques et des plantes cultivées offrirait les meilleures chances d'éclaircir cet obscur problème". (problème de la variation et de l'adaptation).

Les différentes attitudes devant l'étude comparative en question.

WALLACE partira, lui aussi, d'une comparaison entre domestication et lois naturelles. Mais les attitudes de WALLACE et de DARWIN sont différentes.

Un auteur contemporain (Monsieur Camille LIMOGES) a contesté que DARWIN soit parti du concept de sélection artificielle (ou sélection par l'homme) et que celle-ci lui ait, comme il le prétend, servi de modèle. Si les vues de Mr. LIMOGES étaient acceptées, il faudrait admettre que la sélection artificielle, et de façon plus large l'étude des animaux et plantes domestiques n'auraient rien appris à DARWIN. Sous cet angle, DARWIN rejoindrait CANDOLLE.

Je ne pense pas que cette vue doive être acceptée.

DARWIN ne cherchait nullement un analogue de la sélection artificielle dans la nature, dit Mr. LIMOGES. Mais qui a jamais prétendu cela ?

Précisément DARWIN a vu très tôt que le véritable problème se posait au niveau de l'adaptation. Il s'efforce de trouver une solution scientifique (non finaliste) de l'adaptation et c'est dans son esprit l'équivalent naturel de la sélection par l'homme. Cela se passe en 1837.

Le créationnisme, l'harmonie préétablie, la théologie naturelle sont des solutions finalistes de l'adaptation.

La sélection humaine, selon l'expression de Mr. CANGUILHEM, n'a été qu'un modèle d'explication intermédiaire.

Au départ DARWIN savait qu'il n'était pas question de modèle, mais d'un mécanisme équivalent. Le modèle n'avait de valeur heuristique que dans la mesure où il permettait de découvrir non pas une copie, mais un mécanisme nouveau.

WALLACE ne parle pas de sélection naturelle, mais il n'en a pas moins procédé à une étude comparative (1858). L'idée centrale chez WALLACE c'est d'expliquer le comportement de la variété domestique dans la nature.

Si WALLACE a fait l'économie du concept de sélection naturelle, DARWIN, lui, fait l'économie du procédé wallacien en tentant, dès le début, la transposition nécessaire: la recherche d'un mécanisme automatique tenant dans la nature le rôle de l'homme dans la sélection artificielle. Il ne considère pas la variété domestique dans la nature, mais dans le milieu pour lequel elle est faite.

WALLACE met l'accent sur l'opposition de variétés essentiellement différentes, la ruine de l'une expliquant le succès de l'autre par la même loi.

DARWIN met l'accent sur l'identité des variétés domestiques et sauvages dans la mesure où chacune reste dans les conditions de son milieu générateur.

Dans les deux cas la comparaison joue, mais sous des angles différents. Elle entraîne WALLACE à une conclusion identique à celle de CANDOLLE et contraire à celle de DARWIN.

"Nous voyons donc, écrit-il, que l'observation des animaux domestiques ne peut fournir aucune donnée sur la permanence des variétés à l'état de nature. Les deux classes sont si opposées l'une à l'autre en toute circonstance que ce qui est juste par rapport à l'une est presque toujours faux par rapport à l'autre".

La comparaison à sens inverse chez GODRON et chez NAUDIN.

La comparaison s'imposait d'ailleurs à tous ceux que préoccupait la notion d'espèce.

"C'est en imitant la nature, écrivait GODRON en 1846, (Rapport sur le traité de Mr. LECOQ) qu'on peut espérer d'obtenir artificiellement les mêmes résultats auxquels elle parvient sans l'intervention de l'homme."

Quelques années plus tard, en 1852, Ch. NAUDIN, faisait une remarque voisine:

"La nature n'a pas procédé pour former ses espèces d'une autre manière que nous-mêmes pour créer nos variétés; disons mieux: ce sont ses procédés mêmes que nous avons transportés dans notre pratique".

- Pour CANDOLLE, pour WALLACE, l'étude des plantes et animaux domestiques ne nous apprend rien sur les espèces sauvages.

- Pour GODRON, pour NAUDIN, c'est l'étude de celles-ci qui est à la base de nos connaissances. On va du naturel à l'artificiel.

- La leçon de DARWIN est d'être allé de l'artificiel au naturel: sens que personne n'avait voulu admettre. Ainsi faisant il a démontré l'unité profonde des phénomènes relatifs à la spéciation.

A l'inverse de CANDOLLE dont nous avons souligné le renoncement, attitude dictée par des sentiments religieux, DARWIN, ne se préoccupe pas du où ni du quand, mais seulement du comment; la réponse au comment devant résoudre ipso facto les autres questions.

C'est la recherche du comment qui l'amène à poser l'équivalence des processus de variation et de production de formes nouvelles dans la sélection humaine et dans la sélection naturelle.

Avec DARWIN se trouve introduite la méthode fondamentale, la méthode biologique: l'étude de la variation et de la formation des taxons dans la nature et sous domestication.

C'est un transfert majeur sur le plan thématique.

DARWIN renouvelait complètement la science de l'origine des plantes et des animaux domestiques, dans ses principes et dans ses méthodes. La nouvelle conception comportait un certain nombre de conséquences relativement aux positions prises par CANDOLLE, lesquelles se trouvaient rejetées.

1 - Il n'y a pas de prototypes sauvages utiles extrêmement remarquables et améliorés avant la venue de l'homme.

CANDOLLE soutenait que la plupart des formes tranchées de Céréales existaient déjà il y a 3 ou 4.000 ans et avant qu'on eût essayé de les cultiver (1855, p. 930). Il s'appuyait sur ce fait pour affirmer qu'on devait généralement les retrouver à l'état spontané. Il faisait état de la grande antiquité des Céréales et autres cultures telles que l'attestaient en particulier les travaux de HEER sur les palafittes suisses (1866).

Il y avait aussi un autre argument avancé par LOISELEUR-DESLONGCHAMPS, à savoir que les mauvaises herbes associées aux cultures n'ont pas été améliorées.

Il y avait quelque chose de miraculeux dans cette conception encore bien marquée, semble-t-il, par la notion de nature providentielle.

DARWIN s'oppose à cette vue. Les travaux de HEER ne prouvaient qu'une chose, c'est que dès l'époque des palafittes, au Néolithique, l'agriculture était déjà très évoluée. Pour juger des origines, il faudrait pouvoir remonter bien plus haut.

Quant à l'argument de la non-sélection des mauvaises herbes, il repose sur une méconnaissance des principes de sélection (DARWIN, 1868).

La domestication est un processus.

Pour DARWIN, et c'est une notion toute nouvelle, il n'y a pas d'origine connaissable des plantes et animaux domestiques, la domestication est un processus étalé dans le temps (a slow process) (The origin of species, p. 40).

Les variations infimes, lentement accumulées et conservées par sélection inconsciente ont éloigné trop considérablement la plante cultivée de ses ancêtres (p. 37) pour qu'il soit possible de retrouver, de reconnaître ceux-ci. "Il semble inexplicable à

première vue, écrit-il dans son ouvrage sur la variation, que l'homme sauvage ait dans 3 parties éloignées du globe, découvert au milieu d'une multitude de plantes indigènes que les feuilles du Thé et du Maté et les baies du Caféier renferment un principe nutritif et stimulant, dont l'analyse chimique a plus tard démontré l'identité".

2 - Impossibilité théorique de retrouver l'origine des plantes cultivées.

CANDOLLE n'a absolument pas compris le mécanisme d'obtention des variétés cultivées = variations infimes, sélection des variations presque imperceptibles, accumulation au long des millénaires des variations, sélection inconsciente. Il n'est pas nécessaire qu'une importante variation se produise pour attirer l'oeil du sélectionneur celui-ci perçoit les plus petites différences.

On peut à peine dire qu'une variété sélectionnée, comme un dialecte ou une langue, a une origine définie (p. 40). Elles ne reçoivent un nom que lorsqu'elles deviennent bien distinctes et ont acquis de la valeur.

Dans les pays peu civilisés avec des communications précaires, l'expansion et la connaissance de quelque sous-variété seront un processus lent.

Quand les qualités de la sous-variété sont pleinement reconnues le principe de la sélection inconsciente tendra toujours lentement

- peut-être plus à une période qu'à une autre selon que la variété monte ou descend avec la mode,
- peut-être plus dans une région que dans une autre selon l'état de civilisation,

à ajouter aux traits caractéristiques de la variété. Mais le hasard sera infime de voir enregistrer le processus de changements aussi lents, insensibles et variables.

3 - Le critère du choix n'est pas l'aptitude à varier.

On admet souvent que le critère initial a été une tendance extraordinaire à varier, ou à résister à des climats divers.

Cette tendance est certainement de grande valeur, mais non au départ, estime DARWIN.

Les premiers sélectionneurs ne pouvaient pas prévoir cette aptitude. Le critère ne peut être connu puisque c'est l'expérience qui le révèle.

L'âne et le dindon n'ont que peu varié
Le renne ne supporte pas la chaleur
Le chameau ne supporte pas le froid.

DARWIN ne doutait pas que si d'autres animaux ou plantes égaux en nombre à nos productions domestiques et appartenant à des classes et à des pays aussi divers étaient pris dans la nature et subissaient une même série de générations sélectionnées, la variation serait en moyenne du même ordre que celle que nous connaissons avec nos animaux et plantes domestiques.

4 - Plantes cultivées et civilisations.

CANDOLLE avait noté que certains pays n'avaient pas fourni de plantes cultivées et il avait cité l'Australie, la Nouvelle Zélande, le Cap, pays pourtant anciennement peuplés et où "la population actuelle trouve des conditions excellentes de climat. Il citait aussi l'Europe (p. 985).

"La répartition primitive des espèces utiles à l'homme est assez curieuse" concluait-il.

DARWIN répond en 1859 (p.38):

"Si des siècles ou des milliers d'années ont été demandés pour améliorer ou modifier la plupart de nos plantes jusqu'à leur actuel état d'utilité pour l'homme, on peut comprendre comment il se fait que ni l'Australe ni le

Cap, ni quelques autres régions habitées par des hommes peu civilisés, ne nous ait apporté une seule plante méritant la culture. Ce n'est pas que ces pays, si riches en espèces, ne possèdent pas, par un étrange hasard, les stocks ancestraux de plantes utiles, mais que les plantes existantes n'ont pas été améliorées par une sélection continue jusqu'à un standard de perfection comparable avec celui obtenu avec les plantes des pays anciennement civilisés".

L'amélioration est liée aux civilisations.

Pour CANDOLLE, la civilisation dépendait de la présence de plantes utiles.

5 - Mono ou polyphylétisme.

Les deux modes pouvant intervenir, il est peu probable que l'on puisse arriver à une démonstration.

DARWIN a fait une recherche personnelle extrêmement poussée sur l'origine des pigeons domestiques. Et il est arrivé à la conclusion que toutes les variétés - et l'on sait qu'elles sont nombreuses et bien marquées - sont descendues du pigeon de roches, le Bizet, Columba livia.

Dans l'ensemble DARWIN incline au monophylétisme. Et cela à l'encontre des sélectionneurs de son époque. Ceux-ci avaient en effet tendance à croire qu'il y a autant de prototypes sauvages que de variétés. Dans ce cas il aurait eu en Angleterre 11 espèces sauvages de mouton alors qu'on n'y compte de nos jours qu'un seul mammifère particulier.

III.- L'opposition CANDOLLE-DARWIN (1882).

En 1882, CANDOLLE publie son gros ouvrage sur l'origine des plantes cultivées. 249 plantes cultivées y sont considérées, presque le double du nombre retenu en 1855. Il y rend hommage à DARWIN et à l'introduction dans la science de la notion de sélection, mais il reste, quant à l'essentiel, sur ses positions de 1855.

L'opposition CANDOLLE-DARWIN aurait dû donner lieu à une synthèse féconde, mais il n'en fut rien. CANDOLLE estime que l'apport de DARWIN ne touche pas à la question qu'il considère lui-même. "Les espèces cultivées ont peut-être changé avant la culture, dans leur aire et dans leur forme, mais cela relève de l'étude générale de la vie organisée et nous sommes concernés seulement par l'examen des espèces depuis leur culture ou un peu avant. C'est une grande simplification". D'où le choix de ses méthodes.

Pour lui les méthodes restent historico-philologiques et botaniques (il entend: "recherche dans les livres et dans les herbiers"). Il y ajoute, tenant compte des développements de la science, les méthodes archéologiques et paléontologiques.

La méthode biologique n'est pas reconnue.

Il a le sentiment que la science des origines des plantes cultivées, la recherche du où et du quand, dont il est pratiquement le fondateur est une science à peu près achevée.

"Il reste encore, écrit-il, plusieurs espèces qui sont inconnues à l'état sauvage".

"J'ai été capable de déterminer l'origine de presque toutes les espèces, quelquefois avec une absolue certitude, quelquefois avec un haut degré de probabilité".

Il admet cependant - et cela est nouveau - que les plantes ont pu tellement changer et à l'état sauvage et à l'état cultivé, depuis que leur histoire a commencé, qu'on ne peut plus les reconnaître comme appartenant à la même espèce.

- la Lentille, le Pois-chiche n'existent plus dans la nature.
- le Blé, le Maïs, la Fève (Vicia Faba), le Carthamus tinctorius (Compositae) sont très rarement trouvés à l'état sauvage, et sont en voie d'extinction.

- Le choix des espèces est plus important que la sélection des variétés.

Pour CANDOLLE, la conception de DARWIN sur la sélection ne vaut que postérieurement à l'établissement de l'agriculture. Il maintient son principe de la distinction des prototypes sauvages.

Initialement le choix des espèces est plus important que la sélection des variétés.

L'opposition avec DARWIN reste totale, au moins dans l'esprit. (CANDOLLE joue un peu dans le domaine de l'origine des plantes cultivées le rôle joué par BENTHAM dans la taxonomie des plantes; ce sont des fondateurs fermés à l'avenir de ce qu'ils fondent).

- Quelles sont les causes déterminantes de la mise en culture ?

Ce sont pour CANDOLLE

- que les plantes offrant certains avantages aux hommes soient présentes et faciles à utiliser.
- que le climat soit assez favorable, la sécurité suffisante.
- que la pression due à l'insuffisance des ressources (chasse, pêche, cueillette des plantes alimentaires telles que châtaignier, dattier, bananier, arbre à pain, etc.) soit assez sensible.

Il faut envisager aussi le cas des cultures introduites. Souvent des populations reçoivent leurs plantes cultivées d'autres peuples plus favorisés qu'eux par les conditions naturelles, ou plus évolués. C'est l'histoire de l'expansion du Blé, ou de celle du Maïs, de celle de la Patate douce, et celle du Tabac, et autres plantes, spécialement annuelles, largement diffusées avant la période historique.

- Pays d'agriculteurs et pays de nomades.

Les diverses conditions qui favorisent ou empêchent le développement de l'agriculture expliquent pourquoi il y a des pays d'agriculteurs et des régions de nomades.

Le Riz et plusieurs Légumineuses en Asie du Sud, l'Orge et le Blé en Mésopotamie, en Egypte, le Panicum en Afrique, le Maïs, la Pomme de terre, la Patate douce, le Manioc en Amérique, ont déterminé la création de centres d'origine d'où s'est faite la diffusion.

Dans le Nord de l'Asie, de l'Europe, de l'Amérique, le climat est défavorable, les plantes indigènes sont improductives.

L'Australie, la Patagonie, l'Afrique du Sud sont dépourvues de plantes utiles importantes.

Pourquoi l'agriculture ne s'est-elle pas établie le long des fleuves aux Etats-Unis, mais sur les plateaux du Mexique et du Pérou ? Peut-être parce qu'il n'y avait pas de plantes propres à la culture, répond CANDOLLE.

- EN CONCLUSION:

CANDOLLE n'a pas vraiment adhéré à la pensée darwinienne. La science des origines reste pour lui une science géographique, une science historique. Ce n'est pas une science biologique. L'application de ses méthodes l'a conduit à une étude limitée qui en tant que telle reste cependant une oeuvre capitale.

Notons qu'en dehors de son apport immense dans le domaine des faits, relativement à des centaines de plantes cultivées, il a esquissé la voie conduisant à la mise en évidence des centres d'origine de l'agriculture. Il en reconnaissait trois: la Chine, l'Asie du Sud-Ouest avec l'Egypte, l'Amérique intertropicale (il reconnaissait aussi des centres de végétation en ce qui concerne les plantes sauvages).

DARWIN est évolutionniste. Pour lui l'espèce résulte de l'application de lois naturelles, du fonctionnement d'un mécanisme naturel qui est essentiellement le même dans la nature et dans la production des variétés domestiques. Il n'y a pas de prototypes sauvages remarquables et privilégiés pour l'Homme, pas de sites privilégiés: la providence apparente liée aux plantes et aux sites, résulte d'une évolution au cours de laquelle sont intervenus des bouleversements géologiques. Ce ne sont pas des données, des points de départ, mais déjà des résultats, des phases marquant une fin. Le départ de CANDOLLE est pour DARWIN déjà une arrivée.

Partout sur le globe les ressources végétales dans leur ensemble ont été soumises à la sélection humaine inconsciente. L'Homme a tout mâché, tout essayé. De cette longue phase obscure sont sorties les plantes cultivées. Il s'est opéré une sélection inconsciente qui a conduit aux plantes du Néolithique, plantes de départ pour CANDOLLE.

Pas de plantes providentielles. Pas de sites providentiels.

L'origine n'est pas connaissable. Sur ce point le pessimisme de DARWIN s'oppose à l'optimisme de CANDOLLE.

La méthode d'étude, éprouvée par DARWIN dans son étude des pigeons, est la méthode biologique: l'étude directe du matériel, étude des lois de l'hérédité, étude de la différenciation, et de la genèse des taxons.

L'opposition CANDOLLE-DARWIN est essentielle et absolue sur les principes. En fait l'apport de CANDOLLE est magistral dans le cadre qu'il s'est fixé, car ce cadre s'insère dans le cadre général retenu par DARWIN. Les deux oeuvres se complètent. La science de l'origine des plantes cultivées s'est développée en prenant appui sur ces deux oeuvres. Elle est, pourrait-on dire, biphylétique.

Ce sont les développements ultérieurs qui montreront le bien-fondé des bases candolléennes et surtout darwiniennes.

CHAPITRE III

N.I. VAVILOV ET LE RENOUVELLEMENT DES CONCEPTIONS SUR L'ORIGINE
DES PLANTES CULTIVEES (1920-1940).

1.- Avec le savant soviétique N.I. VAVILOV, le problème de l'origine des plantes cultivées se trouve intégré en tant qu'élément essentiel à la science appliquée.

VAVILOV installe sa science au coeur même de la pratique et de l'application. CANDOLLE était un taxonomiste de cabinet; DARWIN un biologiste et un voyageur: tous deux s'adonnaient à une science spéculative. VAVILOV, formé à l'école du marxisme, veut lier le théorique et le pratique. Il introduit ici la science normative tournée vers l'efficacité pratique et immédiate.

En deux mémoires restés classiques, l'un publié en 1922 (La loi des variations parallèles ou loi des séries homologues de la variation), l'autre en 1926 (les centres d'origine des plantes cultivées), ses positions sont définies et largement exposées. D'autres publications suivirent jusque vers 1934. L'ensemble marquait une étape révolutionnaire. Les parties les plus importantes de son oeuvre publiée ont été éditées en anglais en un volume (1951) ("The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants", Chronica Botanica, New York). C'est à cet ouvrage que nous nous référerons.

2.- Méthode phytogéographique différentielle.

VAVILOV est plein de vigueur. Il prétend embrasser le monde. La méthode dite phytogéographique différentielle est en fait une méthode génético-géographique. Elle a pour champ d'action la surface entière du globe. Elle doit gouverner l'exploration, la connaissance des ensembles, et l'introduction des plantes.

Elle ne fait appel que comme complément ou confirmation aux méthodes prônées par CANDOLLE. VAVILOV les écarte comme trop générales, trop éloignées de la connaissance concrète des espèces et variétés, trop éloignées des besoins pratiques.

La Géographie de VAVILOV est très loin de celle de CANDOLLE le sédentaire, l'homme des herbiers et des bibliothèques, l'homme des promenades botaniques autour de sa maison.

La méthode vavilovienne consiste en une étude extrêmement poussée de l'espèce linnéenne conçue comme collection d'individus occupant du terrain et en voie de transformation et d'adaptation continues (conception de DARWIN).

Il s'agit d'une étude biologique serrée sur le vivant et expérimentale, sur tous les plans possibles: systématique, morphologique, génétique, cytologique, immunologique, etc. Etude de l'espèce, de sa distribution actuelle et passée, de ses variétés et races, de sa variabilité; étude de la concentration variétale, des caractères génétiquement dominant, des forme récessives, de leur distribution, etc..

La méthode de VAVILOV procède de l'oeuvre de DARWIN beaucoup plus que de celle de CANDOLLE. VAVILOV se préoccupe comme DARWIN de la variation, de l'adaptation, de la différenciation des races et des espèces, mais il survient à un moment où la génétique s'est beaucoup développée. Il en tire la leçon. On passe avec lui à une théorie des bases phytogéographiques de l'amélioration et à la méthode expérimentale.

3.- Les expéditions.

Cette méthode implique d'énormes moyens d'études: équipes d'exploration, collectes de masses de matériel vivant et étude sur le terrain des variétés, exploration couvrant le globe entier.

Les expéditions organisées par les soviétiques, sous l'impulsion de VAVILOV se sont traduites par un colossal butin. D'innombrables espèces et variétés nouvelles de Blé, d'Orge, de Pommes de Terre, etc.. ont été récoltées et étudiées.

Des dizaines, des centaines d'espèces de plantes cultivées seraient encore indigènes dans les régions où elles ont été mises en culture, notamment en Amérique et en Asie méridionale.

D'après la concentration des espèces et variétés cultivées endémiques, d'après aussi l'étude des techniques culturales VAVILOV a été amené à distinguer des Centres d'origine plus ou moins confondus d'ailleurs avec les berceaux de l'agriculture. Il en reconnaît 5 puis 8. Par la suite, et du fait d'autres auteurs (notamment JUKOWSKY) le nombre en fut augmenté.

Ainsi nous constatons que procédant par l'esprit et par la méthode de DARWIN, VAVILOV est amené à se rapprocher de CANDOLLE: il admet, comme celui-ci, l'existence actuelle des prototypes sauvages. Il développe par ailleurs la notion de centre d'origine. Nous verrons que comme CANDOLLE, et sans doute influencé par lui, il s'est mépris sur les véritables origines.

4.- Les Centres d'origine des plantes cultivées.

- 1 - Le Centre chinois (136 espèces): régions montagneuses du centre et de l'Ouest de la Chine, avec les pays environnants.

C'est le premier et le plus grand centre d'agriculture et d'origine des plantes cultivées dans le Monde.

C'est un centre très original caractérisé par des Millets (Panicum miliaceum L., P. italicum L.), le Sarrasin (Fagopyrum esculentum Moench), le Sorgho (centre secondaire), le Soja (Glycine hispida Maximowicz), les Légumes, les Fruitiers (milliers de variétés dont Abricotier, Pêcher, Jujubier), Prunus, Litchi, Kaki, des Bambous, des Citrus, etc.. Beaucoup de plantes

à bulbes ou à tubercules et plantes aquatiques (Dioscorea, Lilium tigrinum, Colocasia antiquorum, etc..)

2 - Centre indien (117 espèces) (y compris Assam, Birmanie).

C'est le lieu d'origine du Riz (Oryza sativa L.), de la Canne à sucre (Saccharum officinarum L.), d'un grand nombre de Légumes (Cicer arietinum L., Phaseolus mungo L., Dolichos lablab L., etc.) et de Fruitiers tropicaux (Mangifera indica L., Citrus sp., le Jacquier: Artocarpus integrifolia L., Garcinia indica Choisy, etc.), le Cannabis indica Lamarck, etc..

2a - Centre indo-malais (55 espèces),

avec l'Arbre à pain (Artocarpus communis Forst.), le Cocotier (Cocos nucifera L.), la Canne à sucre (Saccharum officinarum L.), le Bananier (Musa paradisiaca L.).

3 - L'Asie centrale (Punjab, Kachmir, Afghanistan, Tadjikistan, Uzbekistan, Tien-Shan) 42 espèces.

C'est un petit centre par l'étendue et par le nombre des espèces, mais c'est la patrie du Blé commun, Triticum vulgare Vill. et de beaucoup de Légumes: Fève (Vicia faba L.), Lentille (Lens esculenta Moench), Pois (Pisum sativum L.), Pois chiche (Cicer arietinum L.), etc..

4 - Le Proche-Orient (Asie Mineure, Transcaucasie, Iran, Turkmenistan), 83 espèces.

- 9 espèces botaniques de Blé y sont endémiques, 200 variétés sur un total mondial de 650. T. vulgare; l'Engrain (T. monococcum L.), le Poulard (T. turgidum L.), T. dicoccoides Körn, Aegilops sp., etc..

- Patrie du Seigle, où se trouve un grand nombre de variétés.

- Patrie de la Vigne, du Poirier, du Grenadier, du Noyer,

du Cognassier, de l'Amandier, du Figuier, etc..

- Patrie du Melon.

5 - Centre méditerranéen (84 espèces).

Patrie du Blé dur (T. durum Desf.), de l'Amidonier ou Emmer (T. dicoccum Schrank), de l'Epeautre (T. spelta L.), de la Betterave (Beta vulgaris L.) et aussi de la Betterave sauvage (B. maritima L.).

Patrie d'un très grand nombre de Plantes fourragères.

Beaucoup de plantes cultivées (Lin, Orge, Pois chiche) ont ici des fruits et des graines plus grands que ceux des formes d'Asie centrale considérée comme centre primaire.

6 - Centre abyssin (38 espèces).

Il est caractérisé par la diversité des variétés de Blé: Blé Poulard, Blé dur, Amidonnier, etc. Patrie de l'Orge cultivée (Hordeum sativum Jess).

Certaines plantes sont spéciales à ce centre: le Teff (Eragrostis abyssinica L.), le Guizotia abyssinica Cass. (Compositae à huile).

Citons encore: Coffea arabica L., Catha edulis Forsk.; le Lin (Linum usitatissimum L.) n'est pas cultivé pour la fibre, ni pour l'huile, mais pour ses graines dont on tire une farine. C'est une Céréale.

Avant l'arrivée des Européens, l'Ethiopie ne connaissait ni fruits, ni légumes.

7 - Le Mexique-Sud et l'Amérique centrale (Antilles comprises), 49 espèces.

C'est le centre primaire d'origine du Maïs (et du Téosinte), du Cacaoyer (Theobroma cacao L.), et probablement de la Patate douce (Ipomoea batatas Poiret). Patrie du Haricot (Phaseolus

vulgaris L.), des Courges, des Piments (Capsicum annuum L., C. frutescens Will.), du Papayer (Carica papaya L.), du Rocou (Bixa orellana L.), du Tabac (Nicotiana rustica L.).

Sans le Maïs qui a joué ici un rôle comparable à celui du Blé dans le Vieux Monde, la civilisation Maya n'aurait pas pu exister.

8 - Centre Sud-américain (Hautes Montagnes du Pérou, Equateur, Bolivie)

Centre caractérisé par un très grand nombre d'espèces de Pommes de Terre et par une série de plantes que l'on ne trouve que là: l'Oka (Oxalis tuberosa Molina), le Tropaeolum tuberosum Ruiz et Pavon, l'Ulluco (Ullucus tuberosus Lozano).

Patrie de la Tomate (Lycopersicum esculentum Mill.), du Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.).

Les cultures se font à très haute altitude (2500-4300m) et sous irrigation (punas).

Les côtes du Pérou, peuplées plus tard (Inca) présentent un contraste écologique frappant: on y pratique l'irrigation artificielle; c'est une agriculture secondaire comme l'agriculture égyptienne dans le Vieux Monde. Il n'y a pas de flore sauvage originale.

8a - Centre de Chiloé (4 espèces)

Patrie de la Pomme de Terre commune, Solanum tuberosum L. et d'un Fraisier (Fragaria chiloensis Duchesne). Notre Pomme de Terre est adaptée à de longues périodes de jours longs. Les formes du Pérou, Bolivie, Equateur exigent des jours courts pour leur développement normal. En jours longs comme en Europe, elles ne tubérisent pas.

(Hypothèse rejetée par HAWKES, 1956. Pour HAWKES le S. tuberosum s'est formé dans une aire Pérou-Bolivie comme autotetraploïde, à partir d'espèces cultivées diploïdes, ou comme hybrides amphi-

ploïde).

8b - Centre Brésil - Paraguay, (13 espèces).

40.000 espèces sauvages, mais un nombre insignifiant de plantes cultivées. Quelques-unes sont très importantes: le Manioc (Manihot utilissima Pohl.), l'Arachide (Arachis hypogaea L.), l'Hevea brasiliensis Müll., le Maté (Ilex paraguayensis A. St Hil.), l'Ananas (Ananas comosa L.), le Noyer du Brésil (Bertholletia excelsa L.), le Cajou (Anacardium occidentale L.), etc..

Répartition des Centres et données numériques.

La méthode phytogéographique a mis en évidence ces centres. On constate qu'ils sont indépendants, isolés les uns des autres par des déserts ou des montagnes. Ils sont répartis dans d'étroites limites occupant approximativement 1/40ème des régions sèches du globe.

Ils sont confinés aux régions montagneuses tropicales et subtropicales.

On rend compte de cette répartition par référence

- à la sécheresse des flores de ces régions.
- au caractère accueillant des pays situés en dehors des forêts, des déserts, des glaciers.
- à la "préadaptation" de ces régions à la culture des plantes herbacées.

La méthode phytogéographique fait apparaître des données numériques:

Des 640 plantes cultivées les plus importantes, plus de 500 appartiennent au Vieux Monde.

Le Nouveau Monde a apporté 100 plantes.

L'Asie du Sud a fourni 400 plantes.

L'Afrique a donné 50 plantes cultivées.

L'Australie aucune.

La zone de développement initial des plantes cultivées les plus importantes se situe dans une bande comprise entre 20 et 45° lat. N.

Par ailleurs, la méthode conduit à admettre le polyphylétisme de certaines plantes cultivées (Cicer arietinum L., etc.).

PLANTES PRIMAIRES ET PLANTES SECONDAIRES.

La méthode a fait apparaître que certaines plantes cultivées n'avaient été mises en culture que secondairement par rapport à d'autres.

Exemple : le Seigle, qui a été d'abord une mauvaise herbe des champs de Blé; il a été propagé avec la céréale qu'il accompagnait. Grâce à certaines qualités (résistance, moindre exigence quant à la qualité des sols) il est passé au premier rang et a été cultivé là où le Blé poussait mal. Encore aujourd'hui le réservoir génique du Seigle se trouve dans les seigles-mauvaises herbes des champs de Blé en Asie du Sud-Ouest.

De même les Avoines. Elles seraient associées originellement au Blé Amidonnier et à l'Orge.

De même beaucoup d'autres plantes: Eruca sativa, Tomates, etc..

Régularité dans la distribution géographique de la diversité variétale des Plantes cultivées.

La méthode fait apparaître aussi certaines relations entre la distribution géographique et les caractères taxonomiques. Elle met en évidence des rapports profonds entre la géographie et la genèse des taxons.

1) La manifestation de formes récessives à la périphérie de l'aire principale. Les caractères dominants étant concentrés dans celle-ci, par suite de l'isolement (îles, montagnes), certains individus se reproduisent par autofécondation; des mutations peuvent apparaître et se maintenir.

Exemples : - les formes éligulées de Seigle et de Blé dans les montagnes du Pamyr et du Tadjikistan.

- les formes éligulées de Blé de l'île de Chypre.

2) Le gradient de taille concernant certains caractères quand on va de l'Himalaya à la mer Méditerranée. Dans l'Himalaya:

formes nombreuses et généralement dominantes du Pois, du Pois chiche, du Haricot. Dans le bassin méditerranéen, la graine et la gousse s'accroissent considérablement (formes récessives).

De même la Lentille. De même le Lin, le Blé, l'Orge, l'Oignon. Ce sont des formes récessives.

La loi des variations parallèles.

Cette loi pourrait s'énoncer ainsi: Dans les espèces ou les genres étroitement apparentés, les variations se produisent selon des séries homologues. Connaissant un éventail de variations dans une espèce, on peut prévoir l'existence de variations homologues dans une espèce très proche.

En fait, les choses ne sont pas simples et la loi définie par VAVILOV (après DARWIN et d'autres) pose de sérieux problèmes, mais elle montre l'aspect prévisionnel auquel s'attache VAVILOV.

Conclusion

La notion de centre d'origine, celle de régularité géographico-génétique, celle des variations homologues, celle des cultures secondaires, sont autant de notions qui montrent la volonté de VAVILOV de construire une science pragmatique.

Etude des faits, dégagement des lois, prévision et action, telle est la nouvelle démarche.

Critique.

Mais VAVILOV a travaillé à l'échelle mondiale sur d'immenses régions, et sur des masses de plantes. Ses résultats ne peuvent être considérés que comme des esquisses d'une réalité insoupçonnée avant lui. Beaucoup sont inexacts dans le détail, ou confus. La Méthode a simplement révélé l'existence de grands faits qui nous échappent encore. Beaucoup de critiques lui ont été adressées.

L'une de ses plus graves erreurs a été de confondre centres d'origine et centres de diversité. Ce sont 8 centres de diversité que l'on doit à VAVILOV. (De même sa théorie sur l'origine de l'agriculture, non dans les plaines alluviales, mais dans les montagnes, est très loin de faire l'unanimité).

Sa méthode est fautive dans la mesure où il la veut propre à déceler l'origine des plantes cultivées. La distribution actuelle n'est qu'un facteur dans la recherche de l'origine, elle ne peut conduire à l'identification des centres.

VAVILOV a été, comme CANDOLLE, un grand optimiste. Il a cru à l'existence actuelle des prototypes sauvages des plantes cultivées; il a cru à la possibilité de retrouver rapidement leur origine géographique.

Souvent il s'est mépris.

Il ne semble pas que l'Inde soit la patrie du Manguier, ni du Sésame, ni du Chanvre indien, ni de la Canne à sucre, ni du Bananier. Le Manguier et le Sésame très diversifiés aux Indes viendraient respectivement de Malaisie et d'Afrique. L'origine de la Canne, celle du Bananier sont extrêmement complexes. La Courge (Cucurbita pepo), le Melon (Cucumis melo) également très diversifiés en Asie Mineure viendraient respectivement d'Amérique du Nord et d'Afrique. Le Chanvre indien serait originaire de Perse et du Sud de la Caspienne.

En fait les centres d'origine sont des centres de diversité, et le plus souvent des centres secondaires. La méthode géographique différentielle a échoué dans la mesure où elle se contente d'écarter les méthodes historico-philologiques et archéologiques sans pour autant remettre en cause les principes fondamentaux avancés par CANDOLLE. Elle a par contre réussi dans la mesure où son auteur avait en vue, avant tout, d'établir l'inventaire des ressources végétales et de poser les bases scientifiques d'une introduction systématique des plantes cultivées hors des pays où elles se sont développées.

L'échec de la méthode de VAVILOV montre que le problème des origines ne sera pas résolu par l'usage d'une seule méthode, en particulier par l'usage de la seule méthode géographique s'appliquant à des ensembles complexes.

CHAPITRE IV

LES DEVELOPPEMENTS POSTVAVILOVIENS

1939. Une nouvelle étape : Oakes AMES, Professeur de Botanique économique pendant plus de 30 ans à Harvard.

L'oeuvre magistrale de AMES s'inscrit dans la lignée darwinienne. Mieux que VAVILOV il prolonge et remodèle la pensée darwinienne, compte tenu des apports de la science de son temps.

L'origine est un long processus.

A la suite de DARWIN et à l'encontre de CANDOLLE, AMES met l'accent sur la longue évolution qui a dû être le fait de chaque plante cultivée avant même sa mise en culture définitive. Il n'y a pas d'origine à proprement parler.

Les plus vieux spécimens de plantes cultivées que nous connaissons sont aux yeux de AMES ce qu'ils étaient à ceux de DARWIN : déjà des plantes fort évoluées.

Deux faits se détachent.

1) Toutes les espèces anciennement cultivées, sur lesquelles nous avons des documents, apparaissent "à l'horizon de l'histoire avec une étonnante simultanéité", comme si toutes avaient été mises en culture en même temps. Prétendre cela serait évidemment une conclusion inacceptable. Nos documents ne révèlent pas l'âge des origines.

2) Les plantes herbacées annuelles les plus importantes sont le fait de l'homme. Elles sont inconnues à l'état sauvage. Elles apparaissent initialement en association avec lui. Elles ont été obtenues par lui successivement.

- le Tertiaire prépliocène (60.000.000 d'années) a été l'ère des forêts de Dicotylédones ligneuses et des Mammifères.

- les plantes herbacées sont nées et se sont développées au Pliocène (15.000.000 d'années).

- le Pléistocène est l'âge de l'Homme et des Herbes.

Critique de la méthode archéologique.

En somme, les documents archéologiques ne renseignent pas sur les origines lointaines. Mais seulement sur une étape du processus "le Blé était déjà une bonne espèce domestique en Afrique du Nord avant que les Egyptiens aient commencé à le conserver dans leurs temples et à le déposer dans leurs tombes". Les plus vieilles ruines d'Egypte sont comparativement récentes par rapport aux Blés égyptiens depuis les premières influences conduisant à la domestication.

De même en ce qui concerne le Maïs dans le Nouveau Monde.

Le stade de l'horticulture

L'agriculture a dû être précédée d'une certaine forme d'horticulture: stade intermédiaire entre le ramassage et l'agriculture.

Par exemple la pratique de privilégier certains arbres comme le Durian (arbre fruitier d'Indonésie) ou le Guilielma (Palmier d'Amérique tropicale) a pu intervenir avant celle de semer les graines.

Un autre stade a pu être le fouissage au bâton suivi de replantation de fragments de racines ou de tubercules.

Par la suite on a planté les graines (pratique d'un second temps). au stade de cette sorte d'horticulture, les plantes étaient soignées par petits groupes. Un grand intérêt était porté

à chaque individu. Ce qui va de pair avec la croyance en un esprit pour chaque individu cultivé. La croyance plus abstraite en une Divinité des moissons ou des récoltes représente un stade de pensée plus évolué .

Les théories relatives à l'origine de l'agriculture ne satisfont pas AMES, car toutes, elles posent une ligne de départ distincte et beaucoup trop récente. Qu'il s'agisse de celle de SPINDLE (Congrès int. des Américanistes, 1915), de celle de SAUER (Essays in Anthropology, 1936), de celle de VAVILOV (Studies on the origin of cultivated plants, 1926).

Pour le premier l'agriculture serait née en rapport avec la découverte de l'irrigation; pour le second elle procède d'aires forestières; pour le troisième d'aires montagneuses. Il s'agit là, pour AMES, de théories sur le développement de l'agriculture, non sur l'origine.

Comment l'homme a-t-il acquis ses principales plantes annuelles

1) Est-ce que ses espèces annuelles ont été trouvées sous leur forme actuelle par l'homme préhistorique ?

2) Sont-elles le résultat de son activité ?

Dans le premier cas, il faut trouver une explication à la disparition des espèces sauvages ancestrales ou proches des espèces ancestrales. C'est une fois de plus l'appel aux changements climatiques et géologiques, notamment aux dernières glaciations.

Si l'on accepte cette hypothèse on est amené, comme dans la suivante, à conclure à une très très grande ancienneté de la culture.

La deuxième hypothèse est plus généralement acceptée: c'est l'hypothèse darwinienne.

Les modifications génétiques ont commencé avec la mise en culture des espèces sauvages, et avant. Il y eut tout d'abord une sélection inconsciente gouvernée par le hasard et la superstition, mais aussi par l'intérêt. Les graines les plus lourdes et les plus grandes furent retenues, de même que les plantes les plus vigoureuses. De nouvelles variétés apparurent dans les cultures: on les sélectionna. L'hybridation aussi joua son rôle, à la suite d'introduction d'espèces congénères différentes dans le même jardin. Il se créa des polyploïdes (nous verrons ce phénomène ultérieurement: cas des Blés, des Bananiers).

Les documents archéologiques attestent que tout cela était accompli dans le Vieux Monde, il y a plus de 5.000 ans, pour toutes les importantes plantes annuelles alimentaires. Elles sont, dans leur complexité, avec leurs nombreuses variétés, le résultat d'une évolution immensément longue.

En Amérique les processus ont été les mêmes que ceux imaginés pour le Vieux Monde. Il y a en Amérique 9 genres de plantes annuelles alimentaires représentant 15 espèces: Quinoa (Chenopodium Quinoa Willdenow), Amaranthus, Arachide (Arachis hypogaea L.), Haricot (Phaseolus), Tabac (Nicotiana Tabacum L.), Cucurbita, Lagenaria, Helianthus, Maïs (Zea Mays L.). Numériquement, cela représente à peu près 1/4 des annuelles économiques du Monde (d'après AMES), ce qui est une proportion équilibrée.

En bref: très grande ancienneté des plantes cultivées lesquelles résultent d'un long processus se situant au cours du Pléistocène.

Le rôle de l'hybridation dans l'augmentation de la variabilité. Travaux de H.V. HARLAN et M.L. MARTINI (1920).

La variabilité, en particulier son augmentation dans les plantes cultivées avait beaucoup frappé les praticiens de l'amélioration des plantes et les biologistes depuis le XVIIIe siècle.

DARWIN notamment. Ce n'est que depuis une cinquantaine d'années que nous commençons à comprendre un peu le mécanisme de ce phénomène.

C'est vers 1920 que deux américains HARLAN et MARTINI commencèrent une série d'expériences sur les Orges afin d'étudier la variabilité dans ses rapports avec l'hybridation.

A la suite de toute une série de croisements entre les variétés d'origines tout à fait diverses ils constatèrent l'existence d'un pourcentage anormalement élevé d'individus aberrants. L'introduction de plasma germinal étranger avait un pouvoir mutagène.

En d'autres termes, l'hybridation était à l'origine de l'augmentation de variabilité.

En 1958, MANGELSDORF a montré l'effet mutagène d'un chromosome de Téosinte (Euchlaena mexicana) dans le croisement maïs-Téosinte.

Dans certains cas on a pu établir que l'introduction d'un plasma germinal étranger chez une plante pouvait être suivi d'une augmentation explosive de la variabilité.

L'Hybridation introgressive : E. ANDERSON (1949).

La notion d'hybridation introgressive ou d'introgres-
sion a été introduite dans la science par E. ANDERSON et L.
HUBRICHT en 1938. Elle a été présentée et développée dans un petit
livre en 1949 (E. ANDERSON: "Introgressive Hybridization, New York
and London, 1949). Voici ce dont il s'agit: des analyses détaill-
lées d'hybridations naturelles ont montré que le back-crossing
(ou croisement de retour d'un hybride avec l'un de ses parents)
est assez commun, avec l'un ou avec l'autre des parents. A chaque
croisement de retour le caractère partiellement hybride des pro-
duits devient moins apparent: ils reviennent, comme on le savait
depuis LINNÉ, au type parental.

Ce n'est en fait qu'une apparence, des gènes nouveaux ont été introduits en eux: le résultat final de chaque hybridation est une variabilité augmentée dans l'espèce concernée.

De la mauvaise herbe à la plante cultivée.

Par l'introggression on peut comprendre un aspect important de la domestication, notamment le passage de la mauvaise herbe à la plante cultivée. Elle permet aussi d'asseoir sur une base scientifique l'hypothèse de DARWIN selon laquelle, il n'y a au départ aucune qualité remarquable de la plante qui va être domestiquée, et que le hasard seul est déterminant.

L'action de l'homme dans l'introggression est inconsciente mais elle est capitale. Il transforme les habitats par rupture des barrières géographiques, il crée des niches nouvelles. Suit une amélioration par sélection des plantes dites adventices propres aux sols riches en azote. Les espèces plus flexibles, avec une marge plus large d'adaptabilité, seront plus aptes à l'exploitation des conditions nouvelles. Au cours des croisements, il se produit des recombinaisons génétiques qui peuvent être utiles à l'homme.

VAVILOV avait créé la catégorie des plantes cultivées secondaires pour désigner les plantes cultivées dérivées de mauvaises herbes.

ANDERSON propose une hypothèse explicative du mécanisme. Et il cite comme exemples:

le Lin, ancienne mauvaise herbe devenue plante à fibre, puis plante à huile, puis drogue narcotique.

les Chénopodes et Amaranthes, céréales des peuples primitifs des deux Mondes.

les Cucurbitacées: les Cucurbitacées sauvages sont amères ou insipides. L'introggression en a fait des herbes adven-

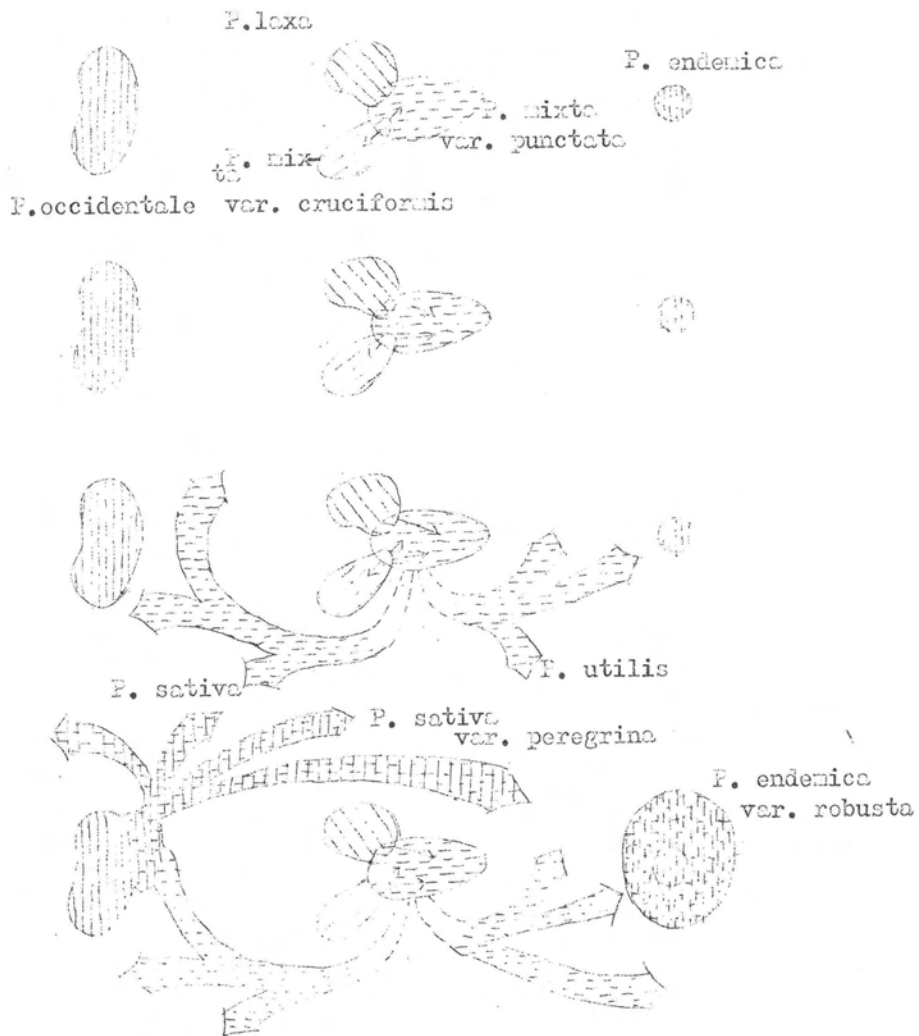
tices des campements. On les a utilisées d'abord comme réceptacles, comme caisses de résonance, etc.. La variation augmentant, les graines comestibles furent utilisées. On obtint enfin des variétés à chair comestible que l'on sélectionna.

ANDERSON a montré sur un schéma imaginé comment les choses pouvaient se passer.

Soient sur un continent 4 espèces que l'on nommera: Planta occidentale, P. mixta var. cruciformis, P. mixta var. punctata, P. laxa, P. endemica et disposées suivant le schéma ci-joint.

Dans l'introggression l'action de l'homme est inconsciente, elle a pour résultat de retirer les barrières entre les espèces en créant des niches nouvelles. L'augmentation de diversité écologique (diversité des milieux) offre des occasions de développement à certains hybrides. Sans les niches nouvelles, il n'y a pas de chances de survie pour les hybrides.

Il y a ici introggression entre les 2 variétés de P. mixta. De fait de l'homme, elle augmente. Et aussi les barrières entre laxa et mixta-punctata sont rompues. De tous ces croisements résulte une augmentation de la variabilité globale. Il se produit des recombinaisons chromosomiques. Eventuellement elles peuvent aboutir à la création de formes utiles à l'homme. D'où la figuration ci-contre du Planta utilis, forme née à la suite d'introggression, donc du fait de l'homme. Des croisements surviennent avec le P. endemica. L'introduction dans cette espèce d'un petit nombre de gènes peut suffire à augmenter beaucoup la variabilité et l'adaptabilité de cette espèce. Elle donne naissance à la variété P. endemica var. robusta, peu distincte morphologiquement, mais capable de coloniser une grande partie du territoire: c'est une plante adventice.



Les utilisations successives d'une même plante.

On tend de plus en plus à penser avec ARIES que les plus anciens documents sur les plantes cultivées témoignent non pas de primitivité, mais d'un degré d'amélioration déjà considérable. On tend à admettre aussi que les plantes n'étaient pas au départ nécessairement remarquables. Par ailleurs leur degré de variabilité n'était pas plus élevé que chez les autres plantes. Elles sont devenues et remarquables et variables.

La substitution des usages dans une même plante et aussi l'utilisation simultanée de divers produits d'une même plante sont des faits qui vont à l'encontre de la théorie des plantes remarquables. Les auteurs ont souvent cité de nombreux cas, BURKILL (1961) a émis l'idée que les légumes verts du Moyen Orient ne furent pas mis en culture comme tels mais pour leurs graines oléagineuses (Lactuca sativa, Lepidium sativum, Brassica sp.). ANDERSON cite le Lin, les Cucurbitacées. Nous pouvons ajouter entre autres le Bananier ou le Dattier. En ce qui concerne le Dattier, on a pensé qu'il a d'abord été cultivé comme producteur de "chou-palmiste" et de sève, les fruits n'étant alors qu'un produit accessoire; à la suite de variations, certaines lignées à pulpe fructale plus abondante auraient été remarquées et propagées.

Les transferts de ce genre ont été fréquents, même dans les temps modernes. La Betterave a d'abord été cultivée comme plante alimentaire avant que ne fût connue sa teneur en saccharose et qu'elle ne devînt de ce fait l'objet d'une culture industrielle au XIX^e siècle. L'Argousier (Hippophae rhamnoides) est un petit arbre des rivages de l'Europe occidentale dont les baies sont consommées cuites ou crues ou utilisées dans la préparation des confitures. Depuis la découverte récente de la richesse en vitamine C et en carotène de son fruit la plante a été mise en culture pour des fins industrielles.

Orientations méthodologiques

Notre science des origines s'appuie sur un ensemble de méthodes élaborées, nous l'avons vu, au cours d'un siècle de recherches, depuis DARWIN et CANDOLLE.

De grands progrès ont été faits grâce à l'utilisation combinée de toutes ces méthodes telle que la concevait CANDOLLE. L'histoire, la philosophie n'ont cessé d'être utilisées, mais ce sont surtout l'archéologie et la biologie, sciences assez peu développées encore du temps de CANDOLLE, qui ont joué récemment les grands premiers rôles, parfois dans des travaux "spectaculaires" tels ceux relatifs au Blé ou au Bananier.

En fait, il ne semble pas que les méthodes historico-philologiques puissent contribuer essentiellement à l'étude des véritables origines puisque, par définition, elles interviennent à un stade déjà fort avancé de l'évolution des sociétés humaines. Elles éclairent seulement sur les phases finales des migrations et des avatars des plantes et animaux domestiques. La foi de CANDOLLE en ces méthodes s'explique par sa conception même de l'origine, conception encore naïve d'un botaniste idéologiquement figé et à qui manquaient les grands voyages.

L'archéologie.

En 1882 dans son ouvrage sur l'origine des plantes cultivées, il fit une place à l'archéologie. C'est que de grands travaux, ceux de Fr. UNGER (vers 1860), et surtout ceux de O. HEER (1865) sur les palafittes de Suisse, commençaient à apporter des éléments essentiels.

L'archéologie, appliquée par des savants comme Hans HELBAEK de Copenhague ou comme d'autres en Amérique (L. KAPLAN, R.S. MAC NEISH, T.W. WHITAKER, etc.), est à l'oeuvre chaque jour un peu plus, et nous lui devons une foule de résultats du plus haut intérêt.

La précision des méthodes archéologiques est telle qu'elle a permis à HELBAEK de donner la composition du dernier repas pris par un homme néolithique avant d'être étranglé et enterré dans la tourbe au Danemark.

De nouvelles techniques se sont d'ailleurs associées à la démarche archéologique et ont proprement apporté des éléments décisifs; ce sont le procédé de datation au C 14 d'une part, d'autre part, la technique palynologique (techniques qui relèvent de la Biologie).

De la première on a pu dire (F. BOURDIER, 1969) qu'elle était le plus grand événement des recherches préhistoriques dans la première moitié du XXe siècle. Elle a permis de dater avec une remarquable précision tous les restes vivants conservés depuis 20.000 ans.

La technique palynologique.

Quant à la technique palynologique, elle a, dans les mains de IVERSEN (1941) par exemple, débouché sur un renouvellement complet de nos hypothèses sur les Néolithiques de l'Europe Nord-Occidentale.

L'analyse pollinique a permis de suivre les changements progressifs de la couverture végétale, notamment la déforestation due à la domestication. Le déclin de l'Orme est associé à des signes de culture dans toute l'Europe occidentale, environ 3.000 ans avant J.C. Date qui correspond à l'expansion de la culture néolithique du Moyen-Orient (Iran, Irak, Turkestan, Palestine, Syrie, Caspienne) étudiée par HELBAEK.

HELBAEK et la méthode archéologique.

En s'appuyant sur les données archéologiques, HELBAEK a montré les étapes, itinéraires et chronologie, de l'expansion des cultures néolithiques du Moyen-Orient:

Au 6e millénaire, un Blé, l'Amidonnier ou Emmer (Triticum dicoc-
cum) existe au Kurdistan.

Au 5e millénaire, il est adapté aux plaines alluviales de l'Irak
mais pas un autre Blé, l'Engrain (T. monococcum).

L'expansion se fait vers la Méditerranée et l'Asie Mineure

A la fin du 5e millénaire, l'Amidonnier et l'Engrain sont cul-
tivés dans le delta du Danube jusqu'à l'embouchure
du Rhin.

Au 3e millénaire: ils sont en Europe occidentale (France, Ita-
lie, Espagne, Angleterre, Scandinavie). (Mais l'Engrain
n'a jamais été prospère en Angleterre).

Le Blé, puis l'Orge, ont été les principaux facteurs
de l'immense puissance expansive des premières cultures agraires
du Moyen-Orient. Elles le furent ensuite en Europe. Mais beaucoup
d'autres plantes furent cultivées dont nous avons des témoigna-
ges archéologiques;

le Seigle et l'Avoine furent introduits en Europe comme mau-
vaises herbes des champs de Blé; le Seigle probablement de l'Asie
centrale et occidentale, les Avoines du Moyen-Orient et de l'Eu-
rope orientale.

l'Avoine passa au stade de plante cultivée au cours du 1er
millénaire avant J.C.

le Seigle au début de l'ère chrétienne.

HELBÄCK a montré que l'expansion avait été la même, dans son
rythme et dans ses itinéraires pour d'autres plantes comme la
Lentille ou le Pois.

Des restes de Lentille et de Pois sont à Jarmo (Irak)
4.500 ans avant J.C.

Au 4^e millénaire, la Lentille est en Egypte.

Au 3^e millénaire, le Pois est en Suisse
la Lentille en Hongrie.

Le Pois-chiche est en Palestine au 4^e millénaire.

Le Lin était cultivé dans la même région que le Blé et l'Orge au 5^e millénaire: il a été une part du complexe agricole introduit par le bassin du Danube à partir de l'aire nucléaire du Moyen-Orient.

En Amérique.-

Les méthodes archéologiques et préhistoriques ont permis d'établir que l'agriculture développée aux Amériques était sans doute aussi ancienne. Et l'on commence à proposer des schémas déjà bien appuyés de ce qu'à pu être l'évolution des populations américaines au Néolithique et même des chasseurs de gros gibier pléistocènes (Paléolithique supérieur). Le même phénomène qu'en Europe s'est produit en Amérique du Nord. L'agriculture de l'Amérique nucléaire fondée sur le Maïs (Amérique centrale) s'est développée comme l'Agriculture du Moyen-Orient. Il y a des indications de domestication de plantes à Tamaulipas Mexique (7.000 ans avant J.C.).

Entre 5.000 et 3.000 ans avant J.C. la Courge (Cucurbita pepo) et le Haricot sont identifiés.

Au cours du 3^e millénaire, apparaît le Maïs.

Au début du 1^{er} millénaire (WILLEY, 1960), le tournesol (Helianthus), le goosefoot (Chenopodium), la courge sont domestiqués dans la vallée du Mississippi. L'agriculture du Mississippi fut vite dominée par celle venant de l'Amérique nucléaire et à base de Maïs (vers le début de notre ère) (WILLEY, 1960).

Preuves des vues de DARWIN et de AMES : le Blé.

Les travaux de HELBAEK et des archéologues nous apportent, vous le voyez, une foule de renseignements du plus haut intérêt, malheureusement ils ne nous instruisent pas sur les premières origines. Il y est question d'Engrain, d'Amidonnier, mais d'où venaient ces Blés primitifs?

Les méthodes biologiques seules ont permis de répondre. L'Engrain est un Blé néolithique maintenant à peu près abandonné; c'est une espèce diploïde. Tous les autres Blés sont polyploïdes. L'Amidonnier est tétraploïde. Les Blés tendres ordinaires sont hexaploïdes. On peut les désigner ainsi, si l'on désigne par A, B, D les stocks haploïdes:

Engrain : AA

Amidonnier : AA BB

Blé à pain : AA BB DD (T. spelta, T. aestivum).

Quelle est l'origine des parts génétiques BB et DD ?

L'hypothèse la plus plausible serait que:

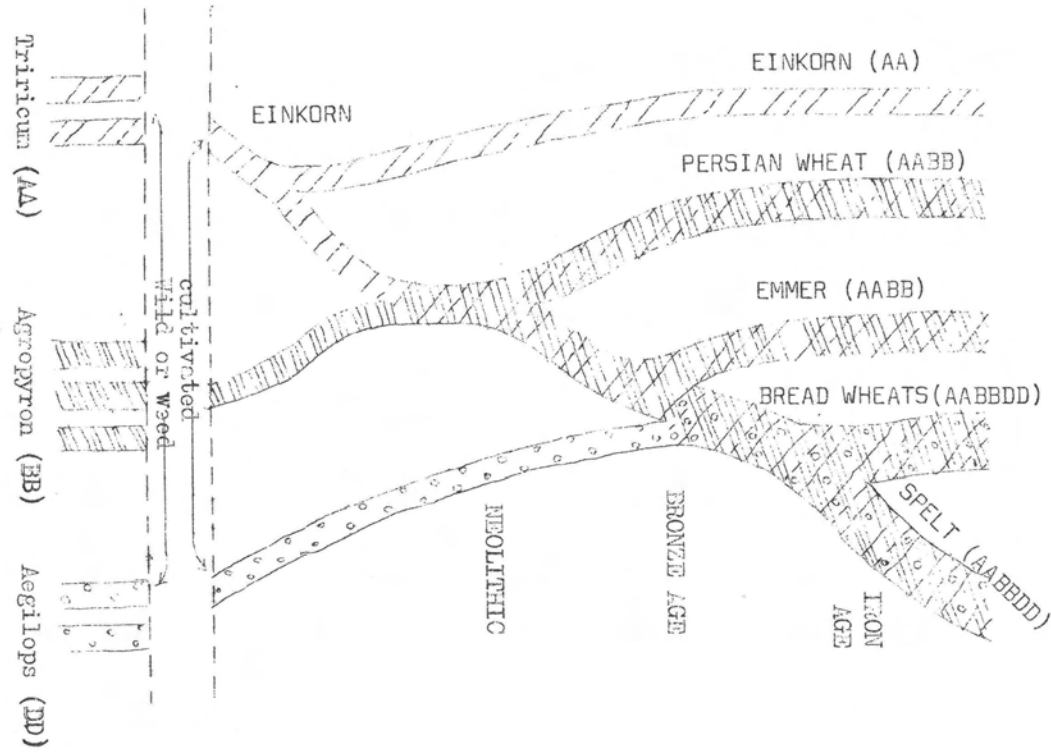
Les BB représenteraient la part d'un genre distinct, mais voisin, l'Agropyron. L'Amidonnier serait un hybride d'Engrain (Triticum) et d'Agropyron.

Le DD viendrait d'un autre genre encore, l'Aegilops. Nos Blés à pain seraient le résultat du croisement de l'Amidonnier et de l'Aegilops. Beaucoup d'arguments sont en faveur de cette hypothèse. Les travaux des Américains MC FADDEN et E. SEARS l'ont même en partie démontrée. Ils ont réussi la synthèse artificielle par croisement d'un Epeautre (T.spelta) qui est un Blé de type AA BB DD du Blé à farine panifiable.

On pense maintenant que le Blé tendre, Triticum aestivum n'est que très peu un Triticum; c'est en fait un agrégat de plusieurs genres.

Il n'y a pas de prototype sauvage du Blé.

Les méthodes biologiques, ici cytogénétiques, montrent que l'Amidonnier connu au Kurdistan il y a 8.000 ans était déjà le résultat d'une longue amélioration.



D'après E. ANDERSON

CHAPITRE V

DEUX EXEMPLES DES RECHERCHES CONTEMPORAINES :

LE HARICOT (Phaseolus vulgaris L.) ET LE BANANIER (Musa sp.).

1.- Le Haricot.

Les méthodes archéologiques et biologiques auraient ici, conjointement, conduit à la découverte du prototype sauvage.

LINNE croyait à une origine indienne. CANDOLLE hésitait entre le Vieux et le Nouveau Monde quant à l'origine du Haricot, tout en inclinant pour l'Amérique. Pour VAVILOV le Haricot était originaire d'Amérique centrale. BUKASOV considérait les prototypes comme éteints (GENTRY). AMES (1939) n'avait pas de doute quant à l'origine américaine, mais il pensait comme la plupart des auteurs, qu'il était inconnu à l'état sauvage. Bref une opinion s'était établie jusqu'à maintenant: le Haricot est originaire d'Amérique tropicale; ses ancêtres sauvages sont inconnus.

D'après les travaux récents (1969) de H.S.G. GENTRY, à la suite de ceux de Olivier NORVELL (1948) et de BURKART (1952) les ancêtres sauvages existeraient encore, l'origine serait établie. Ces résultats assez inattendus reposent sur l'utilisation des méthodes biologiques (morphologie comparative, chorologie, écologie, génétique) et archéologiques. Mais d'après GENTRY, le Haricot cultivé n'est que très légèrement différent de l'espèce sauvage.

Morphologie, chorologie, écologie.

Les Haricots sauvages sont des plantes annuelles, parfois pérennes, grimpantes à graines petites (5 x 4 x 2,5 mm). Parfois, dans la proportion de 1/700, elles sont beaucoup plus grandes (9 x 6,5 x 5 ou 14 x 8 x 5 mm), dépassant même la taille des variétés cultivées.

Les formes cultivées sont des annuelles grimpantes ou buissonnantes, à gousses plus charnues et plus grandes, à déhiscence retardée, à graines grandes, non éjectées à maturité, plus perméables à l'eau.

Le Haricot sauvage vit en altitude sous climat tropical, entre 800 et 2.000 m. C'est une plante anthropophile, elle fait partie d'un ensemble d'espèces agressives. Mais GENTRY a fait remarquer avec raison que ces plantes dites "mauvaises herbes" ou "anthropophiles" existaient avant le fait humain. Elles colonisaient les niches à la suite de perturbations naturelles (glissements de terrains, cyclones, tremblements de terre, inondations, incendies, terrassement dus aux animaux sauvages).

Archéologie.

Depuis 20 ans les recherches archéologiques ont montré que le Haricot était cultivé en Amérique du Nord depuis 2.300 ans (Sud-Ouest des Etats-Unis); au Mexique depuis 7.000 ans; au Pérou depuis 2.200 ans (ce qui coïncide avec l'arrivée du Maïs).

Il semble évident d'après GENTRY que les proto-agriculteurs récoltèrent et plantèrent le Haricot de nombreuses fois et en de nombreux endroits. Les innovations portaient sur les techniques de plantage, non sur le choix de la plante.

Génétique.

La génétique a montré qu'il y avait compatibilité entre variétés cultivées et espèce sauvage. L'ensemble peut être réuni sous le binôme Phaseolus vulgaris L. C'est une espèce à fleurs cléistogames (fécondation à l'intérieur de la fleur) et donc autoféconde, mais de temps en temps il se produit des fécondations croisées (par l'intermédiaire de certaines abeilles qui forcent l'entrée des fleurs).

La diversité génétique du Haricot au Mexique est immense; les variétés sont peu améliorées par rapport aux souches. Ce qui

s'explique par le fait que chaque variété est bien adaptée à la région où elle est cultivée; l'adaptation est aussi par rapport aux habitudes prises par les Amérindiens dans la façon de manger (les variétés répondent excellemment au climat et aux besoins des hommes).

Bref, si les travaux de GENTRY sont confirmés, le Haricot sera l'un des rares cas où les recherches ont abouti à l'identification du progéniteur sauvage, malgré l'ancienneté de la culture (7.000 ans).

2.- Le Bananier (1)

L'ancienne famille des Scitamineae a été divisée en 6 familles par J. HUTCHINSON. Ce sont:

- Musaceae, Strelitziaceae (Strelitzia, Heliconia, Ravenala, Phenakospermum) et Lowiaceae

Androcée (= appareil mâle) non pétaloïde; Etamines 5-6

- Zingiberaceae (Zingiber, Costus, Curcuma), Marantaceae, Cannaceae

Androcée pétaloïde, Etamine solitaire.

Les Musaceae renferment deux genres étroitement apparentés:

1. - Musa. Les Musa sont des herbes pérennes, rhizomateuses, à rhizome se ramifiant, à gaine foliaire étroitement embrassante, à pseudo-tige légèrement renflée à la base. Bractées et fleurs insérées indépendamment sur l'axe et ordinairement caduques par abscission (sauf les ovaires ♀ fonctionnels dans les mains - ensemble de fleurs - de base.

(1).- d'après M.W. SIMMONDS.- The evolution of the Bananas, Longmans, 1962.

Fleurs basales ♀ et fonctionnelles, quelquefois ♂ .
Tépale (pièce du périanthe) libre entier.
Tépale composé denté, non profondément divisé
2n = 20 ou 24, rarement 14 ou 18.

2.- Ensete. Herbes monocarpiques, non ramifiées, sans gourmands.
Gaine foliaire lâchement embassante; pseudo-tige légèrement ou quelquefois remarquablement renflée. Bractées et fleurs solidaires entre elles et avec l'axe, persistantes. Fleurs basales (variablement) ♂. Tépale libre 5-lobé. Tépale composé divisé à la base.
2n = 18.

Le genre Ensete a été créé par HORANINOV et réintroduit par CHEESMAN en 1948.

Les 4 sections du genre Musa

A. x = 11

Bractées sillonnées, + glauques, rarement polies, + imbriquées dans le bourgeon, révolutes à la fanaison.

1. Eumusa (infl. pendantes, fl. nombreuses en 2 séries, bractées ternes, pseudo-tige < 3m)

- 1 esp. (acuminata) : Afrique-Madagascar (adventice)
- 2 esp. Indes-Ceylan
- 2 esp. Himalay
- 8 esp. Assam, Chine-Sud, Thaïland, Birmanie
- 3 esp. Malaisie
- 5 esp. Bornéo-Indonésie
- 2 esp. Philippines
- 3 esp. Nouvelle-Guinée
- 1 esp. Australie
- 2 esp. Pacifique.

2. Rhodochlamys (infl. érigées, fl. peu nombreuses par bractée, en 1 série, bractée brillamment colorée, souvent rouge; pseudo-tige > 3 m) 4-6 esp. Assam, Chine-Sud, Thaïlande, Birmanie.

B. x = 10

3. Australimusa (graines subglobuleuses)

1 esp. Bornéo-Indochine

1 esp. Philippines

3 esp. Nouvelle-Guinée

1 esp. Australie

1 esp. Pacifique

4. Callimusa (graines cylindriques) (6-10 esp.)

1-3 esp. Assam, Chine-Sud, Thaïlande, Birmanie

2 esp. Malaisie

3-5 esp. Bornéo-Indonésie.

Ecologie.

Ce sont des herbes répandues par les animaux (chauves-souris, singes, oiseaux ...) demandant généralement de hautes températures, beaucoup d'humidité et de lumière, tolérant mal la compétition et le mauvais drainage, de vie brève. Ce sont dit SIMMONDS (1962) des "jungle weeds", des sortes de plantes adventices ou de "mauvaises herbes" qui s'enparent des habitats transitoires souvent dus à l'homme. Sans les perturbations dues à l'homme ce seraient des plantes rares confinées aux pentes des talus et des collines instables, propres aux glissements de terrains, ou à des aires forestières dévastées périodiquement par les orages.

Les sections à 10 chromosomes (Australimusa et Callimusa) sont écologiquement moins tolérantes que celles à 11 chromosomes.

Systeme reproductif

- la majorité des bananiers ont des fleurs ♂ et ♀
- quelques-uns sont à fleurs ♂ et ♂.

Signification des fleurs ♂

Fleurs ♂ = M. acuminata (Inde-Sud, Pacifique, Australie et Nouvelle-Guinée, Philippines)

M. ingens et M. schizocarpa (Nouvelle-Guinée)

M. velutina et M. sanguinea (Assam)

Tous ces cas se manifestent sur les bords de la distribution du genre. Les fleurs basales ♂ pourraient donc représenter un mécanisme favorisant la production de graines par des plantes isolées à la limite de leur aire. STEBBINS a mis en relief l'avantage sélectif qui pourrait découler de l'autofécondation dans ces cas-là (ce type d'augmentation d'inbreeding à la limite de l'aire a été nommé par STEBBINS la loi de Baker).

En fait les Bananiers semblent se reproduire généralement par fécondation croisée, mais avec un taux d'autofécondation assez élevé. Ils tolèrent assez bien l'inbreeding. Système bien adapté à leur état de "jungle weeds".

Les Musa sont hautement différenciés et toutes les espèces étudiées sont isolées l'une de l'autre.

Les sous-espèces de M. acuminata ne sont pas isolées et l'introggression se manifeste souvent là où la géographie le permet. La différenciation s'est faite par des changements génétiques et chromosomiques.

M. balbisiana se croise largement, mais elle est isolée par le système reproductif. Elle est étroitement apparentée à la section Rhodochlamys (11 chrom.) par l'intermédiaire du complexe acuminata-flaviflora.

M. flaviflora est un Eumusa par le phénotype mais peut être un Rhodochlamys par le système reproductif.

Chez Rhodochlamys le niveau de différenciation est bas.

Classification des Bananiers cultivés

Ils se répartissent en 2 groupes:

1) les Australimusa ($2n = 2x = 20$; proviennent de une ou de plusieurs espèces, probablement de Nouvelle-Guinée; ils sont mal connus.

2) les Eumusa: la grande majorité des Bananiers cultivés; ils sont d'origine bispécifique (M. acuminata, M. balisiana) $x = 11$

Les binômes linnéens M. sapientum et M. paradisiaca désignent les hybrides interspécifiques triploïdes, ce ne sont pas des espèces au sens biologique.

Un seul botaniste avant CHEESMAN (1948) sut écarter l'erreur de LINNE, ce fut Sulpiz KURZ (1865): il reconnut le fait essentiel de l'origine bispécifique des cultivars. Fait confirmé par CHEESMAN (1948) et par DODDS et N.W. SIMMONDS (1948).

On a classé (SIMMONDS et SHERPHERD) les cultivars en se basant sur la ploïdie et sur la contribution relative due à chaque espèce sauvage.

La méthode fondée sur le jeu de 15 caractères consiste à rapporter les cultivars à des types obtenus par synthèse et donc connus.

	♀		♂	
Ex. de synthèse :	BB	x	AA	= AB
	(ABB)	x	BB	= ABBB

On détermine ainsi que:

Grce Michel = Musa (AAA), par référence à un (AAA) de synthèse.

Le Bananier et l'hypothèse de C. SAUER

D'après SAUER (1952), l'agriculture dans le Sud-Est asiatique a pris naissance chez des populations de pêcheurs-ramasseurs sédentaires. Les premières plantes domestiquées le furent comme source de vêtement ou de fibre ou de teinture, parfois pour un ensemble de caractères. Vinrent ensuite les plantes alimentaires mais propagées végétativement (donc pérennes). Nous rejoignons la thèse de AMES et son idée d'un stade d'horticulture marqué par l'utilisation du bâton à fouir, stade qui aurait précédé la mise en culture et l'utilisation de la reproduction par graine.

Dans cette hypothèse, le Bananier était utilisé par des peuples sédentaires, habiles et ne manquant pas de nourriture. Mais pour des fins totalement différentes de l'usage actuel: les fruits pleins de graines et incommestibles n'avaient certainement pas beaucoup d'importance. La plante fournissait, comme elle le fait aujourd'hui encore dans le Sud-Est asiatique, de la fibre (gainés foliaires), du matériel d'emballage ou destiné à la confection des toits (feuilles), des légumes (parties tendres des gainés, boutons mâles, fleurs femelles, fruits immatures).

Ainsi de par leur condition de "jungle weeds" et comme herbes utilisées pour toutes leurs parties (mais non pour leurs fruits mûrs) les Bananiers se présentaient comme "prédestinés" ou "préadaptés" à la mise en culture.

Les premiers cultivateurs saisirent les premiers signes d'amélioration des fruits et leur intérêt porté aux meilleurs individus eut des répercussions sur l'évolution de la plante.

Quelles sont les grandes étapes qui ont marqué le passage des Bananiers à fruits immangeables aux Bananiers à fruits consommés. C'est à cela qu'en suivant SIMMONDS nous allons tenter de répondre.

Notons qu'une grande évolution avait déjà eu lieu, sous l'action des animaux: la baie avait remplacé la capsule déhiscente (ce dont témoigne l'existence d'une espèce relictuelle à fruits capsulaires, le Musa schizocarpa de Nouvelle-Guinée).

La sélection humaine du Bananier.

SIMONDS énonce 5 grands caractères sur quoi porta la sélection humaine:

1. la vigueur

D'une façon générale, et en particulier chez le Bananier, la polyploïdie entraîne une augmentation de vigueur. Les Musa acuminata sauvages et cultivés sont plus vigoureux à l'état polyploïde. Ce n'est pas le cas pour le Musa balbisiana.

2. la rusticité

Elle accompagne la polyploïdie et aussi l'hybridité avec balbisiana (résistance à la sécheresse, résistance à certaines maladies).

Notons que l'hybridité entraîne une intolérance à certains déséquilibres dans la nutrition minérale.

3. le rendement

Il s'élève avec un haut niveau de parthénocarpie et avec la triploïdie.

4. la stérilité femelle

Elle est associée à l'hybridité, à la polyploïdie (autopolyploïdie) (la fertilité femelle augmente avec la contribution génétique balbisiana).

5. la qualité du fruit

La qualité du fruit des cultivars hybrides acuminata-balbisiana est différente de celle du fruit du pur acuminata (chair plus douce, plus onctueuse, plus parfumée).

En sélectionnant inconsciemment ces caractères les hommes primitifs ont infléchi l'évolution dans le sens que nous lui connaissons de nos jours.

En sélectionnant la vigueur, le rendement, la rusticité ils favorisaient la structure triploïde. Tous les Bananiers cultivés sont triploïdes. Les cultivars diploïdes sont des reliqués et en tout petit nombre. Le seul Bananier diploïde important est la Figue sucrée (AA): il est très sensible aux maladies cryptogamiques (maladie de Panama, leaf spot) et il rapporte peu, mais il donne des fruits de qualité exceptionnelle.

L'hybridité s'est trouvée sélectionnée aussi, mais ici les choses sont plus complexes. La sélection est pluridirectionnelle. Elle s'est faite en fonction du climat (résistance à la sécheresse) et aussi du goût et des habitudes alimentaires. Il y a alors adaptation de la variété à la cuisine, les Bananiers plantains (AAB) sont adaptés à la friture des fruits. Dans les pays de moussons où les climats sont périodiquement arides, les triploïdes hybrides se comportent mieux que les acuminata. Dans les climats à saison sèche non sévère, les types (AAA) croissent mieux, la qualité du fruit est meilleure. Pratiquement on cultive simultanément les deux catégories de cultivars.

Distribution géographique des grands groupes de Bananiers (d'après SIMMONDS)

- les cultivars acuminata (AA) (60 clones) ⁽¹⁾ et (AAA) (30 clones) ne se rencontrent qu'en Malaisie à l'état originel (Malaisie, Bornéo, Java, Sumatra).

(1).- le clone est une variété propagée par bouture, éclat de souche ou de rhizome, etc. mais toujours par une méthode asexuelle.

La diversité est très grande dans ces îles équatoriales d'où l'espèce sauvage est native. Le climat y est égal.

- les cultivars hybrides (AB) (2 clones), (AAB) (20 clones), (ABB) (20 clones), (ABBB) (1 clone) sont périphériques. Les triploïdes hybrides, on le voit, sont extrêmement nombreux. Tous ces cultivars occupent l'Inde, la Malaisie orientale, l'Indochine, aire d'où est absent le Musa acuminata sauvage mais d'où est originaire le M. balbisiana. Les parties Ouest et Nord de cette aire ont des climats de mousson.

L'évolution des cultivars d'*Musa*

L'évolution de la comestibilité des acuminata diploïdes (AA) dans l'aire malaisienne est l'évènement-clé. Puis viendront deux autres évènements: l'acquisition de la triploïdie, l'hybridation avec le M. balbisiana dans les aires périphériques, au cours de la migration de cultivars (AA).

Du fait des hommes, les Bananiers comestibles ont été transportés en dehors de l'Asie (matériel de reproduction végétative). La diversification secondaire, hors de l'Asie, est due à des mutations somatiques.

I. L'évolution de la comestibilité.-

La comestibilité du fruit est liée à l'apparition de deux phénomènes: la parthénocarpie et la stérilité femelle. Et ce sont deux phénomènes différents. Le fruit comestible est un fruit parthénocarpique et sans graines. Parthénocarpique, c'est-à-dire vierge, non fécondé, mais avec ou sans graines. La comestibilité résulte d'une sélection des types parthénocarpiques sans graines.

Elle se rencontre dans les formes sauvages du M. acuminata elle n'est pas désavantageuse et elle n'entraîne pas nécessairement la stérilité des graines.

Elle est due à un système de gènes dominants. Le premier pas dans l'évolution de la comestibilité est donc une accumulation des gènes dominants complémentaires nécessaires pour amener au développement de formes diploïdes parthénocarpiques et quelque peu à fleurs femelles stériles.

La stérilité femelle presque totale pouvant coexister avec une haute fertilité mâle, les clones peuvent occasionnellement se reproduire sexuellement en donnant des diploïdes (AA) ou des triploïdes (AAA) ou des hybrides.

II. Le développement des groupes acuminata AA et AAA.-

a) Plusieurs sous-espèces d'acuminata sont responsables des cultivars AA.

- la variabilité est plus grande que chez chacune des sous-espèces
- certains clones (Sucrier) sont des hybrides interspécifiques (faits cytologiques et taxonomiques)
- NAKAI (1948) a observé que certains cultivars ont des fruits poilus (introgression de forme sauvage qui se manifeste seulement dans l'aire d'Indonésie en question). Certains clones ont des phénotypes qui suggèrent la pure acuminata-malaccensis.

La malaccensis serait donc une des sources primaires. L'hybridation est par ailleurs responsable de la très grande variabilité du groupe.

En résumé (pour le groupe AA)

- la comestibilité naquit de malaccensis, sur les marges occidentales de M. acuminata et peut-être sur d'autres sous-espèces indépendamment.
- les clones comestibles, ♂ fertiles, furent transportés dans d'autres aires et croisés avec les formes sauvages locales engendrant de nouveaux phénotypes, de nouvelles combinaisons

structurales de chromosomes.

- la sélection retint les meilleurs et les plus stériles de ceux-ci. Le processus s'accroît jusqu'à ce que soit acquise une totale stérilité. La propagation clonale devint obligatoire.

b) les groupes AAA

Les triploïdes connus ont une gamme de phénotypes comparables à celle trouvée dans les diploïdes comestibles. La triploïdie a dû avoir beaucoup d'origines indépendantes dans des croisements développant divers diploïdes comestibles et plusieurs sous-espèces d'acuminata.

Donc même aire que AA, dont ils sont issus. Même grande variabilité.

III. L'hybridité (AB).-

Le type hybride (AB)

- a une importance négligeable maintenant
- s'est produit probablement souvent
- est facile à faire expérimentalement
- fut dominé par les triploïdes plus vigoureux
- est une source importante possible de triploïdes

$$AB \times AB = AAB, ABB$$

ou

$$AA \times B = AAB$$

$$AAB \times B = ABB$$

Une chose est sûre:

les triploïdes hybrides furent produits par l'intrusion d'acuminata comestibles dans les populations de balbisiana périphériques et les produits réussirent car, bien adaptés aux climats locaux, ils apportaient un certain nombre de qualités jusqu'alors ignorées de la sélection.

IV. Rareté des tétraploïdes.-

Un seul clone est connu: Indochine, (ABBB), obtenu probablement selon le schéma $ABB \times BB = ABBB$.

V. Changement secondaire en Malaisie.-

On peut penser qu'aussitôt après l'établissement de la comestibilité, un complexe malaisien de diploïdes comestibles et de quelques triploïdes existait.

Or un tel complexe survit actuellement en Nouvelle-Guinée (SIMMONDS, 1956): c'est un complexe relictuel d'une population de cultigènes primitifs.

On ne connaît aucune autre relique de clones diploïdes ailleurs. Les triploïdes hybrides les ont éliminés. Une fraction de ces triploïdes sont des types hybrides qui sont retournés au centre primaire d'origine à partir du centre secondaire l'Inde.

Ainsi des noms locaux en Malaisie pour plusieurs triploïdes hybrides indiquent clairement l'origine étrangère (SIMMONDS, 1959) (méthode historique).

VI. Le mouvement vers l'Afrique.-

Les premiers cultivars africains atteignirent Madagascar venant de Malaisie dans la première moitié du 1er millénaire de notre ère et diffusèrent ensuite jusqu'à la côte occidentale d'Afrique. Les premiers cultivars étaient des Acuminata (AAA) (on les trouve en Ouganda).

Le mot banana vient d'un nom vernaculaire de l'Afrique occidentale.

De l'Ouest africain les Portugais transportèrent la plante aux Iles Canaries (15e siècle).

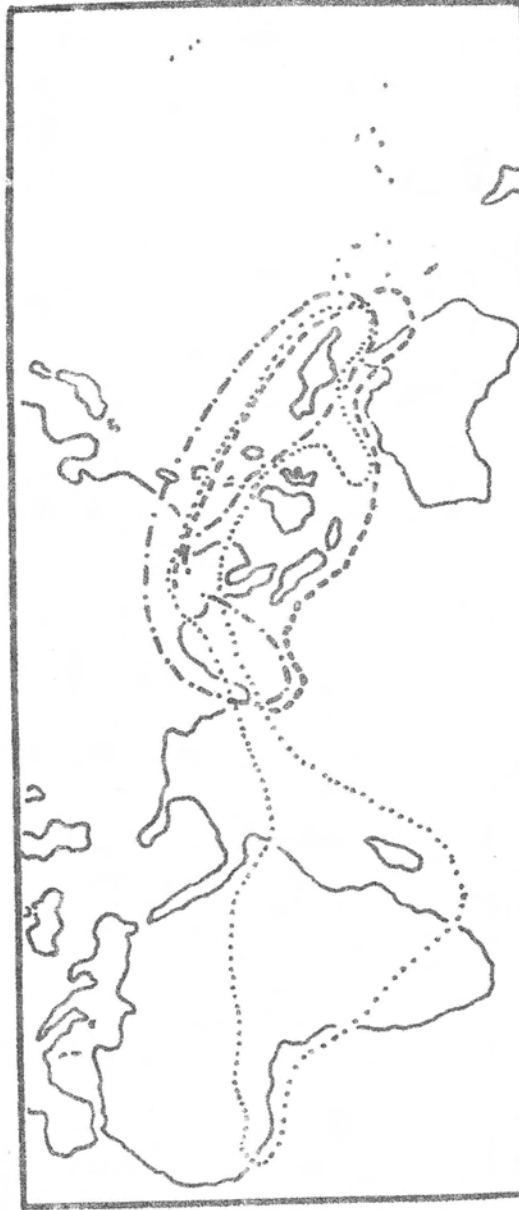
CONCLUSIONS

Ces travaux sur l'origine et l'évolution des Bananiers cultivés s'insèrent dans le cadre de recherches d'amélioration du Bananier. On s'est proposé de remplacer le Gros Michel (AAA) du fait de sa susceptibilité à la maladie de Panama et au Leaf spot. Le plan établi par DODDS (1943) consistait à croiser le Gros Michel avec des cultivars diploïdes (AA) résistant à la maladie et tenter de trouver un tétraploïde (AAAA) résultant résistant et de bonnes qualités agronomiques.

En dehors des applications pratiques, cette étude implique la reconnaissance d'un certain nombre de principes:

- 1) Il n'existe pas de prototypes sauvages et peu différents des plantes cultivées actuelles. Le Bananier cultivé est une création vraiment artificielle.
- 2) Au cours de la domestication, il se fait une substitution successive des usages d'une même plante.
- 3) La domestication est un processus commencé longtemps avant l'obtention de ce pourquoi on cultive.
- 4) La domestication a dû être engagée sur le globe entier partout où il y avait des hommes.
- 5) Dans certaines régions, elle s'est développée de façon privilégiée grâce à l'existence de certaines espèces, des conditions climatiques et aussi du degré d'évolution des peuples.
- 6) Il s'est constitué des foyers, des berceaux de l'agriculture d'où rayonnèrent les migrations.

Ainsi les principales plantes, déjà très améliorées, se mirent à conquérir la terre et à submerger d'autres cultures plus précaires (substitution d'une culture à une autre culture).



Distribution géographique des bananiers sauvages d'après Simmonds, 1962

..... Ensete - - - - - Musa acuminata - . - . - . Musa balbisiana