

L ' O R I G I N E D E S B L É S

HISTORIQUE DES THÉORIES

par Jean ERROUX

P R E F A C E

Jean ERROUX, Ingénieur agronome (1932), Docteur ès Sciences Naturelles, était Maître de conférences de génétique à l'Institut agricole de Maison-Carrée (Algérie), devenu avant l'indépendance de ce pays Ecole Nationale d'Agriculture d'Alger. Comme tel il travaillait à la recherche destinée à munir l'Afrique du Nord de bonnes semences de céréales, sous la direction de l'agronome LAUMONT. Après l'indépendance il devint Maître de Conférences à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier.

Le travail ci-après publié, à ma demande, est de première importance pour un grand nombre de raisons. L'une d'entre elles est son caractère d'information sur la partie concernant les céréales d'une science trop peu étudiée en France: l'Origine des plantes cultivées. C'est une mise au point, concernant les Blés, par un praticien de la génétique des céréales, doublé d'un homme de très haute culture classique et scientifique. Ces problèmes font appel, comme le fait remarquer l'auteur, à un grand nombre de disciplines littéraires et scientifiques.

L'intérêt proprement scientifique et technique de ce travail, qui le rend unique parmi d'innombrables mémoires, en toutes langues, consacrés depuis cent cinquante ans à cette question, est double:

En premier lieu, il met en parallèles deux réussites génétiques importantes: l'obtention par hybridation de blés tendres hexaploïdes, séparément, par LAUMONT en Algérie en 1930, par croisement d'un blé dur avec *Aegilops triuncialis* L.; et aux U.S.A., vers 1945, par Mac FADDEN et SEARS par croisement de *Triticum dicoccoides* X *Aegilops squarrosa*. L'obtention algérienne est un blé nu, l'obtention américaine est un blé vêtu rattaché à *Tr. spelta*.

En second lieu, ces travaux constituent le fait, d'une importance considérable dans l'étude de l'évolution biologique, d'une synthèse d'espèce végétale (au dire de Lucien CUENOT: L'Espèce (1936), deux obtentions différentes, par des moyens différents, mais convergents.

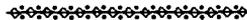
La grande modestie de Jean ERROUX l'a amené à n'accepter que difficilement la publication de ce travail, inédit et ancien (1967). Il oublie de dire - le supplément de Bibliographie que j'ajoute l'établit - que ce sont ses propres travaux qui rendraient, en un point très secondaire, (ce n'est pas mon avis), son travail comme "dépassé". (Aucun travail réellement scientifique n'est jamais dépassé). En effet, il n'a cessé, depuis son retour en France, d'étudier, à la demande des archéologues, la question des blés anciennement cultivés dans le Sud-Est méditerranéen. Et il a été amené à reviser son opinion de l'apparition tardive (à la fin du Néolithique) des blés tendres. Il pense maintenant qu'ils étaient cultivés au début de cet âge, vers 4700 av. J.C. Adoptant la terminologie de Madame E. SCHIEMANN (Iéna-Berlin), c'est le *Triticum aestivo-compactum* Schiem. qu'il retrouve dans les stations les plus anciennes de Languedoc et de Provence. Addition en concordance avec l'identification de ce blé dans le proche Orient, avant -5000.

Avec cette addition, ce mémoire peut-être considéré comme une mise au point sans défaut.

Je remercie très vivement la Société de Botanique du Centre Ouest et son Président Monsieur DAUNAS, d'avoir bien voulu, au regard des considérations ci-dessus, reproduire ce mémoire dans le Bulletin de la Société.

J.-P. FAURE

Ingénieur agronome (1921).



L' O R I G I N E D E S B L É S

HISTORIQUE DES THEORIES.

par J. ERROUX

PREFACE de J.-P. FAURE

I. INTRODUCTION

- A. Les différents aspects du Problème
 - a) L'aspect historique
 - b) L'aspect archéologique
 - c) L'aspect géographique (théorie de VAVILOV)
 - d) L'aspect génétique et cytologique.
- B. La classification des Blés et le Problème de l'origine des Espèces.

II. LES PRINCIPALES CONCEPTIONS SERVANT DE BASE AUX THEORIES DE
L'ORIGINE DU BLÉ

- A. Conceptions anciennes: les mauvaises herbes considérées comme ancêtres des blés.
- B. Recherches de formes ancestrales sauvages. Théorie de PERCIVAL.
- C. Les théories génomiques.
- D. Conceptions actuelles, Géographie Botanique et Archéologie.

III. CONCLUSIONS

Les travaux de KIHARA, KUCKUCK et HELBAEK.

1967
Texte inédit

L'ORIGINE DU BLÉ

HISTORIQUE DES THÉORIES

I. - INTRODUCTION

A. - Les différents aspects du Problème

L'origine des plantes cultivées, pour reprendre le titre de l'ouvrage classique d'Alphonse de CANDOLLE, représente un sujet extrêmement vaste où nos connaissances sont restées, en bien des points, conjecturales, malgré des acquisitions importantes au cours de ces dernières années,

Ce sujet se présente sous de multiples aspects: il s'agit à la fois de l'origine de la culture (où, comment, quand, les hommes ont domestiqué certaines plantes pour s'en nourrir) et de l'origine des plantes cultivées elles-mêmes (origine génétique, géographique, archéologique et historique). Ces aspects distincts, mais connexes, sont par eux-mêmes complexes, bien que les conceptions de l'Ecole Russe de VAVILOV sur l'existence des centres d'origine des plantes cultivées aient marqué un très grand progrès dans les méthodes d'investigation.

De plus, ces aspects connexes s'interpénètrent étroitement et de ce fait ils intéressent à la fois la génétique, la géographie botanique, l'archéologie et l'histoire. C'est là qu'apparaît la nécessité d'une collaboration étroite entre les différentes disciplines intéressées et parmi les disciplines relevant de l'Histoire, ou plus exactement de la Préhistoire, une place de choix semble devoir être réservée à l'Archéologie.

Les trouvailles archéologiques apportent en effet des documents qui représentent, selon l'expression de de CANDOLLE, des "preuves testimoniales", c'est-à-dire des témoignages tangibles sur lesquels nous pouvons, moyennant certaines précautions nous appuyer valablement.

Dès 1882 en effet, de CANDOLLE insistait déjà sur la nécessité de conjuguer les différentes méthodes de la Botanique, de l'Archéologie, de l'Histoire et, ajoutait-il, de la Linguistique (il citait d'ailleurs dans cet ordre) pour faire progresser nos connaissances.

En 1932, E. SCHIEMANN (Enstehung der Kulturpflanzen) reprend la même idée et déplore le fait que ce progrès dépende de spécialités différentes, les unes se rattachant aux disciplines historiques, les autres aux disciplines biologiques. Le botaniste et l'historien ont tous deux besoin d'interpréter les documents anciens disponibles: reliques végétales du passé ou vestiges des anciennes civilisations: pyramides d'Egypte, monuments mégalithiques et, depuis que "les trouvailles des vestiges de cuisine ne sont plus dédaignées par les fouilleurs" comme le remarque le Dr ARNAL, Kjökkenmöddings des Pays Scandinaves, Remada, cendrières ou escargotières de l'Afrique du Nord, foyers en stratigraphie étudiés à Lattes (Montpellier), St-Etienne de Gourgas (Lodève) et ailleurs.

Le Botaniste a malheureusement les plus grandes difficultés à interpréter une stratigraphie, à en dater les outils et les poteries. De son côté l'historien, surtout s'il est doublé d'un linguiste (de CANDOLLE faisait grand cas de l'ouvrage de PICTET sur les "Origines Indo-Européennes") est précieux lorsqu'on se trouve en présence d'inscriptions ou de textes anciens faisant allusion aux plantes cultivées, mais il est souvent réduit à des interprétations qui déroutent le botaniste lorsqu'il s'efforce de les traduire.

a) L'Aspect Historique de l'origine du Blé

On sait la place tenue par le blé dans les anciennes civilisations qui le considéraient comme un présent des Dieux: en Chine, c'était le rite annuel du semis des cinq plantes fondamentales suivantes: le blé, le riz, le sorgho, le millet, le soja. En Grèce, c'était la légende de Triptolème. A Rome, Cérès était la déesse des moissons.

Les peuples de l'antiquité, en dehors des considérations mythiques ou religieuses, avaient une certaine connaissance des blés qu'ils cultivaient; mais il reste difficile, malgré les efforts des historiens, des linguistes et des botanistes, de savoir exactement ce qu'est le "SWI" ou le "BR" des Pyramides d'Egypte. C'est la même imprécision autour du mot Kussmeth qui figure trois fois dans l'Ancien Testament. Il faut bien reconnaître que pour des écrits plus récents, nous hésitons encore pour savoir quels blés représentent les termes d'Olyra, de Zeïa, de Semen, de Far, etc... qu'emploient les écrivains de l'Antiquité classique depuis Homère (1) et Hérodote jusqu'à Pline.

Les travaux de LORET, des frères COTTE, d'Aug. JARDÉ, plus récemment l'Américain JASNY se sont attaqués à ces aspects historiques du Problème, et tout dernièrement ANDRÉ (L'Alimentation et la cuisine à Rome) apporte des considérations intéressantes sur le Far, le Triticum et la connaissance du blé dur par les Romains.

C'est souvent à l'Histoire que l'on s'adresse donc pour savoir quelles étaient les différentes espèces de blés cultivés aux différentes époques dans les pays de l'Antiquité: nous reviendrons sur le cas de l'Epeautre (mot qui revenait autrefois systématiquement sous la plume des traducteurs pour rendre les différents termes rappelés plus haut) et des erreurs engendrées par l'apparition du terme *Spelta* dans un Edit de DIOCLETIEN. De même en Afrique du Nord, où abondent les variétés de *Triticum durum* Desf., on croit souvent que l'espèce *durum* n'est apparue qu'avec les invasions Arabes.

b) L'aspect archéologique

L'étude des documents, non plus littéraires, mais matériels, enfouis avec les restes des civilisations préhistoriques, protohistoriques ou historiques pourraient fournir et fournissent souvent des débris de céréales: cela peut permettre de retrouver à quels moments sont apparues les différentes espèces de blé.

C'est ainsi que les restes des grains trouvés dans les cités lacustres de la Suisse ou dans les Pyramides d'Egypte sont extrêmement précieux, mais l'intérêt de la plupart de ces trouvailles reste soumis aux possibilités de déterminer exactement les espèces auxquelles ont appartenu ces restes et l'époque de leur enfouissement.

Si dans le cas des blés à grains vêtus, la détermination botanique est facilitée par la présence des glumes ou de débris d'épis, dans le cas des blés à grains nus (surtout s'ils sont carbonisés, ce qui est le cas en général) la détermination devient aléatoire, surtout si aucun débris d'épis ne peut être retrouvé.

Il ne faut pas oublier que la diagnose botanique des différents blés, basée sur le seul examen morphologique des caryopses est difficile, même sur

(1) Rappelons que les poèmes Homériques représentent la forme écrite des traditions orales ayant cours au VIII^e siècle avant J.C. et font allusion à des événements plus lointains comme la chute de Troie dont les ruines (Hissarlik) ont fourni des restes de blés (XII^e siècle avant J.C.).

des échantillons frais: par exemple la séparation des grains de blé dur et des grains de blé tendre dans les échantillons commerciaux actuels donne souvent lieu à des contestations.

A plus forte raison cette difficulté s'accroît-elle avec les grains retrouvés au cours des fouilles archéologiques, soit dans les jarres, soit dans la cendre des foyers, puisqu'ils sont en général carbonisés ou qu'ils ont subi une lente oxydation au cours des siècles.

Malgré ces difficultés, il ne faut pas oublier que, bien souvent, les trouvailles archéologiques sont les seules à pouvoir apporter des renseignements précieux permettant d'accorder les théories divergentes des historiens et des botanistes, voire même des génétistes.

c) L'aspect géographique

Il a été illustré après la première guerre mondiale par la fameuse théorie de VAVILOV des Centres d'Origine, théorie d'après laquelle la patrie d'une espèce botanique est caractérisée par la présence en ce point d'un maximum dans la diversité des formes rencontrées appartenant à cette espèce, avec prédominance des caractères dominants. Cependant depuis quelques années, notamment en ce qui concerne le blé, les botanistes tendent à séparer Centres d'origine et Centres de diversité.

Il faut en effet rétablir les étapes suivies par les plantes cultivées à partir des Centres d'origine: souvent leurs migrations sont en relation avec les migrations des peuples; les considérations historiques se confrontent alors à nouveau avec la géographie botanique. Enfin la répartition actuelle des espèces cultivées n'est pas toujours ce quelle était autrefois, elle reste cependant susceptible d'apporter une contribution à l'étude de l'origine des espèces.

d) L'aspect génétique de l'origine des plantes cultivées a pris une importance primordiale au cours du XX^e siècle avec l'analyse cytologique du patrimoine héréditaire au cours des hybridations et des mutations provoquées.

L'analyse cytologique éclaire d'un jour nouveau la filiation des espèces végétales, car en même temps qu'elle apporte une base solide à leur classification, elle précise leur phylogénie.

B. La classification des Blés et le Problème de

l'Origine des Espèces

En effet ce sont les cytologistes qui ont précisé la classification du genre *Triticum* dont les espèces actuelles forment une série polyploïde. L'importance de la systématique, qui doit refléter les affinités des différentes espèces, doit être soulignée dans ce domaine, où le premier pas à faire est d'établir une classification cohérente des blés cultivés et des formes affines.

On peut résumer la systématique du genre *Triticum* en remarquant que les classifications purement morphologiques, comme celle de KÖRNICKE sont complétées depuis longtemps par l'existence de trois groupes à la fois cytologiques et morphologiques:

- Le groupe diploïde à 7-14 chromosomes de l'Engrain, avec une forme sauvage connue, avec un rachis se désarticulant et des grains vêtus.
- Le groupe tétraploïde de l'Amidonniér à 14-28 chromosomes, avec une forme sauvage connue, comportant des types à rachis se désarticulant et

		Diploïde Fl. 2n = 14 = AA Série de l'Engrain	Tetraploïde Fl. 2n = 28 = AABB Série de l'Amidonnier	Hexaploïde 2n = 42 = AABBDD Série de l'épeautre
Formes sauvages grains vêtus Rachis se désarticulant		<i>beoticum</i> Boiss. = <i>aegilopoïdes</i> Bal. Balkans Anatolie	<i>dicoccoïdes</i> Körn. amidonnier sauvage de la Palestine à la Transcaucasie <i>Timopheevi</i> Zh. 2n = 28 = AAGG Transcaucasie	pas de forme sauvage
Formes cultivées - Rachis consolidé	Grains vêtus	<i>Monococcum</i> L. Engrain cultures reliques Europe - Anatolie Nord Afrique	<i>dicoccum</i> Schübl. Amidonnier cultures reliques : Europe - S.W. Asie Inde	<i>spelta</i> L. Epeautre Vallée du Rhin Suisse à Belgique. <i>macha</i> Dek. et Men. (Transcaucasie) <i>vavilovi</i> Tum.
	Grains nus	Aucune forme	<i>durum</i> Desf. Blé dur Méditerranée, Turkestan Steppes S E. Europe <i>turgidum</i> L. <i>polonicum</i> L. <i>carthlicum</i> Nevski (= <i>persicum</i> Vav.) <i>turanicum</i> Jak. (= <i>orientale</i> Perc.) Méditerranée, Proche- Orient, Abyssinie.	<i>aestivum</i> L. (= <i>vulgare</i>) Blé tendre pays tempérés <i>compactum</i> Host. <i>sphaerococcum</i> Perc. (N.W. Indes)

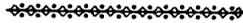
à grains vêtus, mais comportant aussi des types à grains nus et à rachis consolidé.

- Le groupe hexaploïde de l'Epeautre à 21-42 chromosomes (sans forme sauvage connue) comportant des types à grains vêtus et des types à grains nus.

Il ne s'agit pas ici de refaire l'historique des différentes classifications que l'on retrouvera sous une forme accessible chez PERCIVAL, chez JONARD, mais de noter que le genre *Triticum* L., appartient à la tribu des *Hordeae*, où figurent également les genres *Secale* L., *Aegilops* L., *Agropyrum* Gaertn. Les deux derniers genres sont invoqués par plusieurs théories en raison des apports cytologiques dont ils seraient responsables dans la phylogénie des *Triticum*.

Il est intéressant de noter à cet égard que les chiendents étaient inclus par LINNÉ dans le genre *Triticum* (*T. repens* L. par exemple). C'est PALISOT de BEAUVOIS en 1812 qui les a séparés sous le nom d'*Agropyron* (latinisé aujourd'hui en *Agropyrum*) en raison de leur caractère pérenne.

L'examen de la classification actuelle, où les considérations morphologiques, après avoir été prépondérantes, conservent encore leur importance, montre que le problème de l'origine du blé est plus complexe qu'on ne le pensait autrefois. Il ne s'agit plus seulement de rechercher un ou plusieurs ancêtres sauvages, mais d'expliquer l'origine de chaque groupe et sa filiation avec les groupes voisins en tenant compte de leur constitution génomique, AA pour les diploïdes, AABB pour les tétraploïdes, AABBDD pour les hexaploïdes (A, B, D étant respectivement des septets de chromosomes non homologues). Il faudrait aussi préciser les relations qui peuvent exister entre les variétés à l'intérieur d'un même groupe (en particulier à l'intérieur du groupe *spelta*, relations entre *compactum*, *spelta*, *vulgare*).



II - LES PRINCIPALES CONCEPTIONS SERVANT DE BASE AUX THEORIES DE L'ORIGINE

DU BLÉ

A) Conceptions anciennes

Il apparaît donc impossible de se contenter des explications d'autrefois.

Du temps de RASPAIL (comme le rappelle GUYOT), on cherchait l'origine du blé dans le chiendent (*Triticum repens*) lentement transformé par la culture. Aujourd'hui, les croisements entre *Agropyrum* et *Triticum* apparaissent pleins d'intérêt théorique et pratique, mais démontrent que l'ancienne théorie, sous sa forme simpliste, est bien dépassée. Ils sont complétés par des études cytologiques portant sur les hybrides entre différents *Agropyrum* et *Triticum* (*T. dicoccum* X *A. elongatum*; *T. dicoccoïdes* X *A. elongatum*; *A. elongatum* X *T. vulgare*, réalisés par de CUGNAC et SIMONET). Plus récents sont les travaux d'Y. CAUDERON.

Rappelons également que dans le domaine pratique, l'école génétique Russe avait fait grand bruit dans la presse, vers 1945-46, sur l'obtention de Blés vivaces (*Agropyrum* X *Triticum*).

Autrefois également, l'*Aegilops* avait été pressenti comme étant à l'origine du Blé et à ce sujet, il paraît utile de souligner que dans les pays de langue arabe, l'*Aegilops* et en particulier *Ae. ovata* est appelé Oum el Ghemma, la mère du Blé dur (c'est-à-dire le Blé par excellence). De toutes les façons, au siècle dernier, les controverses qui ont opposé GODRON, FABRE et JORDAN à propos de l'*Aegilops speltaeformis* et de l'*Aegilops triticoïdes* ont donné une célébrité particulière à cette théorie.

B) Recherches des Formes ancestrales sauvages.

Mais ce temps est passé où l'on voyait l'ancêtre sauvage du blé dans les seules graminées communes de nos pays; une meilleure connaissance systématique des différentes formes du genre *Triticum* (KORNICKE, PERCIVAL, ORLOV, FLAKSBERGER, VAVILOV) due aux explorations botaniques organisées méthodiquement à travers le monde, la découverte de formes particulières, spontanées, très voisines du blé, ont bientôt incité les spécialistes à rechercher les formes sauvages du *Triticum*.

Cette idée de l'existence de blés sauvages n'est d'ailleurs pas récente en elle-même: HERODOTE parlait déjà de l'existence d'un froment sauvage et l'Odyssée affirmait que le blé croissait à l'état spontané en Sicile.

Ce n'est qu'à la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e que des trouvailles apportèrent la preuve de l'existence de formes spontanées. BALANSA en 1854 découvrait en Anatolie l'Engrain (*T. monococcum* L.) à l'état sauvage, c'est-à-dire *T. aegilopoides* Bal. (*T. beoticum* Boiss).

KOTSCHY en 1855 avait rapporté d'une prospection en Syrie des échantillons de graminées, mais KORNICKE, dont le travail sur les céréales reste fondamental, ne présenta qu'en 1899 un échantillon de KOTSCHY sous le nom de *T. dicocoides* Körn en le considérant comme étroitement apparenté à l'amidonnier: il pensait qu'il était le prototype sauvage de la plupart des blés cultivés, et très attaché à cette théorie, il souhaitait pourtant de nouvelles trouvailles venant confirmer cette première découverte.

Mais il a fallu attendre 1906 pour qu'AARONSOHN redécouvre l'amidonnier sauvage dans une crevasse de rocher en Galilée. KORNICKE avait attendu avec impatience cette confirmation de l'existence indiscutable d'un blé sauvage, plus proche des types cultivés que ne l'était *T. aegilopoides* Bal. découvert en 1854 par BALANSA en Anatolie, pour asseoir sa conviction ancienne: l'amidonnier cultivé *T. dicococcum* Schübl? très répandu chez les anciens Egyptiens (comme le prouvent les restes de grains vêtus de cette espèce retrouvés dans les Pyramides et facilement identifiables grâce à leurs enveloppes conservées) descendait immédiatement du *T. dicocoides* retrouvé par AARONSOHN et dispersé sur une aire s'étendant de la Palestine à la Transcaucasie.

D'autre part, *T. durum* Desf. et *T. turgidum* L. voisins de *dicococcum* tireraient également leur origine de cette forme ancestrale.

Les manuscrits et les lettres d'AARONSHON témoignent de son enthousiasme devant le *T. dicocoides*, et cet enthousiasme se retrouve chez OPPENHEIMER: "Cinquante ans après la découverte du blé sauvage", article publié en 1946 dans la Revue Générale de Botanique de France pour rendre hommage à cette découverte.

De ce fait, la théorie de l'origine du blé à partir de formes sauvages initiales fut partagée au début du XX^e siècle par de nombreux auteurs.

Elle fut cependant contrebattue par VAVILOV pour lequel le centre de diversité, donc d'origine, du *T. dicococcum* (et du groupe des tétraploïdes) se trouve en Abyssinie et non dans les pays de l'Asie Antérieure. Notons cependant au passage que l'hypothèse de l'origine du blé dans les pays de l'Asie Antérieure avait déjà été émise par de CANDOLLE.

En 1921, PERCIVAL publia sa monographie sur le blé dont il classa les différentes formes en deux "species" sauvages (*aegiloploïdes* et *dicocoides*) et onze races, préférant, disait-il, ce terme de races pour désigner les types cultivés, dont aucune forme spontanée n'avait été retrouvée. Cette classification qui montre bien l'importance que PERCIVAL attachait aux deux "species" sauvages connues d'où seraient dérivées les autres formes cultivées, se présente ainsi:

Species I -	<i>T. aegiloploïdes</i> Bal.
Race I	<i>T. monococcum</i> L.
Species II -	<i>T. dicoccoïdes</i> Körn
Race II	<i>T. dicoccum</i> Schübl.
Race III	<i>T. orientale</i> Perc
Race IV	<i>T. durum</i> Desf
Race V	<i>T. polonicum</i> L.
Race VI	<i>T. turgidum</i> L.
Race VII	<i>T. pyramidale</i> Perc
Race VIII	<i>T. vulgare</i> Host
Race IX	<i>T. compactum</i> Host
Race X	<i>T. sphaerococcum</i> Perc
Race XI	<i>T. spelta</i> L.

De plus, PERCIVAL tenant compte des travaux de VAVILOV, qui distinguait trois séries parmi les blés en raison de leur comportements différents vis à vis de *Puccinia triticina* et d'*Erysiphe graminis*, tenant compte aussi de la théorie sérologique de ZADE qui aboutissait aux mêmes trois séries, présenta les hypothèses suivantes pour chacune de ces séries prise séparément :

- la Forme sauvage *T. aegiloploïdes* était étroitement liée avec l'espèce cultivée *T. monococcum* L. l'Engrain.
- T. dicoccum* Schübl. (amidonnier) et *T. orientale* Perc. (= *turanicum* Jak) dérivait de *T. dicoccoïdes*; *T. durum* Desf. dérivait lui aussi de *T. dicoccoïdes* Körn, ou de *T. dicoccum* Schübl.

Enfin, *T. polonicum* L. dérivait directement de *T. durum* Desf., il est certain qu'au point de vue morphologique, certaines formes de *T. dicoccum* sont difficiles à distinguer de *T. durum*, et qu'entre *T. polonicum* L. et *T. durum* Desf. il existe des formes affines, telles que certains blés durs dits Aouedj en Algérie, à glume très longue, à chaume élevé, à grain long et arqué.

PERCIVAL émit également l'opinion que *T. turgidum* L. (Poulard) devait résulter d'un croisement entre une forme de *dicoccum* et un *compactum* ou un *vulgare*.

- Quant à la troisième série, PERCIVAL pensa que l'extrême complexité et le nombre élevé d'espèces de ce groupe ne pouvaient s'expliquer qu'en concevant une origine hybride avec intervention d'*Aegilops ovata* L. ou *Aegilops cylindrica* Host.

Il importe de souligner que pour cette troisième série, que nous appelons aujourd'hui hexaploïde et dont la forme sauvage n'a pas été retrouvée, PERCIVAL fait appel au croisement avec le genre *Aegilops*.

C - Les théories génomiques. Les progrès de la cytologie devaient bientôt rénover les théories de l'origine du Blé.

SAKAMURA (1918), puis SAX (1923) établissent la numération des chromosomes dans le genre *Triticum* dont les trois séries apparaissent alors comme ayant respectivement 7-14; 14-28 et 21-42 chromosomes.

Ces trois groupes coïncident avec les données morphologiques et physiologiques sur lesquelles a d'abord été établie la classification donnée plus haut et qui s'est trouvée ainsi complétée du point de vue cytologique.

Autrement dit, et pour résumer schématiquement un ensemble considérable de travaux, la séparation des espèces d'après les caractères morphologiques (SERINGE 1842; KÖRNICKE 1885; FLAKSBERGER 1915; PERCIVAL 1921), d'après la résistance aux champignons parasites (*Puccinia triticina*, *Erysiphe graminis*: VAVILOV 1914), d'après la méthode sérologique (ZADE 1914), d'après la stérilité plus ou moins grande après hybridation, aboutit finalement à une classification

cytologique des espèces du genre *Triticum* qui représente une véritable synthèse élaborée progressivement.

Non seulement les espèces du genre *Triticum* sont également séparées en trois groupes à 7-14-21 chromosomes (nombres haploïdes), dont KAJANUS voulait faire de véritables espèces (*T. monococcum* L. s. ampl.; *T. acuminatum* Kaj., *T. obtusatum* Kaj.) mais encore apparaît bientôt la notion du génome, constitué par un septet de chromosomes: l'étude cytologique des hybrides interspécifiques, des anomalies au cours de la méiose, a finalement abouti à une classification génomique.

Tous les blés possèdent en commun un septet identique désigné par A- Les blés du groupe *monococcum* ne possèdent que ce septet A et leur formule complète est AA (groupe diploïde: $2n = 14$).

Les blés du groupe *dicoccum* apparaissent comme possédant un septet supplémentaire B différent de A (formule AA BB: groupe tétraploïde: $2n = 28$).

Les blés du groupe *spelta* ont une garniture chromosomique constituée non seulement des génomes A et B, mais d'un troisième génome D (D pour les Japonais, C pour les Anglo-Saxons). Leur formule complète est donc: AA BB DD, ils sont donc hexaploïdes $2n = 42$.

Le problème de l'origine du blé revient alors à trouver l'origine de ces différents génomes et le mécanisme de leur transmission entre ces trois groupes qui forment une série polyplôïde.

Les spéculations modernes, qui conservent cependant (cf + loin) la notion acquise précédemment d'espèce originelle sauvage, s'attachent à retrouver la filiation des principaux types cultivés à partir de ces prototypes sauvages en fonction de la transmission des différents génomes.

On conçoit alors que théoriquement, plusieurs attitudes soient possibles pour expliquer l'origine d'un Blé.

a) Le Polyphylétisme = chaque groupe aurait évolué à partir d'une espèce sauvage particulière; mais on ne connaît pas la forme sauvage ayant donné naissance au groupe hexaploïde et de plus, on sait que tous les blés possèdent en commun le génome A.

b) Le Monophylétisme = toutes les espèces du genre *Triticum* dériveraient d'une même espèce originelle: *T. aegilopoides*.

Dans cette dernière hypothèse, la filiation pourrait se faire:

- soit par autopolyploïdie, mais il faut expliquer la différence de nature qui existe entre les 3 génomes A, B, D.
- soit par allopolyploïdie: tous les faits génétiques plaident en faveur de l'allopolyploïdie, mais il reste à expliquer l'origine des génomes B & D.

Sans résumer les nombreuses hypothèses émises, qui peuvent se rattacher à l'une ou à l'autre des grandes conceptions théoriques précédentes, on peut imaginer des doublements successifs du génome A de *T. monococcum* (forme cultivée de *T. aegilopoides*) comme étant à l'origine des espèces des groupes II et III. Le premier groupe AA est issu du *T. aegilopoides*, forme sauvage connue.

En ce qui concerne le 2^{ème} groupe tétraploïde AA BB, étant donné la différence actuelle des génomes A et B, différence qui se manifeste au cours des méioses (manque d'homologie), l'explication faisant intervenir le doublement de AA en AAAA (autopolyploïdie) demande à être complétée pour expliquer le passage d'une partie AA en BB: on admet alors que l'autotétraploïde AAAA s'est produit il y a très longtemps et que par la suite 7 paires de chromosomes auraient muté vers le type B.

SUSA de CAMARA, ayant traité différentes variétés de *monococcum* (var. *vulgare* Körn. et var. *Hornemanni* Körn.) aux rayons X, pense démontrer "que les

chromosomes des blés de la série diploïdes peuvent avoir donné naissance par fragmentation, translocation et échange réciproque de segments, aux chromosomes des blés tétraploïdes.

Mais KAGAMA en 1929, plus récemment SEARS, rejettent ce mécanisme. SEARS en particulier précise: "aucun mécanisme changeant l'homologie des chromosomes de façon à singulariser 7 des 14 chromosomes en laissant les 7 autres pratiquement inchangés n'est connu".

Il faut donc revenir pour expliquer l'origine du génome B et la genèse des blés tétraploïdes à un phénomène d'allopolyplodie, et il en sera de même pour le groupe hexaploïde dont on ne connaît pas actuellement de formes spontanées.

On invoque alors un mécanisme bien connu: une espèce I à $2n$ chromosomes se croisant avec une espèce II à $2n'$ chromosomes donne une F1 plus ou moins stérile à $(n+n')$ chromosomes, (stérilité due à un manque d'homologie entre les chromosomes au moment de la syndèse d'où asyndèse et avortement de la méiose); mais dans la descendance peut parfois apparaître une espèce nouvelle, à nombre chromosomique doublé à $2(n+n')$ chromosomes: c'est la théorie classique de l'amphidiploïdie. Mais le problème devient alors de trouver l'origine des différents génomes, c'est-à-dire les plantes possédant ces génomes et susceptibles de les transmettre au blé.

On peut par exemple envisager que le groupe des tétraploïdes est né d'un croisement impliquant *T. aegilopotides*, forme sauvage, on l'a vu, très voisine de *T. monococcum* (tous deux reconnus porteurs du génome A) et une espèce diploïde, telle que *Agropyrum triticeum* Gaertn, (*A. prostratum* P.B.) ou *Aegilops bicornis*, ou *Aegilops speltaoides*, tous à 7 chromosomes considérés comme homologues du génome B.

En fait comme le fait remarquer JENKINS en 1966, la détermination définitive de l'origine du génome B a été la plus difficile.

Ce sont SARKAR et STEBBINS en 1956, s'appuyant sur la méthode décrite en 1949 par ANDERSON (introgressive Hybridization), qui ont conclu que *Aegilops speltaoides* était la forme sauvage qui avait le plus de chance d'être responsable de l'apport du génome B chez les tétraploïdes, et par suite chez les hexaploïdes puisque RILEY, UNRAU et CHAPMAN en 1958 précisèrent en effet les ressemblances entre les chromosomes du génome B des hexaploïdes et les chromosomes de l'*A. speltaoides*.

Ces derniers auteurs en outre, confirmant les travaux de SEARS et OKOMOTO, lèvent une contradiction gênante: il n'y a pas d'appariement entre les chromosomes des génomes A et B chez les blés tétraploïdes, alors que l'hybride A B obtenu en croisant deux espèces diploïdes présente quelques appariements: l'explication est la suivante: il existe un gène ou un groupe de gènes intéressant le génome B des blés hexaploïdes qui empêche les appariements intergénomiques.

C'est ce gène (ou ce groupe de gènes) décelé chez les hexaploïdes qui se retrouve chez les tétraploïdes, qui explique la différence de comportement du génome B, selon qu'il s'agit de blés tétraploïdes ou hexaploïdes (pas d'appariements intergénomiques) ou d'hybrides entre *Aegilops speltaoides* et un blé diploïde (quelques appariements). Il s'agit donc toujours du même génome B.

Le groupe des blés hexaploïdes a fait s'affronter de nombreuses théories ou intervenaient soit *T. dicoccum*, soit certaines *Aegilops* (nous retrouvons alors les idées de PERCIVAL), soit même le genre *Secale* (hypothèse de MEISTER), les croisements avec le genre *Secale* entraînant de nombreuses études cytologiques sur les "Triticale", aboutissant parfois à des recherches pratiques conférant aux blés tendres des caractères de rusticité apportés par le Seigle.

Il faut signaler également les travaux poursuivis sous le patronage du Prof. MAIRE d'Alger et cités récemment par MACFADDEN et SEARS: LAUMONT en croi-

sant *T. durum* Desf. et *Aegilops triuncialis* tr. aboutissait à l'obtention de formes "tendroïdes" mais possédant les 42 chromosomes du blé tendre. Ces formes fixées utilisées par la suite comme géniteurs de rusticité dans les hybrides ont donné entre autres dans leur descendance une "variété" agricole lancée en grande culture sous le nom de bataille *Aegilops* 14.257: il s'agirait alors d'une synthèse du blé tendre à partir du croisement d'un blé du 2^{ème} groupe (*durum* = Langlois 1527) et d'un *Aegilops*.

Mais c'est dans le cadre de la recherche de l'origine du génome D (d'ailleurs pressentie depuis longtemps) que la question de l'origine du blé tendre et des hexaploïdes a pris un renouveau d'actualité, avec la synthèse de *T. spelta*, due à Mac FADDEN et SEARS par croisement de *T. dicoccoides* avec *Aegilops squarrosa*, ce dernier géniteur apportant le génome D. KIHARA de son côté et à la même époque mais d'une façon indépendante émettait également l'hypothèse qu'*Aegilops squarrosa* portait le 3^{ème} génome caractérisant les blés de la série hexaploïde.

La théorie de l'origine de la série hexaploïde à partir du *T. spelta* considéré comme l'ancêtre des blés tendres cultivés aujourd'hui, devait être analysée par E. SCHIEMANN en 1947, à la lueur de ses propres conceptions d'ordre génétique et préhistorique, exposées dans ce travail d'ensemble sur l'origine des plantes cultivées, travail paru en 1932 et cité plus haut en raison même de l'importance accordée à l'archéologie.

Dans cette analyse, SCHIEMANN formule des critiques appuyées non seulement sur la génétique et l'histoire, mais aussi sur les conceptions systématique-géographiques de VAVILOV, qu'elle tend d'ailleurs à reviser sur certains points.

L'ensemble des travaux de Mac FADDEN et SEARS et des critiques qu'ils ont soulevées peut servir de base à une synthèse de nos connaissances dans ce vaste domaine de l'origine de la série des blés tendres, où les aspects historiques, génétiques et géographiques, sont souvent difficiles à accorder.

Mac FADDEN et SEARS s'appuient sur des nombreux faits prouvant qu'*Aegilops squarrosa* L. (n = 7) possède bien le génome D; en particulier les résultats obtenus sur la cytologie des *Aegilops* par SAX, BLEIER, KIHARA.

Ils s'appuient ensuite sur des considérations morphologiques; les caractères différentiels de l'Epeautre par rapport à l'Amidonier: chaume creux, mode de désarticulation du rachis, troncature et forme de la glume, sont aussi les caractères différentiels de l'*Aegilops squarrosa*, *crassa* et *cylindrica* par rapport aux autres *Aegilops*. De plus, *squarrosa* est diploïde (n = 7).

Ils pensent alors qu'*Aegilops squarrosa* doit présenter un intérêt particulier et l'utilisent dans le croisement:

T. dicoccoides X *AEg. squarrosa*

dont ils obtiennent la $F^1 - (14 + 7) = 21$

Le traitement de la F^1 par la colchicine aboutit enfin à l'obtention de plantes allopolyploïdes (hexaploïdes) = 2 (14+7)=42 présentant les caractères taxonomiques de *T. spelta*. La conclusion formulée par Mac FADDEN et SEARS est:

- 1) que le génome D des blés hexaploïdes est fourni par *Aeg. squarrosa*
- 2) que le *Triticum spelta*, dont ils ont réalisé la synthèse est le prototype indifférencié des blés hexaploïdes.

Cette théorie, comme il a été indiqué plus haut soulève évidemment quelques difficultés.

A-. Une première difficulté relevée par E. SCHIEMANN en 1947 est d'ordre phyto-géographique: le croisement invoqué n'a pu se produire à l'état naturel que dans l'aire géographique commune aux deux géniteurs qu'est la Transcaucasie (cf. plus haut ce qui a été dit pour *T. dicoccoides*; de plus l'aire de répartition d'*Aegilops squarrosa* recouvre en partie celle du précédent).

Mais d'après VAVILÓV, le centre d'origine des blés tétraploïdes (qui coïncidait pour lui avec leur centre de diversité) se trouve en Abyssinie, celui des blés hexaploïdes, dans l'Hindoukouch : ces deux zones sont dépourvues des formes sauvages du Blé.

B-. Une deuxième difficulté, également relevée par E. SCHIEMANN a trait à l'Epeautre, considéré comme forme ancestrale des blés hexaploïdes.

Elle fait remarquer que les formes vêtues, hexaploïdes, à épi lâche du type *spelta* n'ont jamais été trouvés en Transcaucasie: ces formes sont endémiques de la Vallée supérieure et moyenne du Rhin (Suisse, Allemagne du Sud-Ouest).

D'autre part, au point de vue archéologique, les trouvailles de *spelta* que pouvait connaître SCHIEMANN en 1947 se limitaient à ces régions, où d'ailleurs leur apparition est très tardive (Age de Bronze), bien après *T. monococcum*, *dicoccum*, et *compactum* (ce dernier Néolithique).

Jusqu'aux trouvailles de ces dernières années, on pouvait en effet considérer que les hexaploïdes les plus anciens étaient le *T. compactum* des cités lacustres, que l'on trouve en mélange avec *T. monococcum* et *T. dicoccum*.

Par ailleurs FLAKSBERGER et SCHIEMANN en 1939 prétendaient avoir obtenu des *spelta* à partir du croisement.

T. dicoccum (4x) X *T. compactum* (6x).

Autrement dit, si l'Epeautre avait réellement précédé le *vulgare* on devrait en retrouver des traces archéologiques plus anciennes et il ne devrait pas être confiné dans une aire aussi limitée.

Au point de vue historique et linguistique, le mot *spelta* apparaît d'origine Saxonne et n'est mentionné dans la littérature pour la première fois qu'en 301 après J.-C., dans un édit de l'Empereur DIOCLETIEN où il figure parmi une liste de céréales faisant l'objet de la législation: pour être certain qu'aucune céréale n'échappe à l'Edit, tout se passe comme si son auteur avait voulu rassembler tous les termes ayant cours à cette époque dans l'Empire Romain.

Or les Romains de Jules César avaient été quelques temps auparavant en contact avec les peuples du Rhin et de la Suisse.

C'est ainsi que le terme *spelta* d'origine Saxonne fait son apparition dans la littérature latine à une date tout à fait récente. Peut-être en est-il de même avec le blé qu'il désigne?

Ces critiques ont au moins le mérite de montrer que malgré les caractères primitifs de l'Espèce (grain vêtu, rachis fragile se désarticulant), malgré les idées émises autrefois par de CANOLLE et FLAKSBERGER, il ne faut pas se hâter d'employer le terme Epeautre pour traduire les noms du blé chez les auteurs de l'Antiquité classique.

Pour répondre aux difficultés concernant l'Epeautre, Mac FADDEN et SEARS font appel au blé compact des cités lacustres puisqu'il apparaît plus ancien que le *spelta*.

Mais le blé des cités lacustres (*T. vulgare antiquorum* Heer) en raison de sa ressemblance avec *T. compactum* et de ses grains nus petits, était en général et est encore considéré comme un hexaploïde.

Mac FADDEN et SEARS le considèrent au contraire comme un tétraploïde ancêtre du *T. persicum* Vav. En effet en certains points du Caucase, *T. persicum* Vav. (= *carthlicum* Nevski) présente des formes compactes assez semblables au *T. antiquorum* dont il ne serait que la forme la plus récente à épi lâche. On sait de plus que les formes hexaploïdes synthétiques obtenues par croisement entre *spelta* et *persicum* sont à grains plus gros que le parent tétraploïde (grains rappelant celui du blé tendre).

L'origine du *T. antiquorum* (dont les caractères différentiels avec *T.*

monococcum se retrouvent dans l'*Agropyrum triticeum* Gaertn.) s'expliquerait alors par la descendance allopolyploïde du croisement:

$$T. monococcum \times Agropyrum triticeum \text{ ----- } T. antiquorum$$

$$n = 7 \qquad n' = 7 \qquad (n + n') \times 2$$

génomme B, voir plus haut
voir aussi ANDREWS (1964).

$$2(n + n') = 28$$

Si l'on admet que *T. antiquorum* est ainsi un tétraploïde, son croisement avec *T. spelta* allopolyploïde de *T. dicoccoïdes* et d'*Aeg. squarrosa*) se présente de la façon suivante:

$$T. spelta \times T. antiquorum$$

$$n = 21 \qquad n = 14$$

$$F^1 = 35$$

La F^1 est plus ou moins fertile, la fertilité régulière ne se réalisant qu'avec un nombre pair de chromosomes, en particulier 42, ce qui donne naissance aux blés tendres.

Telles sont schématiquement deux difficultés majeures, l'une concernant la phytogéographie, l'autre concernant l'ancienneté du *spelta*, que soulève la théorie de Mac FADDEN et SEARS, et telles sont les réponses formulées par ces auteurs pour lever l'objection *spelta*.

Sans rappeler la masse considérable des travaux qui touchent de près ou de loin à cette question de l'origine du Blé, il est bon de signaler les travaux de l'Ecole Suédoise, en particulier ceux d'AKERMAN et de MACKEY concernant les mutations provoquées: ils apportent des précisions sur la localisation et le comportement des facteurs déterminant l'apparition des caractères compacts (chromosome XX ou 2 D), compactoïdes (chromosome IX ou 5 A) et *spelta* (chromosome IX ou 5 A) et tout en restant dans le cadre de la théorie précédente, ils montrent les relations qui peuvent exister entre *T. persicum*, *Aegilops squarrosa*, *T. antiquorum*, *T. spelta* et *T. dicoccum*.

Le schéma de la page suivante résume ces relations. Il a été présenté à la Faculté d'Alger, devant la Société d'Histoire naturelle de l'Afrique du Nord, par le Professeur GUSTAFSSON: il suggère que la diversification du groupe hexaploïde a pu se faire de manières diverses, que les formes compactes sont probablement les plus anciennes.

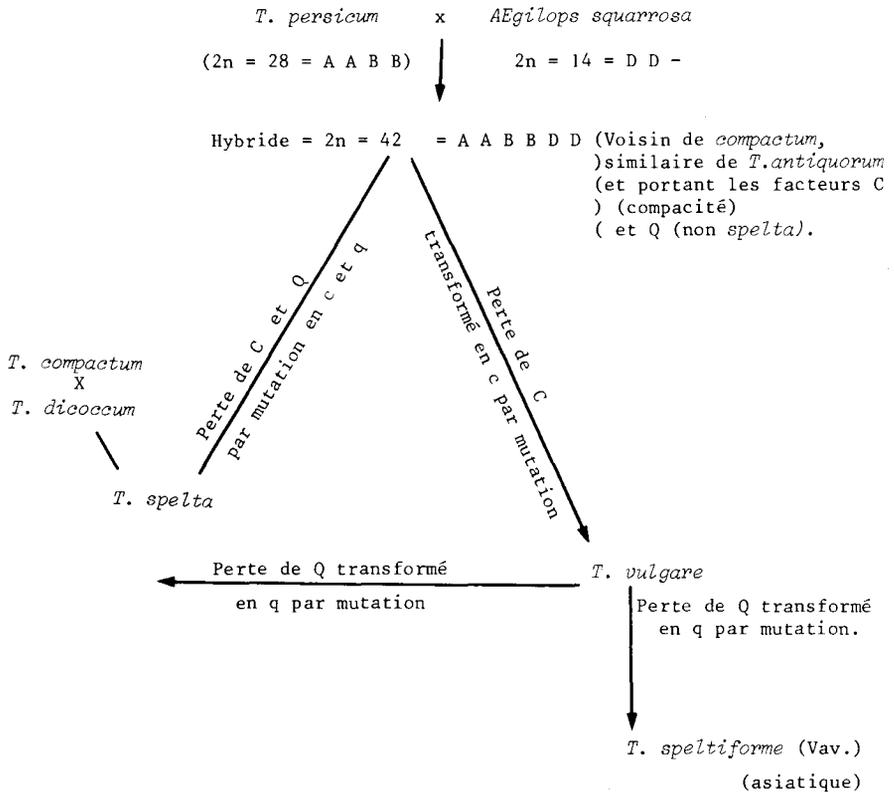
Autrement dit, le croisement *T. persicum* \times *Aegilops squarrosa* (ce dernier géniteur étant retenu comme apportant le génome D.) donne naissance à une forme compacte hexaploïde voisine de *T. antiquorum*. A partir de cette forme hexaploïde compacte, par perte simultanée de C et Q (mutation en c et q), apparaît *T. spelta*, que FLAKSBERGER et SCHIEMANN avaient synthétisé par croisement:

$$T. dicoccum \times T. compactum \text{ (cf plus haut)}$$

Mais il n'est pas exclu dans ce schéma qu'à partir de l'hybride hexaploïde compact voisin de *T. antiquorum*, la perte du gène C ait entraîné l'apparition du *vulgare*; puis ce dernier par perte de Q aurait pu donner naissance aux speltiformes d'Asie et, de nouveau, à *T. spelta* (cette naissance étant alors postérieure au *vulgare*) qui apparaît souvent par mutation dans les *vulgare*, comme l'ont montré il y a déjà longtemps les travaux de NILSSON-EHLE.

Tous ces travaux et toutes ces hypothèses génétiques concernant:

- a)- La filiation des blés à partir de *T. aegilopoïdes* et l'origine des différents génomes,



b)- L'apparition des blés hexaploïdes,

montrent des parentés probables résumées dans le schéma précédent et suggèrent les différents stades qui ont pu éventuellement jalonner l'évolution des blés cultivés.

Quels sont ceux qui ont été effectivement réalisés?

Dans quel ordre se sont-ils réellement succédés au cours du développement de l'agriculture?

Sont-ils postérieurs ou antérieurs à la naissance de l'agriculture?

Se sont-ils réalisés à plusieurs reprises en différents endroits à déterminer?

Ce sont là autant de questions parmi d'autres auxquelles il n'est pas près d'être répondu. Mais il faut cependant signaler l'importance des travaux archéologiques de ces dernières années notamment celles du D^r HELBAEK qui peuvent orienter les conceptions actuelles concernant ce problème si vaste de l'origine des Blés.

D) Conceptions actuelles, géographie botanique et Archéologie.

C'est en effet à l'Archéologie que l'on doit un certain nombre de confirmations et de précisions dont il est classique maintenant de faire état en raison de leurs conséquences.

Déjà depuis longtemps, les Pyramides d'Egypte ont fourni de nombreux débris d'Amidonnier, très semblables à l'Amidonnier cultivé de nos jours: certains peuvent être datés, grâce au contexte archéologique de 3.000 à 2.200 ans avant le Christ (PERCIVAL, SCHULZ, FLAKSBERGER, ABERG).

Parfois ces débris se présentent dans un parfait état de momification, permettant une véritable dissection, un examen minutieux des glumes et de leur ornementation (puisque'il s'agit d'un blé vêtu), permettant donc une détermination botanique précise.

C'est le cas des blés examinés récemment par le Dr HELBAEK dans la pyramide de la reine ICHETIS, datée par les archéologues de 2.500 ans avant le Christ.

L'Amidonnier apparaît donc déjà comme une forme ancestrale et l'ensemble des données archéologiques permet de le considérer comme ayant été largement utilisé par les agriculteurs préhistoriques.

On peut même admettre avec STOLETOVA que la survivance de ce blé, en mélange dans certaines cultures actuelles de céréales, caractérise l'archaïsme de ces cultures. La découverte récente de l'Amidonnier en voie de disparition parmi les blés très particuliers des oasis du Fezzan renforce l'idée déjà émise par Aug. CHEVALIER que les blés de l'antique pays des Garamantes datent des premiers temps de l'Agriculture au Sahara.

Ainsi le caractère ancestral de l'Amidonnier, présenté par les génétistes et les botanistes est confirmé par les archéologues. De même il faut noter que l'Engrain se trouve presque toujours en faible proportion mélangé à l'Amidonnier: il ne semble pas avoir joué un grand rôle en culture où il apparaît comme une impureté, presque une mauvaise herbe.

Mais il restait à donner une preuve archéologique de leur origine à partir des blés sauvages.

Cette preuve a été fournie peu après 1950 grâce aux découvertes faites à Jarmo qui constituent à ce propos un exemple du caractère parfois décisif des trouvailles archéologiques.

On y trouve des empreintes de grains et d'épillettes dans l'argile cuite, ainsi que des grains et des épillettes carbonisés, mais le point remarquable est que l'on y reconnaît les céréales trouvées à l'état sauvage en Anatolie et sur le Mont Hermon: *T. aegilopoides* Bal. et *T. dicoccolides* Körn, ainsi que des *Aegilops*, mélangés à des amidonniers semblables aux formes cultivées de nos jours. D'autres fouilles dans la même région, mais provenant de sites archéologiques plus récents, livrent des amidonniers mêlés aux types sauvages qui se font de plus en plus rares et finissent par disparaître.

Ainsi, à Jarmo, les archéologues se sont trouvés en présence des formes sauvages mêlées à leurs descendances cultivées. De plus, ces trouvailles se situent au milieu d'une zone désignée sous le nom de "croissant fertile". zone qui s'étend de l'Egypte, par la Palestine, la Galilée, le Taurus, jusqu'à l'Irak et l'Iran et qui semble de plus en plus avoir joué un grand rôle dans l'origine du Blé: c'est en effet en certains points du croissant fertile que l'on retrouve *T. aegilopoides*, *T. dicoccolides*, *Aegilops speltoides*, et *Aegilops squarrosa* (KIHARA et LILIENFELD 1949) dont les aires géographiques actuelles de répartition coïncident et se recouvrent à proximité des sites archéologiques privilégiés et rendent possibles les hybridations invoquées par les génétistes. Ainsi c'est grâce à l'Archéologie que la découverte des blés sauvages prend toute sa valeur: c'est encore grâce à l'Archéologie que l'attention est spécia-

lement attirée sur les *Aegilops* que les génétistes considèrent comme responsables des génomes B et D.

En outre, la coïncidence des indications archéologiques et des indications de la géographie botanique permet de préciser la distinction à faire entre centre de diversité et centre d'origine et de ramener à leur juste valeur les difficultés relevées par SCHIEMANN à propos des théories de SEARS et Mac FADDEN et les premières conceptions de VAVILOV.

Le croisement invoqué par SEARS et Mac FADDEN n'a pu se produire qu'en Transcaucasie, partie du croissant fertile et aire géographique commune aux deux géniteurs qu'ils utilisent, alors que le centre d'origine des blés tétraploïdes se trouvait, d'après les premières conceptions de VAVILOV, en Abyssinie et celui des blés tendres en Indou-Kouch.

La Transcaucasie, qui comprend en particulier l'aire de dispersion de *dicoccoides*, présente toutes les conditions écologiques et ethnographiques permettant le passage d'une forme sauvage à gros grains, à croissance vigoureuse, à moyens de propagation naturelle (entre autres la désarticulation du rachis), vers une forme céréale à rachis solide que l'homme moissonne et conserve en attendant d'effectuer les semences suivantes.

En conséquence la Transcaucasie a pu abriter (c'est ce que montrent les découvertes archéologiques) la naissance des formes cultivées des blés, que des peuples en migration ont pu emmener avec eux, jusqu'à ce qu'ils se heurtent aux hautes montagnes de l'Abyssinie et à l'Equateur, c'est-à-dire à des conditions favorisant les mutations.

On s'expliquerait alors, d'après SCHIEMANN que l'Abyssinie soit devenue un centre secondaire de diversification pour les blés tétraploïdes à grains nus qui seraient nés ailleurs.

Cette distinction entre centre de diversité et centre d'origine lèverait donc la première difficulté à laquelle aurait pu se heurter la théorie de SEARS et Mac FADDEN.

De la même façon pour les blés hexaploïdes, des migrations de peuples à partir du centre Transcaucasien d'origine, en direction de l'Est vers l'Indou-Kouch ont amené les premiers blés cultivés dans des habitats extrêmes d'altitude favorisant hybridations spontanées et mutations, tandis qu'une agriculture primitive ne pratiquant pas la sélection favorisait l'accumulation des formes nouvelles: ainsi serait né le centre de diversité des hexaploïdes loin de la zone d'origine.

Il faut remarquer que cette théorie de SCHIEMANN qui modifiait les premières conceptions de VAVILOV (qu'il avait lui-même ramaniées dans ses dernières publications) en distinguant centre d'origine et centre secondaire de diversification trouve un domaine d'application supplémentaire avec les blés des Oasis Sahariennes: les Oasis Sahariennes représentent sans doute un centre de diversification pour les blés tendres *inflatum* analogues au Centre du Tibet, loin du centre primaire d'origine des blés tendres.

Si on aborde maintenant les difficultés soulevées par l'hypothèse de l'Epeautre considéré comme forme ancestrale des blés hexaploïdes, de nouveaux faits mis en avant par l'Archéologie et la Botanique expliquent les conceptions actuelles concernant l'origine des blés hexaploïdes, conceptions qui tendent à faire jouer à l'épeautre ou à certaines formes d'épeautres, un rôle important.

a) C'est d'abord l'accumulation des résultats récents donnés par les fouilles archéologiques qui montre que la culture du blé Epeautre n'a pas toujours été limitée aux régions de Souabe-Bavière. L'Epeautre a été trouvé dans des fouilles en dehors de ces zones et semble avoir eu une aire d'extension plus vaste qu'on ne le pensait autrefois et SCHULTZE-MOTEL en 1965, en même temps qu'il énumère ces trouvailles et donne leur chronologie historique, s'ap-

puie en outre sur des données génétiques, agricoles et linguistiques: il y voit des arguments en faveur de la naissance de cette espèce dans les mêmes régions que l'Engrain et l'Amidonnier.

b) On sait en outre depuis longtemps que l'Epeautre, caractérisé typiquement par un épi lâche, à rachis fragile se désarticulant suivant un mode précis, par des glumes carénées avec un épaulement marqué, présente de nombreux types intermédiaires, à grains plus ou moins vêtus et à rachis plus ou moins fragiles pour arriver à des types à grains nus se battant facilement, proches des blés tendres.

C'est ainsi que dans les Oasis du Sahara ont été étudiées (1920-1962) des séries de formes progressives speltoïdes faisant transition entre les épeautres et les blés tendres *inflatum* avec une compacité croissante (*T. spelta* L. var. *saharae* L.D.). De la même façon, KUCKUCK (1964) expose des observations analogues faites en Iran sur des populations locales où il a retrouvé toute une série de formes affines *spelta* et speltiformes sur le plateau de Shar Kord, traduisant un processus évolutif aboutissant au *vulgare* (*inflatum* dans les régions d'agriculture plus intensive) processus que l'on peut observer de nos jours.

De plus, en pratiquant des croisements expérimentaux impliquant *spelta* d'Europe, *spelta* d'Iran, *vulgare* et *macha*, il précise le comportement du facteur Q (supprimeur du caractère *spelta*) dérivé par mutation du facteur q (*spelta*) situé sur un locus du chromosome 5 A, et explique l'apparition du type *Squarehead*, c'est-à-dire compact.

L'hypothèse de la mutation de q, qui se retrouve chez tous les épeautres hexaploïdes a été vérifiée par KUCKUCK (1961) en opérant sur des grains de *spelta* et de blé *macha* exposés aux rayons X, afin de produire des mutants qui puissent représenter des chaînons de l'évolution entre les types *spelta* vrais et les types dérivés à grains nus et à rachis consolidé: l'hypothèse paraît confirmée par certains mutants obtenus.

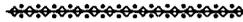
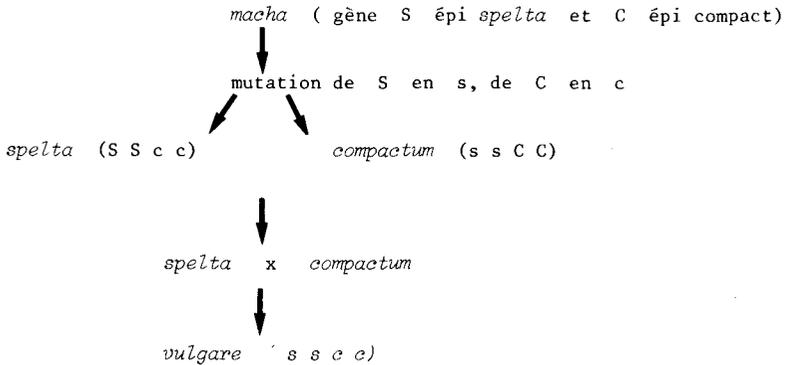
Il est bon de préciser que le blé *macha* utilisé dans ces expériences est localisé en Géorgie, c'est-à-dire à proximité du croissant fertile: certaines formes sont voisines du *dicoccon*, mais *macha* est hexaploïde et est considérée comme proche du *spelta*. En outre MENAÏDE l'a reconnu parmi les céréales trouvées en 1940 dans le tumulus de Didi Goudzoub et datées du néolithique: SINSKAYA en 1955 attire l'attention sur l'importance de cette découverte.

L'ensemble de ces études botaniques, génétiques et archéologiques (ces dernières relevant la présence d'épeautres dans des gisements préhistoriques où ils avaient été longtemps ignorés) permettent à KUCKUCK d'assurer que toutes les épeautres hexaploïdes ont en commun le même gène q, que par suite ils ont la même origine, que la distribution géographique actuelle du Blé *Macha* en Géorgie représente l'aire de répartition la plus ancienne des épeautres: c'est au départ de cette aire qu'ont pris naissance les blés cultivés hexaploïdes à partir des épeautres.

De cette partie du S.W. Asiatique, le blé épeautre a gagné l'Europe(1) et l'Iran, mélangé à l'Engrain et à l'Amidonnier (ce dernier étant le plus abondant), le chemin de cette migration étant jalonné par des évidences linguistiques étudiées par ANDREWS (1964).

A côté de ces conceptions qui redonnent aux blés *Spelta* un caractère ancestral, celle de KIHARA en 1958 admet un processus comparable pour expliquer l'apparition du blé tendre, processus que l'on peut résumer schématiquement de la façon suivante:

(1) Le blé Epeautre d'Europe ne dérive pas du blé tendre.



III. CONCLUSIONS

JENKINS en 1966 analyse les théories de KUCKUCK et de KIHARA et les confronte avec les idées de HELBAEK qui fait intervenir les facteurs écologiques comme facteurs de sélection pour expliquer l'abondance ou la rareté relative suivant les régions, des *compactum* (abondant dans les Palafittes d'Europe, rares dans le Proche Orient) ou des *spelta* (dont l'aire de répartition archéologique commence à apparaître plus importante qu'on ne le pensait autrefois). Il semble bien qu'actuellement l'origine du génome B (*Aegilops speltoides*) et du génome D (*Aegilops squarrosa*), l'apparition de l'épeautre ancêtre des hexaploïdes à partir du croisement d'un tétraploïde (*dicoccum*) par une forme diploïde portant le génome D (*Aegilops squarrosa*), l'importance des formes compactes, soient des idées directrices à retenir dans le cadre de la théorie allopolyploïde des blés.

Bien que l'hypothèse de KIHARA n'envisage qu'une seule origine pour les blés hexaploïdes (dont on ne connaît pas de formes sauvages) il ne faut pas rejeter la possibilité d'origines diverses à partir de différents ancêtres tétraploïdes, ni la possibilité d'hybridations subséquentes entre différents hexaploïdes.

De toutes les façons de nombreux points restent à préciser. Ces phénomènes se sont-ils produits en une seule fois en un seul point ou bien à plusieurs reprises en différents endroits? Les transformations évoquées au cours de l'évolution du blé cultivé se sont-elles produites sous l'effet de la culture, par conséquent postérieurement à la culture, ou bien est-ce les hommes qui par un choix inconscient des formes les plus favorables à leur nourriture ont fait progressivement prédominer des types d'abord très rares, n'existant qu'à l'état de prototypes, mais nés antérieurement à la culture?

Malgré ces interrogations, on peut cependant considérer comme les plus généralement admis les faits suivants:

T. monococcum L. (Engrain) est issu de la forme sauvage *T. aegilopotides* et son

centre de dispersion est en Asie Mineure (Turquie). L'Engrain a été retrouvé dans les cités lacustres d'Europe (néolithique) et il est bon de noter qu'il accompagne très souvent l'Amidonnier, mais sans en avoir l'importance et qu'il a perduré ainsi au cours des temps archéologiques jusqu'aux temps modernes en Suisse, pays de Bade, Wurtemberg, Thuringe. Cette forme ancienne a été retrouvée en Afrique du Nord (Maroc) où elle est cultivée pour son chaume servant à la confection des toitures (DUCELLIER).

T. dicoccum Schübl. L'Amidonnier est le plus ancien des froments trouvés dans les Pyramides d'Egypte. Son centre de diversification se trouve en Abyssinie, mais son ancêtre sauvage *T. dicocoides* se trouve en Transcaucasie et on a vu (cf. supra) comment la distinction entre centre d'origine et centre de diversité permet d'expliquer ce fait.

Il a été très cultivé pendant tout le néolithique. Le D^r ARNAL l'a retrouvé dans le chasséen de l'Hérault (néolithique moyen récent 3.500 à 2.300 avant J.-C.) et il semble représenter le fond de la culture jusqu'aux temps de l'Empire Romain: il correspond probablement au mot latin *far*.

E. MIEGE en 1920 l'a signalé au Maroc: DUCELLIER l'a retrouvé à plusieurs reprises à Sétif et à Maison-Carrée en Algérie, mélangé aux avoines rouges d'Afrique. Il a été recueilli récemment au Fezzan parmi les blés tendres des Oasis, où il représente un exemple de liaison entre une plante cultivée et les conditions ethnographiques du pays; il a été préservé parmi les populations anciennes d'agriculteurs qui restent attachés à leurs conditions séculaires.

T. durum Desf. appartient au même groupe chromosomique que l'Amidonnier mais il possède un épi plus solide et des grains nus: il est d'apparition plus récente. D'après HELBAEK, il a été mis en évidence pour la première fois avec certitude dans une Pyramide de la période des Ptolémées, à partir de 300 avant le Christ; il s'est étendu très rapidement dans les pays du Proche-Orient aux dépens de l'Amidonnier: SCHIEMANN pensait même que l'Egypte connaissait déjà le blé dur dès la Ve dynastie, à côté du *T. dicoccum*, sous le nom de SWOT. Elle affirme que les Romains distinguaient à côté du *dicoccum* (far, cf. plus haut) deux sortes de blés, *triticum* et *siligo*, dont le premier doit être interprété comme *durum* que GALIEN connaissait sous le nom de semidalites. PLINE (Histoire naturelle, Livre XVIII) rapporte que la Similago (semoule) faite avec le blé d'Afrique était la meilleure (cf. l'analyse de l'Américain JASNY). Malgré les indications que l'on peut retirer des auteurs anciens, on a longtemps considéré que le blé dur ne s'était pas répandu en Afrique du Nord avant les invasions Arabes, sous prétexte qu'il n'a pas été identifié dans les ruines romaines de Djemila et de Tingad; cette absence d'identification peut s'expliquer par la difficulté de distinguer blé dur et blé tendre par le seul examen des caryopes carbonisés, car des examens plus récents pratiqués vers 1950 sur des grains trouvés dans un moulin Romain d'Altava (Lamoricière, Algérie) et dans les amphores de Siga (Tlemcen, Algérie) attirent l'attention sur des grains qui pourraient bien être des blés durs.

L'affirmation de la non existence du Blé dur en Afrique du Nord avant les invasions arabes ne concorde pas avec la diffusion rapide du *durum* admise par HELBAEK, ni avec le nombre élevé des variétés botaniques et des races de *T. durum* cultivées actuellement en Afrique du Nord qui incite à considérer ce pays, in vivo comme un centre d'origine, du moins comme un centre de diversification (SIVILOV, ORLOV) et atteste une culture ancienne.

En dehors de ces considérations historiques, il resterait à préciser la phylogenèse des différents blés tétraploïdes à grains nus: *T. durum*, *T. taen-gitum* et *T. polonicum* pour ne citer que les plus connus au point de vue agricole. Ils peuvent selon HELBAEK, tirer leur origine par mutation ou hybridation à partir de certains types de *T. dicoccum*.

T. spelta L. Jusqu'à une époque récente l'épeautre était considéré comme le dernier venu des cités lacustres de la Vallée supérieure et moyenne du Rhin où

il n'apparaissait pas avant l'âge de Bronze. Les Romains plus tard l'auraient diffusé en Espagne et en Italie.

Dernièrement SCHULTZE-MOTEL fait l'inventaire des trouvailles de *T. spelta* jusqu'à 1961 qui montrent une extension plus grande qu'on ne le pensait autrefois et reculent sa date d'apparition au néolithique. Il faut également rappeler la découverte de *T. macha* dans le tumulus néolithique de Didi Goudzoub en Géorgie qui témoigne en faveur de l'ancienneté des Epeautres.

T. vulgare Host. = *T. aestivum* L. Il semble actuellement que les premières formes de blé tendre à grains nus cultivés en Europe aient été des formes compactes (*T. compactum* Host ou *T. antiquorum* de Heer) qui n'apparaissent qu'à la fin du néolithique dans les cités lacustres et qui diffèrent des *compactum* actuels par leurs grains courts et ronds. Ces formes sont le plus souvent considérées comme hexaploïdes.

Le Blé tendre lui-même n'apparaît pas avant l'âge du Bronze. La date relativement récente des blés hexaploïdes à grains nus autorise le rapprochement des théories concernant leur apparition avec les observations faites sur certaines populations de blés cultivés où voisinent speltoïdes (speltiformes), compactoïdes et blés tendres. Dans les Oasis du Sahara, la présence de types à imprégnation speltoïde et compactoïde, se reliant insensiblement au *vulgare inflatum* incitait à penser que les blés des Oasis Sahariennes (cf. mémoire n° 7 Institut de Recherches Sahariennes - 1962) étaient très anciens et qu'ils avaient été cultivés sur place depuis très longtemps (néolithique Saharien): ils auraient conservé, grâce à leur isolement, les anciens stades de leur évolution. La coexistence dans une population isolée des compactoïdes et des speltoïdes s'explique par le schéma de KIHARA.

En 1964 KUCKUCK étudie des populations de blé *spelta* d'Iran, se reliant insensiblement aux speltiformes dans les zones de culture extensive, et aux *vulgare inflatum* dans les zones de culture intensive, arrive en fait à des conclusions analogues concernant l'apparition du blé tendre.

Il faut cependant noter que KUCKUCK, à la suite de mutations expérimentales à partir de *T. dicoccum* ayant fait apparaître des formes compactes analogues à certains *carthlicum*, admet que *T. antiquorum* serait un tétraploïde.

En résumé de nouvelles recherches archéologiques et génétiques sont encore nécessaires pour préciser les différents stades de l'évolution vers le blé tendre.

Pour l'instant on connaît l'existence de formes compactes, abondantes au néolithique; on connaît aussi l'existence de formes *spelta*, abondantes seulement à l'âge de Bronze dans les fouilles actuelles, mais trouvées plus récemment dans des fouilles du néolithique. Il faudrait prouver leur coexistence dans des populations de blés cultivés à découvrir dans de futurs gisements archéologiques : on pourrait alors faire un rapprochement avec les populations végétales persistant dans des régions isolées possédant une agriculture archaïque : mais ces agricultures archaïques et leurs blés si intéressants sont en voie de disparition. Il faut profiter au plus vite de ce matériel génétique, sans oublier cependant que le problème de l'origine du Blé, malgré les éclaircissements apportés récemment, relève du problème beaucoup plus général de l'Evolution devant lequel les chercheurs, quelle que soit la discipline à laquelle ils appartiennent, doivent se montrer prudents tout en conjuguant leurs efforts dans une synthèse recommandée par A. de CANDOLLE.



BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- ABERG, E. 1948. Cereals and Peas from eastern Tibet and their importance for the knowledge of the origin of cultivated plants.
Ann. of the Royal College of Sweden. Vol. 15.
Upsala.
- ABERG, E. 1950. Barley and wheat from Saqqara Pyramid in Egypt.
Ibid. Vol. 17.
- AKERMAN, A. and MACKEY, J. 1948. A genetical Analysis of some speltoïd strains.
Hereditas genetiskt Arkiv XXXIV - 3.
Lund.
- ANDERSON, E. 1949. Introgressive hybridization.
New-York - Wiley and sons.
- ANDREWS, A.C. 1964. The genetic origin of spelt and Related Wheats.
Der Zuchter 34, 1 - 1964.
- AUSEMUS, E.R., HARRINGTON, J.B., REITZ, L.P., WORZELLA, W.W. 1946.
A Summary of genetic studies in hexaploïd and tetraploïd wheats.
J. Americ. Soc. Agron. 38, 1082 - 1099, 1946.
- BERTSCH, K. 1950. Von Ursprung der hexaploïden Weizen.
Der Zuchter 20, 24-27, 1950.
- CAMARA, A.S. 1934. Efeitos dos Raios X nos cromosomas de *Triticum monococcum*.
Anais do Inst. Sup. de Agron. VI-2 : 4-36.
Lisboa.
- CANDOLLE, (A. de) 1883. Origine des Plantes cultivées.
Paris.
- CAUDERON, Y. 1958. Etude cytogénétique des *Agropyrum* français.
Annales Inst. Nat. Rech. Agron. IV-4 - 389, 566.
- CHEVALIER, A. 1932. Ressources végétales du Sahara et de ses confins Nord & Sud.
Rev. Bot. Appliq. et Agr. Trop. XII - 1932.
- COTTE, J. et C.H. 1912. Etude sur les blés de l'Antiquité classique.
Paris 1912.
- DARLINGTON, C.D. 1963. Chromosome botany and the origin of cultivated plants.
Hafner - New-York.
- DEKAPRELEVICH, L.L. 1961. Die Art *Triticum macha* Dek et Men. im Lichte neuester Untersuchungen über die Herkunft der hexaploïden Weizen.
Zeit. für Pflanzenzüchtung -45- pp. 17 - 27.
Berlin.
- DEKAPRELEVICH, L.L., MENABDE, V.L., 1932. Spelt wheats of Western Georgia,
Bull. of Appl. Botany; genetics, Plant Breeding v-n° 1.
Leningrad.
- DUCELLIER L. 1920. Les Blés du Sahara. Alger 1920
- DUCELLIER L. 1923. L'Hybridation du Blé en Algérie. Formes speltoïdes et durelloïdes.
Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord. Alger.
- ERROUX, S. 1963. Les Blés des Oasis Sahariennes.
Institut Recherches Sahariennes n° 7 - Alger

- FLAKSBERGER, C. 1930. Ursprungszentrum und geographische verbreitung des Spelzes. (*Triticum spelta* L.).
Angewandte botanik XII, 2, 86-89.
- FLAKSBERGER, C. 1935. Cereals: wheat (Flora of cultivated Plants) Leningrad.
- FLAKSBERGER, C. 1928. The emmers (*Triticum dicoccum* Schrnk) of ancien Egypt and of modern times.
Bull. of appl. Bot. genetics, Plant breeding XIX.
Leningrad.
- FREISLEBEN, R. 1940. Die Gersten und Weizen der Deutschen Hindukush Expedition.
Angewandte botanik 22, 105-132.
- GÖKGÖL, M. 1961. Die iranischen Weizen.
Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 45.
Berlin.
- GÖKGÖL, M. 1963. Das Ursprungsgebiet der Weizen.
Getreide Mehl 13 (7) : 80-84.
- HARLAN, J.R. and ZOHARY, D. 1962. Distribution of wild wheats and Barley
Science - 153.
- HELBAEK, H. 1952. Spel (*Triticum spelta* L.) in Bronze Age of Denmark.
Acta Archaeologica XXIII, 97.
- HELBAEK, H. 1959. Domestication of food plants in the Old World.
Science - 130 : 365 - 372.
- HOPF, M. 1961. Pflanzenfunde aus Ierna/Argolis.
Der Züchter 31 - Heft 5.
- JASNY, N. 1944. The wheats of classical antiquity.
Baltimore.
- JENKINS, J.A. 1966. The Origin of cultivated wheat.
Canadian Jour. of genetics and cytology VIII. 2.
- KIHARA, H. and LILIENFELD. F. 1949. A new synthesized 6 x - wheat.
Proc. 8 th. Int. Congr. Genet. Stockholm.
- KIHARA, H. 1954. Origin of wheat.
Wheat inform. Service I, 36-41 - Kyoto.
- KIHARA, H. 1958. Japanese expedition to the Hindukush.
Proc. of the 1st International symposium, Winnipeg - Canada.
- KUCKUCK, H. and SCHIEMANN, E. 1957. Über das Vorkommen von Spelz und Emmer in Iran.
Zeit. für Pflanzenzüchtung - 38 - 883 - 396.
- KUCKUCK, H. 1959. Neuere Arbeiten zur Entstehung der hexaploiden Kulturweizen. Ibid - 41.
- KUCKUCK, H. 1962. Vavilov's Genzentrentheorie in heutiger sicht.
Congrès Eucarpia - Paris - 21-28 mai 1962.
- KUCKUCK, H. 1964. Experimentelle Untersuchungen zur Entstehung der Kulturweizen - I. Die Variation des iranischen Spelzweizens
Zeit. Pflanzenzüchtung 51 (2) : 96 - 140.
- KUCKUCK, H. and PETERS. 1964. Experimentelle Untersuchungen zur Entstehung der Kulturweizen.
II. Induzierte Mutationen bei *T. aestivum*
ssp. *macha* (Dek et Men) Mackey und *T. dicoccum* Schübl.
Ibid - 51 (2) : 215 - 228.
- LATHOUWERS, V. 1942. Manuel de l'Amélioration des Plantes cultivées
(Tome II - L'amélioration du froment). Paris 1942.

- LAUMONT, P. et SIMONET, M. 1935. Etude génétique et cytologique des formes tendroïdes apparues dans la descendance de l'hybride inter-générique *Aegilops triuncialis* L. X *Triticum durum* Desf.
C.R. Acad. Sc. t. 200, p. 1545.
- MACFADDEN, E.S. and SEARS, E.R. 1946. Origin of *Triticum spelta* and its free threshing hexaploid.
The Journal of Heridity -Vol. 37, 4.
- MACKEY, J. 1954. Neutron and X ray - experiments in wheat and a revision of the spelloïd problem.
Hereditas Genetiskt Arkiv, XL - 1,2 Lund.
- MAYR, E. 1961. Ein Beitrag zur Phylogenie des Saatweizens auf Grund genetische Untersuchungen an alpinien Sommerweizen-Landsorten
Zeitsch für Pflanzenzüchtung - 46.
- NILSSON-EHLE, H. 1917. Untersuchungen über Spelloïdmutationem beim Weizen.
Botaniska Notiser - 305-317.
- OPPENHEIMER, H.R. 1957. Cinquante ans après la découverte du blé sauvage par AARONSOHN: l'importance de la découverte pour l'origine des blés cultivés.
Bull. Soc. Bot. France, t. 104, 5/6, 293,7.
- PERCIVAL, J. 1921. The Wheat plant.
London.
- PETROV, M.P. and BAKHTEEV, F. KH. 1960. Céréales des oasis du Piémont de Nanshain (Chine Centrale)
Izvest. Akad. Nauk. SSSR. Ser. Biol. t. 25 n° 1.
- SANCHEZ-MONGE, E. and MACKEY, J. 1948. On the origin of subcompactoïds in *Triticum vulgare*.
Hereditas 34. 3 - 321-337 - Lund.
- SARKAR, P. and STEBBINS, G.L. 1956.
Morphological evidence concerning the genome B in Wheat.
Americ. J. Bot. 43, 4 - 297-304.
- SCHIEMANN, E. 1932. Entstehung der Kulturpflanzen
Handbuch der Vererbungswissenschaft III.
- SCHIEMANN, E. 1947. Über Mac Fadden-Sears' Theorie zur Phylogenie des Weizens.
Der Zuchter - 17-18, 385-391.
- SCHIEMANN, E. 1948. Weizen, Roggen, Gerste (systematik, geschichte, und Verwendung) Iena.
- SCHIEMANN, E. 1951. New results in the history of cultivated cereals.
Heredity - 5,3.
- SCHIEMANN, E. 1954. Einkorn im alten Aegypten.
Der Zuchter 24-4/5 - Berlin.
- SCHULZ, A. 1916. Der Emmer des Alten Aegyptens.
Berichte der Deutsch. Bot. Gessellsch XXXIV -Berlin.
- SCHULTZE-MOTEL, J. und KRUSE, J. 1965.
Spelz (*Triticum spelta* L.), andere Kulturpflanzen und Unkräuter in der frühen Eisenzeit Mitteldeutschlands.
Kulturpflanze, t. 13, 586-619.
- SEARS, E.R. 1956. Systematics, cytology, genetics of wheat.
Handbuch der Pflanzenzüchtung II, 11-15 -pp. 161-185.
- SINSKAYA, E.N. 1955. Problèmes de botanique - Origine du Blé.
Acad. Sc. de l'U.R.S.S. -vol.II -pp.5-73.

- STOLETOVA, E. 1924. *Triticum dicoccum* Schrank, an essay on the study of one of the vanishing culture.
Bull. of applied Botany, genetics,
Plant Breeding XIV. Leningrad.
- UNRAU, J. 1958. Cytogenetics and wheat breeding.
X^e Int. Congress of genetics.
Vol. I. - Montréal.
- VAVILOV, N.I. 1950. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants.
Chronica botanica vol. 13 - Waltham.
- WULFF, E.V. 1933. Introduction to the historical geography of plants
Leningrad.
- ZHUKOVSKY, P.M. 1962. Genetische Grundlagen der Entstehung der Kulturpflanzen
Die Kulturpflanzen - 3.

SUPPLÉMENT BIBLIOGRAPHIQUE

par J.-P. FAURE

- LAUMONT, P. 1932 - Contribution à l'étude des hybrides de Blé et d'*Aegilops*.
Bulletin de la Société d'Hist. Nat. Afr. du Nord. Alger.
T. 23, 123-186. 1932.
- LAUMONT, P. 1933 - Contribution à l'étude des hybrides naturels de blé et d'*Aegilops*. Ibid. 24. 179-183. 1933.
- LAUMONT, P. 1934 - Observations sur l'apparition de quelques formes tendroïdes dans la descendance F'4 de l'hybride *Aegilops triuncialis* L. X *Triticum durum* Desf. Ibid. 1934.
- Analyses de Laboratoire par :
- Jean ERROUX et Thérèse POULAIN in :
- ARNAL, Jean 1972 - Le Lebous à Saint-Mathieu-de-Trévières (Hérault) Ensemble du Calcolithique au Gallo-Romain.
Gallia Préhistoire. T. 16. 1973. Fasc. 1.
- ERROUX Jean 1975 - Les Céréales préhistoriques dans le Midi de la France.
(Communication au Congrès d'Archéologie de Nice).
- ERROUX Jean 1976 - Les débuts de l'agriculture en France : les Céréales.
in la Préhistoire Française. Tome II. Edition du C.N.R.S.

0000000000000000