

E.N.S.S.I.B.
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE
DES SCIENCES DE L'INFORMATION
ET DES BIBLIOTHEQUES

UNIVERSITE
CLAUDE BERNARD
LYON I

DESS en INFORMATIQUE DOCUMENTAIRE

Note de Synthèse

- L'AMELIORATION GENETIQUE DE L'ANANAS -

Chantal Loison - Cabot

Institut de Recherche sur les Fruits et Agrumes
Département Fruitier du Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique pour le Développement

Sous la direction de Jean-François Giovannetti
Chef du Service Central de l'Information Scientifique et Technique
du Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique pour le Développement

1992
ED
17

1992

**Synthèse des recherches conduites
sur l'amélioration génétique de l'ananas**

RESUME :

Une documentation a pu être réunie sur l'amélioration génétique de l'ananas, à partir de sources d'information diverses dont l'interrogation de bases de données internationales spécialisées en agriculture. La démarche utilisée pour la recherche documentaire et est présentée. La synthèse des documents analysés permet de définir les équipes de recherches concernées et les thèmes étudiés. Elle aboutit à un référentiel bibliographique structuré en fonction de ces thèmes de recherche.

ANALYSE; ANANAS; BASE DONNEE; COLLECTE DOCUMENT; DOCUMENTATION;
SYNTHESE;

ABSTRACT :

Bibliographic references about pineapple genetical improvement have been obtained from several information sources. The procedures for international agricultural databases retrieval are presented. The review of the presented papers allowed to define the international pineapple genetecist researchers teams and the different topics. At the end of the document, a classified bibliography is enclosed.

ANALYSE; DATABASE; DOCUMENT GATHERING; INFORMATION SYSTEMS;
PINEAPPLE; SYNTHESIS;

- APOLOGIE DE L'ANANAS -

... Balzac projetait de cultiver cent mille pieds d'ananas dans le clos des Jardies, métamorphosé en serres qui n'exigeraient qu'un médiocre chauffage, vu la situation. Les ananas seraient vendus cinq francs, au lieu d'un louis, et Balzac encaisserait donc cinq cent mille francs ; il fallait déduire de cette somme cent mille francs pour les frais de culture, de châssis, de charbon, un bénéfice de quatre cent mille francs resterait donc à l'heureux propriétaire. L'écrivain, accompagné de son ami Théophile Gauthier, avait déjà cherché sur le boulevard Montmartre une boutique pour la vente des ananas encore en germe. La boutique devait être peinte en noir et rechampie de filets d'or, et porter comme enseigne, en lettres énormes :

ANANAS DES JARDIES

Pour éviter les frais inutiles, il suivit pourtant le conseil de Gauthier et décida de louer la boutique seulement l'année suivante...

- SOMMAIRE -

Introduction

1. Présentation du sujet	1
1.1. L'amélioration génétique en agriculture	1
1.2. L'amélioration génétique de l'ananas	2
Un peu d'histoire	2
Les défauts des variétés d'ananas exploitées	3
2. Démarche documentaire	4
2.1. Les sources d'information	4
Le fonds documentaire de l'entreprise	4
Le dépouillement bibliographique des documents analysés	5
L'interrogation en ligne des bases de données internationales	5
2.2. Choix de la langue lors de l'interrogation en ligne	6
2.3. Choix de la période couverte	6
2.4. Choix des types de documents	6
2.5. Formulation de la demande	6
Définition des champs interrogés	6
Définition des termes recherchés et les étapes de la recherche documentaire	7
2.6. Tri et télé-déchargement des références sélectionnées	9
2.7. Le choix des documents à acquérir	9
2.8. L'acquisition des documents	10
3. Analyse des documents sélectionnés	10
3.1. Les pays et les équipes de recherches	10
3.2. Les thèmes traités	12
Histoire de la plante	12
Documents de synthèse	12
Etude de variétés	12
Taxonomie et classification	12
Génétique moléculaire	12
Biologie florale, germination des graines, systèmes de reproduction et cytogénétique	13
Hérédité des caractères	13
Création variétale et stratégie de sélection	13
Multiplication des variétés sélectionnées	13

Conclusions

Bibliographie structurée

Annexes

- . Descripteurs spécifiques du thesaurus Agrovoc
- . Définition de quelques termes de génétiques
- . Synthèses sur les thèmes étudiés, déjà publiées

- INTRODUCTION -

A l'occasion de la dernière réunion générale organisée par le CIRAD-IRFA⁽¹⁾ en 1990 sur le thème des recherches sur ananas, une étude avait été entreprise pour identifier les acteurs de ces recherches et la localisation de leur action, à partir d'un inventaire des publications de 1986 à 1990 (MOREAU et al., 1991). Le champ ainsi analysé était large puisque englobant toutes les disciplines étudiées mais la période était restreinte aux quatre dernières années d'activité en la matière. De ce fait, bien que significative des actions entreprises au niveau international pour améliorer la culture de l'ananas au sens large, l'étude qui avait alors été faite ne pouvait donner qu'une vue ponctuelle donc partielle des progrès réellement accomplis.

Pour approfondir et compléter ce premier travail bibliographique, mon organisme de tutelle, le Département IRFA du CIRAD, a souhaité alors que la note de synthèse à effectuer dans le cadre du DESS d'Informatique Documentaire se focalise sur un seul thème, celui de l'amélioration génétique de l'ananas, sans limitation de période. Une telle étude plus spécifique mais plus exhaustive que celle auparavant effectuée de nature plus explorative, permettait de valoriser en effet ma spécialisation première en génétique, et mon expérience d'une dizaine d'années sur l'étude de cette plante, pour produire un outil d'aide à l'évaluation de parents potentiels pouvant être choisis pour un programme de création de variétés améliorées d'ananas.

La synthèse bibliographique proposée permet de présenter à tout lecteur intéressé - étudiant, chercheur ou enseignant - la situation des recherches au niveau international, ceci à travers l'analyse des références de base citées dans la littérature.

Pour une meilleure compréhension du texte un lexique est présenté en annexe de ce document. Il donne la définition de certains mots techniques propre à la génétique, utilisés dans la note de synthèse.

¹ CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
IRFA : Institut de Recherche sur les Fruits et Agrumes

Synthèse des recherches conduites sur l'amélioration génétique de l'ananas

1. Présentation du sujet

1.1. L'amélioration génétique en agriculture

En matière d'agriculture, l'amélioration de la plante doit conduire à un gain soit de rendement, soit de qualité de la production.

Pour parvenir à cela, plusieurs démarches sont possibles.

La plus traditionnelle est **agronomique** : l'agriculteur adopte alors les techniques culturales les mieux adaptées à l'exploitation de la plante. Celles-ci peuvent porter sur le choix du matériel planté, la recherche d'un meilleur dosage des éléments minéraux entrant dans la fumure des plants, l'amélioration de l'entretien des parcelles, l'apport d'une irrigation contrôlée etc.

Une autre démarche concerne la **défense des cultures**. Le contrôle des parasites et le traitement des maladies de type fongique, viral ou bactérien permet d'améliorer l'état sanitaire des plantes et donc de favoriser un meilleur niveau de production. Il s'agit alors de définir les produits (lutte chimique) ou les organismes (lutte biologique) qui permettront de prévenir ou d'enrayer les maladies.

Ces différentes actions sont **ponctuelles** et à **court terme**. Ce sont des artefacts qui permettent à la plante d'exprimer le meilleur d'elle-même à condition qu'on lui fournisse des conditions favorables. Les gains de production ou de qualité enregistrés ne sont pas alors **héritables** au sens génétique du mot.

En revanche, l'amélioration **génétique** qui peut être considérée comme une troisième démarche d'amélioration des productions, a des effets plus durables car **transmissibles** aux générations suivantes. Les techniques utilisées visent à modifier le génome même de la plante pour permettre l'introduction et l'expression de caractères nouveaux favorables à un meilleur rendement ou une meilleure qualité. La plante a alors la possibilité de transmettre à sa descendance les caractères ainsi améliorés, acquis à l'occasion d'événement d'origines diverses modifiant sa biologie et donc son fonctionnement.

Le problème principal de l'utilisation de méthodes génétiques est de pouvoir favoriser par une action concertée, l'acquisition par la plante du caractère bénéfique recherché. Cela passe par une bonne connaissance:

- . de l'origine de la plante (parenté, ancêtres), de son évolution et de sa classification ;
- . de la biologie de sa reproduction (floraison, formation des gamètes) ;
- . de certaines de ses fonctionnalités en relation avec sa reproduction sexuée et sa multiplication (système de reproduction, possibilité de croisement, déterminisme génétique des caractères, possibilité de multiplication) ;
- . de sa structure génotypique (carte génétique) ;
- . des techniques de création variétale (sélection, stratégie d'amélioration).

La définition d'un bon géniteur pour un programme d'hybridation destiné à l'amélioration variétale consistera à évaluer chaque type de plante disponible en collection botanique sous ces divers aspects.

De ce fait, les programmes d'amélioration génétique sont complexes et longs à mettre en place. Les progrès attendus sont cependant plus prometteurs et plus décisifs que ceux de démarches d'amélioration plus traditionnelles évoquées plus haut.

Pour l'ananas (production mondiale annuelle de 10 millions de tonnes), culture d'exportation des pays tropicaux (20% de la production) mais surtout culture de consommation locale (80% de la production), de telles études ont été beaucoup moins poussées que pour d'autres plantes d'intérêt économique sans doute plus important. Quelques éléments qui permettent de situer le contexte historique de la distribution des variétés aujourd'hui cultivées mettront cependant en évidence l'intérêt d'entreprendre de telles recherches.

1.2. L'amélioration génétique sur l'ananas

1.2.1. Un peu d'histoire

L'histoire de l'ananas durant l'époque pré-colombienne est peu connue car les indices de sa présence en des temps reculés sont peu nombreux. Collins (1960) décrit certaines rares représentations pouvant évoquer un ananas, datant des lointaines civilisations assyrienne, égyptienne et romaine. Pickersgill (1974) admettrait la présence de fragments de graines et de bractées d'ananas datant du début de notre ère dans les grottes de la vallée du Tehuacan au Mexique. Les divers témoignages des nombreux navigateurs et explorateurs du XVI^{ème} siècle démontrent que cette culture était dès cette époque largement répandue dans toute l'Amérique inter-tropicale.

Cependant Bertoni (1919) émet l'hypothèse d'un centre d'origine du genre *Ananas* plus localisé. Une étude ethnographique de la pré- et protohistoire de la tribu indienne des Tupi-Guaranis le conduit en effet à proposer ce peuple comme agent de la domestication de l'ananas. Lors de leurs migrations, du Paraguay actuel (où se situerait donc le berceau de l'ananas) vers la zone amazonienne et les Caraïbes, les Guarani auraient emmené avec eux et diffusé la plante en même temps que son nom (le nom "ananas" serait directement issu de cette langue).

C'est l'équipage de Christophe Colomb qui observant le 4 novembre 1493, non loin des rivages de la Guadeloupe, certaines formes cultivées du genre Ananas alors inconnu dans l'ancien monde, permet son introduction dans l'alimentation occidentale. La consommation du fruit se répand alors peu à peu en Espagne, en Hollande, en Angleterre puis en France à la faveur d'expéditions maritimes vers les nouvelles terres.

On doit cependant à Oviedo (1535) la première description écrite qui en est faite. L'ananas, fruit exotique aujourd'hui à la portée de toutes les tables, a pourtant longtemps été un fruit de luxe en Europe car cultivé dans les serres tropicalisées de maisons princières et châteaux.

Cinq plants de la variété Cayenne qui devait être la variété la plus cultivée dans tout le monde furent ainsi collectés en 1820 en Guyane française par le botaniste français Perrotet (1825). Ils furent introduits dans les serres spéciales à ananas installées en 1738 dans les jardins royaux de Versailles. A partir des serres françaises, la variété aurait alors été distribuée vers l'Angleterre d'où elle aurait gagné la Floride, l'Afrique du Sud, l'Australie et les Hawaï (Collins, 1960).

Elle est aujourd'hui implantée dans toute la zone intertropicale chaude et humide du globe.

La culture forcée dans les serres européennes devint moins motivante à partir de la fin du XIX^{ème} siècle avec l'élargissement des échanges maritimes et la généralisation des techniques de conservation par stérilisation inventées par Appert en 1804. Ceci permit en effet l'approvisionnement des marchés européens en ananas de faible coût. Se développèrent alors les importations des Antilles, des îles Canaries, de l'Afrique du Sud etc. (Gibault, 1912).

1.2.2 Les défauts des variétés d'ananas exploitées

L'historique de la dispersion de l'ananas que nous venons d'évoquer explique le faible nombre de variétés qui est aujourd'hui exploité dans des zones de production éloignées de l'Amérique latine où se situe le centre d'origine de l'ananas. Parmi elles, la variété Cayenne est, par son histoire, la variété qui domine largement les cultures industrielles (90% des plantations). On notera cependant que de nombreuses autres variétés sont par ailleurs naturellement présentes dans l'aire de domestication de l'espèce où elles font l'objet de cueillettes (Leal et Antoni, 1980, Leal et al., 1986, Loison-Cabot, 1990).

L'extension de la culture dans les zones tropicales du globe encouragea dès lors de nombreuses recherches agronomiques qui par amélioration des techniques culturales et de traitement contre les maladies les plus courantes, permirent d'atteindre un pallier de production optimum (50 t.ha-1).

Cependant l'évolution figée de la plante qui, multipliée par voie

végétative et éloignée des types ancestraux, ne pouvait plus bénéficier d'échanges de gènes avec des types plus diversifiés, montra vite les limites de ces méthodes de culture intensive.

C'est alors que certains des principaux pays producteurs (Hawaï, Brésil, pays d'Asie du Sud-Est, Côte d'Ivoire etc.), confrontés à des problèmes économiques divers, s'intéressèrent à la mise en route de programmes spécifiques d'amélioration génétique.

Les contraintes de production rencontrées ont pu être inventoriées comme suit :

- . médiocrité de la qualité du fruit frais exporté liée aux conditions climatiques de certaines de ses zones de production ;
- . inadaptation des variétés actuellement cultivées, à l'industrie de conserve ;
- . taux de multiplication des plants insuffisant pour assurer le renouvellement des cultures ;
- . pression parasitaire limitant fortement les rendements de la production et difficilement contrôlable par les traitements habituels ;
- . nécessité d'une diversification variétale pour limiter les risques du développement d'un parasite qui dévasterait les plantations existantes (danger de la suprématie de la variété Cayenne) ;
- . demande du consommateur qui s'intéresse à une gamme de produits diversifiés.

L'orientation des travaux de recherche en génétique de l'ananas a donc été ciblée vers la sélection de nouvelles plantes qui répondraient à ces préoccupations.

2. Démarche documentaire

2.1. Les sources d'information

Trois sources d'informations ont pu être utilisées :

2.1.1. Le fonds documentaire de l'entreprise

Constitué d'ouvrages de bases et d'articles assez anciens publiés avant 1983, ce fonds documentaire a permis l'accès rapide à un certain nombre de documents de référence, permettant de définir les bases de l'étude réalisée. Réunis pour permettre la mise en jour d'un ouvrage (Py et Tisseau, 1965), réécrit par des auteurs du CIRAD-IRFA (Py et al., 1984), les documents correspondant proviennent parfois de collections "mortes" assez anciennes telles que *Pineapple News* ou *Pineapple Quartely* éditées par le Pineapple Research Institut aux

Hawaï (P.R.I.), durant la première moitié du XX^{ème} siècle ou de manuels anciens parfois difficile à trouver car épuisés (exemple de l'ouvrage de Collins, 1960).

Faisait également partie du fonds documentaire détenu l'ensemble des documents réunis par l'IRFA pour la définition de son programme d'amélioration génétique de l'ananas commencé en 1978 en Côte d'Ivoire.

2.1.2. Le dépouillement bibliographique des documents analysés

Le dépouillement bibliographique des documents analysés est une source non négligeable d'informations. Il permet notamment par recherche manuelle de prendre connaissance de l'existence de travaux locaux peu diffusés du type mémoire de fin d'étude ou thèse d'Université ou de documents fort anciens (antérieurs au XX^{ème} siècle) qui n'apparaissent pas dans les bases de données.

2.1.3. L'interrogation en ligne des bases de données internationales

L'interrogation en ligne des bases de données référentielles internationales a surtout permis de récupérer les notices des publications les plus récentes pour actualiser la documentation détenue.

Les bases ont été choisies pour la spécialisation de leurs références rattachées au domaine agricole et si possible à l'agriculture tropicale ou à la biologie. C'est ainsi que cinq bases ont été plus particulièrement consultées par le canal du serveur DIALOG. Il s'agit de :

Dénomination de la base	Producteur de la base	Fichier DIALOG
AGRICOLA	ISD (USA)	10,110
AGRIS INTERNATIONAL	FAO (INTERNATIONAL)	203
BIOSIS PREVIEWS	BIOSIS (USA)	5,55
CAB ABSTRACTS	CAB INTERNATIONAL	50,53
PASCAL (AGROLINE)	INIST/CNRS (FRANCE)	144

Cette interrogation a été complétée par la consultation :

- . du CD-ROM TROPAG édité par le KIT (PAYS-BAS) ;
- . des disquettes des CURRENT CONTENTS auxquelles le Service Central de l'Information Scientifique et Technique du CIRAD est abonné. Celles-ci permettent d'avoir accès aux sommaires de la série *Agriculture, Biologie and Environmental Sciences* éditées par l'ISI⁽²⁾ (USA).

² ISI : Institute of Scientific Information, Etats-Unis.

Enfin la base AGRITROP, base bibliographique sur l'agronomie et le développement rural des régions chaudes, dont le CIRAD est l'un des producteurs et accessible par le réseau local, a été interrogée.

C'est l'accès à ces bases de données, dernière source d'information considérée, qui va être développé plus particulièrement.

2.2. Choix de la langue lors de l'interrogation en ligne

Les publications sur ananas paraissent pour la plupart dans l'une des quatre langues suivantes : anglais, portugais, espagnol, français (Moreau et al., 1990). Si on admet l'universalité de l'utilisation de la langue anglaise très répandue dans les documents scientifiques, on a pu ainsi constater le poids des recherches faites au Brésil (portugais), en Amérique latine et aux Caraïbes (espagnol) et en Afrique de l'ouest et en France (Français). Cependant les bases internationales traduisant souvent en langue anglaise le titre, l'indexation et les résumés des références répertoriées, les interrogations ont été effectuées à partir de descripteurs en anglais et en français.

2.3. Choix de la période couverte

Il n'y a pas eu aucune restriction quant aux dates de publication des documents dont on recherchait les références.

2.4. Choix des types de documents

L'interrogation a porté sur tous types de documents : articles de périodiques, ouvrages, thèses, communication à des congrès ou rapport.

2.5. Formulation de la demande

2.5.1. Définition des champs interrogés

Les champs interrogés ont été principalement les champs TITRE (TI), AUTEUR (AU), DESCRIPTEUR (DE) et RESUME (AB).

Dans certains cas les codes de classification ont été utilisés pour sélectionner le thème spécifique recherché.

Ainsi pour la base de données PASCAL, le code de classification (SC) a été interrogé à partir du plan de classification suivant :

002 - Sciences biologiques et médicales

A. Sciences biologiques fondamentales et appliquées.
Psychologie

- 04. Biologie moléculaire et cellulaire
- 07. Génétique des eucaryotes. Evolution biologique et moléculaire
- 09. Cytologie. Morphologie. Systématique, floristique et évolution des végétaux
- 10. Physiologie végétale et développement

Pour la base AGRIS le code (SC) a été défini tel que :

F - Sciences et productions végétales

- F02 Multiplication végétative des plantes
- F03 Production et traitement des semences
- F30 Génétique et amélioration des plantes
- F50 Anatomie et morphologie des plantes
- F63 Physiologie végétale - Reproduction
- F70 Taxonomie végétale et phytogéographie

2.5.2 La définition des termes recherchés et les étapes de la recherche documentaire

- Dans un premier temps les mots :

OU [ANANAS?] (permettant d'accéder aux noms des 8 espèces répertoriées dans le genre *Ananas*)
OU [PINEAPPLE] (en anglais)

ont été croisés avec la spécification :

OU [GENETI?] pour GENETIQUE en français et GENETIC en anglais
OU [PLANT BREEDING] (en anglais)
OU [AMELIORATION DES PLANTES] (en français)

ainsi sous DIALOG, l'interrogation s'est présentée sous la forme :

```
?SS ANANAS? OR PINEAPPLE
  --> S1, S2 et S3

?SS GENETI? OR PLANT BREEDING OR AMELIORATION DES PLANTES
  --> S4, S5, S6 et S7

?S S3 AND S7 --> S8
```

L'interrogation s'est faite dans le "basic index" qui contient les champs TI, DE et AB que l'on voulait interroger.

- Dans une seconde étape, les références pertinentes mais non récupérées par cette interrogation générale car touchant un domaine spécifique de la génétique ont été recherchées à partir des codes de classification et (ou) des descripteurs.

Codes de classification :

```
exemple dans le cas de la base PASCAL :

?S SC=002A07 (Génétique des eucaryotes. Evolution
              biologique et moléculaire)
  --> S1

?SS ANANAS? OR PINEAPPLE
  --> S2, S3 et S4

?S S1 AND S4 --> S5
```

```
exemple dans le cas de la base AGRIS :

?S SC=F70 (taxonomie végétale et phytogéographie)
  --> S1

?SS ANANAS? OR PINEAPPLE
  --> S2, S3 et S4

?S S1 AND S4 --> S5
```

Interrogation sur les descripteurs :

Les thesaurus des bases :

- . AGRIS appelé thesaurus AGROVOC accessible en ligne, également utilisé pour l'indexation de la base AGRITROP (édition 1990) ;
- . PASCAL (édition de l'année 1982) ;
- . CAB identique à celui d'AGRICOLA (édition de 1988) ;
ont pu être consultés.

La liste des descripteurs a été structurée à partir des thèmes de recherche évoqués au paragraphe 1.1. Un exemple est donné en annexe à partir de la liste des descripteurs en français issue du thesaurus AGROVOC. La plupart de ces mots existent également dans le thesaurus de la base PASCAL. Leur traduction en anglais permet un rapprochement avec les descripteurs du thesaurus de la base CAB.

2.6. Tri et télé-déchargement des références sélectionnées

Un premier tri a pu être effectué par élimination des doublons en ligne sous DIALOG par la commande "REMOVE DUPLICATES" (RD) appliquée à la dernière sélection de références.

Cette commande a été ensuite complétée par "IDENTIFY DUPLICATES" (ID) qui permet de rapprocher les références voisines susceptibles d'être des doublons, sans toutefois les éliminer.

Le télé-déchargement des références sélectionnées a été effectué par :

- . ouverture d'un fichier avant déconnexion ;
- . récupération des références par la commande :

?TYPE N/5/ALL

où N est le numéro de la question sélectionnée.

Le format 5 permet la récupération des enregistrements complets ;

- . fermeture du fichier de récupération ;
- . déconnexion de DIALOG et sortie du logiciel de communication.

Les références ont pu alors être consultées et travaillées sous traitement de texte (WORDPERFECT).

2.7. Le choix des documents à acquérir

A partir de la consultation du fichier-texte obtenu, un deuxième tri a été effectué pour :

- . éliminer les doublons restant (= documents identiques apparaissant sur plusieurs bases);
- . éliminer les références proches dues à des reprises de l'auteur, en ne gardant que les plus récentes ;
- . éliminer les références des documents déjà détenus ;
- . éliminer les "bruits" qui correspondent pour la plupart à des noms d'espèces diverses portant dans leur dénomination les mots "pineapple" ou "ananas" (ex: orange Pineapple, Pineapple goyave etc.).
- . conserver les documents spécifiques de l'ananas et donc rejeter les publications générales qui traitent des fruits tropicaux en général dont pour une faible part de l'ananas.

2.8. L'acquisition des documents

Les documents sélectionnés et non détenus, pour la plupart articles de périodique, ont été commandés en priorité en utilisant les services d'INIST Diffusion. Cette procédure a été complétée par des commandes à la British Library ou auprès de CAB International. En dernier recours, nous avons effectué des commandes directes auprès d'auteurs quand on disposait des affiliations ou en utilisant les services d'ambassades (ex: pour documents sud-africains).

Cette démarche documentaire nous a permis d'avoir accès à quelques 200 documents.

3. Analyse des documents sélectionnés

L'analyse de la documentation réunie sur l'amélioration de l'ananas met en évidence un certain nombre d'actions ponctuelles et très spécifiques réparties dans les cinq continents. Une seule équipe se singularise, celle du "Pineapple Research Institute" des Hawaii, qui n'a plus d'activité aujourd'hui. Il semble que ce soit la seule qui avec des auteurs comme Collins, Kerns, Kessler effectua au cours de la première moitié du siècle des recherches assez diversifiées sur le sujet car touchant plusieurs des thèmes précédemment définis (synthèse de Collins, 1960). Beaucoup plus tard, l'IRFA prit le relais avec les travaux menés par Py et son équipe en Afrique de l'ouest (synthèses de Py et Tisseau, 1965, Py et al., 1984).

3.1. Les pays et les équipes de recherches

L'amélioration génétique de l'ananas débuta avec le XX^{ème} siècle en Floride. Webber (1905) entreprit alors des recherches visant à créer des variétés nouvelles mieux adaptées aux conditions climatiques locales destinées à la consommation de l'ananas frais. Aucun des hybrides alors réalisés ne semble avoir eu une destinée sérieuse.

Les sociétés hawaiiennes (Dole Company, Pineapple Research Institute, l'Université des Hawaii) commencèrent alors des travaux d'amélioration génétique de large envergure orientés vers la création par hybridation de nouvelles variétés destinées à l'industrie de conserve. De nombreuses publications concernant les travaux génétiques d'accompagnement à ce programme sont proposés dans le référentiel bibliographique constitué. Ils portent sur les années 1930 à 1960.

La culture de l'ananas se développant alors en Afrique de l'Ouest, l'IRFA avec les travaux de Py (1962), poursuit des sélections parmi les populations de Cayenne cultivées, notamment en Guinée, pour améliorer les variétés commerciales d'exportation en frais. Transféré

en Côte d'Ivoire, ces travaux furent prolongés et approfondis par la gestion d'un programme de création variétale par hybridation (Cabot, 1987, 1988, 1989a, 1989b).

Dalldorf, dans les années 70, entreprend aussi des sélections clonales en Afrique du Sud en s'attachant plus particulièrement au choix d'un matériel de plantation plus performant fondé sur des observations génétiques préalables. Ces travaux de sélection se poursuivent encore aujourd'hui (Dalldorf, 1990).

L'industrie de conserve développée dans le Sud-Est asiatique suscita un certain nombre de recherches ponctuelles et diversifiées en Inde (Singh et Dutta, 1964, Iyer et al., 1978, Singh et al., 1979, Subramanian et al., 1981) et en Malaisie (Seow et wee, 1970, Wee, 1972 et 1974, Rao et Wee, 1979, Wee et Rao, 1979, Chan et Lee, 1985, Chan, 1986 et 1989). Cependant au Japon on notait les travaux de Wakasa (1979, 1982, 1989, Wakasa et al., 1978) orientés vers l'accroissement de la variabilité existante par la production de variants par culture *in vitro*.

Des recherches pour une propagation rapide de l'ananas par culture *in vitro* également, complément indispensable à la diffusion de nouvelles variétés, furent entreprises peu à peu par de nombreuses équipes. On notera ainsi les travaux de Pannetier et Lanaud, 1976, en France; Drew, 1980, en Australie; Rao et al., 1981, en Indes; Wee, 1981 en Malaisie; Mathews et Rangan, 1981, Dewald et al., 1988, aux USA; Li Huaci et al., 1990, en Chine et diverses publications de Fitchet et Robinson, 1990, en Afrique du Sud. L'unanimité des recherches sur ce sujet précis traduit bien l'une des préoccupations actuelle de la production de l'ananas qui consiste à vouloir diffuser rapidement les variétés sélectionnées (exemple des variétés "Johor" de Malaisie, "Tainong 4" de Chine ou "Chalvet 5" de l'IRFA) par les programmes de génétique entrepris il y a quelques années.

Au Brésil c'est la recherche d'une résistance génétique à un champignon pathogène, *Fusarium moniliforme*, responsable de gros dégâts dans la production nationale d'ananas qui déclencha des travaux d'amélioration génétique fondamentaux sur l'hérédité du caractère de résistance (Souto et al., 1983, Giacomelli et Sobrinho, 1984, Cabral et al., 1985, Cabral, 1986).

On ne peut clore enfin cet inventaire sans citer les nombreux tentatives de classification de l'ananas par des études taxonomiques, entreprises par des chercheurs de toute nationalité. Une bonne synthèse en a été faite par Garcia (1988). Cependant le travail de référence habituellement cité est celui de Smith (1979) qui définit la clé de détermination encore en vigueur à partir de la synthèse de travaux antérieurs (Bertoni, 1919, Camargo, 1939, Smith, 1939, Velez, 1946, Collins, 1949). Les nombreuses publications de Leal ou Leal et Antoni (1980, 1986, 1987, 1990) cherchent à structurer la variabilité existant au Vénézuéla, pays de multiplication naturelle de l'ananas, proche du Centre d'origine. Nous noterons pour complément les travaux de Loison-Cabot (1992) qui se démarquent des travaux de taxonomie traditionnels pour proposer un raisonnement sur l'organisation du genre *Ananas* en terme de génétique des populations qui donne une vue moins statique de l'évolution de cette plante.

3.2. Les thèmes étudiés

Les différents thèmes qui ont été traités par les travaux sur l'amélioration génétique de l'ananas ont été définis lors de la structuration du référentiel bibliographique constitué, présenté en annexe.

3.2.1. Histoire de la plante

Les références présentées permettent de retracer l'historique présentée dans le chapitre 1.

3.2.2. Documents de synthèse

Il s'agit soit d'ouvrages faisant le point sur l'ensemble de la culture de l'ananas (Collins, 1960, l'un des ouvrages de base sur cette culture et Py et al., 1984, l'autre ouvrage de référence présentant des données plus récentes). Les diverses synthèses de Loison-Cabot (1988, 1990) sont plus spécialisées en génétique.

3.2.3. Etude de variétés

Elles permettent de situer une certaine étape des programmes de recherches en génétique qui se situe principalement dans les années 70. Elle a consisté à évaluer et comparer les variétés existantes, phase préliminaire à la création de nouvelles plantes.

3.2.4. Taxonomie et classification

Les études de taxonomie serait chronologiquement les plus anciennes, elles débutent au siècle dernier, mais elles n'ont cessé d'évoluer avec des technique de plus en plus performantes : cytotaxinomie, chimiotaxinomie, classification phénotypique, classification phylogénique, phylogénèse etc. Ces nouvelles techniques font l'objet des études de génétique moléculaire qui constitue donc le thème suivant.

3.2.5. Génétique moléculaire

Les études de génétique moléculaire sont très récentes et encore peu utilisées pour l'ananas. On a pu noter cependant les travaux de Dewald et son équipe (1987, 1988, 1992) et ceux de Garcia (1988) axés sur l'utilisation des techniques d'électrophorèse. En France, Noyer (1991) expérimente pour sa part la technique des RFLPs (Restriction Fragments Length Polymorphism) qui devient un outils de plus en plus utilisé en génie génétique.

3.2.6. Biologie florale, germination des graines, systèmes de reproduction et cytogénétique

Ces thèmes ont fait l'objet d'une synthèse parue dans la revue FRUITS de l'IRFA. Elle est présentée en annexe de ce document.

3.2.7. Hérité des caractères

Une synthèse des résultats acquis dans ce domaine a été également publiée dans FRUITS et est proposée en annexe.

3.2.8. Création variétale et stratégie de sélection

La technique de création variétale universellement utilisée pour l'ananas est celle des hybridations entre géniteurs choisis pour de bonnes caractéristiques de production ou de qualité. Les croisements effectués entre variétés différentes sont très fertiles. Les graines obtenues sont à l'origine d'une descendance très hétérogène, présentant donc une grande variabilité sur laquelle sera effectuée la sélection.

Parmi les travaux de sélection les plus connus on peut citer ceux des équipes de Collins aux Hawaii (1931 à 1934), Dalldorf en Afrique du Sud (1975, 1990), de Giacometti au Brésil (1978), Chan en Malaisie (1985, 1986, 1989), Glennie en Australie (1981 à 1985) et du CIRAD-IRFA en Côte d'Ivoire (1987, 1989, 1990, 1991).

On notera cependant, qu'à part la publication de Cabot (1989b) aucune stratégie particulière n'est proposée pour la sélection des descendance hybrides qui se fait alors de manière empirique.

3.2.9. Multiplication des variétés sélectionnées

L'ananas se multipliant facilement par la voie végétative, un individu sélectionné pourra être rapidement cloné soit par des méthodes de multiplication traditionnelles, soit par l'utilisation de techniques de culture *in vitro*. Les deux techniques sont utilisées soit seules, soit en complémentarité (exemple de Fitchet en Afrique du Sud).

Ces techniques de propagation de l'ananas sont à cheval sur l'agronomie et la génétique. Elles ont connu de réels progrès dans le savoir-faire du praticien et sont aujourd'hui vulgarisées.

- CONCLUSIONS -

L'amélioration génétique de l'ananas a bientôt un siècle. La synthèse bibliographique qui a été réalisée dans le cadre de cette étude nous a permis d'effectuer un inventaire des travaux de recherche entrepris dans ce domaine, de leur localisation, de leur spécialisation et de leurs résultats. Bien que l'exhaustivité des informations collectées ne puisse pas être formelle, on peut cependant reconnaître que le bilan en est relativement modeste.

Quels seraient en effet les progrès tangibles de ces travaux d'amélioration génétique de l'ananas exploitables pour la production aujourd'hui ?

- . le déterminisme génétique de quelques caractères simples ;
- . des techniques de multiplication accélérée par culture *in vitro* ;
- . quelques nouvelles variétés issues d'hybridations mais qui n'ont pas encore réussi à s'imposer sur le marché où règne encore la concurrence du Cayenne.

Ces résultats ne semblent pas en rapport avec les moyens employés. Plusieurs arguments pourraient être avancées pour expliquer ces faits :

- . taille restreinte et dispersion des équipes affectées à ces recherches ;
- . focalisation des recherches sur quelques thèmes particuliers ne permettant pas d'intégrer les résultats obtenus dans un programme plus général ;
- . manque de pérennité des chercheurs affectés à ces programmes qui nécessiteraient la définition de stratégies à long terme permettant d'exploiter plusieurs cycles de sélection ;
- . ressources génétiques très restreintes utilisées jusqu'à présent dans les programmes de création variétale ;
- . manque de communication entre les équipes concernées entraînant des recherches redondantes sur des thèmes particuliers comme par exemple la multiplication par culture *in vitro*.

En fait, l'ensemble de l'analyse met en évidence une certaine stagnation des travaux au niveau de la taxonomie, de la cytogénétique et de la création variétale. Ceci tendrait à démontrer que les voies utilisées jusqu'à présent ont atteint leur limite. La réactualisation bibliographique faite dans ce document et l'expérience acquise dans le domaine de l'amélioration génétique de l'ananas, conduiraient à penser que l'avenir de cette plante résiderait plutôt aujourd'hui dans l'exploitation concertée de la variabilité du genre, accessible par prospection dans le (ou les) centre(s) d'origine de la plante. Seul un meilleur management des ressources génétiques existantes de l'ananas permettrait de sortir de l'ornière où ces recherches s'enfoncent. C'est l'objet des propositions qui sont faites dans l'article LOISON-CABOT (1991a) proposé en annexe.

BIBLIOGRAPHIE STRUCTUREE

**A PARTIR DES THEMES ETUDIES
POUR L'AMELIORATION GENETIQUE
DE L'ANANAS**

- BIBLIOGRAPHIE STRUCTUREE -

sur l'amélioration génétique de l'ananas

HISTOIRE DE LA PLANTE :

- BERTONI, M.S. Contributions à l' étude botanique des plantes cultivées. Première partie : essai d'une monographie du genre Ananas. *Anales Cientificos Paraguayos*, 1919, sér. 2, no. 4, p. 250-322
- COLLINS, J.L. Pineapples in ancient America. *The Scientific Monthly*, 1948, vol. LXVII, no. 5, p. 372-377
- GIBAUT. Fruits légumiers : Ananas (Bromelia Ananas L.), in *Histoire des légumes*. Paris : Ed. Librairie Horticole, 1912, p. 323-329
- KEETCH, D.P., Introduction of the pineapple into South Africa. *Farming in South Africa, Pineapples series*, 1976, no. A.1, 1 p.
- OVIDO y VALDES, G.F. *Historia general y Natural de los Indios*. Espagne, Seville, 1535.
- PERROTET, S. Catalogue raisonné des plantes introduites dans les colonies Francaises de Mascareigne et de Cayenne et de celles rapportées vivantes des mers d'Asie et de la Guyane, au Jardin des Plantes de Paris. *Mem. Soc. Linn.*, 1825, vol. 3, no. 3, p. 89-151
- PICKERSGILL, B. Pineapple, Ananas comosus (Bromeliaceae) in: *Evolution of crop plants*. England: Ed. Simmonds Longman, p. 14-18

DOCUMENTS DE SYNTHESE :

- COLLINS, J.L. *The pineapple, botany, cultivation and utilization*. London : Leonard Hill Books Limited, 1960, 294 p. World Crops Books.
- GIACOMELLI, E.J., PY, C. *O abacaxi no Brasil*. Campinas, Brésil : Fundação Cargill, 1981, vol. VIII, 101 p.
- IRFA. Spécial ananas. *Fruits*, 1987, vol.42, no. 11, p. 621-688
- IRFA. Spécial ananas 1991. *Fruits*, 1991, vol.46, p. 311- 415
- LOISON-CABOT, C. *Amélioration génétique de l'ananas : exemple de création variétale, analyse des ressources génétiques disponibles*. ORSAY : Université Paris-Sud, centre d'Orsay, 1988, vol. 1 et 2, 193 p. + 60 p., mémoire de thèse de doctorat.
- LOISON-CABOT, C. Etat des connaissances botaniques, cytogénétiques et biologiques sur la reproduction de l'ananas. *Fruits*, 1990b, vol. 45, no. 4, p. 347-355
- LOISON-CABOT, C. De 1978 à 1990: douze années de recherches sur l'amélioration génétique de l'ananas. *Fruits*, 1991b, vol. 46, numéro spécial ananas, p. 267-371
- MOREAU, B., LOISON-CABOT, C., LACOEUILHE, J.J. Evaluation des recherches sur ananas dans le monde à partir d'un inventaire des publications de 1986 à 1990. *Fruits*, 1992, vol. 46, no. spécial ananas, p. 315-319
- PY, C. Ananas, systématique, origine, dispersion, génétique. *Fruits*, 1949, vol. 4, no. 11, p. 407-414
- PY, C., TISSEAU, M.A. *L'ananas*. Paris : G.P. Maisonneuve et Larose, 1965, 563 p. Techniques agricoles et productions tropicales

PY, C., LACOEUILHE, J.J, TEISSON, C. *L'ananas, sa culture, ses produits*. Paris: Ed. Maisonneuve et Larose, 1984, 562 p. Technique Agricole et Productions Tropicales.

ETUDE DE VARIETES :

- BISWAS, S.R. , SRINIVASAN, V.R., DASS H.S. Path coefficient analysis for pineapple variety Kew. *The Indian Journal of Horticulture*, 1979, vol. 36, no. 3, p. 278-281
- DALLDORF, E.R. Pineapple cultivars in South Africa. *Farming in South Africa, Pineapples Series* , 1978, no. C1, 3 p.
- GADELHA, R.S. De S. VIEIRA, A. Competicao entre as cultivares de abacaxi perola e smooth cayenne. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 1987, vol. 22, no. 3, p. 287-289
- GIACOMELLI, E.J., PY, C. L'ananas au Brésil. *Fruits*, 1981, vol. 36, no. 11, p. 645-687
- GOPIMONY, R., BALAKRISHMAN, S., MARYKUTTY, K.C. A comparative study of certain fruit qualities of twenty pineapple varieties. *Agri. Res. J. Kerala*, 1978, vol. 16, no. 1, p. 28-32
- LEAL, F., AMAYA, L. The curagua (Ananas lucidus, Bromeliaceae) crop in Venezuela. *Economic Botany (USA)*, 1991, vol. 45, no. 2, p. 216-224
- LEAL, F., ANTONI, M.G. Descripcion y clave de las variedades de piña cultivadas en Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)*, Alcance, 1980, vol. 29, p. 51-79
- LEAL, F., ANTONI, M.G., RODRIGUEZ, P. Descripcion de cinco variedades de piña (Ananas comosus) en Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)*, 1979, vol. 10, p. 21-30
- LEAL, F.J., SOULE, J. "Maipure", a new spineless group of pineapple cultivars. *Hortscience*, 1977, vol. 12, no. 4, p. 301-305
- LOISON-CABOT, C. Caractérisation, origine et validité des groupes définis dans l'espèce Ananas comosus. *Fruits*, 1990c, vol. 45, no. 6, p. 559-575
- NYENHUIS, E.M. James Queen, a new pineapple variety. *Farming in South Africa*, 1964, vol. 40, no. 8, p. 54-56
- PENG HOANGXIANG, LIU YEQIANG, XIONG YINGSI. [Comparative test on pineapple variety [China]]. *Guangxi Agricultural Sciences*, 1989, no. 6, p. 23-25
- PY, C. Comparaison de différentes sélections d'ananas Cayenne Lisse et de plusieurs autres variétés. *Fruits*, 1962, vol. 17, no. 11, p. 559-571
- RAMIREZ, O.D., GANDIA, H., VELEZ FORTUNO, J. Two new pineapple varieties. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 1970, vol. 54, no. 3, p. 417-428
- STAMBAUGH, S.U. Control of variability in the Esmeralda pineapple. *Proc. Flo. Hort. Sci.*, 1957, vol. 70, p. 293-297
- WASSMAN, R., 1979 - The hawaiian clones. *Pineapple Field Day*, 1979, 2p.
- WEE, Y.C. Some common pineapple cultivars of West Malaysia. *Malaysian Pineapple*, 1972, vol. 2, p. 7-13
- WEE, Y.C. The Masmerah pineapple: a new cultivar for the Malaysia pineapple industry. *World Crops*, 1974, vol. 26, p. 64-65

TAXONOMIE ET CLASSIFICATION :

- AMAYA DE CARPIO, L. *Ubicacion taxonomica de algunas "pinas silvestres" (genero Ananas) nativas de la mesa de Guanipa.* Venezuela : Instituto Universitario de Tecnologia de El Tigre, estado Anzoategui, 1984, 81 p., mémoire fin d'étude.
- ANTONI, M.G., LEAL, F. Clave para la identificacion de las variedades comerciales de piña (Ananas comosus). *Rev. Fac. Agron. (Maracay), Alcance*, 1980 vo. 29, p. 13-24
- BAKER, K.F., COLLINS, J.L. Notes on the distribution and ecology of Ananas and Pseudananas in South America. *American Journal of Botany*, 1939, vol. 26, p. 697-702
- CAMARGO, F.C. Ananás e abacaxi. *Revista de Agricultura*, 1939, vol. XIV, no. 7-8, p. 1-30
- CAMARGO, F.C., SMITH, L.B. A new species of Ananas from Venezuela. *Phytologia*, 1968, vol. 16, no. 6, p. 464-465
- COLLINS, J.L. History, taxonomy and culture of the pineapple. *Economic Botany*, 1949, vol. 3, no. 4, p. 335-359
- INNES, C. (UK) Notes on the genus Ananas. *Plantsman*, 1988, vol. 10, no. 1, p. 30-36
- KEETCH, D.P. Botanical classification of the pineapple. *Farming in South Africa, Pineapples series*, 1976, no. A1, 1 p.
- LEAL, F. Prospecciones de piña (Ananas comosus) en Venezuela durante los años de 1985-1986. *Fruits*, 1987, vol.42, no. 3, p. 145-148
- LEAL, F. On the history, origin and taxonomy of the pineapple. *Interciencia*, 1989, vol. 14, no. 5, p. 235- 241
- LEAL F. On the validity of Ananas monstrosus. *Journal of the Bromeliad Society*, 1990, vol. 40, no. 6, p. 246-249
- LEAL F. Additions to the key for the identification of commercial varieties of pineapple (Ananas comosus (L.) Merrill). *Revista de la Facultad de Agronomia, Universidad Central de Venezuela*, 1990, vol. 16, no. 1, p. 1-11
- LEAL, F., ANTONI, M.G. Especies del genero Ananas: origen y distribucion geographica. *Rev. Fac. Agron. (Maracay), Alcance*, 1980, vol. 29, p. 5-12
- LEAL, F., ANTONI, M.G. Sobre las especies del genero Ananas y su distribucion espacialmente novedosa para Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (Maracay), Alcance*, 1980, vol. 29, p. 43-50
- LEAL F., GARCIA, M.L., CABOT, C. Prospeccion y recoleccion de ananas y sus congeneres en Venezuela. *FAO/IBPGR Plant Genetic Resources Newsletter*, 1986, vol. 66, p. 16-19
- LINDEN, M.J. Ananas mordilona Linden. *Belgique Horticole*, 1879, vol. 29, p. 302-303
- LOISON-CABOT, C., Prospection sur l'ananas au Vénézuéla. *Fruits*, 1990, vol. 45, no. 3, p. 251-264
- LOISON-CABOT, C. Gestion des ressources génétiques de l'ananas, collection de conservation, collection évolutive, évaluation des nouvelles introductions. *Fruits*, 1991, vol. 46, no. 1, p. 23-34
- LOISON-CABOT, C. Origin, phylogeny, evolution of pineapple species. *Fruits*, 1992, vol. 47, no. 1, p. 25-32
- REITZ, P.R. A new species of pineapple from central Brazil. *The Bromeliad Soc. Bull.* , 1968, vol. XVIII, no. 5, p. 109-111
- SMITH, L.B. Notes on the taxonomy of Ananas and Pseudananas. *Botanical Museum Leaflets Harvard University*, 1939, vol. 7, no. 5, p. 73-81
- SMITH, L.B. Ananas comosus L. Merr. *Flora Neotropica*, 1979, vol. 14, part. 3, p. 2048-2064

VELEZ I., 1946 - Wild pineapple in Venezuela. *Science*, vol. 104, no. 2705, p. 427-428

GENETIQUE MOLECULAIRE :

DEWALD, M.G. *Tissue culture and electrophoretic studies of pineapple (Ananas comosus) and related species*. Michigan (USA): University of Florida, 1987, 143 p., mémoire de Ph D.

DEWALD, M.G., MOORE, G.A., SHERMAN, W.B. Identification of pineapple cultivars by isozyme genotypes. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci.*, 1988, vol. 113, no. 6, p.935-939

DEWALD, M.G., MOORE, G.A., SHERMAN W.B. Isozymes In Ananas Pineapple Genetics And Usefulness In Taxonomy. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci.*, 1992, vol. 117, no. 3, p. 491-496

GARCIA, M.L. *Etude taxonomique du genre Ananas. Utilisation de la variabilité enzymatique*. Montpellier : UST Languedoc, 1988, 156 p., thèse.

NOYER, J.L. *Intérêt des RFLP pour l'amélioration des variétés cultivées du genre Ananas*. Montpellier : Université de Montpellier II, 1991, 43p., mémoire de Diplôme d'Etudes Supérieures d'Université.

NOYER, J.L. *Etude préliminaire de la diversité génétique du genre Ananas par les RFLPS*. *Fruits*, 1991, vol. 46, p. 372-375.

BIOLOGIE FLORALE :

DALLDORF, D.B. Morphology of the pineapple fruitlet. *Farming in South Africa, Pineapples series*, 1979, no. A5, 8 p.

EKERN, P.C. Phyllotaxy of pineapple plant and fruit. *Bot. Gaz.*, 1968, vol. 129, no. 1, p. 92-94

OKIMOTO, M.C. Anatomy and histology of the pineapple inflorescence and fruit. *Bot. Gaz.*, 1948, vol. 110, p. 217-231

RAO, A.N., WEE, Y.C. Embryology of the pineapple Ananas comosus L. Merr. *New Phytol.*, 1979, vol. 83, p. 485-497

GERMINATION DES GRAINES :

AROMOSE, A. *Effects of light intensity and photoperiod on pineapple seedling developpement*. USA : University of Hawai, 1970, 46 p., master of sciences thesis.

AROMOSE, A. Light intensity response in pineapple (Ananas comosus (L) Merr) seedlings. *Phyton (Buenos Aires)*, 1989, vol. 49, p. 161-165

IYER, C.P.A., SINGH, R., SUBRAMANYAM, M.D. A simple method for rapid germination of pineapple seeds. *Scientia Horticulturae*, 1978, vol. 8, p. 39-41

MILES THOMAS, E.N., HOLMES, L.E. The development and structure of the seedling and young plant of the pineapple (Ananas sativus). *New Phytol.*, 1930, vol. 29, p. 199-226

RAMIREZ, A.L. Estudio del crecimiento "in vitro" de yemas de piña (Ananas comsus L. Merr) de la variedad Cayena Lisa. *Cultivos Tropicales*, 1987, vol. 9, no. 2, p. 32-35

SYSTEMES DE REPRODUCTION ET MECANISMES D'INCOMPATIBILITE :

BHOWMIK G. Self incompatibility in pineapple. *Ind. J. Genet.*, 1982, vol. 42, p. 345-347

BHOWMIK, G., BHAGABATI, A. Self-incompatibility studies in

- pineapple (Ananas comosus L.). *Indian. Agric.*, 1975, vol. 19, no. 2, p. 259-265
- BREWBAKER, J.L., GORREZ, D.D. Genetics of self-incompatibility in the monocot genera, Ananas (pineapple) and Gasteria. *Amer. J. Bot.*, vol. 54, no. 5, p. 611-616.
- CHAN, Y.K. Differential compatibility in a diallel cross involving three groups of pineapple [Ananas comosus L. (Merr.)]. *Malaysian Agriculture Research & Development Institute Res. Bull.*, 1986, vol. 14, no. 1, p. 23-27
- COLLINS, J.L. Genetics: Seediness in Cayenne fruits. *Pineapple News*, 1934, vol. 8, p. 130 et 285.
- EVAIN, D. Nouvelles données sur l'incompatibilité chez le genre Ananas. Toulouse : ENSA, 1988, 43 p., mémoire de fin d'étude DAA.
- GORREZ, D.D. Genetic studies of self-incompatibility in pineapple. USA : University of Hawai, 1966, 50 p., thesis.
- KERNS, K.R. Studies on the pollen of Cayenne. *Pineapple Quartely*, 1931, vol. I, no. 3, p. 86-93
- KERNS, K.R. Concerning the growth of pollen tubes in pistils of Cayenne flowers. *Pineapple Quartely*, 1932, vol. II, no. 4, p. 133-137
- KERNS, K.R., WILLIAMS, D.F., SMITH, J.B. A review of seediness in pineapple. *Pineapple Research Institute report*, [1970], 44 p.
- KESSLER, E. Von. An analysis of the statistical data concerning the seediness in pineapples. *Pineapple Quartely*, 1932, vol. II, no. 1, p. 31-35
- MAJUMDER, S.K., KERNS, K.R., BREWBAKER, J.L., JOHANNESSEN, G.A. Assessing self incompatibility in pineapple by a pollen fluorescence technique. *American Society for Horticultural Science*, 1964, vol. 84, p. 217-223
- NAYAR, N.K., VALSAMMA MATHEW LYLA, K.R. Varietal variations on pollen size and fertility in pineapple (Ananas comosus L. Merr.). *Report of the Pineapple Research Centre, Kerala Agricultural University*, 1980, p. 85-87
- SINGH, H., DUTTA, S.K. Observation of male sterility in some varieties of Ananas comosus. *Abst. of papers from the 10th. Int. Bot. Cong. Edinburgh*, 1964, p. 518
- SUBRAMANIAN, N., IYER, C.P.A., SINGH, R. Surmounting self-incompatibility in pineapple (Ananas comosus L.) with pollen irradiation. *The Indian Journal of Horticulture*, 1981, vol. 38, no. 3-4, p. 162-164
- WEE, Y.C., RAO, A.N. Ananas pollen germination. *Grana*, 1979, vol.18, p. 33-39

CYTOGENETIQUE :

- ANTONI SIDOTI, M.J. *Taxonomy and cytogenetics of pineapple*. USA: Univ. Florida, 1983, 78 p., master of sciences thesis.
- BHOWMIK, G. Meiosis in two varieties of pineapple. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 1977, vol. 37, no. 1, p. 1-4
- BOR-YAW LIN, RITSCHER, P.S., FERREIRA, F.R. Número cromossômico de exemplares da família Bromeliaceae. *Rev. Bras. Frutic. Cruz das Almas (BA)*, 1987, vol. 9, no. 2, p. 49-55
- BROWN, G.K., GILMARTIN, A.J. Chromosome numbers in Bromeliaceae. *Amer. J. Bot.*, 1989, vol. 76, no. 5, p. 657-665.
- CAPINPIN, J.M., ROTOR, G.B. A cytological and morphogenetic study of some pineapple varieties and their mutant and hybrid derivatives. *The Philippines Agriculturist*, 1937, vol. 26,

no. 2, p. 139-158

- COLLINS, J.L. Morphological and cytological characteristics of triploid pineapples. *Cytologia*, 1933, vol. 4, p. 248-256
- COLLINS, J.L., KERNS, K.R. Genetic studies of the pineapple. A preliminary report upon the chromosome number and meiosis in pineapple varieties (Ananas sativus L.) and in *Bromelia pinguin*. *J. Heredity*, 1931, vol. 22, p. 139-142
- DUJARDIN, M. Cytogénétique de l'ananas. *Fruits*, 1991, vol. 46, p. 376-379
- HEILBORN, O. Notes on the cytology of Ananas sativus Lindl. The origin of its parthenocarpy. *Arkiv for Botanik*, 1921, vol. 17, no. 11, p. 1-7
- HERNANDEZ, A.R. De. Relationship between chromosome number and stomata size in certain pineapple varieties. *J. Agr. Univ. Puerto Rico*, 1954, vol. 38, p. 199-204
- KERNS, K.R., COLLINS, J.L. Chimeras in pineapple. Colchicine induced tetraploids and diploid-tetraploids in the Cayenne variety. *J. Hered.* 1947, vol. 32, p. 322-330
- RABECHAUULT, R. Caryologie de l'ananas. *Fruits d'Outre-Mer*, 1947, vol. 2, no. 7, p. 222-224
- SILVA RITSCHER, P., FERREIRA, F.R. Desenvolvimento de metodologia para estudos citológicos de abacaxi (Ananas comosus (L.) Merrill) e especies afins. *Rev. Bras. Frutic.*, Cruz das Almas (BA), 1985, vol. 7, p. 75-79
- SHARMA, A.K., GHOSH, I. Cytotaxonomy of the Family Bromeliaceae. *Cytologia*, 1971, vol. 36, p. 237-247

HERIDITE DES CARACTERES AGRONOMIQUES :

- COLLINS, J.L. Studies of genetic variations in Cayenne.
I. Collar-of-slips. *Pineapple Quartely*, 1933, june, vol. III, no. 2, p. 48-55
- COLLINS, J.L. Studies of genetic variations in Cayenne.
II. Slender fruits. *Pineapple Quartely*, 1933, sept, vol. III, no. 3, p. 115-117
- COLLINS, J.L., KERNS, K.R. Mutations in the pineapple. A study of thirty inherited abnormalities in the Cayenne variety. *Journal of Heredity*, 1938, 29, p. 163-173
- COLLINS, J.L., KERNS, K.R. Inheritance of three leaf types in the pineapple. *Journal of Heredity*, 1946, vol.37, no. 4, p. 123-127
- KERNS, K.R. Persistence of characters in the Smooth Cayenne pineapple. *Bulletin of the Experiment Station of the Association of Hawaiian Pineapple Cannerys*. 1928, no. 1., 10 p. et no. 11, 15 p.
- MATHEW, V., LYLIA K.R., NAYAR, N.K. Estimation of genetic variability in pineapple for quantitative and qualitative traits. *Ind. J. Agric. Sci.*, 1979, vol. 49, no. 11, p.855-857
- LOISON-CABOT, C. Génétique de l'ananas: hérédité de certains caractères, leur stabilité au cours des cycles végétatifs. *Fruits*, 1990, vol. 45, no. 5, p. 447-456
- SINGH, R., SINGH, H.P., IYER, C.P.A. Frequency of spontaneous mutation for spiny leaves in Kew pineapple (Ananas comosus L. Merr.). *Indian Journal Horticulture*, 1979, p. 145-146

HEREDITE DES RESISTANCES GENETIQUES AUX MALADIES :

- CABRAL, J.R.S., MATOS de, A.P. Recomendações de cultivares de abacaxi resistentes à fusariose. *Communicado tecnico, EMBRAPA*, 1986, no. 11, p. 1-4
- CABRAL, J.R.S., MATOS de, A.P., SOUTO, G.F. Reação de germoplasma de abacaxi à inoculação com Fusarium moniliforme var. subglutinans. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 1985, vol.20, no. 7, p. 787-791
- COLLINS, J.L., HAGAN, H.R. Nematode resistance of pineapple. Varietal resistance of pineapple roots to the nematode *Heterodera radicola* (Greef.) Muller. *The Journal of Heredity*, 1932, p. 503-511.
- GIACOMELLI, E.J., SOBRINHO, J.T. Seleção preliminar de algumas cultivares de abacaxizeiro resistentes à fusariose. *Anais do VII Congresso de Fruticultura*, 1984, vol.1, p. 145-161
- KESSLER, von E. A preliminary study of varietal resistance in the pineapple to the root rot fungus Nematodsporangium rhizophthoron. *Pineapple Quartely*, 1932, vol. II, no. 3, p. 86-93
- LIM, W.H., LOWINGS, P.H. Pineapple fruit collapse in Peninsular Malaysia : symptoms and varietal susceptibility. *Plant Disease Reporter*, 1979, vol. 63, no. 3, p. 170-174
- MARGUERITE, E. Contribution à la mise au point d'un test de criblage végétal précoce de l'ananas à l'égard de Pratylenchus brachyurus (GODFREY). Versailles : ENSH, 1991, 70 p., mémoire de fin d'études.
- MESNILDREY, L. Contribution à la mise au point d'un test précoce de sensibilité de l'ananas au nématode Pratylenchus brachyurus (Godfrey). Montpellier : ENSAM, 1990, 53 p., mémoire DAA.
- SNYMAN, G.C. A screening technique for assessing tolerance of pineapple to Phytophthora cinnamoni. *Subtropica*, 1989, vol. 10, no. 6, p. 15-16
- SOUTO, G.F., CABRAL, J.R.S., PINTO DA CUNHA, G.A. Transferência de resistência à fusariose do abacaxi através de hibridação. *Pesquisa em Andamento*, 1983, no.11, Sept., 2p.

SELECTION :

- ANON. *Descriptors for pineapple*. Rome (Italy): IBPGR, 1991, 41p.
- ALVAREZ, M. Una aplicacion del metodo de la I-distancia a la seleccion de grupos de variedades de piña (Ananas comosus L. Mer). *Cultivos Tropicales*, 1982, vol. 4, no. 3, p. 427-435
- BHOWMIK, G. Selection of male parents on the basis of male gametophyte for pineapple breeding. *Indian J. Agric. Sci.*, 1979, vol. 50, no. 10, p. 753-756
- CABOT, C. Practice of pineapple breeding. *Acta Horticulturae*, 1987, vol. 196, p. 25-36.
- CABOT, C. Amélioration génétique de l'ananas:
I- Considérations préalables aux recherches conduites en Côte d'Ivoire. *Fruits*, 1987, vol. 42, no. 10, p. 1567-577
- CABOT, C. Amélioration génétique de l'ananas:
II- Objectif du programme de création variétale entrepris en Cote d'Ivoire et techniques utilisées pour sa réalisation. *Fruits*, 1989, vol. 44, no. 4, p. 183-191

- CABOT, C. Amélioration génétique de l'ananas:
 III- Sélection de nouvelles variétés par utilisation d'un index phénotypique appliqué à l'analyse d'une descendance hybride issue du croisement entre les géniteurs Cayenne et Péroléra. *Fruits*, 1989, vol. 44, no. 12, p. 655-667
- CHAN, Y.K. Hybridization and selection in F1 as a methodology for improvement of pineapple. *Prosid. Simp. Buah-buahan Keb., Serdang, Malaysia*, 1986, p. 307-314;
- CHAN, Y.K. F1 variation from hybridization of two 'Spanish' pineapple cultivars. (MARDI) *Malaysian Agriculture Research & Development Institute Research Journal*, 1989, vol. 17, no. 2, p. 172-177
- CHAN, Y.K., LEE, C.K. The hybrid 1 pineapple: a new canning variety developed at MARDI. *Teknologi Buah-buahan*, 1985, vol. 1, no. 1, p. 24-30
- COLLINS, J.L. Characteristics of the canned fruits of hybrid pineapples. *Pineapple Quartely*, 1931, april, vol. I, no. 1, p. 26-38
- COLLINS, J.L. Records of hybrid pineapple fruits canned in 1931. *Pineapple Quartely*, 1932, march, vol. II, no. 1, p. 21-30
- COLLINS, J.L. Results of the 1932 cutting bee tests of hybrid pineapples for quality of canned fruit. *Pineapple Quartely*, 1932, december, vol. II, no. 4, p. 121-130
- COLLINS, J.L. New hybrid pineapple canning tests in 1933. *Pineapple Quartely*, 1934, jan, vol. IV, no. 1, p. 7-14
- COLLINS, J.L., KERNS, K.R. Report upon mainland tests of hybrid pineapples for quality of the canned fruits. *Pineapple Quartely*, 1932, vol. II, no. 3, p. 102-119
- COLLINS, J.L., KERNS, K.R. Comparisons of the quality of the canned fruit of hybrid pineapples processed during 1934. *Pineapple Quartely*, 1934, dec, vol. IV, no. 4, p. 201-207
- COUTO, F.A. Variedades e melhoramento do abacaxizeiro. *Inf. Agropec.*, Belo Horizonte, , 1981, vol. 7, no. 74, p. 12-14
- DALLDORF, E.R. Plant selection of the Cayenne pineapple. *The Citrus and Subtropical Fruit Journal*, 1975, no.494, p. 5-7
- DALLDORF, D.B. Plant selection: Multiple tops in Smooth Cayenne pineapples. *Farming in South Africa, Pineapples series*, 1990, no. C2, 1 p.
- FITCHET, M. Observations on pineapple improvement in Taiwan, Republic of China. *Subtropica*, 1989, vol. 10, no. 11, p. 10-12
- GIACOMETTI D.C., 1978 - Melhoramento genetico de abacaxi. 1° Encontro de abacaxi cultura Feira de Santana, 25-37.
- GLENNIE, J.D., WINKS, C.W. Pineapple breeding and clonal selection. *Maroochy Horticultural Research Station report*, 1981-83, no. 3, p. 119-121
- GLENNIE, J.D., WINKS, C.W., LANHAM, T.E. Progress report: pineapple clonal selection. *Maroochy Horticultural Research Station report*, 1984-85, no. 4, p. 173-174
- KERNS, J.L., COLLINS, J.L., KIM, H. Vitamin C in pineapple varieties and hybrids. *Pineapple Quartely*, 1936, vol. VI, no. 1, p. 37-47
- LACOEUILHE, J. J. Les recherches sur ananas a l'IRFA. Utilisation de la variabilité. *Fruits (Paris)*, 1991, vol. 46, no. spécial Ananas, p. 311-314
- LACOEUILHE, J.J., CABOT, C. Une amélioration génétique par la voie des hybridations. *Afrique Agriculture (FRA)*, 1987, no. 146, p.16-18

- LEE, C.K. Characterising two F1 lines of pineapple, Ananas comosus L. Merr. *MARDI (Malaysian Agriculture Research & Development Institute) Research Bulletin*, 1977, vol. 5, no. 1, p. 1-5
- LOISON-CABOT, C., LACOEUILHE, J.J. A genetic hybridization programme for improving pineapple quality. *Acta Horticulturae*, 1990, vol. 275, p. 395-400
- TORRES NAVARRO, H., LOZOYA SALDANA, H., URIZA AVILA, D. Clonal selection of pineapple, Ananas comosus L. Merr., with resistance to 'marchitez roja' virus and characteristics of commercial value. *Revista Chapingo*, 1989, p. 13-16, 62-63, 156-160
- WEBBER, H.J. New fruit production of the Department of Agriculture. *Yearbook Dept. Agr. Washington*, 1905, p. 281-290
- WEE, Y.C. Improving Malaysian pineapple by roquing. *World Crops*, March/April 1979, p. 66-69
- WINKS, C.W., GLENNIE, J.D., LANHAM, T. Progress report: pineapple breeding. *Maroochy Horticultural Research Station report*, 1984-85, no. 4, p. 175-177

MULTIPLICATION VEGETATIVE :

- COLLINS, J.L., KERNS, J.R. The nature of the size differences in a field of Cayenne plants and the significance of such variation in clonal reproduction. *Pineapple Quartely*, 1933, march, vol. III, no. 1, p. 1-9
- FITCHET, M. Pineapples rapid vegetative propagation. *Farming in South Africa, Pineapples series*, 1990, no.D5, 4 p.
- FITCHET, M., ROBINSON, J.C. Clonal propagation of Queen and Smooth Cayenne pineapples. *Acta Horticulturae (Netherlands)*, 1990, no. 275, p. 261-266
- FITCHET, M., VAN DE VENTER, H.A. Rapid vegetative propagation of pineapples by crown sectioning. *South African Journal of Plant and Soil*, 1988, vol.5, no. 1, p. 27-31
- LEE, C.K., TEE, T.S. Plantlet quartering, a rapid propagation technique in pineapple. *20 th. Int. Congress. Sydney. Australia.*, 1978.
- LIMA, H. (CUBA) Propagacion clonal de la pina. *Boletin de Resenas. Citricos y otros Frutales*, 1986, no. 25-26, p. 7-22
- MADHUSUDANAN, K.N., NABEESA, E., UMAVEDI, V., NANDAKUMAR, S. Differentiation of propagules and crop growth pattern in 20 pineapple cultivars. *Scientia Horticulturae*, 1982-1983, vol. 18, p. 215-224
- RAMIREZ, A.L. Reproduccion de la piña (Ananas comsus L. Merr) por fraccionamiento de tallos. *Cultivos Tropicales*, vol. 3, no. 1, p. 131-143
- RAMIREZ MARIRON, A.L., SANTANA BUZZY, N., MARTINEZ ZUBIAUR R.O. et al. Tecnologias para la propagacion acelerada de la piña (Ananas comosus L. Merr.). *INCA, boletin de cultivos tropicales (Cuba)*, 1988, 50p.
- SEOW, K.K., WEE, Y.C. The leaf bud method of vegetative propagation in pineapple. *Malays. Agric.*, 1970, vol. I, no. 47, p. 499-507

CULTURE IN VITRO :

- DEWALD, M.G, MOORE, G.A., SHERMAN, W.B., EVANS, M.H. Production of pineapple plants in vitro. *Plant Cell Reports*, 1988, vol. 7, p. 535-537
- DREW, R.A. Pineapple tissue culture inequaled for rapid multiplication. *Queensland Agricultural Journal*, 1980, vol. 106, no. 5., p. 447-451
- EVANS, M. H., MOORE, G. A. Production and characterization of pineapple plants produced in vitro. *Hortscience*, vol. 22, no. 5, sect 2, p. 1067
- FITCHET, M. Tissue culture speeds up evaluation of new cultivars. *Information Bulletin, Citrus and Subtropical Fruit Research Institute*, 1989, no. 197, p. 1-2
- FITCHET, M. Tissue culture in pineapples: cloning. *Farming in South Africa, Pineapples series*, 1990, no. D6, 4 p.
- FITCHET, M., ROBINSON, J.C. Organogenesis in callus cultures of pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.). *Acta Horticulturae (Netherlands)*, 1990, no. 275, p. 267-274
- GARCIA, G.P., PEREZ, M.I., DIGAT, A.D., CARABALLOSO, L.V. Determinacion de la radiosensibilidad en condiciones in vitro de yemas de piña (*Ananas comosus* L. Merr.) para su uso en la mutagenesis somatica. *Rapport Instituto superior agricola ciego de avila (Cuba)*, [1988], 4 p.
- HUANG DEGUI, CHEN YINQUAN, LIN YUYING. [Field planting of in vitro plantlets of stripped pineapple]. *Fujian Science and Technology of Tropical Crops*, 1988, no. 3, p. 9-12
- LI HUACI, CHEN ZHIHONG, WU ZHAOPING. Rapid and economical propagation of fruitlet peeled pineapple variety "Tainong 4" by in vitro culture. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 1990, vol. 11, no. 1, p. 91-96
- LIU, L. J., ROSA-MARQUEZ, E., LIZARDI, E. (Puerto Rico.) In vitro propagation of spineless Red Spanish pineapple. *Phytopathology*, 1987, vol. 77, no. 12, p. 1711
- LIU L.J., ROSA-MARQUEZ, E., LIZARDI, E. Smooth leaf (spineless) Red Spanish pineapple (*Ananas comosus*) propagated in vitro. *J. Agric. Univ. P.R.*, 1989, vol. 73, no. 4, p. 301-311
- MATHEWS, V.H., RANGAN, T.S. Growth and regeneration of plantlets in callus culture of pineapple. *Scientia Hort.*, 1981, vol. 14, p. 227-234
- PANNETIER, C., LANAUD, C. Divers aspects de l'utilisation possible des cultures in vitro pour la multiplication végétative de l'*Ananas comosus* L. Merr, variété 'Cayenne Lisse'. *Fruits*, 1976, vol. 31, no. 12, p. 739-750
- RAMIREZ, A.L., SANTANA, N. (CUBA) Obtencion de brotes multiples en yemas de pina (*Ananas comosus* L. Merr) en la variedad 'Espanola Roja'. *Cultivos Tropicales*, 1986, vol. 8, no. 4, p. 3-6
- ROSA-MARQUEZ, E., LIU, L. J., LIZARDI, E. (Puerto Rico) Callus induction and regeneration from Red Spanish pineapple. *Phytopathology*, 1987, vol. 77, no. 12, p. 1711
- SRINIVASA RAO, N.K., DORE SWAMY, R., CHACKO E.K. Differentiation of plantlets in hybrid embryo callus of pineapple. *Scientia Horticulturae*, 1981, vol. 15, p. 235-238
- WAKASA, K. Variation in the plants differentiated from the tissue culture of pineapple. *Japan J. Breed.*, 1979, vol. 29, no. 1, p. 13-22
- WAKASA, K. Application of tissue culture to plant and mutant production. *Bulletin of the National Inst. Agr. Sciences*, 1982, no. 33, p. 121-300

- WAKASA, K., Pineapple (Ananas comosus L. Merr.). *Biotechnol. Agric. For.*, 1989, vol. 5, p. 13-29
- WAKASA, K., KOGA, Y., KUDO, M. Differentiation from in vitro culture of Ananas comosus. *Japan J. Breed.*, 1978, vol. 28, no. 2, p. 113-121
- WEE, Y.C. Vegetative propagation, tissue culture and the malaysian pineapple industry. in: Rao, A.N. *Proc. costed Symp. on Tissue Culture of Economically Important Plants*, Singapore, 1981, p. 121-123
- ZEE, F.T., MUNEKATA M. In vitro storage of pineapple Ananas-Spp germplasm. *Hortscience*, 1992, p. 57-58
- ZEPEDA, C., SAGAWA, Y. In vitro propagation of pineapple. *Hortscience*, 1981, vol.16, no. 4, p. 49
-

A N N E X E S

**Utilisation de descripteurs du thesaurus AGROVOC
pour cerner le domaine de l'amélioration génétique des plantes**

Thème de l'origine, de l'évolution et de la classification de la plante :

TAXONOMIE; CHIMIOTAXONOMIE; CYTOTAXONOMIE; ESPECE; GENRE;
CLASSIFICATION; IDENTIFICATION; EVOLUTION; PHYLOGENIE;
RESSOURCE GENETIQUE; COLLECTION BOTANIQUE; ESPECE NOUVELLE

Thème de la biologie de la plante en relation avec sa reproduction :

BIOLOGIE + FLEUR; ANATOMIE VEGETALE + FLEUR; GERMINATION
+ GRAINE; FACULTE GERMINATIVE; CYTOGENETIQUE; NOMBRE
CHROMOSOMIQUE; MEIOSE; HAPLOIDIE; DIPLOIDIE; TRIPLOIDIE;
TETRAPLOIDIE; GAMETE; GAMETOGENESE; OVULE; POLLEN;
MUTATION; ABERRATION CHROMOSOMIQUE;

Thème de la fonctionnalité de la plante en relation avec sa reproduction sexuée et sa multiplication :

REPRODUCTION SEXUEE; REPRODUCTION ASEXUEE; MULTIPLICATION
DES PLANTES; HYBRIDATION ; FECONDATION; POLLINISATION;
FERTILITE; CARACTERE ACQUIS; HEREDITE; ANDROGENESE;
PARTHENOGENESE; CULTURE IN VITRO; VITROPLANT;
MICROPROPAGATION

Thème de la structure génotypique :

BIOLOGIE MOLECULAIRE; GENOME; GENE; CODE GENETIQUE; CARTE
GENETIQUE; LOCALISATION DE GENE; GENETIQUE MOLECULAIRE ;
BIOTECHNOLOGIE; ENZYME DE RESTRICTION; FRAGMENTATION DE
L'ADN

Thème de la stratégie d'amélioration :

PARAMETRE GENETIQUE; VALEUR GENETIQUE; VARIETE; METHODE
D'AMELIORATION; SELECTION; HERITABILITE

**DEFINITION DE QUELQUES TERMES
DE GENETIQUE**

Définition de quelques termes de génétique

(les mots marqués d'un * sont définis dans le lexique)

ADN : Acide désoxyribonucléique, entre dans la composition des chromosomes*.

Amélioration génétique : Pour une espèce cultivée*, ensemble des méthodes et des techniques (croisement*, sélection*, etc.), visant au remplacement d'une population* par une autre issue ou non, en tout ou en partie, de la précédente et mieux adaptée qu'elle aux objectifs économiques visés.

Caractère : Élément de description du phénotype* d'un être vivant plus ou moins arbitrairement délimité par l'observateur.

Chimiotaxonomie : Méthode de classification des espèces* utilisant comme critère la parenté* chimique des différentes espèces moléculaires qu'elles élèborent.

Chromosome : Dans le noyau eucaryote*, complexe nucléoprotéique donné formé surtout d'ADN, observable sous forme de bâtonnets au cours des divisions cellulaires.

Classification phénotypique : Classification d'espèces*, genres* etc., selon des caractères phénotypiques* conventionnels.

Classification phylogénique : Classification des espèces*, genres* etc., selon des caractères phylogéniques*, comme par exemple les homologie de séquence* du génome*.

Clone : Ensemble d'individus génétiquement identiques, obtenus par reproduction asexuée*.

Croisement : Mise en présence de matériels génétiques* différents en vue d'une éventuelle recombinaison génétique*.

Culture *in vitro* : En biologie végétale, ensemble des méthodes et techniques visant à obtenir en laboratoire, sur milieu artificiel, des divisions cellulaires* permettant dans certains cas la différenciation* de bourgeons, racine, etc.

Cytogénétique : Partie de la génétique* consacrée à l'étude des relations entre d'une part l'origine, la morphologie, le nombre, les variations au cours des divisions cellulaires* des structures génétiques nucléaires et cytoplasmiques, et d'autre part la transmission et l'expression* des gènes* portés par ces structures.

Cytotaxinomie : Méthode de classification des espèces* végétales utilisant des critères cytologiques : nombre et morphologie des chromosomes*, comportement méiotique au cours des croisements* inter- ou intraspécifiques.

Différenciation cellulaire : Processus de transformation cellulaire qui au travers de divisions successives, produit des cellules spécialisées agencées en tissus et organes au sein d'un organisme.

Diploïdie : Etat d'une cellule contenant deux génomes de base*.

Division cellulaire : Tout processus par lequel se réalise la division d'une cellule d'eucaryote*.

Espèce : Chez les organismes à reproduction sexuée, ensemble des individus capables de s'interféconder et dont les produits sont fertiles*.

Expression génique : Ensemble des modifications provoquées par un gène* et conduisant au phénotype*.

Eucaryote : Se dit d'une cellule ou d'un organisme caractérisé par un noyau individualisé par une enveloppe et la présence de chromosomes* visibles lors des divisions cellulaires*.

Evolution : Série de changements graduels ou brutaux, successifs ou concomitants, liés ou non les uns aux autres, affectant au cours du temps, tout organisme vivant sous l'influence de facteurs multiples constituant des pressions évolutives.

Fécondation : Dans les espèces à reproduction sexuée, fusion de deux gamètes* aboutissant à la formation d'un zygote*.

Fertilité : Aptitude d'un individu à produire un grand nombre de descendants normaux.

Gamète : Cellule reproductrice, le plus souvent haploïde*, susceptible de s'unir à une cellule similaire, mais provenant de l'autre sexe, pour donner un zygote*.

Gamétophyte : Dans le cycle de développement des végétaux, organisme en haplophase* dans lequel vont se différencier les gamètes*.

Gènes : Séquence nucléotidique* constituant une unité d'information génétique* et pouvant déterminer l'expression* d'un caractère*.

Génétique : Science de l'hérédité* et de la variation chez les êtres vivants.

Géniteur : Individu utilisé comme parent* dans un croisement*.

Génome : Ensemble des gènes* présents dans les cellules d'un organisme et programment et commande sa structure, son fonctionnement et son développement.

Génome de base : Ensemble des chromosomes, d'un stock monoploïde* ; leur nombre est le nombre de base* x^* .

Génotype : Au sein du génome*, ensemble de gènes* d'un individu révélés par une analyse génétique ou moléculaire, qu'ils s'expriment ou non.

Genre : Ensemble des être vivants appartenant à des espèces* voisines et portant, en principe, le même nom générique.

Haploïdie : Etat d'une cellule, d'un tissu ou d'un organisme possédant le nombre de chromosomes* propre au gamétophyte* de l'espèce*.

Haplophase : Dans le cycle de développement des organismes à reproduction sexuée, phase caractérisée par l'haploïdie* du gamétophyte* : elle s'oppose à la diploïdie* du sporophyte*.

Hérédité : Transmission de caractères* génétiques d'une génération à la suivante.

Héritabilité : Aptitude plus ou moins marquée d'un caractère génétique* à se transmettre aux générations suivantes.

Hybridation : Croisement* entre 2 individus génétiquement différents. Lorsque les individus appartiennent à la même espèce*, on parle d'hybridation intraspécifique, sinon on parle d'hybridation interspécifique ou intergénérique.

Information génétique : Ensemble des messages héréditaires contenu dans le matériel génétique*.

Matériel génétique : - Ensemble des structures moléculaires porteuses de l'information héréditaire.
- Cellule, organisme ou individu dont le stade de développement, le mode de conservation en vue d'une éventuelle utilisation dans un programme d'amélioration génétique*.

Méiose : Double division cellulaire* à l'origine des gamètes*.

Monoploïdie : Etat d'une cellule somatique * qui ne comporte qu'un génome de base*. Parent : Au sens strict, seul utilisé en génétique*, géniteur*.

Multiplication végétative : Mode de reproduction asexuée* assurant l'obtention d'un individu génétiquement identique à partir d'une cellule somatique* d'un tissu, d'un ou plusieurs organes prélevés sur un individu à l'origine du clone*.

Nombre de base : Nombre minimal de chromosomes*, caractérisant une espèce diploïde* simple, chaque chromosome étant différent des autres ; ce nombre est symbolisé par x.

Phylogénèse : Reconstitution hypothétique de l'évolution* des espèces* qui les ferai dériver les uns des autres depuis les organismes les plus simples jusqu'aux plus complexes selon la taxinomie* actuelle.

Phénotype : Ensemble des caractères* visibles de l'expression* du génotype* dans un environnement donné.

Polyploïdie : Etat d'une cellule, d'un tissu ou d'un organisme qui possède plus de deux génomes de base*.

Population : En génétique, ensemble d'individus d'une même espèce* vivant au même endroit et capables de s'intercroiser.

Recombinaison génétique : Ensemble des processus conduisant, à partir de génotypes* parentaux différents, à de nouvelles association de gènes* ou de chromosomes* chez un individu issu de ces parents*.

Reproduction : Chez un organisme vivant, ensemble des phénomènes qui contribuent à perpétuer son espèce*.

Reproduction asexuée : Mode de reproduction* ne faisant pas intervenir l'union de deux gamètes*.

Reproduction sexuée : Mode de reproduction* faisant intervenir l'union de deux gamètes*.

Ressources génétiques : Ensemble des génotypes* utilisés ou potentiellement utilisables par une collectivité.

Séquence nucléotidique : Pour un polymère, suite orientée des constituants monomériques.

Soma : Dans un organisme, ensemble des cellules, tissus, organes de la vie végétative.

Somatique : Qui a trait au soma*.

Sporophyte : Dans le cycle de développement des végétaux, organisme issu d'un zygote*.

Tétraploïdie : Type de polyploïdie* caractérisé par la présence de quatre génomes de base* dans les noyaux des cellules.

Triploïdie : Type de polyploïdie* caractérisée par la présence de trois génomes de base* dans les cellules.

x : Symbole désignant le nombre de base*.

Zygote : Cellule résultant de fécondation*.

Définitions tirées de :

SOURNIA, J.C. *Dictionnaire de génétique*. Toulouse : Conseil International de la Langue Française, Fondation Postuniversitaire interculturelle, 1991, 352 p.

**ETATS DES CONNAISSANCES BOTANIQUES,
CYTOGENETIQUES et BIOLOGIQUES
SUR LA REPRODUCTION DE
L'ANANAS**

Etat des connaissances botaniques, cytogénétiques et biologiques sur la reproduction de l'ananas.

Chantal LOISON-CABOT*

STATE OF BOTANICAL, CYTOGENETIC AND BIOLOGICAL KNOWLEDGE ON PINEAPPLE REPRODUCTION.

Chantal LOISON-CABOT.

Fruits, Jul.-Aug. 1990, vol. 45, n° 4, p. 347-355.

ABSTRACT - A bibliographical synthesis completed by the author's personal studies reviews the various mechanisms which affect the reproduction of pineapple : floral biology, formation and functioning of gametes, self-incompatibility, development of embryos and features of the seeds. It precedes pineapple improvement programmes based on hybridisation techniques and introduces discussion of the role that sexual reproduction could play in the evolutionary process of the genus.

ETAT DES CONNAISSANCES BOTANIQUES, CYTOGENETIQUES ET BIOLOGIQUES SUR LA REPRODUCTION DE L'ANANAS.

Chantal LOISON-CABOT.

Fruits, Jul.-Aug. 1990, vol. 45, n° 4, p. 347-355.

RESUME - Cette synthèse bibliographique complétée par des études personnelles de l'auteur fait le point sur les différents mécanismes affectant la reproduction de l'ananas : biologie florale, formation et fonctionnalité des gamètes, système d'auto-incompatibilité, développement de l'embryon et particularités de la graine. Il est un préalable à la réalisation de programmes d'amélioration de l'ananas basés sur les techniques d'hybridation et introduit une réflexion sur le rôle que pourrait jouer la reproduction sexuée dans le processus évolutif du genre.

DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

L'Ananas est une plante herbacée qui, adulte, peut mesurer 1,20 mètre de haut. Fréquemment assimilée à une plante pérenne, peut-être du fait de sa grande aptitude à la reproduction végétative, elle serait plutôt du type annuel puisque le plant lui-même ne fleurit qu'une seule fois.

Au stage végétatif, elle est formée par :

- une tige qui forme l'axe de la plante. Elle est courte, trapue et complètement cachée par l'ensemble du feuillage.
- des feuilles au nombre de 70 à 80 chez la majorité des variétés cultivées, longues, lancéolées et disposées en rosette sur la tige suivant une phyllotaxie 5/13,
- des racines adventives, soit souterraines, soit aériennes.

Au stade de production, la plante présente :

- une hampe fructifère ou pédoncule floral qui porte des bractées et prolonge la tige,
- un seul fruit supporté par cette hampe,

- une formation foliacée appelée couronne qui surmonte le fruit,

- des rejets de différents types émergeant à différents niveaux de la plante, dont le nombre et le stade de développement à l'époque de la maturité du fruit peuvent être influencés par les conditions écologiques.

NIVEAUX DE PLOIDIE ET COMPORTEMENTS MEIOTIQUES

Le Genre *Ananas* est diploïde, son nombre chromosomique de base est de 25 chromosomes (HEILBORN, 1921 ; COLLINS et KERNS, 1931 ; COLLINS, 1960 ; CAPIN-PIN and ROTOR, 1937 ; HERNANDEZ, 1954 ; SHARMA and GHOSH, 1971 ; BHOWMIK, 1977 ; SCHWENDIMAN, 1978 ; ANTONI, 1983 ; BOR-YAW-LIN *et al.*, 1987). Les chromosomes sont très petits (0,5 à 1,7 μ d'après SHARMA and GHOSH) et apparaissent en métaphase de mitose, sous forme d'unités ponctuelles sphériques.

Quelques clones triploïdes ont cependant été détectés par des travaux de cytogénétique menés par certains des auteurs cités.

Le premier étudié par HEILBORN aurait une origine naturelle. D'autres ont été induits lors de croisements contrôlés : COLLINS (1932) par exemple, rapporte avoir obtenu 6 triploïdes parmi environ 8 000 hybrides issus de croisements entre *A. comosus* et *A. ananassoïdes*. Utilisant comme marqueur le caractère à déterminisme connu de l'absence ou présence d'épines sur les feuilles, il conclut que ces triploïdes auraient pour origine l'union d'un gamète oeuf diploïde (absence de réduction hétérotypique) et d'un pollen normal haploïde, cas qui aurait déjà été trouvé pour la banane par CHEESMAN (1931).

Le plus décrit des triploïdes observés chez l'ananas est la variété Cabezona rattachée au cultivar Spanish de l'espèce *A. comosus* et sélectionnée à Porto Rico. Son origine est inconnue. Elle présente des plants et des fruits plus gros que ceux de la plupart des variétés diploïdes.

Plus récemment 3 triploïdes, probablement d'origine naturelle, ont été isolés. Le premier est connu sous le nom d'Ananas dos Indios et est originaire du Brésil (BORYAW-LIN *et al.*, 1987), les deux autres appelés respectivement Caicara et Monte Oscuro sont vénézuéliens (ANTONI, 1983). Ananas dos Indios et Caicara semblent plutôt apparentés à l'espèce *A. ananassoïdes* alors que Monte Oscuro est du type *A. comosus*. Tous présentent un fruit relativement plus gros que ceux caractéristiques de leur espèce respective.

L'Ananas dos Indios utilisé comme géniteur dans un programme d'hybridation inter-spécifique mené en Martinique s'avère auto et inter-stérile (M.L. CARDIN, communication personnelle), ce qui s'explique par son niveau de ploïdie 3n.

Certains clones tétraploïdes ont également été détectés dans des populations d'hybrides créés dans le cadre de programmes d'amélioration (COLLINS, 1960). Cependant la variété James Queen serait un tétraploïde naturel cultivé en Afrique du Sud (NYENHUIS, 1964).

Le genre *Pseudananas* est un tétraploïde naturel ($4N = 100$), il peut être croisé avec les espèces diploïdes du genre *Ananas*, cependant nous n'avons pas d'informations sur la fertilité de ces hybrides.

En général les méioses des individus diploïdes sont normales et permettent l'observation de 25 bivalents. Cependant BHOWMIK étudiant la formation du pollen chez deux variétés cultivées d'ananas, remarque en métaphase-I que certains de ces bivalents sont susceptibles de s'associer par groupes de 0 à 7, ces types d'associations secondaires pouvant varier en fonction des variétés étudiées. Il constate par ailleurs que l'anaphase-I serait à peu près normale, mais que, à la place des tétrades isobilatérales observées le plus fréquemment, des triades, des tétrades tétraédriques ou linéaires ou la formation de cellules de différentes tailles apparaissent de temps en temps. S'appuyant sur des travaux de SERRA (1968), il associe la présence d'associations secondaires (groupes de bivalents) lors de la première division de la méiose, à la possibilité d'une origine polyploïde du génome de l'ananas. Intégrant les résultats de SHARMA and GHOSH (1971) sur l'étude des caryotypes caractéristiques de deux espèces d'ananas et accréditant leurs conclusions, cet auteur conclut que la polyploïdie ainsi que des recombinaisons nombreuses entraînant des altérations de la struc-

ture des chromosomes auraient joué un rôle évolutif important pour la détermination des espèces d'ananas.

COLLINS cite par ailleurs la formation possible de diades et de grains de pollen géants dont l'origine n'est pas exactement connue. Etudiant le pollen de la variété triploïde Caicara, ANTONI évalué de 20 à 30 p. 100 le taux de grains de pollen avortés et parmi le pollen restant, viable, 20 p. 100 des cellules apparaissent de taille plus importante que le pollen normal et contiendraient un nombre diploïde de chromosomes.

L'observation de cellules oeuf non réduites et de grains de pollen géants à double stock chromosomique expliquerait la possibilité d'induction naturelle de certains cas de polyploïdie chez l'ananas, la triploïdie s'avérant relativement plus fréquente que la tétraploïdie.

LA BIOLOGIE FLORALE

L'inflorescence.

L'inflorescence (figure 1) de type «grappe» et plus exactement d'épi puisque les fleurs sont sessiles, se développe à partir du méristème terminal de la tige. Elle est constituée d'un ensemble de fleurs (parfois plus d'une centaine), disposées sur des spirales parallèles et contiguës, enroulées autour de l'axe central selon une phyllotaxie de 8/21 (OKIMOTO, 1948). Ces fleurs (figures 2 et 3) de 1 à 2 centimètres selon l'espèce et la variété considérée, sont hermaphrodites, de type trimère présentant une bractée florale, trois sépales, trois pétales d'un mauve plus ou moins accentué, six étamines introrses et bilobées et un pistil tri-carpellaire à ovaire infère. Les fleurs d'une même variété sont homomorphes, cependant selon les variétés on peut trouver des fleurs de type longistyles (Cayenne) ou brévistyles (Péroléra).

L'épanouissement des fleurs d'une même inflorescence s'effectue dans un sens acropète au long des spirales déjà évoquées. L'ouverture de la fleur individuelle a lieu tôt le matin et la fleur reste ouverte jusqu'à la tombée de la nuit, elle peut être alors considérée comme fanée. Un nombre limité de fleurs (souvent une seule) de chacune des spirales contiguës s'épanouissant chaque jour, il s'ensuit que la floraison de l'ensemble de l'inflorescence évolue de bas en haut sous forme d'un anneau de fleurs qui progresse chaque jour d'un niveau et se poursuit pendant plusieurs jours (photo 2).

Les ovules et le pollen produits sont souvent fonctionnels mais il existe chez certaines espèces du genre un système d'auto-incompatibilité qui limite les possibilités d'auto-fécondation.

L'ovule et sac embryonnaire (cf. RAO and WEE, 1979).

Dans l'ovaire à trois loges, les ovules en général anatropes et à 2 téguments (bien que 3 à 9 p. 100 d'entre eux puissent être orthotropes et ne présenter alors qu'un seul tégument), sont disposés en deux rangs sur l'axe du placenta et dans la partie supérieure des loges ovariennes. Le nombre moyen d'ovules par fleur pourrait être caractéristique de l'espèce. Les travaux de RAO et WEE portant sur certaines variétés de l'espèce cultivée et sur une des espèces sauvages,



Photo 1 - Apparition d'un polyploïde parmi la descendance hybride d'un croisement Cayenne x Péroléra.

en dénombrement de 8 à 28 par locule, soit de 24 à 84 par ovaire, les plus grands nombres d'ovules étant observés dans les fleurs de l'espèce sauvage.

Les ovules sont crassinucellés. Le développement du sac embryonnaire à partir de la cellule mère des mégaspores est du type polygonum. Il aboutit à une structure ovale de 8 noyaux.

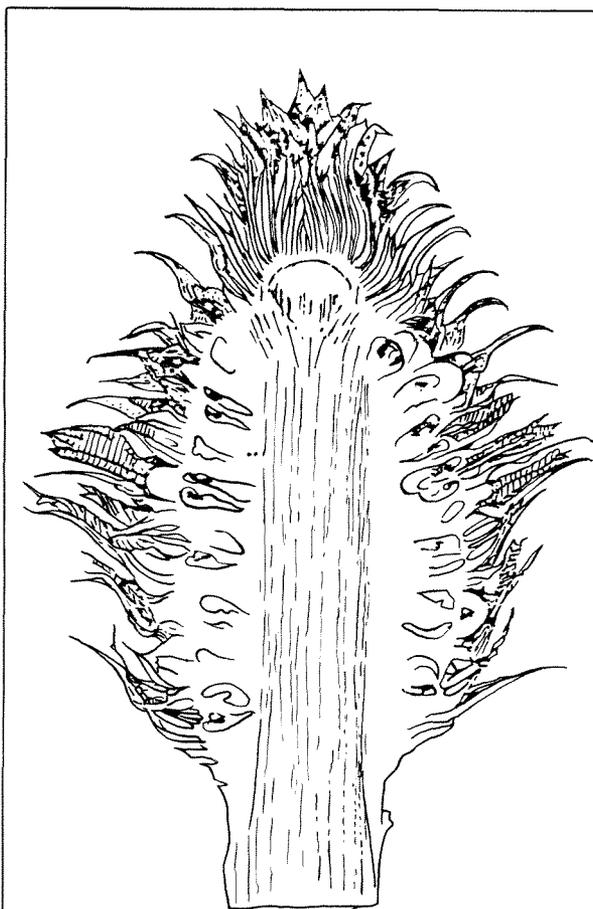


Fig. 1 • Coupe longitudinale d'une inflorescence (x1) (d'après OKIMOTO, 1948)

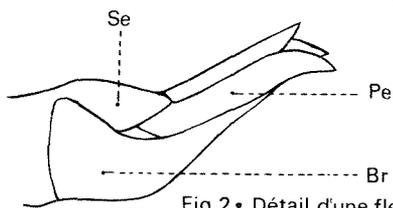


Fig. 2 • Détail d'une fleur (x 2) Vue externe (d'après OKIMOTO, 1948).

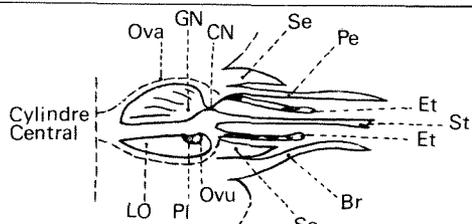


Fig. 3 • Coupe longitudinale d'une fleur (x 2). (d'après OKIMOTO, 1948).

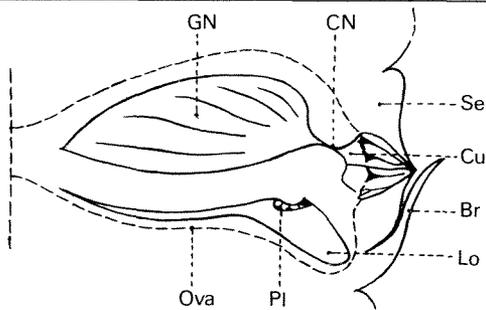


Fig. 4 • Coupe longitudinale d'un fruit individuel (x 2) (d'après OKIMOTO, 1948).

Se = sépale, St = style, Pe = Pétale, PI = placenta, Br = bractée, GN = glande nectarifère, LO = loge ovarienne, Ova = ovaire, Et = étamine, Cu = cupule, Ovu = ovule.



Photo 2 - Inflorescence de l'ananas : la floraison évolue de bas en haut sous forme d'un anneau de fleur qui progresse chaque jour d'un niveau.

En l'absence de fécondation, l'ovule dépérirait sept jours après l'anthèse.

Le pollen et sa germination (cf. WEE and RAO, 1979 ; BHOWMIK, 1977).

Les tétrades formées à la suite des 2 divisions de la cellule mère du pollen sont en général du type isobilatéral, cependant quelques types tétraédraux peuvent être observés. La déhiscence de type longitudinal des anthères s'effectue sur la face adaxiale de chacun des 2 lobes, libérant du pollen binucléé. Celui-ci est ellipsoïde, biconvexe, à symétrie bilatérale. Il présente deux ouvertures situées aux pôles. L'exine est réticulée, cependant cette réticulation peut présenter des phénotypes différents d'une espèce à l'autre.

On observe une grande variabilité liée au génotype considéré et aux conditions de mesure (techniques, état physiologique des gamètes, facteurs climatiques) dans les taux de fertilité pollinique estimés par le pourcentage de pollen viable et le taux de germination du pollen (SCHWEN-DIMAN, 1978 ; BHOWMIK, 1979 ; NAYAR and LYLA, 1980 ; EVAÏN, 1988 ; observations personnelles). La gamme de variation va de moins 5 p. 100 de pollen viable mesuré sur une variété cultivée (NAYAR and LYLA, 1980) à plus de 90 p. 100 pour certaines espèces sauvages (EVAÏN, 1988 et observations personnelles). Le diamètre du grain de pollen a lui-même des dimensions variables d'une variété

à l'autre, il présente un diamètre moyen de 50 microns. Le pollen du cultivar Cayenne conserverait son aptitude à germer pendant 15 à 18 jours à partir de la déhiscence des anthères, dans la mesure où il est conservé dans un air sec et frais.

Le style est trilobé et creux, prolongé par trois canaux stylaires qui aboutissent dans la loge ovarienne directement au-dessus du placenta. Le tube pollinique après germination sur le stigmate, progression dans le style et passage dans le canal stylaire, atteindrait l'ovule qu'il pénètre par le micropyle. Les délais de fécondation de l'ovule à partir de la germination du grain de pollen sur le stigmate et la vitesse de croissance des tubes polliniques sont variables selon les variétés mères considérées. Ils iraient de deux heures (RAO and WEE, 1979) à 8 heures (KERNS, 1932 ; MAJUMDER *et al.*, 1964 ; BHOWMIK and BHAGABATI, 1975). Le style mesurant de 14 à 18 mm de long, la vitesse de croissance du tube pollinique qui varie également d'une variété à l'autre, s'évalue de près de 2 à plus de 8 mm par heure.

Le développement de l'albumen et de l'embryon (cf. RAO and WEE, 1979).

Le développement de l'albumen est du type héliobial. Il est achevé 28 à 30 jours après fécondation. Même en l'absence de fécondation WEE and RAO (1979) ont pu mettre en évidence une division des noyaux polaires en une dizaine de noyaux libres qui se répartissent à travers le sac embryonnaire puis dégèrent en même temps que l'ensemble de l'ovule.

Le zygote commence sa division en une cellule basale et une cellule terminale 10 jours après la fécondation. L'embryon allongé et légèrement courbé, muni d'un seul cotylédon, d'un point végétatif caulinaire latéral et d'une ébauche racinaire, mesure environ 1 mm de long sur 0.6 mm de large en fin de croissance. Il est situé obliquement à l'extrémité la plus effilée de la graine qui est mûre 120 à 130 jours après la fécondation.

Le système d'auto-incompatibilité.

L'autostérilité de l'ananas mise en évidence notamment au niveau de l'espèce cultivée a donné lieu à un certain nombre de recherches. Chacun des auteurs qui s'y est intéressé (BHOWMIK, 1975, 1982 ; KERNS *et al.*, 1932 ; MAJUMDER *et al.*, 1964 ; GORREZ, 1966 ; BREWBAKER and GORREZ, 1967 ; EVAÏN, 1988) a peu à peu précisé le fonctionnement du système d'auto-incompatibilité impliqué dans l'expression de ce caractère.

Il ressort des travaux qui ont été ainsi rapportés, certaines observations générales qui suggèrent la mise en jeu d'un système d'incompatibilité gamétophytique. Ainsi :

- quel que soit le type de croisement compatible ou incompatible, le pollen germe sur le stigmate ;
- utilisant des techniques de fluorescence au bleu d'aniline pour marquage de tube pollinique dans le style après pollinisation *in vivo*, les auteurs constatent que dans le cas de croisements incompatibles, l'arrêt de croissance

du tube pollinique se situe dans le 1/3 supérieur du style, six heures après la pollinisation alors que le tube mesure environ 3 mm.

- certains croisements réciproques ne présentent pas les mêmes résultats, ceux-ci s'avérant incompatibles dans un sens et partiellement compatibles dans l'autre (KERNS, 1932 ; BHOWMIK, 1982 ; EVAÏN, 1988).

En fonction des résultats obtenus par chacun, le système préconisé semblerait sous la dépendance d'un seul gène ou de deux gènes à plusieurs allèles.

Notons enfin que SINGH and DUTTA (1964) auraient trouvé une stérilité mâle dans cinq variétés d'ananas.

La levée de l'incompatibilité.

L'auto-incompatibilité mise en évidence semble pouvoir être levée naturellement dans certaines conditions. Des comptages systématiques effectués à partir de plantations hawaïennes constituées de plants du même clone Cayenne auto-stérile et orientées vers une production destinée à la fabrication de conserves, ont permis de noter jusqu'à 0,1 p. 100 de plants fertiles produisant donc des fruits séminifères. Les taux en fait observés évoluent en fonction des années et des mois de récolte, traduisant un effet des conditions climatiques sur l'expression de ce mécanisme. Les auteurs de ces travaux suggèrent la possibilité de mutations des allèles d'incompatibilité présents dans certains grains de pollen aboutissant à des croisements intra-clone compatibles.

Des manipulations de levée de l'auto-incompatibilité artificielle ont été entreprises par certaines équipes :

- BHOWMIK and BHAGABATI (1975) démontrent l'inefficacité de techniques telles que la pollinisation de boutons floraux, la greffe de styles de variétés compatibles et l'utilisation d'effet mentor par croisement intra-variété (soit intra-clone). Ils parviennent cependant à lever l'inhibition de la croissance du tube de l'auto-pollen dans le style d'une certaine variété par des pulvérisations d' α -ANA sur l'inflorescence. Le taux de germination des graines obtenu est relativement faible (14,28 p. 100). Par ailleurs les plantules n'évoluent pas au-delà du stade des 4-5 feuilles.

- SUBRAMANIAN *et al.*, (1981) parviennent à surmonter l'auto-incompatibilité en irradiant préalablement le pollen utilisé. Le nombre de graines obtenu est modeste (13 graines sur 46 fleurs traitées) et la germination réduite mais certaines des plantules obtenues sont potentiellement viables.

Dans ces deux cas la levée de l'incompatibilité est attribuée à la mutation d'allèles S intervenant dans le système d'incompatibilité supposé.

LE DEVELOPPEMENT DU FRUIT (cf. PY *et al.*, 1984).

Le développement du fruit de l'ananas s'effectue indépendamment de la réussite de la fécondation.

Après floraison, le style, les étamines et les pétales se dessèchent et restent en place. Les fruits individuels issus de chacune des fleurs de l'inflorescence, se forment principalement à partir de la prolifération parthénocarpique des tissus de l'ovaire (figures 3 et 4). La fusion de ces fruits donne le fruit composé consommé. La peau rigide est composée de l'évolution post-floraison des tissus des sépales et des bractées ainsi que de l'extrémité des ovaires (figures 5 et 6).

L'axe de l'inflorescence dont l'apex redifférencie des structures végétatives (la couronne) après la phase florale, forme le «coeur» du fruit.

LA REPRODUCTION DE L'ANANAS

La multiplication végétative.

L'ananas est une plante à reproduction végétative très développée dans les conditions naturelles. Les rejets qui assurent cette multiplication après dépérissement du plant mère sont capables de conserver leur aptitude à produire un nouveau plant pendant plusieurs mois dans des conditions difficiles (sécheresse notamment). Ils peuvent assurer la production d'une descendance végétative, soit en restant liés au plant mère dont ils sont issus (multiplication naturelle), soit en étant détachés de ce plant mère. Cette caractéristique de la plante a largement contribué à sa diffusion dans toutes les parties du monde et est à la base des systèmes culturaux élaborés pour l'exploitation des espèces cultivées du genre (consommation du fruit, exploitation des fibres ou variétés ornementales).

La reproduction sexuée.

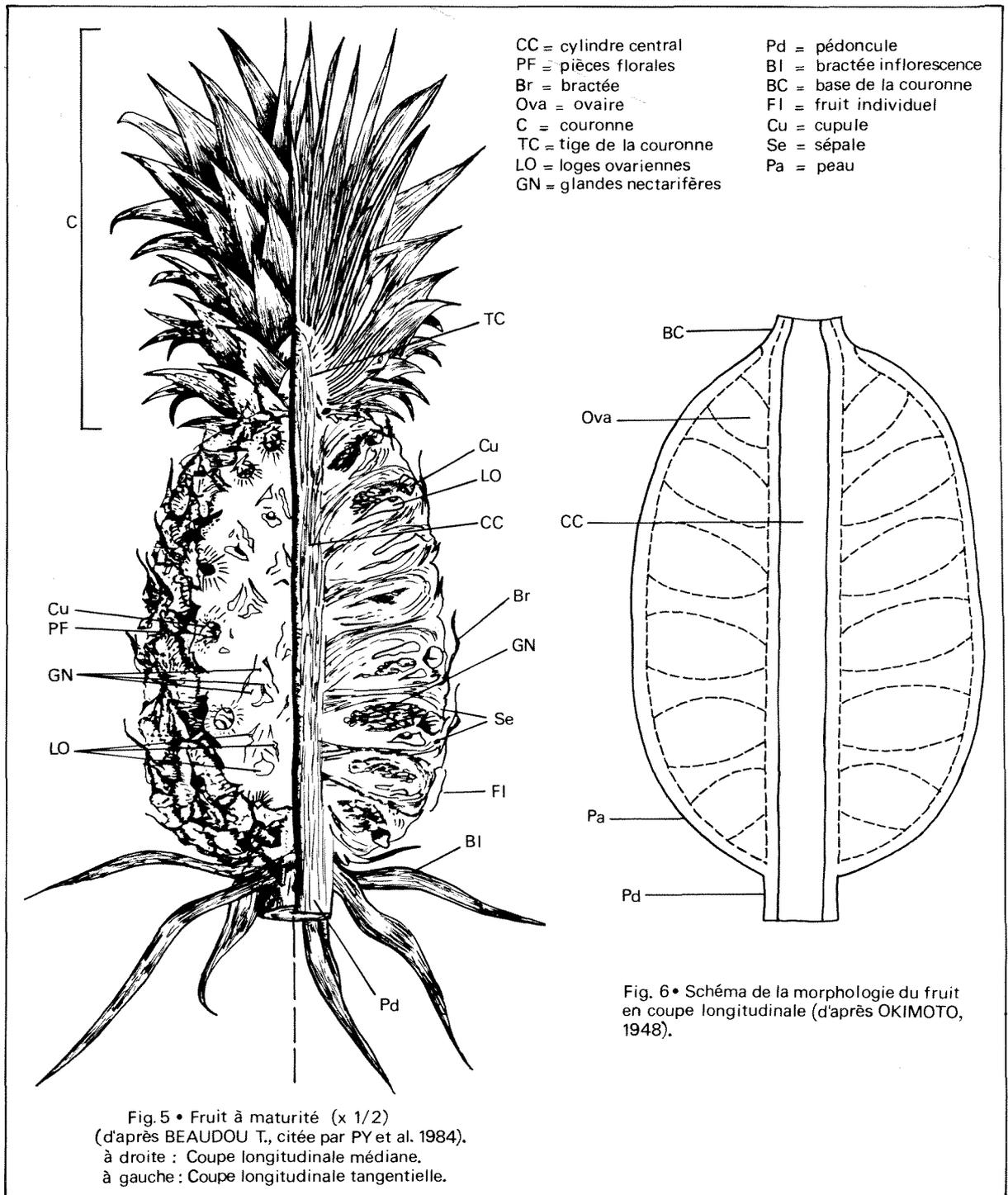
- Mise en évidence.

Bien qu'ils soient rares, les inter-croisements réalisés par la plante dans certaines conditions naturelles existent. Cela a été vérifié par nous-même lors de la découverte de fruits à graines à l'occasion de prospections réalisées en Amazonie vénézuélienne puis confirmé par l'analyse de fruits laissés en fécondation libre dans nos collections de Côte d'Ivoire et de Martinique. Dès lors il apparaît que la reproduction sexuée de l'ananas est véritablement fonctionnelle et probablement utilisée ponctuellement par la plante pour son processus évolutif.

Contrairement à certains travaux qui préconisent que seule l'espèce consommée est auto-stérile (COLLINS, 1960), il semblerait que l'allogamie soit assez répandue dans le genre (M.L. CARDIN, communication personnelle ; EVAÏN, 1988). Cependant le système d'auto-incompatibilité semble ne pas fonctionner chez certaines espèces et variétés trouvées auto-fertiles. Insectes et oiseaux sont les agents probables des pollinisations croisées. Les hybrides issus de ces croisements sont en général fertiles.

- La graine et la germination (d'après MILES THOMAS and HOLMES, et observations personnelles).

Lors de croisements compatibles, les graines formées se répartissent dans le fruit, au niveau des vestiges des cavités florales, sous l'écorce formée par les tissus lignifiés des



restes des sépales et bractées.

Les graines produites ont des phénotypes particuliers selon leur origine maternelle ; leur dimensions, leur couleur et leur remplissage peuvent en effet varier selon la variété. Elles sont dures, allongées, relativement aplaties sur une face et bombées sur l'autre. Elles mesurent environ 5 mm de long sur 2 mm de large et sont arrondies à une extrémité et pointues à l'autre, celle où est localisée l'embryon. Le tégument de couleur brune est coriace et strié de fines rainures longitudinales. Les graines sont en général

viables bien que leur pouvoir germinatif diminue sensiblement au bout de quelques mois.

Leur germination de type hypogée est longue (4 à 6 semaines) et aléatoire car soumise à des facteurs externes déterminés (température, humidité, conditions phytosanitaires). Les conditions optimum permettant cette germination correspondent à une température de 22 à 24°C et des taux d'hygrométrie saturants favorisant l'inhibition de la graine. La germination est alors amorcée par le déchirement du tégument du côté de l'extrémité pointue de la graine et



Photo 3 - Multiplication végétative : développement d'un rejet après récolte du fruit.

suivie par la sortie de la radicule. La croissance de la radicule se poursuit en s'orientant vers le substrat de germination tandis que de petites feuilles vertes se développent à leur tour à partir d'une tigelle très réduite. Le cotylédon reste inclus dans le tégument séminal. Par la suite le nombre et la taille des feuilles augmentent alors que la tige reste tassée avec des entrenœuds courts. La première racine émise est simultanément doublée par de nouvelles racines adventives; il ne demeure pas en général de racine principale (figure 7).

Les plantules obtenues à partir de ces germinations sont fragiles et craignent ensoleillement et humidité excessifs. Les plants d'origine sexuée peuvent fructifier en 30 à 36 mois.

- Dormance et conservation de la graine (d'après observations personnelles).

Peu de travaux ont été entrepris pour étudier les conditions optimums de conservation de la graine chez les espèces d'ananas. Cependant, dans le contexte d'une reproduction sexuée active qui pourrait expliquer certains mécanismes d'évolution qui agissent au sein du genre, ce facteur pourrait jouer un rôle important dans le contrôle du taux de plantules sexuées se développant à partir des graines issues des inter-croisements naturels.

Des travaux d'hybridations contrôlées ont permis de noter qu'il n'existait apparemment pas de dormance chez les

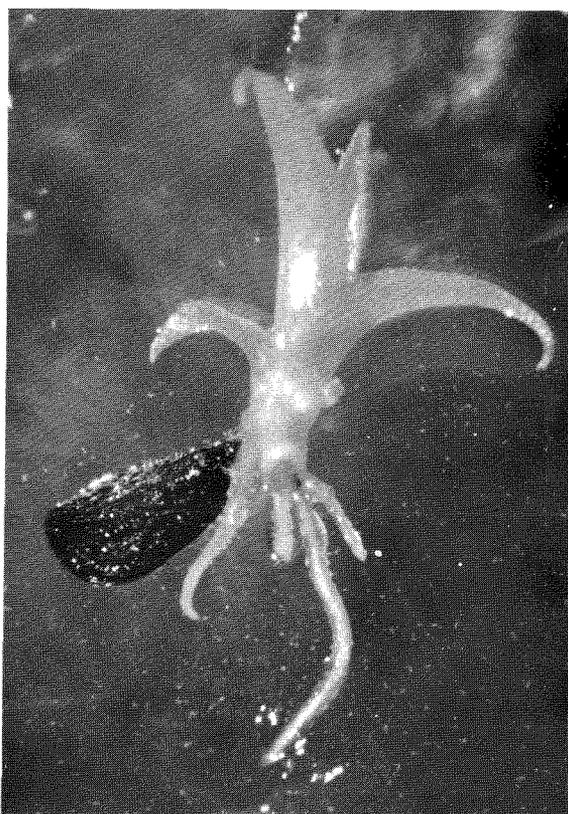
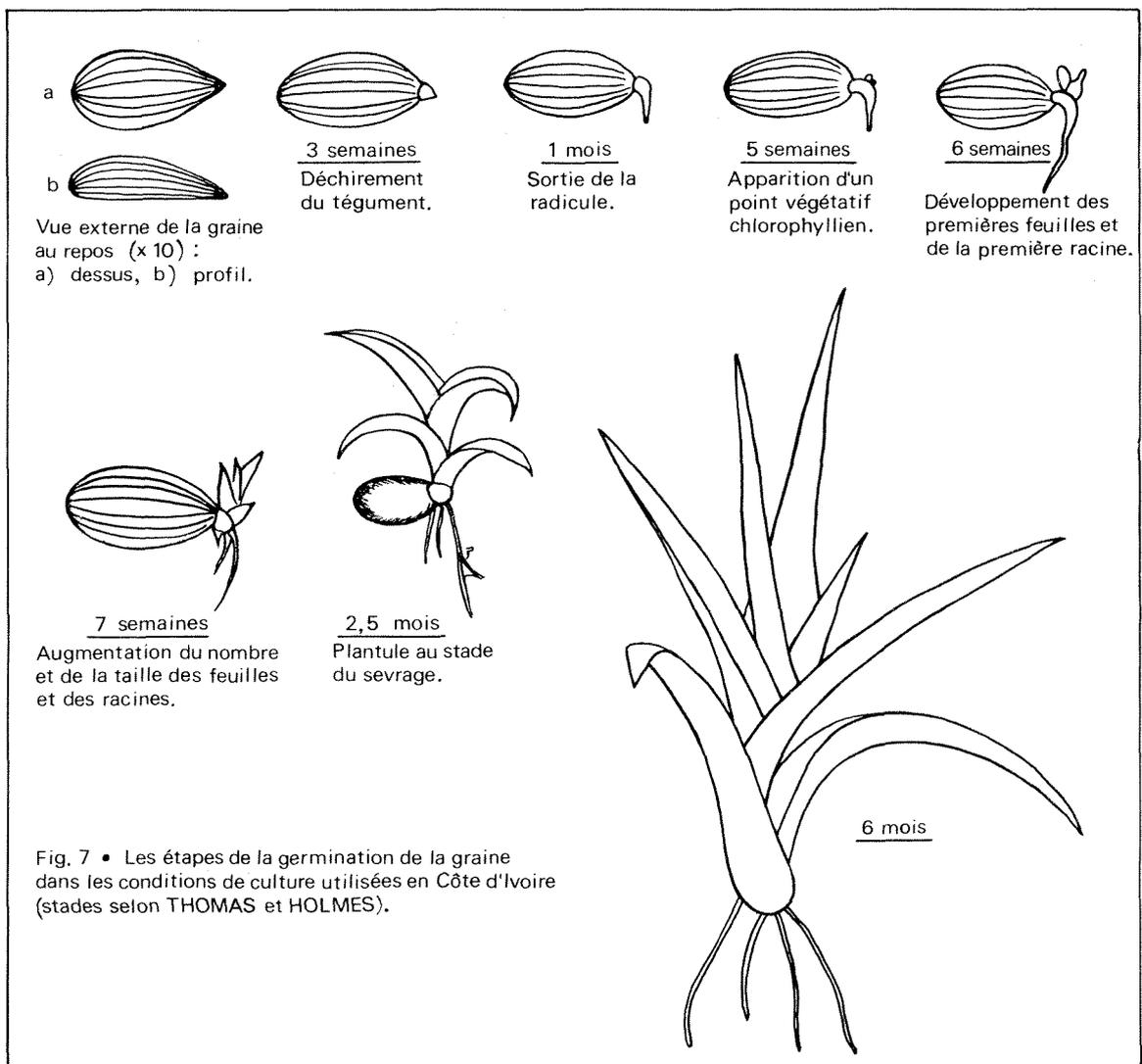


Photo 4 - Reproduction sexuée : germination d'une graine en condition contrôlée.

graines d'ananas. Ces résultats ont été confirmés par des tests de germination effectués sur des lots de graines issues de fécondation libre d'inflorescences de diverses espèces entretenues en collection aussi bien en Côte d'Ivoire (travaux personnels) qu'en Martinique (CARDIN, communication personnelle).

La conservation de la graine semble cependant difficile. Les techniques utilisées actuellement consistent en une désinfection rapide des graines au chlorure mercurique dès leur prélèvement sur le fruit mûr suivi d'un séchage sur papier filtre dans un endroit ombragé et à température extérieure ambiante (28 à 30°). Après séchage, les graines sont conservées à l'obscurité, en atmosphère climatisée (24°). Aucune mesure du taux d'humidité résiduel de la graine stockée n'a été faite ; par contre la conservation de certains lots à plus basse température dans un réfrigérateur n'a pas permis d'améliorer la durée de vie de la graine que nous évaluons actuellement à moins de 6 mois. Il ressort de ces observations que la nature même de cette graine, de type orthodoxe ou récalcitrant, est encore inconnue.

Cependant l'absence de dormance, une durée de vie de moins de six mois dans les conditions de conservation utilisées, la longueur relative du cycle sexué (environ 3 ans pour parvenir à la production de fruit) et la distribution de cette plante dans la zone inter-tropicale, pourraient être des arguments en faveur du caractère récalcitrant de la graine que l'on observe chez de nombreuses autres espèces



de fruits tropicaux (Citrus, mangoustan, mangue, rambutan, cacao, café, cocotier, etc.) (CHIN, 1978). En fait des expérimentations précises tendant à vérifier le comportement de cette graine à l'issue d'une dessiccation contrôlée, suivie d'une conservation à basse température et en atmosphère de faible degré hygrométrique, manquent.

L'importance que peut avoir ce problème de conservation des graines dans le contexte de collectes, de banque de gène et d'échange de semences hybrides devrait motiver certaines études précises tendant à améliorer le contrôle du pouvoir germinatif des graines d'ananas.

Conclusions sur le processus évolutif.

Une durée de vie des graines apparemment réduite, une

germination relativement longue et délicate, la vulnérabilité des plantules obtenues et la longueur du cycle sexué de l'ananas, sembleraient autant de facteurs limitant la reproduction par graines du genre qui compense cet handicap par une reproduction végétative active.

Cependant les croisements entre variétés différentes sont parfois très fertiles (plusieurs centaines de graines par inflorescence). Ainsi le nombre de graines qui statistiquement peut permettre le développement d'un nouveau génotype par germination naturelle et évolution de la plantule vers un plant adulte, bien qu'excessivement réduit, est non nul. Les plantes d'origine sexuée ainsi obtenues présentent paradoxalement une forte probabilité de survie et de conquête de nouveaux écotypes par l'intermédiaire de cette multiplication asexuée très développée.

BIBLIOGRAPHIE

- ANTONI (M.J.). 1983.
Taxonomy and cytogenetics of pineapple.
Thesis, Univ. Florida, 78 p.
- BHOWMIK (G.). 1977.
Meiosis in two varieties of pineapple.
Ind. J. Genetics and Plant Breeding, 37, 1, 1-4.
- BHOWMIK (G.). 1979.
Selection of male parents on the basis of male gametophyte for pineapple breeding.
Ind. J. Agric. Sci., 50, 10, 753-756.
- BHOWMIK (G.). 1982.
Self incompatibility in pineapple.
Ind. J. Genet., 42, 345-347.

- BHOWMIK (G.) and BHAGABATI (A.). 1975.
Self-incompatibility studies in pineapple (*Ananas comosus* L.).
Ind. Agric., 19 (2), 259-265.
- BOR YAW LIN, RITSCHER (P.S.) y FERREIRA (F.R.). 1987.
Número cromosómico de ejemplares de la familia Bromeliaceae.
Rev. Bras. Fruticultura, 9 (2), 49-56.
- BREWBAKER (J.L.) and GORREZ (D.D.). 1967.
Genetics of self-incompatibility in the monocot genera, *Ananas* (pineapple) and *Gasteria*.
Amer. J. Bot., 54 (5), 611-616.
- CABOT (Chantal). 1979.
Synthèse génétique.
Doc. Int. IRFA RA 79, nº 135.
- CABOT (Chantal). 1982.
Synthèse génétique.
Doc. Int. IRFA RA 82, nº 17.
- CABOT (Chantal). 1988.
Amélioration génétique de l'ananas : exemple de création variétale, analyse des ressources génétiques disponibles.
Thèse Université Paris-Sud, Centre d'Orsay.
- CAPINPIN (J.M.) and ROTOR (G.B.). 1937.
A cytological and morphogenetic study of some pineapple varieties and their mutant and hybrid derivatives.
The Philippines Agriculturist, 26 (2), 139-158.
- CARDIN (M.L.). 1988.
Communication personnelle.
- CHIN (H.F.). 1978.
Production and storage of recalcitrant seeds in the tropics.
Acta Horticulturae, 83, 17-21.
- COLLINS (J.L.). 1933.
Morphological and cytological characteristics of triploid pineapples.
Cytologia, 4, 248-256.
- COLLINS (J.L.). 1960.
The pineapple, botany, cultivation and utilization.
Leonard Hill Ltd London, 294 p.
- COLLINS (J.L.) and KERNS (K.R.). 1931.
Genetic studies of the pineapple. A preliminary report upon the chromosome number and meiosis in pineapple varieties (*Ananas sativus* L.) and in *Bromelia pinguin*.
J. Heredity, 22, 139-142.
- DALLDORF (E.R.). 1979.
Morphology of the pineapple fruitlet. A.5
Farming in South Africa.
- EVAIN (D.). 1988.
Nouvelles données sur l'incompatibilité chez le genre *Ananas*.
DAA ENSA Toulouse, 43 p.
- GORREZ (D.D.). 1966.
Genetic studies of self-incompatibility in pineapple.
Thesis, University of Hawaii, 50 p.
- HEILBORN (O.). 1921.
Notes on the cytology of *Ananas sativus* Lindl. The origin of its parthenocarpy.
Ark. Bot., 17 (11), 1-7.
- HERNANDEZ (A.R.) de, 1954.
Relationship between chromosome number and stomata size in certain pineapple varieties.
J. Agr. Univ. Puerto Rico, 38, 199-204.
- IYER (C.P.A.), SINGH (R.) and SUBRAMANIAN (M.D.). 1978.
A simple method for rapid germination of pineapple seeds.
Scientia Horticulturae, 8, 39-41.
- KERNS (K.R.). 1932.
Concerning the growth of pollen tubes in pistills of Cayenne flowers.
Pineapple Quartely, 2 (4), 133-137.
- KERNS (K.R.) and COLLINS (J.L.). 1947.
Chimeras in pineapple. Colchicine induced tetraploids and diploid-tetraploids in the Cayenne variety.
J. Hered., 32, 322-330.
- MAJUMDER (S.K.), KERNS (K.R.), BREWBAKER (J.L.) and JOHANNESSEN (G.A.). 1964.
Assessing self incompatibility in pineapple by a pollen fluorescence technique.
Proc. of ASHS 84, 217-223.
- MARCHANT (C.J.). 1968.
Chromosomes evolution in the Bromeliaceae.
Kew Bulletin, 21, 161-168.
- MILES THOMAS (E.N.) and HOLMES (L.E.). non daté.
The development and structure of the seedling and young plant of the pineapple (*Ananas sativus*).
The seedling and young plant of the pineapple, 199-226.
- NAYAR (N.K.) and VALSAMMA MATHEW LYLA (K.R.). 1980.
Varietal variations on pollen size and fertility in pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.).
Pineapple Research Centre, Kerala Agric. Univ.
- NETTANCOURT (D.) de, 1977.
Incompatibility in Angiosperms.
Ed. Springer Verlag, Berlin.
- NYENHUIS (E.M.). 1964.
James Queen, a new pineapple variety.
Farming in South Africa, 40 (8), 54-56.
- OKIMOTO (M.C.). 1948.
Anatomy and histology of the pineapple inflorescence and fruit.
Bot. Gaz., 110, 217-231.
- PY (C.). 1973.
Rapport sur les travaux de génétique du Dr Ramirez, Porto Rico.
Note interne.
- PY (C.), LACOEUILHE (J.J.) et TEISSON (C.). 1984.
L'ananas, sa culture, ses produits.
Ed. Maisonneuve et Larose, Techniques Agricoles et Productions Tropicales, 562 p.
- RAO (A.N.) and WEE (Y.C.). 1979.
Embryology of the pineapple *Ananas comosus* L. Merr.
New Phytol., 83, 485-497.
- SCHWENDIMAN (J.). 1978.
Premières études sur ananas.
Lab. Cytogénétique GERDAT, 5 p.
- SERRA (J.A.). 1968.
Modern Genetics.
Academie Press, London, vol.3.
- SHARMA (A.K.) and GHOSH (T.). 1971.
Cytotaxonomy of the Family Bromeliaceae.
Cytologia, 36, 237-247.
- SINGH (H.) and DUTTA (S.K.). 1964.
Observation of male sterility in some varieties of *Ananas comosus*.
Abstr. of papers from the 10th. Int. Bot. Cong. Edinburgh, 518.
- SINGH (R.) and IYER (C.P.A.). 1974.
Chemical mutagenesis in pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.)
Proc. XIX Int. Hort. Cong., 108.
- SUBRAMANIAN (N.), IYER (C.P.A.) and RAJENDRA SINGH, 1981.
Surmounting self-incompatibility in pineapple (*Ananas comosus* L.) with pollen irradiation.
Ind. J. Hort., Sept.-Dec. 38 (3-4).
- WEE (Y.C.) and RAO (A.N.). 1979.
Ananas pollen germination.
Grana, 18, 33-39.

ESTADO DE LOS CONOCIMIENTOS BOTANICOS, CITOGENETICOS Y BIOLOGICOS SOBRE LA REPRODUCCION DE LA PINA.

Chantal LOISON-CABOT.

Fruits, Jul.-aug. 1990, vol. 45, nº 4, p. 347-355.

RESUMEN - Esta síntesis bibliográfica completada por estudios personales del autor pasa en revista los diferentes mecanismos que afectan a la reproducción de la piña : biología floral, formación y funcionalidad de los gametos, sistema de autoincompatibilidad, desarrollo del embrión y particularidades de la semilla. Es un trabajo previo a la realización de programas de mejora de la piña basados en las técnicas de hibridación e introduce una reflexión sobre el papel que podría desempeñar la reproducción sexuada en el proceso evolutivo del género.

GENETIQUE DE L'ANANAS :
HEREDITE DE CERTAINS CARACTERES ,
LEUR STABILITE
AU COURS DES CYCLES VEGETATIFS

Génétique de l'ananas : Hérédité de certains caractères, leur stabilité au cours des cycles végétatifs.

Chantal LOISON-CABOT*

**PINEAPPLE GENETICS :
THE HEREDITY OF CERTAIN CHARACTERS AND THEIR
STABILITY DURING VEGETATIVE CYCLES.**

Chantal LOISON-CABOT.

Fruits, Sep.-Oct. 1990, vol. 45, n° 5, p. 447-456.

ABSTRACT - A synthesis of the knowledge gathered on the heredity of characters in pineapple. The stability of the expression of most of them under the climatic conditions of lower Côte d'Ivoire is also examined. The information should help in the definition of the sorting criteria to be applied to populations with great variability resulting from inter-varietal hybridisation carried out for improvement purposes.

**GENETIQUE DE L'ANANAS :
HEREDITE DE CERTAINS CARACTERES,
LEUR STABILITE AU COURS DES CYCLES VEGETATIFS**

Chantal LOISON-CABOT.

Fruits, Sep.-Oct. 1990, vol. 45, n° 5, p. 447-456.

RESUME - Ce document est une synthèse des connaissances acquises en matière d'hérédité des caractères chez l'ananas. Il étudie également la stabilité de l'expression de la plupart d'entre eux dans les conditions climatiques de la basse Côte d'Ivoire. L'ensemble des informations obtenues doit faciliter la définition des critères de tri à appliquer sur les populations de grande variabilité que sont les descendances d'hybridations entre variétés d'ananas, créées à des fins d'amélioration variétale.

MOTS CLES : Ananas (genre) ; hérédité ; héritabilité ; mutation ; caractère agronomique.

DETERMINISME GENETIQUE DE CERTAINS CARACTERES

Les connaissances acquises dans ce domaine résultent principalement de travaux hawaïens menés par COLLINS et KERNS de 1925 à 1960, complétés récemment par des études entreprises par des chercheurs de l'IRFA.

Les travaux de COLLINS ont été entrepris à la suite de l'apparition d'individus présentant des phénotypes particuliers au sein de populations obtenues par reproduction végétative du seul cultivar Cayenne. L'origine génétique de l'expression de ces types particuliers, mutants ou anomalies de fonctionnement du génotype révélées par un certain environnement, a été étudié en vérifiant :

- d'une part la stabilité du nouveau caractère isolé par clonage de l'individu repéré ;

- d'autre part la ségrégation de ce caractère lors d'analyse de descendances sexuées.

L'inventaire des types particuliers ainsi répertoriés est large. Il touche des anomalies d'aspect du plant ou du feuillage et des caractéristiques de la morphologie du fruit. Deux catégories de caractères ont été ainsi mis en évidence :

- ceux qui correspondraient à une anomalie de fonctionnement sans changement du génome, due probablement aux conditions de culture. COLLINS cite dans ce contexte des caractères tels la fasciation du fruit, la formation de nombreuses couronnes sur un même fruit, la production d'un grand nombre de rejets par un seul plant ou la production de fruits plus gros que la moyenne. Les études de l'IRFA (LOISON-CABOT, 1988) ont permis de préciser le comportement d'autres caractères présentés plus loin ;

- ceux qui traduiraient par contre un changement héritable du génome, donc une mutation survenue au niveau d'une cellule somatique, propagée à des plants entiers par la multiplication végétative.

Une telle mutation peut toucher les chromosomes ou correspondre à des variations cytoplasmiques transmissibles par hérédité maternelle. Ce dernier cas a été mis en



Photo 1 - Couronne d'un fruit de *A. bracteatus* var. *tricolor* «normal», à grosses épines le long du limbe des feuilles.

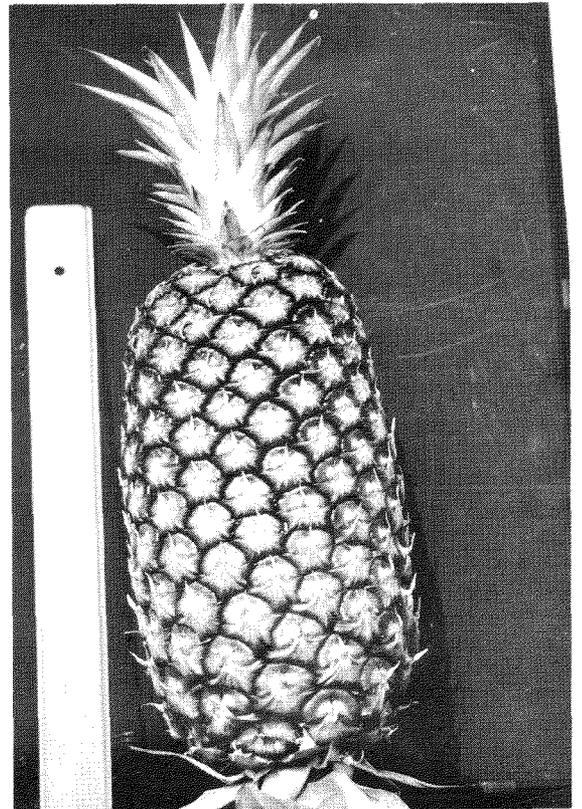


Photo 2 - Couronne d'un fruit de *A. bracteatus* var. *tricolor* muté présentant des feuilles lisses de type «lucidus».

Photo 3 - Fruit «Collar-of-Slips», caractère héréditaire rédhibitoire pour la création variétale.



Photo 4 - «Elongated fruit», caractère héréditaire intéressant pour la création variétale.



évidence pour des plants présentant **des chimères affectant les feuilles**, caractérisées par une bande centrale albinos entourée de deux bordures chlorophylliennes [cas des clones CI 50 et AN 50 sélectionnés indépendamment par l'IRFA, l'une dans la plantation de Cayenne de la Station IRFA d'Anguédédou, l'autre dans la plantation d'un planteur de Martinique (A. AUBERY)]. La descendance issue d'un croisement entre un plant panaché (*A. bracteatus* var. *tricolor*) (photo 1) fécondé par du pollen issu d'une inflorescence d'un plant normal est entièrement albinos. Le croisement réciproque donne une descendance normale à **feuilles uniformément vertes** (COLLINS et KERNS, 1946, confirmé récemment par CARDIN, communication personnelle).

Les changements touchant le génome sont cependant les plus fréquents. Les auteurs (1938) ont dénombré treize cas d'une telle origine parmi lesquels huit sont déterminés par la mutation d'une forme récessive vers **une forme dominante**. Il s'agit des phénotypes particuliers suivants qui correspondraient donc à l'apparition d'une structure hétérozygote à partir d'un homozygote récessif :

- fruits auto-fertiles ;

- fruits «Collar-of-Slips» (photo 3), caractérisés par le développement d'un grand nombre de rejets développés à partir de la hampe florale et très proches de la base du fruit ;

- «Crowning Beauty» où chaque fleur individuelle formant l'inflorescence est remplacée par une formation foliacée évoquant l'aspect d'une petite couronne. Cette mutation est à rapprocher de celle que COLLINS (1937) appelle aussi «Proliferated Fruits». Nous avons trouvé un tel type de plants parmi les hybrides créés en Côte d'Ivoire (nommé «yeux fleuris»), il a été transmis en Martinique sous le n° 78 ;

- «Slender Fruits», fruits caractérisés par un faible diamètre relativement à leur hauteur ;

- «Elongated Fruits» (photo 4), fruits plus allongés que la moyenne ;

- production accrue de stomates par l'épiderme inférieur de la feuille ;

- plant de type «Lanai» différant d'un plant normal par une taille réduite, davantage de feuilles elles-mêmes plus courtes que la normale ;

- plant de type «Blooming Blomfield», apparaissant comme l'excès inverse du précédent par rapport au plant normal, avec en plus des feuilles épineuses, un gros fruit et un long cycle végétatif.

Dans ces deux derniers cas les changements opérés affectent non pas un seul, mais un ensemble de caractères qui semblent fortement liés. Il pourrait donc s'agir de modifications affectant non pas un seul gène mais les chromosomes eux-mêmes (translocation ou duplication).

Un autre caractère est supposé être aussi l'expression d'une mutation récessive vers une forme dominante. Il s'agit de la **coloration fortement anthocyanée** de la feuille

qui correspondrait au passage d'une structure hétérozygote normale présentant des feuilles légèrement anthocyanées, à une structure mutée homozygote dominant. L'homozygote récessif qui peut apparaître également spontanément en plantation est caractérisé par l'**absence de pigments anthocyanés** donc par des feuilles de couleur uniformément verte.

Le déterminisme d'une mutation se traduisant par des **pétales de couleur blanche** alors qu'ils sont violets chez le cultivar Cayenne étudié, se révèle être une structure homozygote récessive. La couleur bleu pâle intermédiaire entre les couleurs blanche et violette, serait due, semble-t-il, chez le gène qui régit la couleur, à une dominance incomplète de l'allèle dominant sur l'allèle récessif, révélée à partir de la structure hétérozygote. Dès lors la mutation observée (pétales blancs) correspondrait à l'intervention de deux événements mutationnels indépendants faisant passer de la structure normale homozygote dominante déterminant une coloration violette des pétales à une structure homozygote récessive révélée par l'apparition de pétales blancs.

Cas du caractère épineux des feuilles.

● «Cayenne lisse» et plants «épineux».

La mutation entraînant l'observation de **plants épineux** parmi une plantation de la variété Cayenne à feuille lisse, ferait intervenir selon COLLINS un changement allant d'une structure hétérozygote (phénotype Cayenne lisse) à une structure homozygote récessive (phénotype épineux). Il s'agirait donc également du passage d'un allèle dominant à un allèle récessif. Cependant le taux d'apparition d'individus «épineux» parmi une population de plants «Cayenne lisse», de l'ordre de 1 p. 100, semble trop important pour être compatible avec l'intervention d'un événement mutationnel. En fait l'expression d'épines par un plant de type «Cayenne lisse» correspondrait plus vraisemblablement à un fonctionnement normal du génome de Cayenne dans un environnement donné qu'à l'expression d'un changement dans la structure de celui-ci.

COLLINS et KERNS (1946) font remarquer fort justement que la formation d'épines sur les feuilles de type «Cayenne lisse» est associée au début de la croissance des feuilles ou à la reprise de croissance du plant (soit à la plantation du rejet, soit à la suite de conditions de culture difficiles). Quand le rythme de croissance est lui-même bien établi la production d'épines cesse et les bords de la feuille deviennent lisses. L'aptitude à la production de feuilles toutes épineuses existe donc fondamentalement chez Cayenne et un mécanisme physiologique de régulation de l'expression de ce caractère vient masquer son expression quand le plant bénéficie de bonnes conditions de croissance. On pourrait envisager dès lors que, pour peu que la formation de méristèmes à l'origine de futurs rejets coïncide avec une phase de ralentissement de la croissance du plant mère, le fonctionnement du génome «en mode épineux» soit fixé au niveau de ces méristèmes qui perpétueront ce caractère lors des cycles végétatifs qui vont suivre, révélant l'apparition de plants épineux dits «mutés».

- Autres phénotypes «lisses» ou «épineux» de la feuille.

D'autres phénotypes que celui qui vient d'être étudié existent. Parmi eux :

- le type «lucidus» présente des feuilles beaucoup plus lisses que «Cayenne» et plus stable quant à la réversion vers le type «épineux». Ce phénotype caractérise l'espèce *A. lucidus* et certaines variétés de *A. comosus* telles que la variété vénézuélienne Brecheche. Les expérimentations conduites par COLLINS (1960) suggèrent pour le déterminisme de ce caractère l'intervention d'un allèle particulier, différent de celui qui est responsable du phénotype «Cayenne lisse», mais rattaché à ce même gène ;

- le type «piping» caractérise notamment la variété Péroléra de *A. comosus* mais on a pu le trouver aussi chez certains types spontanés de l'Amazonie vénézuélienne. Le bord des feuilles est ourlé d'un liseré blanchâtre, correspondant au recouvrement de l'épiderme supérieur par l'épiderme inférieur. Le déterminisme de ce caractère serait sous la dépendance d'un gène indépendant et épistatique dominant sur le gène («cayenne» - «lucidus» - «épineux») précédemment évoqué.

- le type «samba» (clones PE 55, PE 53, PE 66, PE 67 et BR 58 de la collection IRFA) a des bords de feuilles «coupants» du fait de la présence de micro-épines très rapprochées, peu visibles à l'œil nu mais très perceptibles au toucher. L'hérédité de ce caractère n'a pas encore été étudié ;

- le type «grosses épines» est observé chez *A. bracteatus* et d'autres formes sauvages (photo 1). Il dépendrait d'un gène indépendant et épistatique sur le gène («cayenne» - «lucidus» - «épineux») (COLLINS, 1960). Cette hypothèse est appuyée par deux observations intéressantes à noter dans ce contexte :

- l'existence d'un faible pourcentage de plants lisses (type «lucidus») dans la descendance d'autofécondations de *A. bracteatus* (CARDIN, 1990).
- l'exploitation, par un planteur de Côte d'Ivoire, d'un clone lisse (également de type «lucidus») probablement issu d'une mutation repérée dans une plantation de *A. bracteatus*, variété «tricolor» (Photo 2).

L'importance du contrôle du déterminisme de ces types de feuilles dans un programme d'amélioration de l'ananas a motivé une étude entreprise par CARDIN en Martinique, en 1987. Les résultats de ces travaux particuliers sont rapportés dans un document interne IRFA non publié.

L'énumération qui vient d'être faite sur les mutations visibles permet de supposer que de nombreuses autres, moins décelables, déterminant l'expression de caractères de type quantitatif par exemple, sont susceptibles de se produire. Les taux d'apparition de ces événements peuvent être difficilement estimés du fait de la multiplication végétative qui a tendance à amplifier le phénomène. Quoiqu'il en soit, à partir de ces changements ponctuels du génome, des mutations parfois avantageuses (fruit allongé, feuilles lisses, etc.) survenant au stade somatique puis multipliées végétativement, ont pu être à l'origine de certaines sorties variétales à partir de sélections clonales.

Indépendamment des études de mutations répertoriées à partir du cultivar Cayenne, quelques autres exemples de déterminisme ont été rapportés dans la littérature. Ainsi COLLINS (1960) constate que des facteurs de résistance (dont résistance à la pourriture du cœur et résistance à la pourriture des racines dues à des *Phytophthora*) caractérisant des espèces à fruits non consommables (*A. ananassoides* et *A. bracteatus*) peuvent être transmis à la descendance de croisements inter-spécifiques compatibles combinant l'une de ces espèces avec l'espèce dont les fruits sont consommés, *A. comosus*.

Plus récemment des études brésiliennes sur le transfert de la résistance au *Fusarium* par un parent résistant (variété Péroléra de *A. comosus*) à sa descendance, ont mis en évidence une possibilité d'hérédité de ce caractère dont le déterminisme exact n'a pas encore été précisé (EMBRAPA, 1983).

Par ailleurs, les descendance de croisements entre *A. comosus* et *A. nanus* effectués par CARDIN en Martinique ne présentant pas le caractère de nanisme de *A. nanus* mais le phénotype «normal» des plants *comosus*, permettent de penser que l'expression de ce caractère est sous la dépendance d'une structure homozygote récessive du gène régissant la taille du plant.

Notons enfin que l'analyse des descendance d'autres croisements réalisés par CARDIN en Martinique, entre *A. comosus* qui possède les facteurs de domestication (gros fruits, pédoncule court, rejets de tige, induction florale spontanée rare) et des espèces (*A. nanus*, *ananassoides*, *A. lucidus*) dont les plants sont de type «sauvage» (petits fruits, long et mince pédoncule, rejets souterrains et induction florale naturelle) ont révélé la dominance du type «sauvage».

En ce qui concerne l'hérédité des caractères quantitatifs encore peu étudiés chez l'ananas, le programme d'hybridation entre les variétés Cayenne et Péroléra de *A. comosus*, entrepris par l'IRFA en Côte d'Ivoire, a mis en évidence (LOISON-CABOT, 1988) :

- une dominance «globale» du génome de Péroléra sur celui de Cayenne (particulièrement marquée pour le caractère de teneur du fruit en acide ascorbique) ;
- un effet «sens du croisement» caractérisé par :

. l'aptitude de Péroléra utilisé comme parent femelle à produire une descendance présentant une meilleure productivité que celle d'une mère Cayenne ;

. l'aptitude de Cayenne également utilisé comme géniteur femelle à produire une descendance présentant un taux moyen en extrait sec supérieur à celle de Péroléra.

ETUDES DE LA STABILITE DES CARACTERES AU COURS DES CYCLES VEGETATIFS

L'évaluation de la stabilité des caractères au cours des cycles de reproduction végétative de l'espèce, apparaît un élément déterminant pour la définition de critères de sélection fiables.

Dans le cadre des études entreprises par l'IRFA, une vingtaine d'hybrides entre les variétés **Cayenne** et **Péroléra** ont permis de suivre par leur clonage individuel, l'évolution d'un certain nombre de caractères quantitatifs et qualitatifs au cours des cycles végétatifs.

Caractères quantitatifs.

Extrapolant l'utilisation du paramètre d'héritabilité considéré au sens large, à l'évaluation de l'effet environnemental sur l'expression des caractères au cours de cette multiplication végétative, on a estimé cette valeur par :

$$h^2 = \frac{\text{variances entre clones}}{\text{variance entre clones} + \text{variance intracclone}}$$

Par suite les caractères sont d'autant plus stables que la variance intracclone est faible et la variance entre clones élevée.

Les meilleurs taux d'héritabilité ont été ainsi obtenus pour les variables : nombre d'yeux, hauteur de pédoncule, poids de couronne, diamètres du cœur et du pédoncule et nombre de bulbilles.

Lorsque l'on considère certaines dates favorables à l'expression maximale des caractères exprimant la vigueur, les composantes du rendement (poids, diamètre moyen et hauteur du fruit) peuvent elles-mêmes permettre de caractériser certains des hybrides étudiés.

Lorsque les conditions climatiques favorisent l'obten-

tion de taux élevés d'extrait sec (notamment températures élevées en fin de fructification) les analyses du jus permettent une bonne discrimination des clones aussi bien par le taux d'extrait sec que par l'acidité titrable.

Variables qualitatives.

Les variables qualitatives ont été analysées à partir de la fréquence des différentes modalités définies pour chaque caractère étudié, relativement à l'ensemble des représentants de chacun des clones d'hybrides considérés (tableau 2). On a ainsi pu définir quels sont les caractères dont l'expression est le moins sujette à fluctuation :

- Caractères stables intéressants pour la sélection : feuilles de type «piping» *, et pour certains clones (exemple clones n° 2 et 14 sur le tableau) feuilles de type «cayenne», profil très plats des yeux, largeur relative des yeux, forme proche de celle du fruit typique de «cayenne» (photo 7), bon rapport poids du fruit/poids total de la plante, absence de verse, absence de liège.

- Caractères stables réhibitoires pour la sélection : petit fruit par rapport à un plant à bon développement végétatif, tendance à la verse, forme anormale mais caractérisée du fruit, forme globuleuse (photo 8) et forme conique du fruit (photo 5), yeux à profil proéminent, présence de liège, tendance au «jaune».

* - Le caractère piping peut s'exprimer par un phénotype plus ou moins marqué (liseré blanc le long des feuilles, plus ou moins large) selon les clones.

TABLEAU 1 - Signification des valeurs attribuées aux variables qualitatives lors de l'analyse des clones d'hybrides.

Abréviations : anth. : anthocyané ; pi. : piping ; J. : jaune					
Valeurs ..	1	2	3	4	5
COFEU	vert-jaune	vert pâle	peu anth.	très anth.	vert foncé
EPINE	très épineux	un peu ép.	«cayenne»	léger «pi.»	«piping»
FR/PL	faible	-	moyen	-	fort
VERSE	verse	-	45°	-	90°
FOFRU	anormale	conique	rond	cayenne	cyindr.
COLEX	vert	1/4 jaune	1/2 jaune	3/4 jaune	4/4 jaune
HOCOL	irrégulière	-	moyenne	-	homogène
RESPI	médiocre	-	-	-	bonne
SESPI	à gauche	-	-	-	à droite
LIEGE	présence	-	-	-	absence
CRAQU	présence	-	-	-	absence
PRYEU	proéminent	-	normal	-	plat
SUYEU	petit	-	moyen	-	gros
HOMAT	hétérogène	-	moyenne	-	homogène
COLIN	pâle	-	normale	-	jaune foncé
TRANS	opaque	-	moyen	-	translucide
REMP	insuffisant	-	moyen	-	bon
FERME	fragile	-	moyen	-	ferme
GRAIN	nombreuses	-	plusieurs	-	aucune
FLOTT	flotte	-	entre deux eaux	-	coule

**Photos 5, 6, 7 et 8 : ILLUSTRATIONS DE LA STABILITE DE CERTAINS CARACTERES
AU COURS DE LA REPRODUCTION VEGETATIVE.**

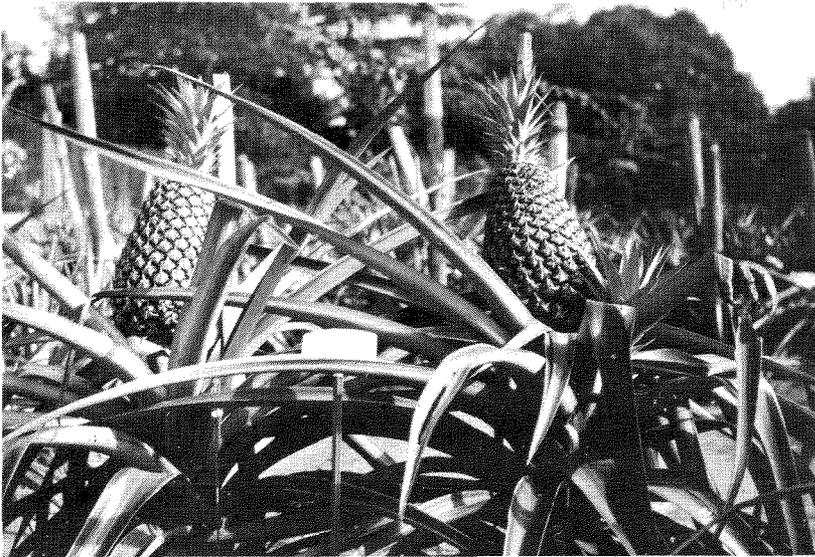


Photo 5 - Clone d'origine hybride ayant tendance à produire des fruits de forme conique dans certaines conditions climatiques (caractère instable).

Photo 6 - Clone d'origine hybride ayant tendance à produire des fruits présentant une couronne multiple dans certaines conditions climatiques (caractère instable).

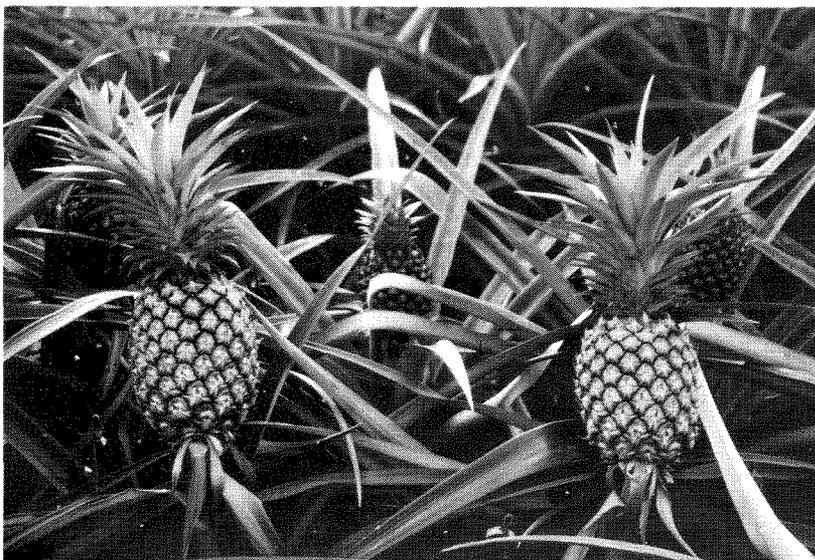
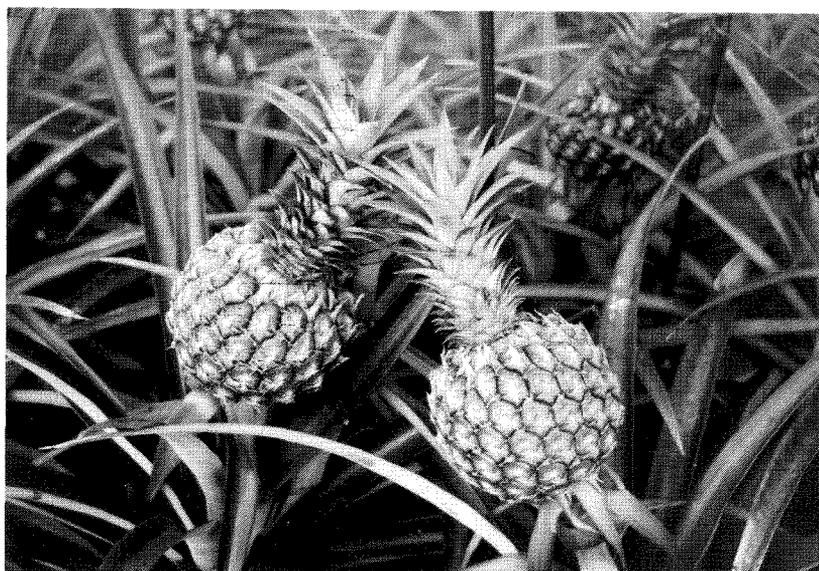


Photo 7 - Clone d'origine hybride caractérisé par la forme ovale de son fruit (caractère stable).

Photo 8 - Clone d'origine hybride caractérisé par la forme globuleuse de son fruit (caractère stable).



- Caractères instables pouvant exprimer un phénotype rédhibitoire dans certaines conditions d'environnement : la plupart des caractères étudiés présentent cette particularité mais cette forme instable n'affecte que certains clones :

Pour un caractère donné, il existerait donc des structures génotypiques à expression stable insensible aux conditions du milieu, et des structures génotypiques à expression fluctuante.

On peut supposer que l'expression de ces caractères dépend d'un effet de dosage entre les produits d'un grand nombre de gènes à effets complémentaires. Les capacités de réponse du génome à diverses composantes de l'environnement de la plante pourraient être liées au taux d'hétérozygotie de ces gènes dans la structure

génotypique.

Le cultivar Cayenne est l'exemple type d'une structure génotypique à expression fluctuante puisque en fonction des conditions du milieu (nutrition, alimentation hydrique, ensoleillement, etc.) le phénotype du plant peut changer (forme conique du fruit, couronnes multiples, fasciations, feuilles épineuses, yeux pointus, etc.). Ces anomalies ne correspondent pas à une modification du génome dont le taux d'apparition serait le cas échéant bien supérieur au seuil admis pour des mutations spontanées mais à un fonctionnement particulier de ce génome.

Les cultivars Queen et Pernambuco présentent inversement une structure génotypique à expression relative-

TABLEAU 3 - Stabilité et fluctuations de certains caractères au cours de la multiplication végétative.

Phénotypes stables	Phénotypes pouvant présenter des fluctuations sous l'effet de certaines conditions d'environnement
Port du plant Hauteur relative du pédoncule Diamètre relatif du pédoncule Feuilles piping Feuilles épineuses Couleur des feuilles Forme arrondie du fruit Surface des yeux Profil des yeux Forme de la couronne Taille de la couronne Absence de bulbilles Absence de liège Présence de liège Auto-incompatibilité Niveau relatif d'acidité Teneur en sucre	Feuilles «Cayenne lisse» vers types épineux Intensité de coloration des feuilles Forme cayenne vers diverses formes du fruit Fruit normal vers fasciations Yeux à profil normal vers proéminent Couronne simple vers couronne multiple Quelques bulbilles vers nombreuses bulbilles Possibilité saisonnière d'apparition de liège sur le fruit Intensité de la production de graines à partir de clones auto-fertiles Taux d'acidité titrable Taux d'acide ascorbique

TABLEAU 2 - Fréquences à l'intérieur de chacun des clones d'hybrides, des différentes modalités des variables qualitatives.
(significations des valeurs attribuées, présentées dans le tableau 1).

Clones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
EPINE 1	0	0	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	20	4	17	0	0	42	0
2	0	0	9	25	41	0	17	39	0	0	0	0	0	0	74	6	4	61	0	0	54	67
3	0	100	18	75	59	0	83	61	0	80	0	0	0	100	0	74	92	22	17	0	4	33
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0
5	100	0	0	0	0	100	0	0	100	20	100	100	100	0	0	0	0	0	83	89	0	0
COFEU 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	19	59	0	0	0	0	72	13	100	0	2	0	6	0	0	83	0	62	65
3	83	44	100	0	0	44	0	0	16	0	0	0	47	60	98	63	92	25	0	45	4	0
4	17	56	0	0	0	56	100	100	84	0	88	0	53	36	2	31	8	75	0	55	0	0
5	0	7	0	81	41	0	0	0	8	28	0	0	0	2	1	0	0	0	17	0	38	35
FR/PL 1	11	7	12	10	13	10	17	10	19	3	31	17	12	8	4	15	6	5	16	19	13	12
3	86	82	88	81	72	87	75	87	81	87	69	81	63	73	58	81	73	80	56	67	85	77
5	3	11	0	10	15	3	8	3	0	10	0	1	25	18	38	4	21	15	28	14	3	11
VERSE 1	62	82	15	17	41	48	25	18	29	46	69	5	44	59	60	43	75	30	44	70	10	21
3	32	11	38	21	33	45	42	32	45	30	31	33	32	28	28	34	17	39	44	26	39	52
5	5	7	47	62	26	6	33	50	26	24	0	63	25	13	12	22	8	31	13	4	51	27
FOFRU 1	95	13	50	7	8	10	50	71	66	61	8	58	75	63	50	44	43	31	18	60	20	37
2	0	42	0	0	0	65	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	3	0	12	1	13	7
3	0	0	33	93	85	0	0	3	25	32	85	25	1	6	34	27	2	48	0	21	0	48
4	5	25	17	0	8	23	47	25	9	7	8	15	16	20	13	27	37	21	53	17	59	9
5	0	19	0	0	0	3	3	1	0	0	0	1	5	8	3	3	15	0	18	1	9	1
PRYEU 1	0	12	0	23	31	4	0	0	3		50	0	72	12	0	1	1	1	0	1	0	0
3	29	85	0	50	69	83	11	8	97	2	50	4	22	75	27	17	60	45	0	32	16	65
5	71	3	100	27	0	13	89	92	0	98	0	96	6	13	73	83	39	54	100	67	84	35
SUYEU 1	100	17	3	15	72	95	0	0	3	7	100	4	89	37	0	13	0	24	6	23	58	11
3	0	83	97	77	28	0	77	68	97	93	0	96	11	57	82	87	95	76	91	76	42	78
5	0	0	0	8	0	5	23	32	0	0	0	0	0	6	18	0	5	0	3	2	0	11
LIEGE 1	0	44	14	42	97	9	29	45	93	8	0	18	4	35	77	64	67	68	44	47	68	8
5	100	56	86	58	3	91	71	55	6	92	100	82	96	65	23	36	34	32	56	53	32	92
FLOTT 1	100	97	3	88	92	29	92	82	59	28	62	40	96	61	53	79	62	80	47	94	95	70
3	0	3	3	12	8	35	6	4	34	18	31	27	2	24	18	12	14	12	6	4	4	15
5	0	0	94	0	0	35	3	13	6	54	8	33	2	16	29	9	25	9	47	1	1	15

ment stable vis-à-vis de changements intervenant au niveau des conditions de culture.

A noter, en ce qui concerne la coloration des feuilles que le caractère présence ou absence de pigments anthocyanés semble fixé, seule l'intensité de coloration évolue avec les conditions d'environnement.

L'ensemble de ces observations et certaines autres qui ont pu être faites sur le terrain, sont résumées dans le tableau 3. Elles permettent de définir les bases d'une méthodologie de sélection à appliquer sur une descendance hybride pour définir les critères de tri à appliquer sur la population de grande variabilité à analyser.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

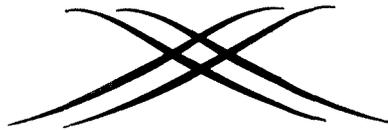
- CABOT (Chantal). 1987.
Amélioration génétique de l'ananas.
I.- Considérations préalables aux recherches conduites en Côte d'Ivoire.
Fruits, 42 (10), 567-577.
- CABOT (Chantal). 1989 a.
Amélioration génétique de l'ananas.
II.- Objectifs du programme de création variétale entrepris en Côte d'Ivoire et techniques utilisées pour sa réalisation.
Fruits, 44 (4), 183-191.
- CABOT (Chantal). 1989 b.
Amélioration génétique de l'ananas.
III.- Sélection de nouvelles variétés par utilisation d'un index phénotypique appliqué à l'analyse d'une descendance hybride issue du croisement entre les géniteurs Cayenne et Pêroléra.
Fruits, 44 (12), 655-667.
- CABRAL (J.R.S.), MATOS de (A.P.) et SOUTO (G.F.). 1985.
Reação de germoplasma de abacaxi à inoculação com *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*.
Pesq. agropec. bras., Brasília, 20 (7), 787-791.
- CABRAL (J.R.S.), MATOS de (A.P.). 1986.
Recomendações de cultivares de abacaxi resistentes à fusariose.
Comunicado tecnico. EMBRAPA, n° 11, 1-4.
- CARDIN (M.L.). 1990.
Déterminisme génétique du caractère épineux de la feuille (dans le genre *Ananas*).
Document interne IRFA, RA 1990, doc. 51.
- COLLINS (J.L.). 1933.
Studies of genetic variations in Cayenne.
I.- Collar-of-slips.
Pineapple Quartely, Jun., III (2), 48-55.
- COLLINS (J.L.). 1933.
Studies of genetic variations in Cayenne.
II.- Slender fruits.
Pineapple Quartely, Sep., III (3), 115-117.
- COLLINS (J.L.). 1934.
Genetics : Canning test of hybrid fruit. Seediness in Cayenne fruits. Fruit size in later generations from the cross of Cayenne and Wild Brazil. Seediness in Cayenne.
Pineapple News, 8, 129-130, 285.
- COLLINS (J.L.). 1937.
Genetics : Further notes on seedy Cayenne fruits. Notes on the characters contained in some of the breeding pineapples.
Somatic mutations in Cayenne.
Pineapple News, 11, 25-27, 85.
- COLLINS (J.L.). 1960.
The pineapple, botany, cultivation and utilization.
Leonard Hill Ltd London, 294 p.
- COLLINS (J.L.) and KERNS (K.R.). 1933.
The nature of the size differences in a field of Cayenne plants and the significance of such variation in clonal reproduction.
Pineapple Quartely, Mar., III (1), 1-9.
- COLLINS (J.L.) and KERNS (K.R.). 1938.
Mutations in the pineapple. A study of thirty inherited abnormalities in the Cayenne variety.
J. Heredity, 29, 163-173.
- COLLINS (J.L.) and KERNS (K.R.). 1946.
Inheritance of three leaf types in the pineapple.
J. Heredity, 37 (4), 123-127.
- DALLDORF (E.R.). 1975 b.
Plant selection : multiple tops in Smooth Cayenne pineapples.
Farming in South Africa, Pineapples D.1.
- DALLDORF (E.R.). 1977.
Selection and preparation of pineapple planting material.
Farming in South Africa, Pineapples D.3.
- EMBRAPA, 1984.
Relatorio tecnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura 1984. 56 p.
- GIACOMELLI (E.J.) et SOBRINHO (J.T.). 1984.
Seleção preliminar de algumas cultivares de abacaxizeiro resistentes a fusariose.
Anais do VII Congresso de Fruticultura, 1, 145-161.
- GLENNIE (J.D.), WINKS (C.W.) and LANHAM (T.E.). 1984-85.
Progress report : Pineapple clonal selection.
Maroochy Hort. Res. St., Rep. n° 4.
- GOPIMONY (R.), BALAKRISHMAN (S.) and MARYKUTTY (K.C.). 1978.
A comparative study of certain fruit qualities of twenty pineapple varieties.
Agri. Res. J. Kerala, 16 (1), 28-32.
- KERNS (K.R.). 1928.
Persistence of characters in the Smooth Cayenne pineapple.
Exp. St. Ass. Hawaiian Pineapple Cannery. Univ. Hawaii, 11, 15 p.
- KERNS (K.R.) and COLLINS (J.L.). 1947.
Chimeras in pineapple. Colchicine induced tetraploids and diploid-tetraploids in the Cayenne variety.
J. Hered., 32, 322-330.
- LOISON-CABOT (Chantal). 1988.
Amélioration génétique de l'ananas : exemple de création variétale, analyse des ressources génétiques disponibles.
Thèse, Univ. Paris-Sud, Centre d'Orsay, 193 p.
- LOISON-CABOT (Chantal) and LACOEUILHE (J.J.). 1989.
A genetic hybridization programme for improving pineapple fruit quality.
ISHS International Symposium on the Culture of Subtropical and Tropical Fruits and Crops, Nelspruit (ZAF), 6-10/11/89.
Acta Horticulturae, 275, 395-400.
- SINGH (R.), SINGH (H.P.) and IYER (C.P.A.). 1979.
Frequency of spontaneous mutation for spiny leaves in Kew pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.).
Ind. J. Hort., 145-146.
- SINGH (R.), and IYER (C.P.A.). 1974.
Chemical mutagenesis in pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.).
Proc. XIX Int. Hort. Cong., 108.
- SOUTO (G.F.), CABRAL (J.R.S.) et PINTO DA CUNHA (G.A.). 1983.
Transferencia de resistencia a fusariose do abacaxi através de hibridação.
Pesquisa em Andamento, Sep., n° 11.
- STAMBAUGH (S.U.). 1957.
Control of variability in the Esmeralda pineapple.
Proc. Fla. Hort. Sci., 70, 293-297.
- VALSAMMA MATHEW LYLA (K.R.) and NAYAR (N.K.). 1979.
Estimation of genetic variability in pineapple for quantitative and qualitative traits.
Ind. J. Agric. Sci., 49 (11), 855-857.

**GENETICA DE LA PINA : HERENCIA DE CIERTOS CARACTERES,
SU ESTABILIDAD EN EL TRANCURSO DE LOS CICLOS
VEGETATIVOS.**

Chantal LOISON-CABOT.

Fruits, Sep.-Oct. 1990, vol. 45, n°5, p. 447-456.

RESUMEN - Este documento es una síntesis de los conocimientos adquiridos en materia de herencia de los caracteres en la piña. Estudia igualmente la estabilidad de la expresión de la mayor parte de entre ellos en las condiciones climáticas de la baja Côte d'Ivoire. El conjunto de las informaciones obtenidas debe facilitar la definición de los criterios de selección a aplicar sobre las poblaciones de gran variabilidad que son las descendencias de hibridaciones entre variedades de piña, creadas con fines de mejora varietal.



**GESTION DES RESSOURCES GENETIQUES
DE L'ANANAS :
COLLECTION DE CONSERVATION,
COLLECTION EVOLUTIVE,
EVALUATION DES NOUVELLES
INTRODUCTIONS**

Gestion des ressources génétiques de l'ananas : Collection de conservation, collection évolutive, évaluation des nouvelles introductions.

Chantal LOISON-CABOT*

MANAGEMENT OF THE GENETIC RESOURCES OF PINEAPPLE
CONSERVATION COLLECTION, EVOLUTIONARY COLLECTION
AND EVALUATION OF ACCESSIONS.

Chantal LOISON-CABOT.

Fruits, Jan.-Feb. 1991, vol. 46, n° 1, p. 23-34.

ABSTRACT - The results of the genetic improvement programme launched by IRFA in Côte d'Ivoire in 1978 have shown the need for better knowledge of the genetic resources available in collections for their use in breeding new varieties. Exploitation of natural variability emerged as the main objective. A dynamic notion of the management of this variability was added to the conventional, static notion of a collection/gene bank. After twelve years of maintaining, studying, organising and adding to the IRFA pineapple collection, the author discusses the structuring which can be used for the physical establishment of these genetic resources and the evaluation techniques which have been applied to them. A novel method for bringing out the natural variability of pineapple while still keeping it under control is proposed.

GESTION DES RESSOURCES GENETIQUES DE L'ANANAS :
COLLECTION DE CONSERVATION, COLLECTION EVOLUTIVE
EVALUATION DES NOUVELLES INTRODUCTIONS.

Chantal LOISON-CABOT.

Fruits, Jan.-Feb. 1991, vol. 46, n° 1, p. 23-34.

RESUME - Les résultats du programme d'amélioration génétique lancé par l'IRFA en Côte d'Ivoire, en 1978, ont mis en évidence la nécessité d'une meilleure connaissance des ressources génétiques disponibles en collection pour leur utilisation en création variétale. L'exploitation de la variabilité naturelle est alors apparue l'objectif principal. A la notion classique et statique de collection/banque de gènes, est venue s'ajouter une notion dynamique de gestion de cette variabilité. Au terme de douze années pendant lesquelles il a eu à entretenir, étudier, organiser et enrichir la collection ananas de l'IRFA, l'auteur fait le point sur la structuration qui peut être adoptée pour l'implantation sur le terrain de ces ressources génétiques et sur les techniques d'évaluation qui leur ont été appliquées. Il propose un schéma inédit dans le cas de cette plante pour faire éclater la variabilité naturelle en la contrôlant.

MOTS-CLES : Ananas (genre) ; ressource génétique ; évaluation ; variabilité ;
identification ; reproduction sexuée.

Les hypothèses émises sur une évolution probable des populations naturelles d'ananas par utilisation de la voie sexuée (LOISON-CABOT, 1991) conduisent à proposer pour la conservation, l'évaluation et l'exploitation des ressources génétiques de cette plante, des schémas qui viennent compléter la gestion de la traditionnelle collection, figée par la clef de SMITH (1979). L'entretien de types identifiés, étiquetés puis multipliés végétativement est utile comme sauvegarde du matériel végétal collecté et sert de référence à une structuration de la diversité accessible par prospections et échanges. C'est le but de la **collection de conservation des ressources génétiques collectées** qui illustre sommairement l'étendue de la variabilité potentielle qui peut être exprimée.

L'évaluation de nouvelles accessions issues de prospections pose un problème d'implantation de nouveaux génotypes au sein de cette collection de conservation. En effet, il s'avère que toutes les formes collectées ne peuvent être identifiées à partir de la clef en vigueur. Seul un regroupement par «zone de culture» ou «par origine» qui fait abstraction de toute autre classification de ces clones et qui permet de visualiser la variabilité des types présents dans les diverses aires géographiques considérées, paraît alors approprié.

Pour exploiter et contrôler la variabilité naturelle des populations d'ananas, ce que ne permet pas la conservation statique des ressources génétiques de l'ananas par multiplication végétative, le principe de la mise en place d'une **collection évolutive** est introduit. Il permet d'utiliser l'incompatibilité des «espèces» du genre *Ananas* à des fins

* - IRFA/CIRAD - B.P. 5035 - 34032 MONTPELLIER CEDEX 01

d'élargissement de la base génétique donc d'amélioration variétale.

L'évaluation des ressources génétiques entretenues dans les **collections de conservation** et créées par la gestion de la **collection évolutive**, est faite à partir de la mise en place de **collections d'étude**. Certaines méthodes de génétique quantitative et de biologie moléculaire, complétées par des analyses de cytogénétique et des études des mécanismes d'auto-incompatibilité permettent la caractérisation des clones et des populations étudiés.

MATERIEL VEGETAL DISPONIBLE POUR L'ETUDE DES RESSOURCES GENETIQUES

La collection de conservation du genre *Ananas*
entretenu par l'IRFA

● Dispositif d'entretien de la collection.

Cette collection est une collection vivante dont la conservation effectuée par voie sexuée s'appuie sur les phases principales du cycle de production de l'ananas en Côte d'Ivoire (20 mois) :

- arrachage des vieux plants ayant produit fruit et rejets (matériel de multiplication végétative) et plantation immédiate des rejets au même emplacement,
- traitement d'induction florale (TIF) environ 8 mois après plantation,
- récolte du fruit 5 à 6 mois après TIF,
- prélèvement des rejets sur le plant ayant donné un fruit pendant les 6 mois suivant la récolte, puis de nouveau, arrachage des vieux plants et plantation de jeunes rejets, etc.

Chaque clone est représenté par 80 plants répartis en 4 parcelles de 20 individus en Côte d'Ivoire, 8 parcelles de 10 plants en Martinique. Chaque parcelle est menée sur le schéma d'une induction florale à 8 mois et de la récolte des rejets durant les 6 mois qui suivent la récolte du fruit.

Ceci revient à effectuer la replantation d'une telle parcelle tous les 20 mois (voir ci-dessus).

A l'origine les parcelles représentatives d'un même clone sont plantées à 3 mois (Martinique) ou à 5 mois d'intervalle (Côte d'Ivoire), après quoi chacune d'elles suit la rotation de 20 mois précédemment décrite, ce qui revient à effectuer une nouvelle plantation du clone tous les 3 ou 5 mois. Cette technique offre la particularité de permettre à tout moment, ou dans un délai relativement court, l'observation du clone à des stades variés (jeunes plants, floraisons, fruits, vieux plants en production de rejets).

Les différentes parcelles reçoivent des traitements identiques (engrais, pesticides) et tous les clones sont plantés aux mêmes dates. Bien sûr, tous ne répondent pas de la même façon à ces méthodes de culture (différences observées dans les réponses au TIF, aptitudes différentes à la multiplication, etc.) mais l'homogénéisation de ce suivi reste la règle de base et certains clones sont soumis à des multiplications parallèles en pépinière pour respecter le rythme de renouvellement des parcelles.

Toute mutation somatique décelable donne lieu à l'élimination du plant qui l'exprime, cependant s'il s'agit de l'expression d'un caractère nouveau, le plant isolé peut être à l'origine d'un nouveau clone.

● Constitution de cette collection (figure 1).

Initialement localisée en Guinée et quelque peu représentée en Guadeloupe, la première collection du genre *Ananas* entretenue par l'IRFA, a été dédoublée par transfert de matériel végétal en Côte d'Ivoire (photo 1) lors des restructurations qui ont suivi l'indépendance de la Guinée en 1960.

Cette collection initiale a été enrichie depuis cette date par de nouveaux génotypes issus de sélections ivoiriennes, de prospections (Colombie, Vénézuéla, Pérou, Guyane française) ou d'échanges récents (Brésil). Depuis 1982, l'ensemble des clones ainsi réunis a été dupliqué en Martinique (photo 2).

Cette collection peut être présentée sous la forme d'une **collection de base** à rôle pédagogique car illustrant la clef de SMITH (1979), et de collections annexes regroupant certains clones caractéristiques :

COLLECTION DE CONSERVATION <i>clones entretenus par multiplication végétative</i>	COLLECTION DE BASE	COLLECTION PEDAGOGIQUE : classification de SMITH (1979) HORS-TYPES : mutations, types intermédiaires ... TRIPLOIDES : ploïdie vérifiée par cytogénétique. HYBRIDES OBTENTION IRFA : hybrides sélectionnés
	COLLECTION PAR GRANDE ZONE DE CULTURE : clones cultivés loin de la zone de diversification naturelle	
	COLLECTION PAR ORIGINE GEOGRAPHIQUE : clones collectés ou cultivés dans les pays du Bassin amazonien	
COLLECTION EVOLUTIVE <i>utilise la reproduction sexuée</i>	MODULES DE PLANTATIONS : dispositifs expérimentaux de types polycross, l'analyse des descendance de 1/2 frères permet de définir les géniteurs à l'origine de populations améliorées	

FIGURE 1 - Proposition pour l'organisation d'une collection d'ananas.

LES IMPLANTATIONS DE LA COLLECTION IRFA
 Chaque clone de la collection de conservation est représenté par 80 plants



Photo 1 - Vue partielle de la collection entretenue en Côte d'Ivoire.



Photo 2 - Vue d'ensemble de la collection entretenue en Martinique.

- des grandes zones de culture de l'ananas,
 - d'origines géographiques proches de zones de diversification.

- des clones hybrides d'obtention IRFA qui présentent un intérêt en agronomie ou en horticulture. Il n'en sera pas fait état dans ce document.

Collection de base et espèces représentées.

On peut envisager d'ajouter à la collection de base constituée de clones caractéristiques de tous les groupes cultivés identifiés dans l'espèce *Ananas comosus* (PY, LA-COEUILHE et TEISSON, 1986) et de la plupart des autres espèces répertoriées dans le genre *Ananas* (SMITH, 1979), des annexes regroupant :

- des types intermédiaires que nous pouvons qualifier de «hors-type».
- des clones caractérisés par leur niveau de ploïdie.

. Parcelle à valeur pédagogique.

Elle se réfère à la classification en vigueur avec les groupes et espèces répertoriés par la clef taxonomique de SMITH (1979). Ce sont :

- *A. comosus*, l'espèce consommée, représentée par les groupes Cayenne, Spanish (avec des clones rattachés soit à la variété Red Spanish, soit à la variété Singapore Canning), Pernambuco, Queen et Mordilona.
- *A. ananassoides*, espèce considérée comme proche de formes sauvages trouvées dans l'aire d'origine.

- *A. nanus*, forme réduite de *A. ananassoides*.
- *A. bracteatus*, espèce la plus facilement identifiable du fait de la coloration caractéristique de ses bractées florales. L'une de ses formes, l'ananas panaché, est familière des horticulteurs.
- *A. lucidus*, exploité en Amérique du Sud comme plante textile pour les fibres très résistantes extraites de ses feuilles.
- l'espèce *A. paraguayensis* est originaire des zones de savane du Vénézuéla où CAMARGO l'a découvert et décrit.

A. monstrosus cité dans la littérature semble être absent de toutes les collections mondiales, répertoriées par l'IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources). De ce fait la validité de cette espèce ne différant de *A. comosus* que par l'absence d'une couronne sur le fruit est sujette à caution d'autant que cette caractéristique, observable ponctuellement dans toute population d'ananas peut avoir plusieurs origines non génétiques.

A. fritzmuelleri n'est répertorié que dans la collection de l'IAC (Brésil). Phénotypiquement elle pourrait être apparentée à *A. bracteatus*.

. Collection de «Hors-types».

On y regroupe tous les types comestibles ou non qui semblent des déviations par rapport aux formes «standards» décrites par la littérature [feuillage panaché (photo 3), feuilles «piping», coloration vert pâle des bractées florales, fleurs autofertiles, etc.] et des clones «inclassables» à généalogie inconnue.

. Collection de triploïdes.

Cette collection est susceptible de s'agrandir au fur et à mesure des résultats d'analyses cytogénétiques qui visent à évaluer sous cet aspect la collection de base (photo 4). L'avantage agronomique que confère la triploïdie à l'ananas a été démontré par COLLINS (1960) (vigueur du plant, dimension du fruit, stérilité).

La collection par «zone de culture».

Elle regroupe certains clones cultivés dans des régions inter-tropicales éloignées de la zone de diversification naturelle de l'ananas (Nord de l'Amérique latine). Il s'agit de types *comosus*, qu'il paraît intéressant de présenter classés par grandes zones de culture (Afrique, Océanie, Asie) et indépendamment de la collection de base qu'ils ne contribuent pas à enrichir.

Une telle disposition fait ressortir l'universalité de la culture du groupe Cayenne et la particularité de l'exploitation de certains autres groupes :

- groupe Queen : Océanie, Australie, île de la Réunion.
- groupe Pernambuco : plantations villageoises africaines et antillaises.
- groupe Spanish : variété Red Spanish aux Antilles, Véné-

zuéla et Canaries, variété Singapour Canning en Asie et dans certaines régions d'Afrique de l'Ouest.

Elle souligne l'étroitesse de la base génétique exploitée dans ces zones et s'oppose en cela à la richesse des structures réunies dans la collection «par origine».

Collection par origine géographique.

Cette collection permet de regrouper les introductions issues de régions proches des centres de diversification de l'ananas.

Dans le cas de l'IRFA, il s'agit d'accessions provenant de :

- certaines régions du Brésil à la suite d'échanges avec :
 - l'EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuaria) en 1982,
 - l'IAC (Institut agronomique de Campinas, Brésil) en 1986.
- plusieurs prospections effectuées sous l'égide de l'IBPGR dans divers écotypes du Vénézuéla (forêt d'Amazonie et régions plus ou moins arides) en 1985.

- collectes plus récentes de variétés vernaculaires exploitées ou non au Pérou, Colombie et Guyane française.

Collection «évolutive»

Cette collection vise à exploiter la reproduction sexuée naturelle de l'ananas en la contrôlant à des fins d'amélioration variétale pour une meilleure gestion des ressources génétiques de la plante.

● Principe de cette expérimentation.

Dans le cadre des schémas de sélection à moyen et long terme, la voie sexuée est utilisée pour favoriser un brassage des gènes présents au niveau des géniteurs, aboutissant par le jeu des recombinaisons à l'expression de nouvelles structures génomiques au niveau de leurs descendances. Le phénotype nouveau de l'hybride résulte de l'expression des nouvelles interactions intralocus (récessivité, dominance partielle, superdominance) ou interlocus (épistasie) de ses gènes issus d'un remaniement au moment de la méiose, de l'information génétique présente chez les parents. Plus l'information génétique potentiellement combinable sera importante, plus la variabilité observable au niveau de la descendance sera étendue.

Dans les schémas classiques entrepris jusqu'à présent pour l'amélioration de l'ananas, le nombre des géniteurs étant limité, la variabilité observable déjà spectaculaire est loin de révéler celle qui est potentiellement accessible à partir de l'ensemble du genre (rappelons que la plupart des espèces sont intercompatibles).

En fait l'évaluation des nouvelles accessions issues de prospections effectuées dans des zones de multiplication naturelle de l'ananas (Vénézuéla par exemple), revient à observer ce type de population multiparent puisque, comme

LES ANNEXES DE LA COLLECTION DE BASE



Photo 3 - Clone du cultivar Cayenne à feuillage panaché, entretenu dans la collection de «hors type».

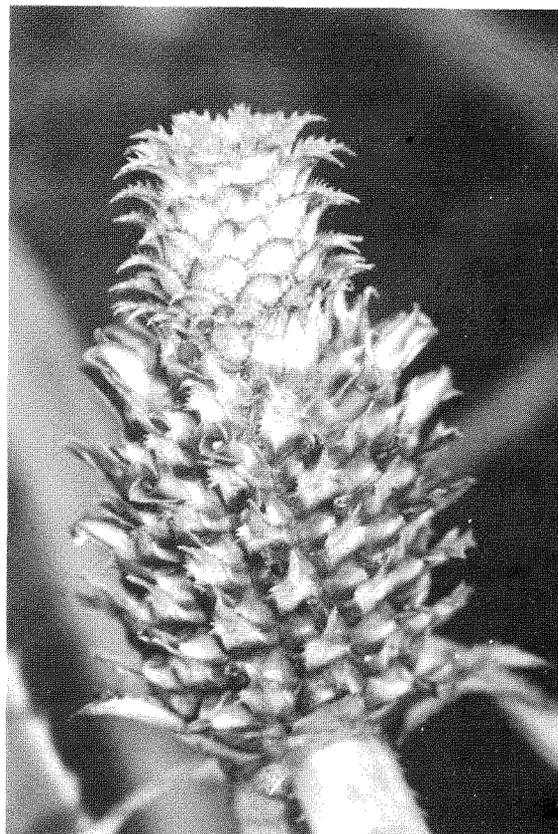


Photo 4 - Inflorescence de la variété Ananas dos Indios, entretenue dans la collection de triploïdes.

on l'a démontré, la plante utilise spontanément la voie sexuée pour progresser. Les contraintes liées à l'éloignement géographique d'autres structures génotypiques compatibles, intervenant par ailleurs, la variabilité observée est malheureusement dépendante des seuls types présents dans le compartiment du complexe d'espèce considéré.

Pour élargir significativement le nombre de géniteurs en exploitant de façon beaucoup plus importante le principe exposé, la mise en place de plans d'expériences favorisant la réalisation de croisements spontanés entre géniteurs très diversifiés est alors envisagée. C'est le but de l'implantation et de la gestion d'une collection dite «évolutive» qui vise à amplifier, accélérer et contrôler le processus évolutif supposé.

- Plan d'expérience pour la mise en place des parcelles de collection évolutive (figure 2).

La réalisation et l'exploitation d'une collection évolutive ne peut être envisagée qu'à long terme mais elle permet, une fois le rythme de croisière atteint, de disposer à tout moment d'un matériel génétique très diversifié capable de répondre rapidement aux exigences ponctuelles de la production et aux besoins du consommateur.

L'efficacité de la technique est soumise à la réalisation d'une expérimentation rigoureuse mais légère, aussi la plantation régulière de populations à effectif limité est préférable à la mise en place ponctuelle de parcelles consécutives dont le suivi s'avèrerait par la suite trop prenant.

Le protocole préconisé est le suivant :

- la collection évolutive est constituée de plusieurs modules de plantation. Chacun d'entre eux peut être mis en place tous les 2 mois.
- le choix des clones testés dans ces unités de plantation s'appuie au départ sur les résultats de l'évaluation des accessions connues et entretenues dans la collection de conservation (caractéristiques agronomiques, distances génétiques, ploïdie, résistance ...). Dans une seconde phase des géniteurs issus des populations améliorées pourront être introduits.
- la représentation des clones dans chacune des unités de plantation est limitée à 5 rejets par clone et 10 clones testés.
- la plantation de ces rejets dans un dispositif expérimental de type «test polycross» permet à chaque représentant d'un clone de se trouver au voisinage de chacun des autres

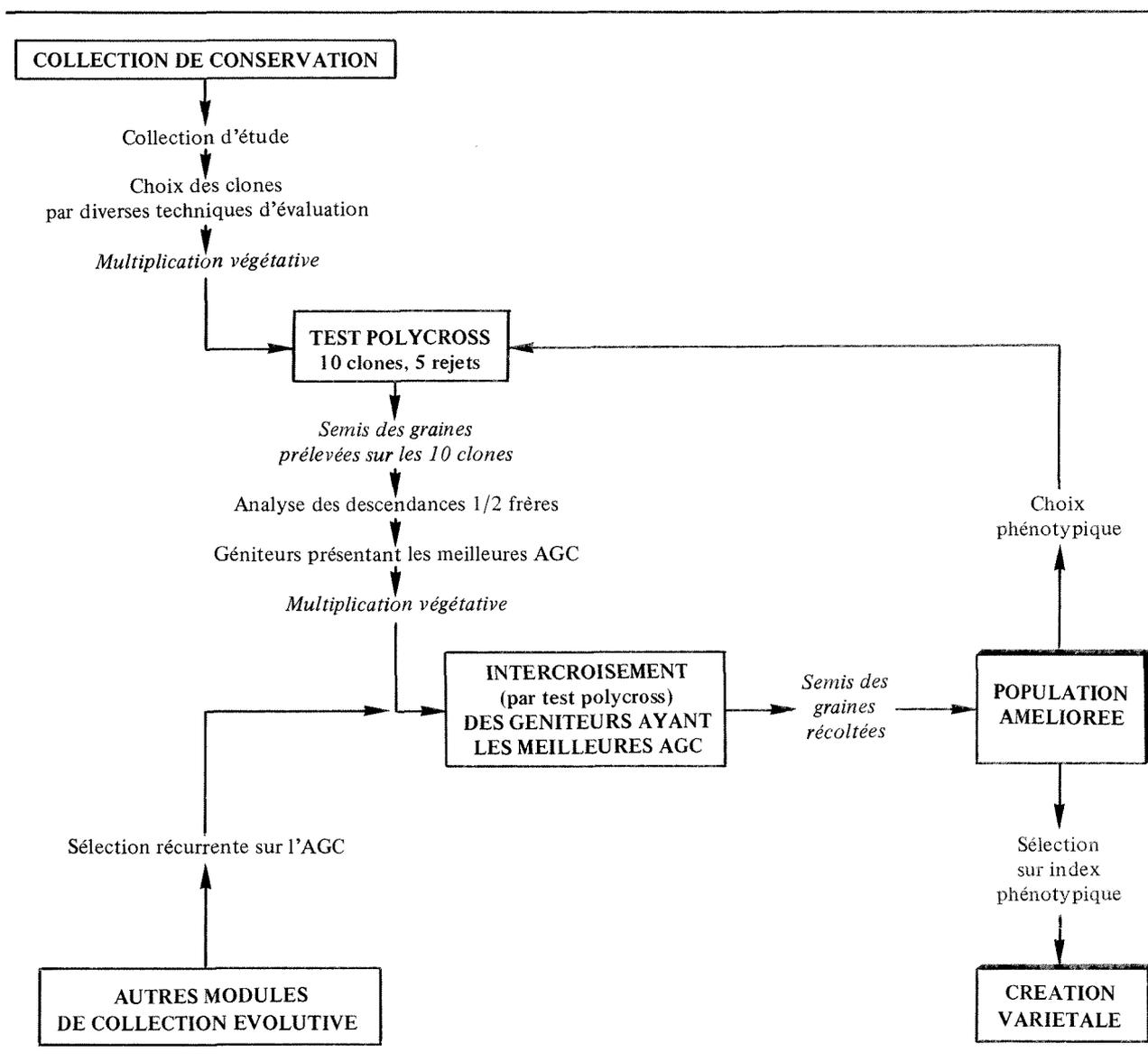


FIGURE 2 - Schéma de réalisation d'un module de «sélection évolutive».

clones étudiés. La largeur de l'inter-billon est limitée de façon à favoriser les échanges géniques des plants avec chacun des autres plants qui l'entourent.

- l'induction florale, adaptée aux génotypes testés, est faite artificiellement pour induire une floraison groupée de la parcelle qui est laissée en fécondation libre. La population pollinique des structures utilisées permet de tester l'ensemble des clones étudiés dont on pourra comparer les aptitudes générales à la combinaison (AGC) à partir de l'analyse des descendance.

- la récolte des graines est faite, clone par clone, en regroupant l'ensemble de la production des 5 plants-répétitions de chacun des clones. Un même nombre de graines pour chacun des clones fertiles (limitation du biais introduit par des niveaux de compatibilités différentes) est prélevé au hasard dans la production globale du clone puis semé.

- les familles de demi-frères issues de la germination des graines prélevées sont soumises à un essai comparatif pour détermination des géniteurs présentant les meilleures AGC.

- les géniteurs ainsi sélectionnés sont intercroisés (par mise en place d'un autre dispositif polycross où les plants sont laissés en fécondation libre) pour induction d'une population sexuée améliorée quant aux caractères considérés.

● Exploitation des parcelles de collection évolutive.

L'exploitation des descendance sexuées obtenues est double (figure 2). Elle concerne :

. la création de variétés nouvelles avec :

- la sélection de variétés commerciales compétitives à partir des hybrides présentant les facteurs de domestication

(gros fruits, pédoncule court) par utilisation de l'index de sélection mis au point pour les hybrides Cayenne x Perolera (LOISON-CABOT, 1989),

- la sélection de variétés horticoles sur critères visuels,
- le criblage des résistances (dans la mesure des tests disponibles).

. l'amélioration générale des populations :

Un choix phénotypique effectué sur la population sexuée obtenue, permet de sélectionner les clones qui participeront à un nouveau cycle d'amélioration au cours duquel ils seront confrontés à d'autres structures intéressantes issues d'expérimentations parallèles de même type. Le brassage des gènes ainsi effectué doit permettre d'améliorer progressivement le pool génétique des populations constituées sans pour autant réduire trop rapidement la variabilité qui s'y exprime.

La mise en place des premières parcelles de la collection «évolutive» a débuté en Côte d'Ivoire en 1990.

La réalisation de collectes.

Afin de compléter les prospections entreprises au Vénézuéla en 1985 (financement IBPGR), une série de collectes est prévue au Pérou et au Brésil, en 1991, appuyée par un financement CEE (DG12) dans le cadre des départements Sciences et Techniques au Service du Développement (STD) [projet «génétique ananas» (référence TS2A-0196-F)] et Coopération Scientifique Internationale (CSI) [projet «amélioration de la culture de l'ananas en Amazonie péruvienne» (référence CII*0379-F)].

EVALUATION DES RESSOURCES GENETIQUES

Les collections d'étude.

Les travaux d'évaluation des ressources génétiques entretenues en collection nécessitent, pour la mise en place d'essais spécifiques, la disponibilité d'un matériel végétal important qu'on ne possède pas au départ. Il faut donc envisager une multiplication accélérée des clones à étudier, qui donne lieu à la constitution de **collections d'étude**. Selon l'effectif final à atteindre, le matériel végétatif dont on dispose pour la multiplication et les délais impartis pour la réalisation de l'essai, deux voies peuvent être envisagées :

- la multiplication par des techniques horticoles connues permet d'obtenir un nombre de rejets limité mais utilisable rapidement (écoeurage des plants après induction florale par exemple),

- la culture *in vitro* permet par contre des taux de multiplication très élevés mais le développement des plants est lent.

Quelle que soit la technique employée, la constitution de telles collections d'étude représente, dans le cas de l'ananas, une démarche longue mais nécessaire à la mise en place de dispositifs expérimentaux adaptés à l'évaluation des nouveaux types collectés ou créés. La mise en place de

telles parcelles suppose :

- une bonne maîtrise des connaissances agronomiques de la plante,
- une gestion rigoureuse du matériel végétal disponible,
- l'élaboration, lors de la définition des études d'évaluation, d'un calendrier rigoureux de réalisation des travaux.

Il en ressort que ce type de recherches visant l'acquisition de meilleures connaissances des géniteurs potentiels pour un programme d'amélioration de l'ananas est soumis à une action concertée, envisagée à moyen ou long terme et que son efficacité dépend de la **stabilité des objectifs** à poursuivre et des **moyens mis en oeuvre**.

Techniques utilisées par l'IRFA pour l'évaluation des ressources génétiques de l'ananas.

Certains types d'expérimentations ont été engagés ou sont envisagés dans le cadre du programme d'amélioration génétique de l'IRFA, pour acquérir une meilleure connaissance des ressources génétiques ananas. Ces études sont abordées de façon complémentaire à partir de l'analyse conjointe des **géniteurs** et de certaines **descendances** issues d'hybridations contrôlées. Elles bénéficient également et pour certaines d'entre elles du soutien financier de la CEE (DG12) :

- Département Sciences et Techniques au service du Développement (STD) : projet «génétique ananas» (référence TS2A-0196-F),

- Département Coopération Scientifique Internationale (CSI) : financement d'un post-doctorat réalisé dans le laboratoire de phytopathologie du CIRAD à Montpellier pour un chercheur de l'EMBRAPA (Brésil) sur le thème «évaluation des cultivars d'ananas à la résistance à *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* (référence B/CII-900 613).

● Analyses phénotypiques.

Ces études qui permettent la caractérisation morphologique et agronomique des génotypes et leur regroupement, ont été effectuées en Côte d'Ivoire de 1978 à 1986 sur les clones de la **collection de base** (cf. CABOT, 1988). Elles sont poursuivies actuellement, conjointement sur les sites de Côte d'Ivoire et de Martinique, par l'analyse des accès rassemblés dans la **collection par origine**.

● Analyses biochimiques.

Une analyse du polymorphisme enzymatique décelable à partir du comportement de la plupart des clones de la collection de conservation vis-à-vis de 8 systèmes enzymatiques fiables, a été réalisée de 1985 à 1988 dans le laboratoire AGETROP du CIRAD à Montpellier (GARCIA, 1988). Ces travaux se prolongent actuellement dans ce même laboratoire par l'analyse enzymatique des introductions les plus récentes et par des études de RFLP (ADN chloroplastique et mitochondrial, puis nucléaire) qui permettront de préciser les hypothèses avancées quant au processus évolutif de l'ananas.

EVALUATION DES RESSOURCES GENETIQUES
 Analyse des descendance d'hybridations contrôlées.



Photo 5 - Serre et parcelle d'hybrides en Côte d'Ivoire (novembre 1982).

Photo 6 - Serre et parcelle d'hybrides en Martinique : début du repiquage en terre des descendance d'hybridations interspécifiques (février 1989).



Photo 7 - Estimation de l'héritabilité des caractères : plantation d'une unité expérimentale du dispositif global réalisé en Côte d'Ivoire (plantations mensuelles effectuées de 1981 à 1983).

Photo 8 - Déterminisme des caractères qualitatifs : étude de la disjonction du caractère épineux à partir des descendance d'hybridations interspécifiques effectuées en Martinique par Marie-Luce CARDIN.



● Système d'incompatibilité.

Les travaux d'hybridations interspécifiques (photo 6) contrôlées, menés en Martinique de 1986 à 1989 (CARDIN, 1990 a), ont permis d'obtenir des éléments intéressants apportant quelques précisions sur les mécanismes impliqués :

- absence de barrière reproductive entre les espèces,
- autoincompatibilité observée chez la plupart des clones du genre *Ananas* et non pas spécifique de l'espèce *comosus*,
- système d'incompatibilité de type gamétophytique,
- déterminisme probablement bigénique du caractère,
- autocompatibilité de certains clones de l'espèce *A. bracteatus*.

Les recherches poursuivies actuellement aux Antilles prévoient l'approfondissement de ces études par la réalisation de certaines analyses ponctuelles complémentaires :

- étude des intercompatibilités des croisements impliquant *A. paraguayensis* et *A. lucidus*.
- vérification de l'autocompatibilité de l'ensemble de l'espèce *A. bracteatus*.
- criblage de l'ensemble des clones de la collection de conservation vis-à-vis de ce caractère d'autocompatibilité par autofécondation spontanée (simple protection des inflorescences) et contrôlée (apport manuel d'autopollen).
- mesures de la viabilité, du pollen et de la fertilité des ovules (collaboration avec Université de Louvain en Belgique).
- étude de la ségrégation du caractère d'autofertilité dans les F2.

● Cytogénétique.

Des études dans ce domaine ont été entreprises en collaboration avec l'Université de Louvain en Belgique

(DUJARDIN, 1990). Une meilleure connaissance du niveau de ploïdie de l'ensemble des clones de la collection de conservation et de leurs propriétés agronomiques est attendue de la réalisation de ces travaux. Dans un premier temps, il s'agit de vérifier la triploïdie, donc l'identification, de certains clones réputés comme tels dans la littérature (variétés Caicara, Dos Indios et Cabezona).

● Recherche de résistances.

Ce thème abordé en Côte d'Ivoire dès 1986 a été axé sur la recherche d'une résistance génétique à la contamination des fruits par le *Penicillium funiculosum* responsable de l'expression des «taches noires» dans le fruit de l'ananas (ANOMAN, 1990). Des études ultérieures sont prévues pour rechercher des résistances à *Phytophthora*. Quelques travaux préliminaires concernant la mise en évidence de sensibilité variable de différents génotypes de collection à l'attaque de nématodes (HUGON, 1990) ont été réalisés, de même la mise au point de tests précoces permettant un criblage des clones vis-à-vis de l'effet de ce parasite a été abordée (MESNILDREY, 1990).

● Calcul de paramètres génétiques.

- Estimation de l'héritabilité des caractères.

Afin de préciser les premiers résultats obtenus dans ce domaine en Côte d'Ivoire (photos 5 et 7), CABOT, 1988 et LOISON-CABOT, 1990 c), des clones, appartenant aux espèces *comosus* et *bracteatus* (espèces à fruits de plus de 15 cm) ont été choisis par sélection phénotypique, pour participer à un essai de type multi-local permettant leur caractérisation et le calcul de l'héritabilité au sens large des principaux caractères agronomiques considérés pour la production. Les localisations testées sont essentiellement la Martinique et la Côte d'Ivoire.

Le dispositif expérimental en 5 blocs prévoit de tester 11 variétés, Leur multiplication par culture *in vitro* est en cours.

- Valeur en croisement.

Les variétés intervenant dans l'essai multilocal évoqué précédemment ainsi que les représentants d'autres espèces de type sauvage, ont été introduits dans un plan de croisement de type diallèle (CARDIN, 1990 a). Les hybridations impliquées par ce schéma ont été effectuées de 1986 à 1988 en Martinique. Les descendances issues du semis des graines obtenues, sont en phase végétative et doivent être multipliées avant réalisation de l'essai qui permettra d'en effectuer l'analyse. La valeur en croisement (AGC et ASC) des différents géniteurs pourra être estimée à l'issue de l'exploitation de ce travail.

● Déterminisme des caractères qualitatifs.

Les disjonctions d'un certain nombre de caractères de type qualitatif ont été étudiées en Martinique à partir de l'observation des descendances de croisements inter et intraspécifiques [caractères épineux (photo 8) (CARDIN, 1990 b) et pigmentation des feuilles, vitesse de croissance, autofertilité] Ces analyses se poursuivent actuellement par :

- la vérification au niveau des plants adultes de la stabilité des distributions observées pour le caractère épineux chez les jeunes plants,

- l'observation de la pigmentation anthocyanée des plants adultes,

- l'observation de l'aptitude de certaines descendances à rejeter avant production du fruit,

- l'observation de l'aptitude de certaines descendances à fleurir précocement,

- l'analyse de la répartition au sein d'une même descendance des plants présentant une production de type *comosus* (bon rapport poids du fruit/poids du plant, pédoncule court) et de ceux présentant un type sauvage (petit fruit et long pédoncule),

- la mesure au sein d'une descendance du taux d'individus autofertiles,

- l'étude du déterminisme du caractère de nanisme transmis par *Ananas nanus*. Les F1 issues de ce parent n'expriment pas ce caractère qu'il faudra logiquement rechercher dans les F2 (si caractère récessif).

CONCLUSIONS

Collecte et création de variabilité puis conservation, identification et évaluation du matériel obtenu, constituent un préalable indispensable à la conduite d'un programme d'amélioration génétique orienté vers des objectifs bien précisés. L'IRFA s'est engagé dans ce schéma depuis 1978 et précise peu à peu sa stratégie face aux problèmes posés.

L'inventaire actualisé de la collection de conservation gérée par l'IRFA et présentée selon l'organisation développée dans ce document est disponible sur demande auprès du Service des Archives de l'IRFA/CIRAD - B.P. 5035 - 34032 Montpellier cedex 01 (France).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMAYA DE CARPIO (L.). 1984.
Ubicación taxonómica de algunas «piñas silvestres» (género *Ananas*) nativas de la mesa de Guanipa.
Mémoire fin d'études, Inst. Univ. de Tecnología de El Tigre, Estado Anzoátegui, Vénézuélien, 81 p.
- ANOMAN (F.). 1990.
Résistance génétique de l'ananas au *Penicillium funiculosum*, agent des taches noires et leathery pockets des fruits de l'ananas.
Note interne, RA 90, n° 42, 32 p.
- ANTONI (M.J.). 1983.
Taxonomy and cytogenetics of pineapple.
Ph. D. Thesis, Univ. Florida, USA, 78 p.
- ANTONI (M.G.) y LEAL (F.). 1980.
Clave para la identificación de las variedades comerciales de piña (*Ananas comosus*).
Rev. Fac. Agron. (Maracay), Alcance 29, 13-24.
- ATSE (Y.). 1990.
Conformité des plants d'ananas issus de culture *in vitro*.
Note interne, RA 90, n° 40, 25 p.
- BHOWMIK (G.). 1977.
Meiosis in two varieties of pineapple.
Ind. J. of Genetics and Plant Breeding, 37, 1, 1-4.
- BHOWMIK (G.). 1979.
Selection of male parents on the basis of male gametophyte for pineapple breeding.
Ind. J. Agric. Sci., 50, 10, 753-756.
- BHOWMIK (G.). 1982.
Self incompatibility in pineapple.
Ind. J. Genet., 42, 345-347.
- BHOWMIK (G.) and BHAGABATI (A.). 1975.
Self-incompatibility studies in pineapple (*Ananas comosus*L.).
Ind. Agric., 19, 2, 259-265.
- BOR YAW LIN, RITSCHER (P.S.) y FERREIRA (F.R.). 1987.
Número cromosómico de exemplares da família Bromeliaceae.
Rev. Bras. Fruticult., 9, 2, 49-56.
- BREWBAKER (J.L.) and GORREZ (D.D.). 1967.
Genetics of self-incompatibility in the monocot genera, *Ananas* (pineapple) and *Gasteria*.
Amer. J. Bot., 54, 5, 611-616.
- BROWN (G.K.) and GILMARTIN (A.J.). 1989.
Chromosome numbers in Bromeliaceae.
Amer. J. Bot., 76 (5), 657-665.
- CABRAL (J.R.S.), MATOS de (A.P.) e SOUTO (G.F.). 1985.
Reação de germoplasma de abacaxi à inoculação com *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*.
Pesq. agropec. bras., Brasília, 20 (7), 787-791.
- CABRAL (J.R.S.) e MATOS de (A.P.). 1986.
Recomendações de cultivares de abacaxi resistentes à fusariose.
Comunicado técnico.
- CAMARGO (F.G.). 1939.
Ananas e abacaxi. *EMBRAPA n° 11, p. 1-4.*
Rev. de Agric. Piracicaba, XIV, (7-8), 3-20.
- CAMARGO (F.C.). 1943.
Vida e utilidade das Bromeliaceae.
Inst. Agr. Norte, Bol. Tec. 1 (Belem).
- CAMARGO (F.C.) and SMITH (L.B.). 1968.
A new species of *Ananas* from Venezuela.
Phytologia, 16 (6), 464-465.
- CARDIN (Marie-Luce). 1990 a.
Etude du mécanisme de compatibilité chez l'ananas réalisée à partir de croisements contrôlés entre clones de collection.
Note interne, RA 90, n° 50, 32 p.

- CARDIN (Marie- Luce). 1990 b.
Déterminisme génétique du caractère épineux de la feuille (chez l'ananas).
Note interne, RA 90, n° 51, 35 p.
- CHAN (Y.K.). 1986.
Differential compatibility in a diallel cross involving three groups of pineapple [*Ananas comosus* L. (Merr.)].
MARDI Res. Bull., 14 (1), 23-27.
- COLLINS (J.L.). 1931.
Studies on varietal resistance of pineapple plants.
Part. I. Root resistance to *Heterodera radicola* (Greef) Müller.
Pineapple Quarterly, 1 (3), 122-138.
- COLLINS (J.L.). 1933.
Morphological and cytological characteristics of triploid pineapples.
Cytologia, 4, 248-256.
- COLLINS (J.L.). 1960.
The pineapple, botany, cultivation and utilisation.
Leonard Hill Ltd, London, 294 p.
- COLLINS (J.L.) and HAGAN (H.R.). 1932.
Nematode resistance of pineapple. Varietal resistance of pineapple roots to the nematode *Heterodera radicola* (Greef) Müller.
J. of Heredity, 503-511.
- COLLINS (J.L.) and KERNS (K.R.). 1931.
Genetic studies of the pineapple.
A preliminary report upon the chromosome number and meiosis in pineapple varieties (*Ananas sativus* L.) and in *Bromelia pinguin*.
J. heredity, 22, 139-142.
- DEMARLY (Y.). 1977.
Génétique et amélioration des plantes.
Ed. Masson, Paris, 287 p.
- DE WALD (M.G.), MOORE (G.A.) and SHERMAN (W.B.). 1988.
Identification of pineapple cultivars by isozyme genotypes.
J. Amer. Soc. Hort. Sci., 113 (6), 935-938.
- DOMERGUE (R.). 1990.
Micropropagation *in vitro* de l'ananas - Méthodes, utilisation dans le cadre d'échanges de germplasm.
Note interne, RA 90, n° 63, 6 p.
- DUJARDIN (M.). 1990.
Cytogénétique de l'ananas - Rapport d'activités période du 12-1989 au 07-1990.
Note interne, RA 90, n° 52, 9 p.
- EVAIN (D.). 1988.
Nouvelles données sur l'incompatibilité chez le genre *Ananas*.
DAA, ENSA Toulouse, 43 p.
- GALLAIS (A.). 1981.
Amélioration des populations en vue de la création de variétés.
Le Sélectionneur français, (29), 5-23.
- GARCIA (M.L.). 1988.
Etude taxonomique du genre *Ananas*.
Utilisation de la variabilité enzymatique.
Thèse UST Languedoc, 156 p.
- GORREZ (D.D.). 1966.
Genetic studies of self-incompatibility in pineapple.
Thesis, Univ. of Hawaii, USA, 50 p.
- HUGON (R.). 1990.
Sensibilité à *Pratylenchus brachyurus* des différentes variétés (ou cv) d'ananas en Côte d'Ivoire.
Note interne, RA 90, n° 18, 3 p.
- LEAL (F.J.) and SOULE (J.). 1977.
«Maipure», a new spineless group of pineapple cultivars.
Hortiscience, 12 (4), 301-305.
- LEAL (F.) y ANTONI (M.G.). 1980 a.
Descripción y clave de las variedades de piña cultivadas en Venezuela.
Rev. Fac. Agron. (Maracay), Alcance, 29, 51-79.
- LEAL (F.) y ANTONI (M.G.). 1980 b.
Especies del género *Ananas* : origen y distribución geográfica.
Rev. Fac. Agron. (Maracay) Alcance, 29, 5-12.
- LEAL (F.) y ANTONI (M.G.). 1980 c.
Sobre las especies del género *Ananas* y su distribución especialmente novedosa para Venezuela.
Rev. Fac. Agron. (Maracay), Alcance, 29, 43-50.
- LEAL (F.), GARCIA (M.L.) y CABOT (Chantal). 1986.
Prospección y recolección de ananas y sus congeneres en Venezuela.
FAO/IBPGR Plant Genetic Resources Newsletter, 66, 16-19.
- LEAL (F.). 1987.
Prospecciones de piña (*Ananas comosus*) en Venezuela durante los años de 1985-1986.
Fruits, 42 (3), 145-148.
- LEAL (F.). 1989.
On the history, origin and taxonomy of the pineapple.
Intersciencia, Sep.-Oct. 1989, 14 (5).
- LOISON-CABOT (Chantal). 1988.
Amélioration génétique de l'ananas : exemple de création variétale, analyse des ressources génétiques disponibles.
Thèse, Univ. Paris-Sud, Centre d'Orsay, 193 p.
- LOISON-CABOT (Chantal). 1989.
Amélioration génétique de l'ananas.
III.- Sélection de nouvelles variétés par utilisation d'un index phénotypique appliqué à l'analyse d'une descendance hybride issue du croisement entre les géniteurs Cayenne et Pérolera.
Fruits, 44 (12), 655-667.
- LOISON-CABOT (Chantal). 1990 a.
Prospection sur l'ananas au Vénézuéla.
Fruits, 45 (3), 251-264.
- LOISON-CABOT (Chantal). 1990 b.
Etat des connaissances botaniques, cytogénétiques et biologiques sur la reproduction de l'ananas.
Fruits, 45 (4), 347-355.
- LOISON-CABOT (Chantal). 1990 c.
Génétique de l'ananas : hérédité de certains caractères, leur stabilité au cours des cycles végétatifs.
Fruits, 45 (5), 447-456.
- LOISON-CABOT (Chantal), 1990 d.
Caractérisation, origine et validité des groupes définis dans l'espèce *Ananas comosus*.
Fruits, 45 (6), 559-575.
- LOISON-CABOT (Chantal). 1991.
Origine, phylogénie, évolution des espèces du genre *Ananas*.
A paraître, soumis pour publication.
- MAJUMDER (S.K.), KERNS (K.R.), BREWBAKER (J.L.) and JOHANNESSEN (G.A.). 1964.
Assessing self incompatibility in pineapple by a pollen fluorescence technique.
Proc. of A.S.H.S., 84, 217-223.
- MESNILDREY (L.). 1990.
Contribution à la mise au point d'un test précoce de sensibilité de l'ananas au nématode *Pratylenchus brachyurus* (GODFREY).
DAA, ENSAM, 53 p.
- PERNES (J.). 1984.
Gestion des ressources génétiques des plantes.
Ed. Lavoisier, Paris, 2 t., 212 et 346 p.
- PINON (A.). 1986.
Prospection au Vénézuéla du 20 février au 10 mars.
Doc. Int. IRFA, 12 p.
- PY (C.), LACOEUILHE (J.J.) et TEISSON (C.). 1984.
L'ananas, sa culture, ses produits.
Techniques agricoles et Productions tropicales, Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 562 p.
- REITZ (P.R.). 1968.
A new species of pineapple from central Brazil.
The Bromeliad Soc., Bull. XVIII, 5, 109-111.
- SCHWENDIMAN (J.). 1978.
Premières études sur ananas.
Lab. Cytogénétique GERDAT, Montpellier, 5 p.
- SHARMA (A.K.) and GHOSH (I.). 1971.
Cytotaxonomy of the family Bromeliaceae.
Cytologia, 36, 237-247.
- SMITH (L.B.). 1979.
Ananas comosus L. Merr.
in : *Flora Neotropica*, 14, part. 3, 2048-2064.
- SOUTO (G.F.), CABRAL (J.R.S.) y PINTO DA CUNHA (G.A.). 1983.
Transferencia de resistencia a fusarioso do abacaxi através de hibridação.
Pesquisa em Andamento, Sep., n° 11.
- VELEZ (I.). 1946.
Wild pineapple in Venezuela.
Science, 104, 2705, 427-428.
- WEE (Y.C.) and RAO (A.N.). 1979.
Ananas pollen germination.
Grana, 18, 33-39.

**GESTION DE LOS RECURSOS GENETICOS DE LAS PINAS:
COLECCION DE CONSERVACION, COLECCION EVOLUTIVA,
EVALUACION DE NUEVAS INTRODUCCIONES.**

Chantal LOISON-CABOT.

Fruits, Jan.-Feb. 1991, vol. 46, nº 1, p. 23-34.

RESUMEN - Los resultados del programa de mejoramiento genético puesto en marcha por el IRFA en Côte d'Ivoire, en 1978, han evidenciado la necesidad de un mejor conocimiento de los recursos genéticos disponibles en colección para su utilización en creación varietal. La explotación de la variabilidad natural aparece entonces como el objetivo principal. A la noción clásica y estática de colección/banco de genes, ha venido a adicionarse una noción dinámica de gestión de esta variabilidad. Al término de doce años durante los cuales se ha tenido que mantener, estudiar, organizar y enriquecer la colección de piña del IRFA, el autor hace el balance sobre la estructuración que puede ser adoptada para la implantación sobre el terreno de esos recursos genéticos y sobre las técnicas de evaluación que les han sido aplicadas. El propone un esquema inédito en el caso de esta planta para hacer explotar la variabilidad natural controlándola.

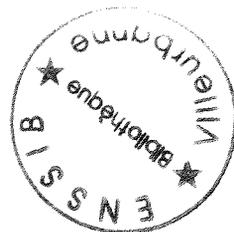
Reçu décembre 1990
Accepté février 1991





OERSCI

BP 3
34981 St GELY du FESC Cedex
Tel. 67 84 86 20





959016C