

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE D'ADIPODOUME

Laboratoire de Génétique

Rapport de Stage :

BIOLOGIE FLORALE DES Stylosanthès ET
ANALYSE DE DESCENDANCES DE Panicum maximum

par

D. Van BALLEGOOYEN

INTRODUCTION.

Ce rapport de stage, effectué au laboratoire de Génétique de l'ORSTOM est composé des éléments suivants :

- une description du travail du laboratoire sur Panicum maximum
- un essai effectué sur Panicum maximum
- un essai effectué sur Stylosanthes.

Je remercie tout le monde au laboratoire de Génétique pour tout ce qu'ils ont fait pour moi, particulièrement R. et J. RENE-CHAUME pour m'avoir initiée au travail du laboratoire et J. PERNES pour toute son aide et également pour la correction de ce rapport.

LA RECHERCHE DU LABORATOIRE DE GENETIQUE SUR Panicum maximum.

Avec l'amélioration de panicum on a réussi à trouver une bonne synthèse entre la recherche fondamentale et appliquée.

L'IMPORTANCE AGRONOMIQUE.

Le progrès des techniques vétérinaires permettront l'installation future des élevages intensifs dans les régions basses de la Côte d'Ivoire. L'élevage intensif deviendra tout à fait d'autre que l'élevage extensif qu'on connaît dans les régions savanes et contiendra en outre des vaches améliorées, vaccinées et ventilées, gardées à l'étable, des pâturages irrigués et engraisés, consistant en graminées fourragères d'une qualité excellente.

On a étudié la production fourragère de Panicum dans les conditions d'expérimentation en basse Côte d'Ivoire. Les caractéristiques sont les suivantes :

Rendement de 140 t matière verte/ha/an

30 t matière sèche/ha/an

Un taux de matière sèche de 20-27 %

0,5 g digestible par 1 g. de matière sèche

Teneur en azote 2,5 %

Une bonne pérennité pour la plupart des variétés

Un état phytosanitaire excellent

Les plantes exigent beaucoup d'engrais.

La production est très élevée et vraiment incomparable à la production des élevages extensifs. La production peut devenir trois fois plus haute que la meilleure production fourragère en Europe. L'installation des élevages intensifs sur des terrains qui ne sont pas chers comparé à l'Europe et encore disponible suffisamment peut être d'une grande importance économique pour la Côte d'Ivoire.

SYSTEME DE REPRODUCTION.

L'espèce P. maximum exprime un polymorphisme étonnant, ce qu'on peut expliquer par l'exploitation de différents modes de reproduction et niveau de ploïdie et par les hybridations inter et intra spécifiques.

Le système de reproduction le plus fréquent est l'apomixie facultative du type d'aposporie. Une oosphère non réduite se développe sans fécondation, tandis que la deuxième fécondation a lieu normalement. Les plantes sont tétraploïdes par autopolyploïdisation et ont un nombre chromosomique de $2n = 32$.

La descendance se compose de :

Plantes identiques à la plante mère obtenues par apomixie	97 %
Hors-types, obtenus par la voie sexuée	2 %
Plantes à nombre chromosomique différent	1 %

Ces proportions sont stables dans des milieux différents et à travers les générations successives des hors-types. Elles sont presque le même pour tous les génotypes.

Les plantes à nombre chromosomique différent se compose d'aneuploïdes, polyploïdes (surtout hexaploïdes) et polyhaploïdes ($2n = 3x$ à partir d'un hexaploïde et $2n = 2x$ à partir d'un tétraploïde).

La variabilité s'exprime surtout au niveau tétraploïde. Seulement les tétraploïdes et les diploïdes ont une valeur agronomique.

En Afrique de l'Est on a trouvé de rares plantes diploïdes sexuées allogames.

La descendance est sexuée comme les parents. Le traitement avec la colchicine donne des tétraploïdes sexués, dont la descendance reste sexuée.

Les descendance d'un croisement tétraploïde sexué x tétraploïde apomictique sont partiellement sexuées partiellement apomictiques. La descendance des plantes sexuées obtenus de ce croisement est **soit apomictique, soit sexuée.**

Pour le groupe facultativement apomictique de P. maximum une sélection pour le taux de sexualité n'était pas possible. On a trouvé cette possibilité chez les types C, des hybrides apomictiques entre P. maximum et P. infestum. Maintenant on possède une population de ces types C avec un taux de sexualité de 30-50 %.

Pour les descendances des types C une fréquence élevée de dihaploïdes est remarquée. Ces dihaploïdes sont stériles, mais ont des sacs embryonnaires d'un mode de reproduction apomictique. Hypothèse : une combinaison d'apomixie et diploïdie est impossible, l'apomixie ne peut s'exprimer qu'au niveau tétraploïde ou un niveau plus élevé.

L'EVOLUTION DES Panicum.

La sexualité est maintenue par les plantes diploïdes allogames. La variabilité de ces plantes est transférée aux plantes tétraploïdes apomictiques. Pour cette population apomictique la sélection est rapide et n'a lieu que sur les génotypes, pas sur des gènes. La séparation de la recombinaison et de la sélection est très efficace pour obtenir une variabilité étendue. Enfin la sexualité peut être réacquise partiellement ou totalement partiellement par un taux élevé dans l'apomixie facultative des hybrides entre des variétés très différentes, totalement par des dihaploïdes entièrement sexués (pas encore trouvés).

LES ETAPES DE L'AMELIORATION.

1. La recherche de la source et la création de variabilité.

La création de variabilité est possible par des croisements systématiques des plantes sexuées, diploïdes et tétraploïdes. Des croisements entre tétraploïdes sexués et tétraploïdes apomictiques les descendances sont partiellement sexuées partiellement apomictiques. La variabilité maximale s'exprime dans la F₂.

2. Amélioration génétique d'un réservoir massal sexué, surtout au niveau tétraploïde. Un grand problème est encore la constitution du réservoir massal tétraploïde sexué. Hybridation avec quelques plantes apomictiques peut diminuer la sexualité avec une vitesse éclatante. C'est pour ça qu'on exécute un programme parallèle pour les diploïdes.

3. Obtention des structures hybrides terminales avec une richesse allélique élevée. Il faut faire attention que les hybrides terminaux soient apomictiques pour la plus grande partie.

L'exécution de ce programme demandera beaucoup de temps et de travail, mais le résultat terminal le justifiera sans doute. Un des avantages de cet hybride est qu'on peut le multiplier végétativement par éclats de souches ou par graines apomictiques. La production des graines ne sera pas si chère que chez quelques autres hybrides, comme entre autre les hybrides de maïs ou l'utilisation de la descendance de l'hybride est impossible et le paysan est obligé d'acheter de nouvelles graines hybrides très chères tous les ans.

L'exploitation de la transformation d'une allogamme en une apomictique pour fixer l'état hybride, est probablement possible chez des autres graminées fourragères apomictiques et chez des hybrides entre Zea mays et Tripsacum. L'application future du système développé pour le Panicum chez des autres plantes est encore une justification pour la recherche.

LES CARACTERES A AMELIORER.

1. La rentabilité est déjà très élevée.

L'influence de l'environnement est grande.

2. L'adaptation à des conditions d'exploitation intensive.

3. La résistance aux maladies et parasites.

Des maladies la cercosporiose (Cercospora fusimaculans) est le plus important. Il y a beaucoup de variabilité pour la sensibilité à cette maladie. Certains clones ne diffèrent que pour ce caractère. On a aussi trouvé une liaison entre la vigueur et la sensibilité. Ces deux données indiquent qu'il y a à la fois des systèmes de résistance polygéniques et monogéniques.

Autres maladies : Fusarium, Sorosporium et Tilletia sur les épislets. Résultat : un affaiblissement de la production de graines.

Rhizoctonia sur les variétés petites.

Les clones à **talles** épaisses sont attaqués par les sésamies. Un autre insecte important est l'~~army~~-worm. Les clones à feuilles duveteuses semblent moins touchées.

4. Amélioration qualitative.

La variabilité du taux de matière sèche digestible n'est pas très élevée.

5. La couverture du sol.

La couverture du sol de Panicum maximum n'est pas très bonne. L'amélioration est peut être possible par hybridation avec P. trichocladum.

6. Le rendement photosynthétique. Le laboratoire de bioclimatologie de l'ORSTOM étudie les caractéristiques à sélectionner.

7. La production grainière.

Les tests de la production grainière sont effectués à Bouaké et à Adiopodoumé. L'amélioration génétique se compose d'hybridation interspécifique et intraspécifique et l'amélioration quantitative de la production. L'amélioration agronomique se compose de l'amélioration des techniques de récolte en plein champ.

QUELQUES PROBLEMES PRATIQUES.

1 - La dormance.

C'est l'albumen qui serait responsable de la dormance des graines. La dormance peut varier génétiquement parce que la deuxième fécondation a lieu normalement chez les parents apomictiques.

Pour des quantités qu'on utilise pour la recherche le revêtement de la dormance est facile à réaliser par le décorticage des graines. Dans de bonnes conditions le taux de germination est assez élevé.

Il y a deux voies d'analyse :

1. la recherche de l'inhibiteur dans les enveloppes et l'albumen, les tests quantitatifs et la recherche d'un seuil d'action de l'inhibiteur.

Après ça on peut tester quantitativement des variétés diverses et chercher une façon à sélectionner pour la production d'inhibiteur.

2. l'analyse des corrélations morphogénétiques liées à la dormance.

Il y a peut être des corrélations entre le développement de certaines parties de la plante et le déblocage des inhibiteurs de germination.

Le tallage est bloqué par la floraison et peut être stimulé par coupage des talles déjà formées ou par l'apport de l'azote.

Le résultat des sections de talles avant montaison où début montaison, est un taux de germination plus élevé. On a trouvé de telles corrélations pour la dormance des tubercules de pomme de terre.

2 - La réalisation des croisements.

Les croisements sont réalisés par l'ensachage réuni des deux plantes à croiser. Il reste cependant un pourcentage d'autofécondation. On n'obtient pas de meilleurs rendements par pollinisation manuelle. La castration est impossible.

Les hybrides qu'on a déjà obtenu et les clones différents sont testés par l'IEMVT à Bouaké. Quand on a trouvé la technique pour la production hybride, c'est l'IEMVT qui exécutera le travail pratique de la production des graines hybrides.

Les essais.

1. Comparaison des meilleurs apomictiques avec des diploïdes sexués. Résultat : les meilleurs diploïdes sexués sont aussi bons que les meilleurs apomictiques.
2. Des croisements diallèles entre 5 différents diploïdes sexués. Calcul de l'héritabilité pour beaucoup de caractères.
3. Le polycross des diploïdes sexués.
Tests de l'aptitude générale à la combinaison **pour des caractères à un héritabilité élevé.**
4. Comparaison des diploïdes sexués et tétraploïdes sexués.
5. Des hybrides des meilleurs apomictiques et G 23 il y en a qui sont meilleurs que les témoins apomictiques.
6. Comptage du taux des plantes sexuées de la descendance sexuée x apomictique. Le taux de hors-types est supérieur à 2 %. On croise la descendance encore une fois avec un apomictique pour obtenir un hybride apomictique, avec le taux de hors-types normal.
7. Contrôle du pourcentage de hors-types d'environ 40 % chez les types C, hybrides entre P. maximum et P. infestum et chercher des dihaploïdes fertiles, qu'on puisse croiser avec des diploïdes sexués pour augmenter la variabilité.
8. Croisements entre les types C et des tétraploïdes donnent un taux de hors-types de 60 %, 30 % de ces hors-types ont les mêmes caractères que les hors-types du dernier essai, les autres sont des croisements.

ESSAI DE *Panicum maximum* (Jacq.)

Les types C forment un groupe des hybrides apomictiques, créé par hybridisation naturelle entre *Panicum maximum* et *Panicum infestum*. C'est seulement chez les types C qu'on a réussi à sélectionner pour un taux de hors-types plus élevé que 2 %. On a réalisé un taux de hors-types entre 30 et 80 %.

J'ai analysé la continuité de ce haut taux de hors-types pour une partie de la troisième génération d'une plante de T19.

La première génération, issue d'une plante mère de T19, avait un taux de hors-types de 31 %.

La deuxième génération était composée de descendance des hors-types de la première génération. On a donné les plantes un numéro par rapport à la place sur le terrain des plantes de la première génération et on a observé un grand nombre de plantes par n°. Le taux de hors-types se transmettait bien dans la deuxième génération, le taux des hors-types étant en moyenne 35,1 %. Il y avait même un n° (1,8) avec un taux de hors-types de 81 %.

De la troisième génération je n'ai observé que quatre numéros différents, les autres n'ayant pas donné assez de graines à ce moment. Les numéros de la deuxième génération, qui avaient aussi un taux de hors-types élevé, sont autofécondés, pour obtenir une troisième génération comme les quatre n° observés.

Les graines, 200 de 7-8, 7-10 et 8-10 et 91 de 6-10 sont mises en germination le 16 septembre. On a repiqué sur le terrain en total 170 plantes.

49	de	8-10
50	de	7-10
48	de	7-8
23	de	6-10.

Les hors-types.

Les hors-types sont déterminés à l'oeil et par rapport de la pilosité de la tige et la pilosité des épillets.

Nombre total des hors-types : 69

Taux des hors-types en moyenne : 40,6 %

La répartition :

	! 2ème génération !	! 3ème génération !
6-10	! 47,2 %	! 43,5 !
7-10	! 45,1	! 40,0 !
8-10	! 44,6	! 38,8 !
7-8	! 46,8	! 41,7 !

L'analyse de variance.

Une analyse de variance de FISCHER est faite sur 7 caractères quantitatifs, dont le but est de tester les différences de variabilité entre les hors-types et les non hors-types.

Les 7 caractères sont les suivants :

- L longueur du dernier entre-noeud
- G longueur de la dernière gaine
- longueur du dernier limbe
- ll longueur du dernier limbe
- Li longueur de l'inflorescence
- l longueur de la plus grande ramification du verticille de base
- n nombre de ramifications du verticille de base de l'inflorescence.

	G_{HT}^2							G_{NHT}^2							
	L	G	λ	ll	Li	l	n	"	L	G	λ	ll	Li	l	n
6-10		*			**		**	"							
7-10								"							
7-8		**			*			"							
8-10		**			*			"							

* significative à 5 %
 ** significative à 1 %

On n'a trouvé aucune différence significative chez les variances des non hors-types plus grands que les variances des hors-types. Peut être on en trouvera chez un plus grand nombre de plantes.

Le comptage chromosomique.

Les chromosomes de tous les hors-types sont comptés. On compte les chromosomes à la première métaphase de la méiose.

Technique de la préparation des lames :

Prélèvement et fixation dans du Carnoy 6 : 3 = 1 (6 alcool, 3 chloroforme, 1 acide acétique) pendant 24 heures minimum. Dilacération des étamines dans de l'hématoxyline et enlèvement des parois des anthères.

Après avoir posé la lamelle on chauffe la lame en évitant l'ébullition.

On sèche la préparation et on regresse à l'eau acétique.

Des 69 hors-types on a trouvé 4 dihaploïdes ($2n = 16$), tous du n° 8-10. Les autres hors-types avaient un nombre de chromosomes normal ($2n = 32$, tétraploïde).

RECHERCHES PRELIMINAIRES SUR Stylosanthes spp .

(Biologie florale et castration)

Description de l'inflorescence et des fleurs.

Le plus souvent l'inflorescence **est** un épi terminal. Les fleurs sont petites (1 cm environ) et d'un jaune pale jusqu'à jaune-orange. Elles possèdent les caractères spécifiques pour la famille des Papilionaceae : le drapeau, les dérivés et la carène. Le calice est composé d'un tube de plus ou moins 5 mm avec 5 lobes au sommet. Un de ces lobes est plus grand que les autres. C'est au sommet du tube que la corolle est implantée.

Il y a 10 étamines, associées en un tube. 5 de ces étamines ont des anthères petits et versatiles et alternent avec 5 étamines, possédant des anthères plus grandes et sub-basifixe. Le tube des étamines se trouve entre les deux pétales de la carène. Un style simple se trouve à l'intérieur du tube des étamines.

Le développement d'une fleur.

Une inflorescence se compose des 3 éléments suivants : les boutons, les fleurs et les graines. Le plus souvent on n'a qu'une seule fleur éclore par inflorescence à un moment donné. Les fleurs éclosent de 8 à 9 h du matin. A midi elles sont déjà flétries. Dans le bouton le style est encore un peu moins grand que le tube des étamines. Pendant la nuit le style se développe et le matin il atteint ou même dépasse la longueur des étamines. C'est également dans la nuit que le pollen mûrit. Le pollen est mûr quelque temps avant l'éclosion de la fleur.

La pollinisation.

Sur le terrain on peut trouver un grand nombre d'insectes différents, mais je n'ai seulement vu l'abeille domestique, visiter vraiment les fleurs. Le nombre de ces abeilles est cependant négligeable. Le nombre ne suffisait pas non plus à analyser le pollen s'attaché à ses pattes. L'ensachage des inflorescences donne un nombre de graines par inflorescence qui ne diffère pas significativement du nombre obtenu par pollinisation libre.

Conclusion : la plupart on peut être toutes les graines peuvent être obtenues par autofécondation.

Le développement des graines.

La durée de développement des graines est 15 jours environ. Si la graine ne se développe pas le style est tout à fait déséché 24 heures après l'éclosion de la fleur.

La castration.

La castration des fleurs écloses parait impossible. Eliminer les étamines sans détériorer le style est très difficile, même à l'aide d'une binoculaire.

La castration d'un bouton est relativement facile. Si on tire au sommet du bouton avec une pince fine toute la fleur s'enlève sauf le style est bracté.

Chez les fleurs presque écloses la castration n'est pas possible non plus.

Conclusion : castration avant le matin où la fleur s'écloie.

Premier essai de pollinisation contrôlée.

On a essayé de castrer plusieurs boutons par inflorescence (3 en moyenne) et on les a pollinisés immédiatement après la castration.

Les actions suivantes sont exécutées :

1. enlever les boutons trop jeunes et les graines
2. castration des boutons qui restent.
3. pollinisation avec auto ou allopollen.
4. ensachage.

Les résultats n'ont pas été encourageants (5 graines, obtenus sur 100 castrations).

Les raisons possibles sont :

- a. détérioration du style par la castration.
- b. les styles n'étaient pas réceptifs.
- c. dessèchement du style entre la castration et la fécondation.
- d. la présence des sacs.

Réceptivité du style.

Pollinisation 1, 3, 5, 7, 9 jours après la castration.

Pollinisation après 1 jour ne donnait pas de graines, le lendemain les styles étaient déjà trop desséchés.

Conclusion : seule la castration d'une fleur unique par inflorescence, éclochant le lendemain matin peut donner des résultats satisfaisants.

On a essayé de déterminer les boutons qui s'ouvriront le lendemain matin. Il y a beaucoup de différences entre les différentes espèces. En particulier le groupe important de S. guyanensis était difficile à déterminer.

L'espèce S. scabra (S 46) possède beaucoup de caractères favorables. Les inflorescences étaient encore jeunes (pas ou peu de graines). Les bractées étaient assez dures, ce qui donne davantage de protection pour le style. La floraison est très régulière (1 fleur par inflorescence tous les 2 jours). C'est chez cette variété qu'on a fait l'essai suivant :

Deuxième essai de pollinisation contrôlée.

Castration des fleurs d'une seule plante pendant un jour.

Nombre de plantes 6.

Nombre de fleurs castrées par plante : 60.

Nombre de traitements : 6.

Les traitements :

1. ensachage d'un bouton complet.
2. ensachage d'une fleur déjà pollinisée
3. castration et ensachage d'un bouton.
4. castration + autopollen (pollen de la même plante).
5. castration + pollinisation avec un mélange de pollen de différentes plantes d'une même variété.
6. castration et pollinisation avec pollen d'une autre variété (S 47) de la même espèce.

L'exécution :

L'après midi on cherche des inflorescences avec un bouton jaune clair. On élimine les graines, les fleurs vieilles et les autres boutons, puis on castré le bouton jaune et on ensache.

Le lendemain matin pollinisation.

Résultats :

Nombre de graines, récoltées après 10 jours :

		I	II	III	IV	V	VI	Total	%
Ensachage sans rien	1	7	4	6	8	9	5	39	65 %
Fleur vieille	2	4	5	5	6	6	2	28	47
Castration sans rien	3	4	1	1	0	1	0	7	12
Autopollen	4	5	7	2	5	6	1	26	43
Allopollen	5	5	8	3	5	6	1	28	47
Pollen S 47	6	7	3	2	3	5	1	21	35
TOTAL		32	28	19	27	33	10	149	41,4

Les traitements "castration et pollinisation" donnent un taux de graines obtenues de 41,7 %, ce qui est satisfaisant.

Les résultats en pourcentage ne forment pas une distribution normale. C'est une distribution binomiale, ce que veut dire que la variance varie avec la moyenne. Il faut transformer les données en des nouvelles variables $y = \arcsin \sqrt{x}$ pour obtenir une distribution normale.

	d.d.l.	carré moyen	F calculé	F table (0,01)	
Plantes	5	985,348	10,431	3,86	P 0,01
Traitements	5	607,194	6,428	3,86	P 0,01
Résiduelle	25	94,465			
Total	35				

significative

Pour savoir si les différences entre les moyennes sont significatives il faut calculer la p.p.d.s. (plus petite différence significative).

p.p.d.s. = 11,560

Traitements	Moyenne	
1	54,465	traitement 3 diffère significativement des autres traitements. La différence entre le nombre des graines, obtenu par pollinisation et par castration sans rien, est significative, mais la castration n'est pas tout à fait sûre. C'est probablement l'enlèvement des fleurs âgées dont les graines sont en cours de développement, qui n'est pas sûre.
2	42,890	
3	15,753	
4	40,427	
5	42,640	
6	35,535	

Le traitement 1 diffère aussi significativement des autres traitements. La pollinisation normale est plus efficace que castration et pollinisation. La différence entre traitement 1 et 2 peut être expliquée par une détérioration plus grande des fleurs âgées quand on élimine les boutons et les graines.

Plante	Moyenne	
I	47,007	Le nombre de graines de plante VI diffère significativement du nombre des autres plantes. On peut expliquer cette différence par la pluie extraordinaire la nuit entre la castration et la pollinisation de cette plante.
II	42,682	
III	33,425	
IV	39,568	
V	47,885	
VI	21,143	

Essai de réalisation d'un croisement diallèle.

Pensant avoir trouvé la technique de castration, on a commencé un programme de croisements diallèles entre 6 différentes variétés de *S. guyanensis*. L'exécution était la même que chez S46, mais on a essayé à éliminer les graines, fleurs et boutons indésirables plus profondément.

En total on a fait 800 croisements (40 par croisement) et 5 x 40 autofécondations (les autofécondations étaient obtenus par ensachage des boutons complets).

Résultats en nombre de graines, récoltées après 12-20 jours :

♀	♂	S ₉	S ₁₅	S ₂₀	S ₅₉	S ₁₂
S ₉		3	1	-	-	-
S ₁₅		1	10	1	1	-
S ₂₀		-	-	-	-	-
S ₅₉		-	-	2	5	-
S ₁₂		-	2	-	1	3

Les raisons possibles pour expliquer ces résultats extrêmement mauvais peuvent être :

1. les plantes de S. guyanensis ont une hauteur de 50 cm, les plantes de S₄₆ ayant une hauteur de 1,50 cm. Les sacs, plus détériorés peuvent réduire le développement des graines.
2. la protection des styles par les bractées est moins efficace.
3. le choix des boutons se développant le lendemain matin est plus difficile.
4. les inflorescences étaient déjà assez vieilles.
5. l'enlèvement des boutons, des fleurs vieilles et des graines suffit déjà à détériorer la fleur.
6. incompatibilité des croisements.

On a essayé d'améliorer la technique de castration et faire des croisements sur un nombre moins grand de variétés de S. guyanensis.

1. amélioration des sacs. Consolidation des sacs avec un petite pièce de carton pour assurer que les parois des sacs ne collent pas après la pluie.
2. pollinisation juste après la castration. Résultat : aucune graine. Seulement des graines pour les autofécondations.
3. description des fleurs des différentes variétés de S. guyanensis et de S. scabra et suivre le développement naturel des graines.

4. la castration et autopollinisation ne donne pas des graines non plus. Conclusion : ce n'est pas une incompatibilité des croisements qui peut justifier l'échec des croisements.
5. refaire les croisements S46 x S47 ne donnaient pas de résultats non plus. Peut être la vieillesse des inflorescences est le facteur responsable. C'est pour ça qu'on veut encore essayer les croisements chez les S. humilis très jeunes.

Autres possibilités pour la réalisation des croisements :

1. pollinisation par des insectes. Il faut chercher parmi les descendances le petit % des hors-types, formés par pollinisation par des insectes. Une autre difficulté : il n'y a pas d'élevages d'abeilles en pays tropicaux.
2. autres méthodes de castration :
Le traitement avec de l'eau chaude ou de l'alcool détériorera probablement les styles comme la castration mécanique. L'enlèvement des boutons jeunes, des fleurs vieilles et des graines reste nécessaire.
Le traitement avec des hormones pour obtenir une stérilité mâle, demande des recherches très étendues.

Les croisements entre des variétés de S. humilis.

La castration était très difficile. Les plantes et les fleurs étaient très petites. Les inflorescences avaient tous les stades de jeunes jusqu'aux vieux. On était obligé de prendre les inflorescences vieilles comme les inflorescences jeunes pour avoir un nombre de castrations raisonnable.

Les fleurs, capable de donner 2 graines, étaient très bien protégées par les bractées.

On a ensachagé avec des sacs très petits pour empêcher l'ensachage des inflorescences encore utilisable une autre fois.

Schéma d'exécution:

♀	♂	31	32	33	28				
31	!	15	!	40	!	40	!		!
		-----		-----		-----		-----	
32	!	40	!	15	!	40	!	19	!
33	!	40	!		!	15	!		!

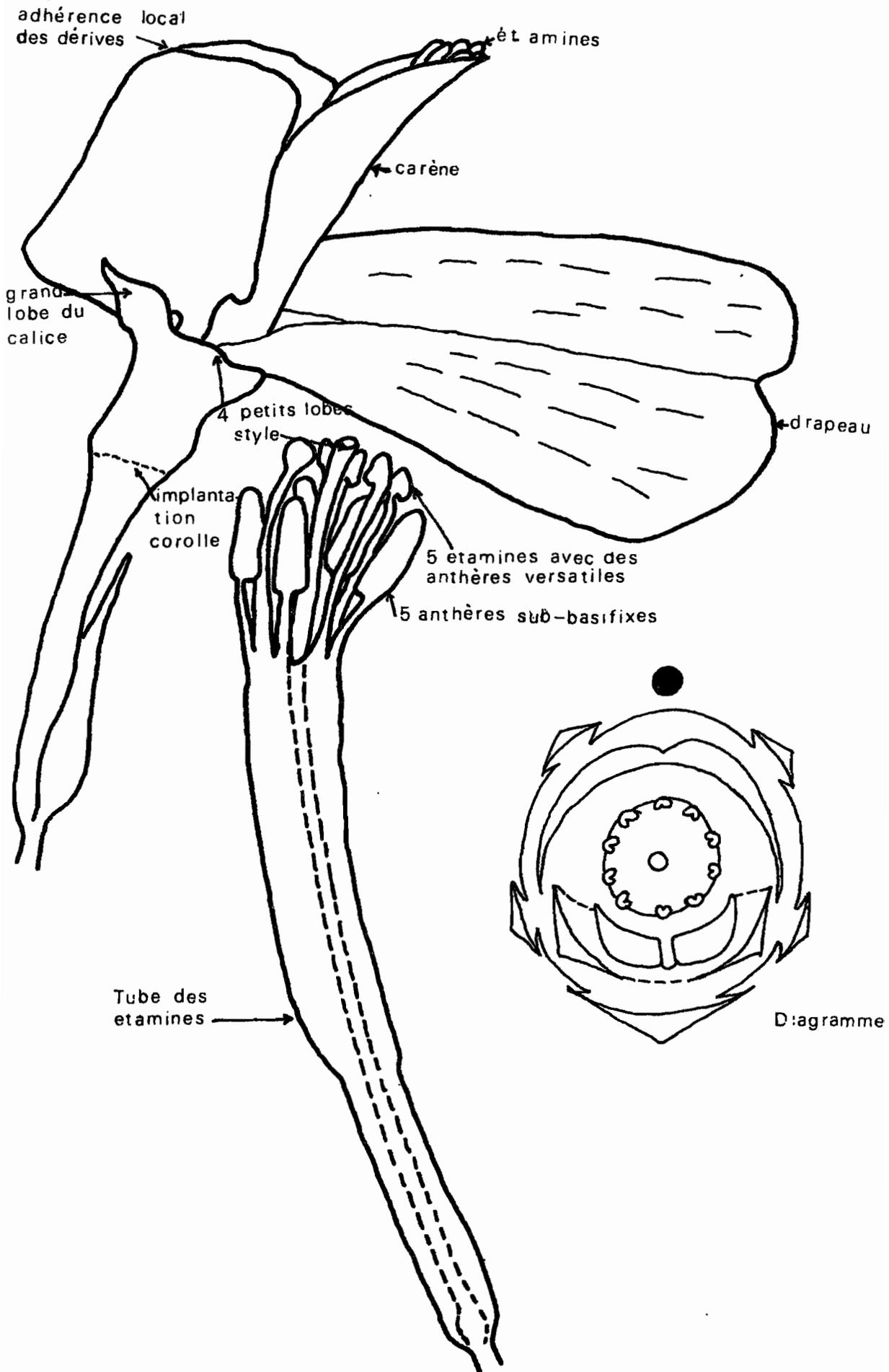
Schéma des croisements réussis:

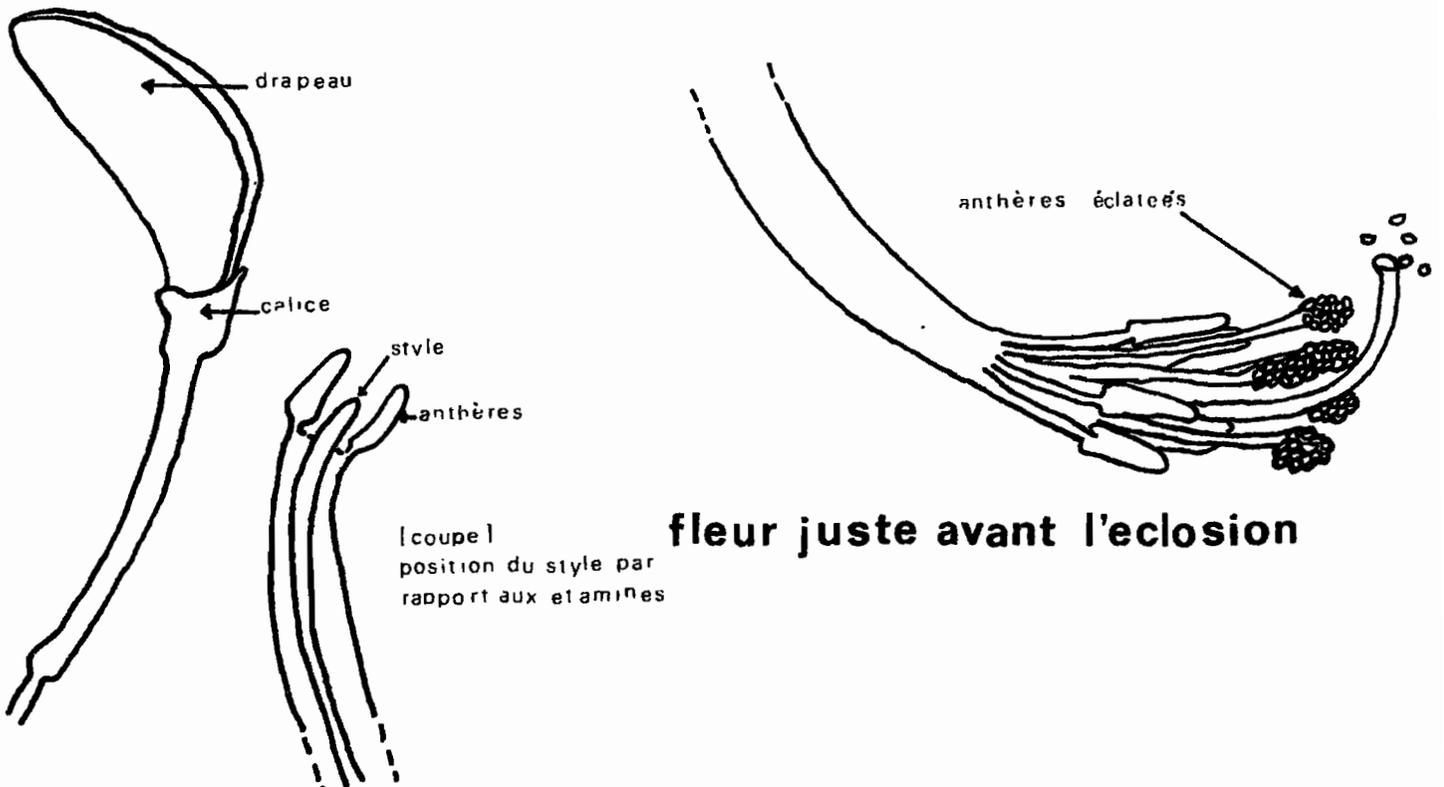
♀	♂	31	32	33	28				
31	!	7	!	3	!	5	!		!
		-----		-----		-----		-----	
32	!	3	!	15	!	5	!	4	!
33	!	4	!	6	!	12	!		!

Pour les croisements le taux des croisements réussi est 13,7 %.

Parce que les fleurs peuvent donner 2 graines le taux de graines récoltées sera entre 13,7 % et 27,4 %.

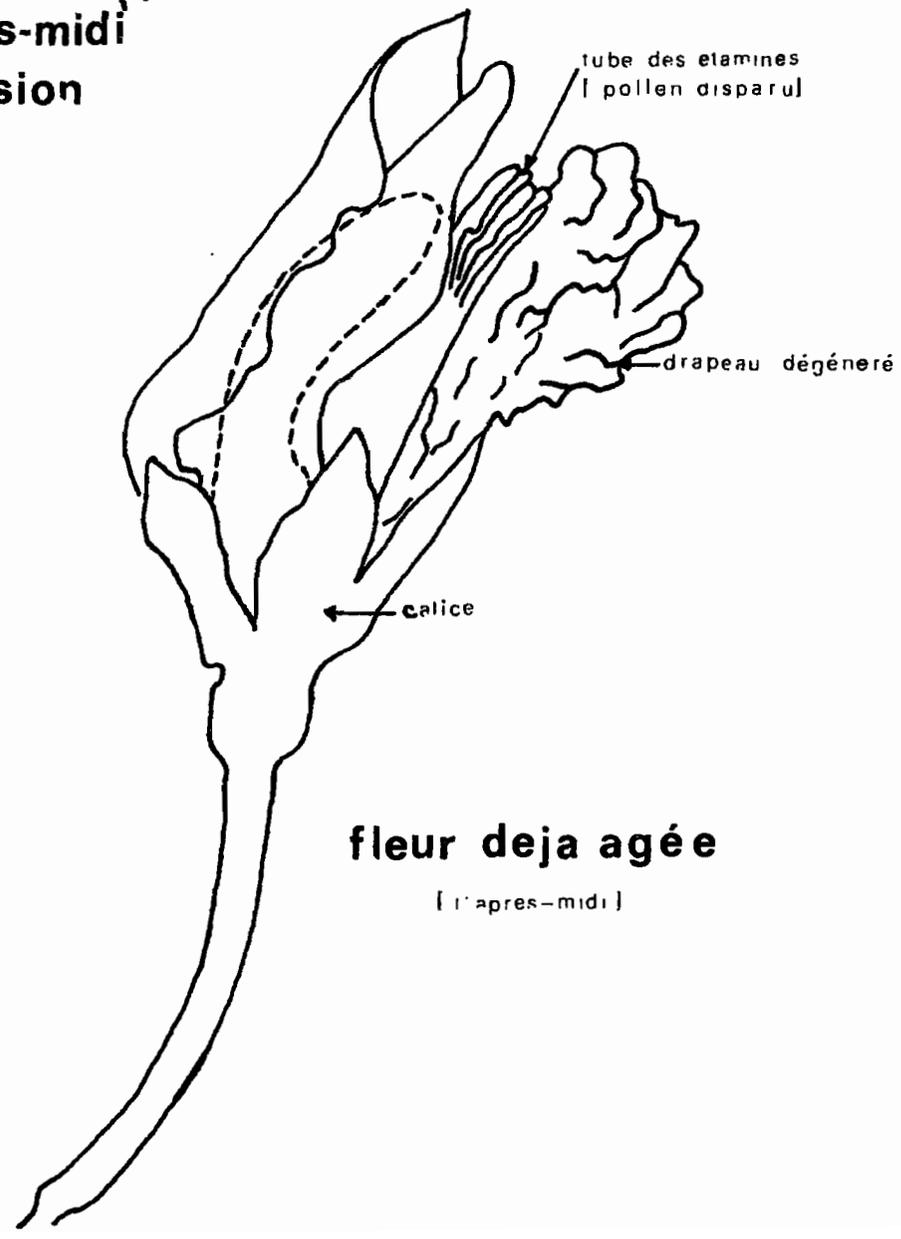
La fleur ouverte





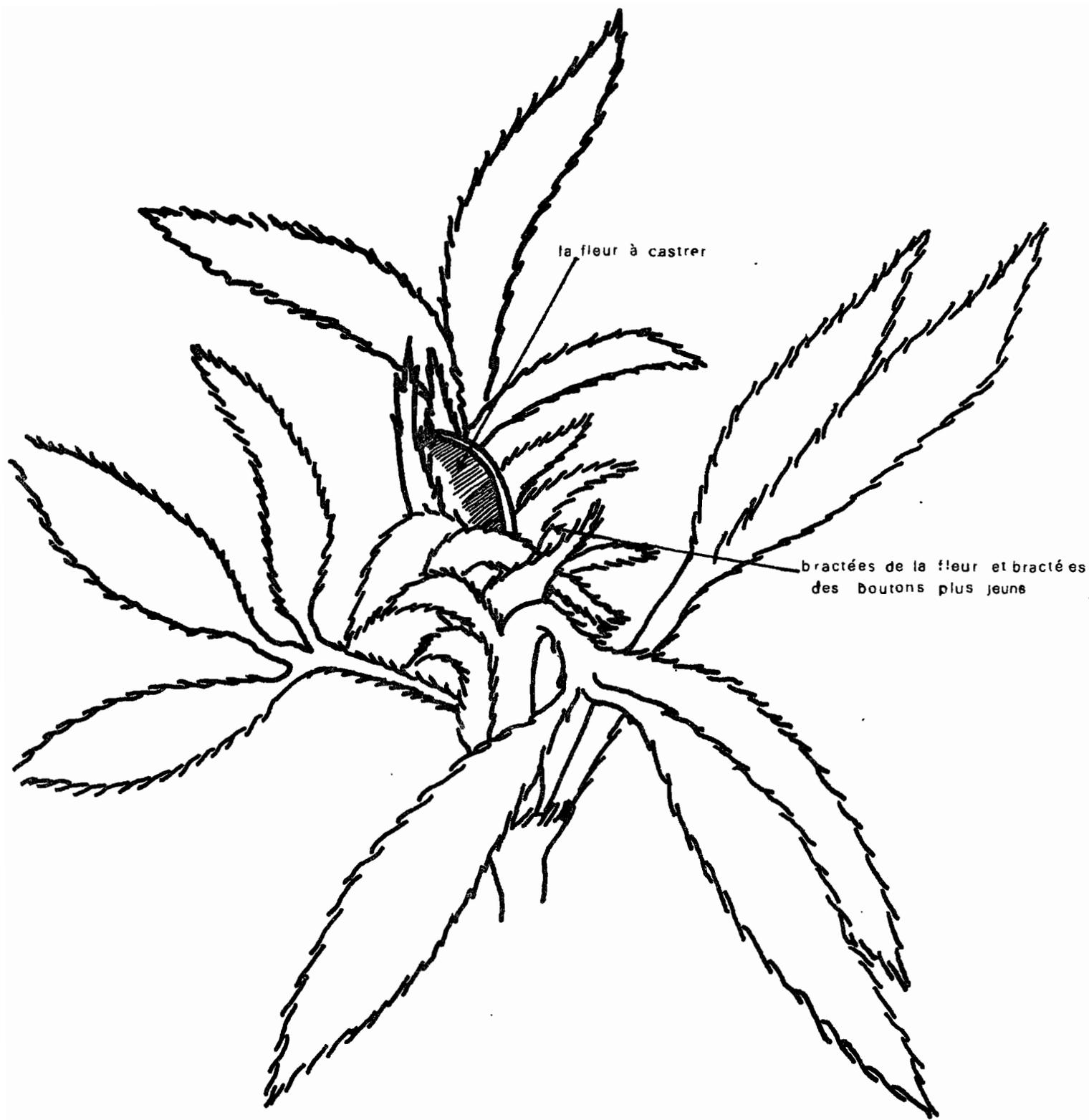
fleur juste avant l'éclosion

**fleur l'après-midi
avant l'éclosion**



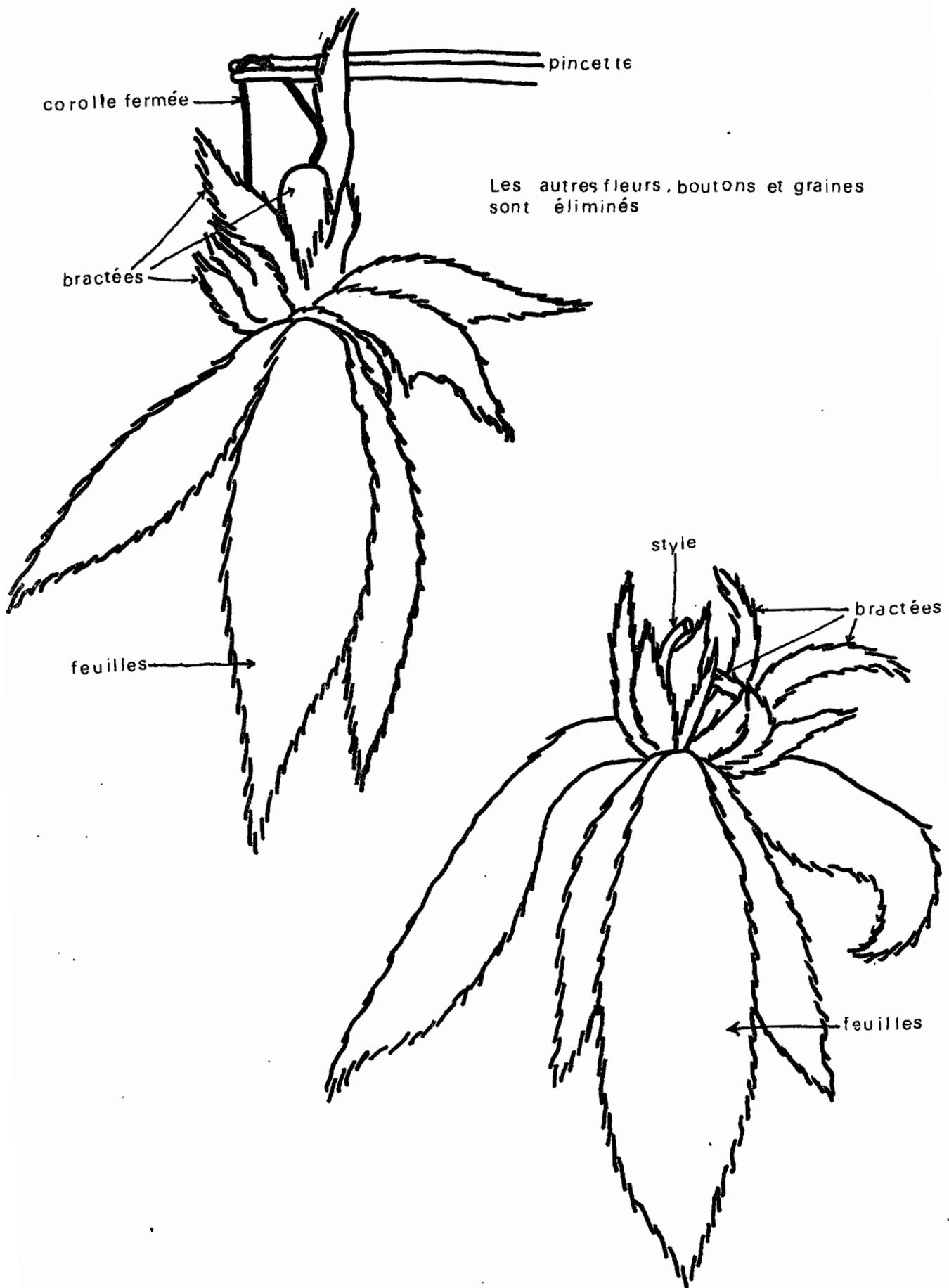
fleur déjà agée

[l'après-midi]

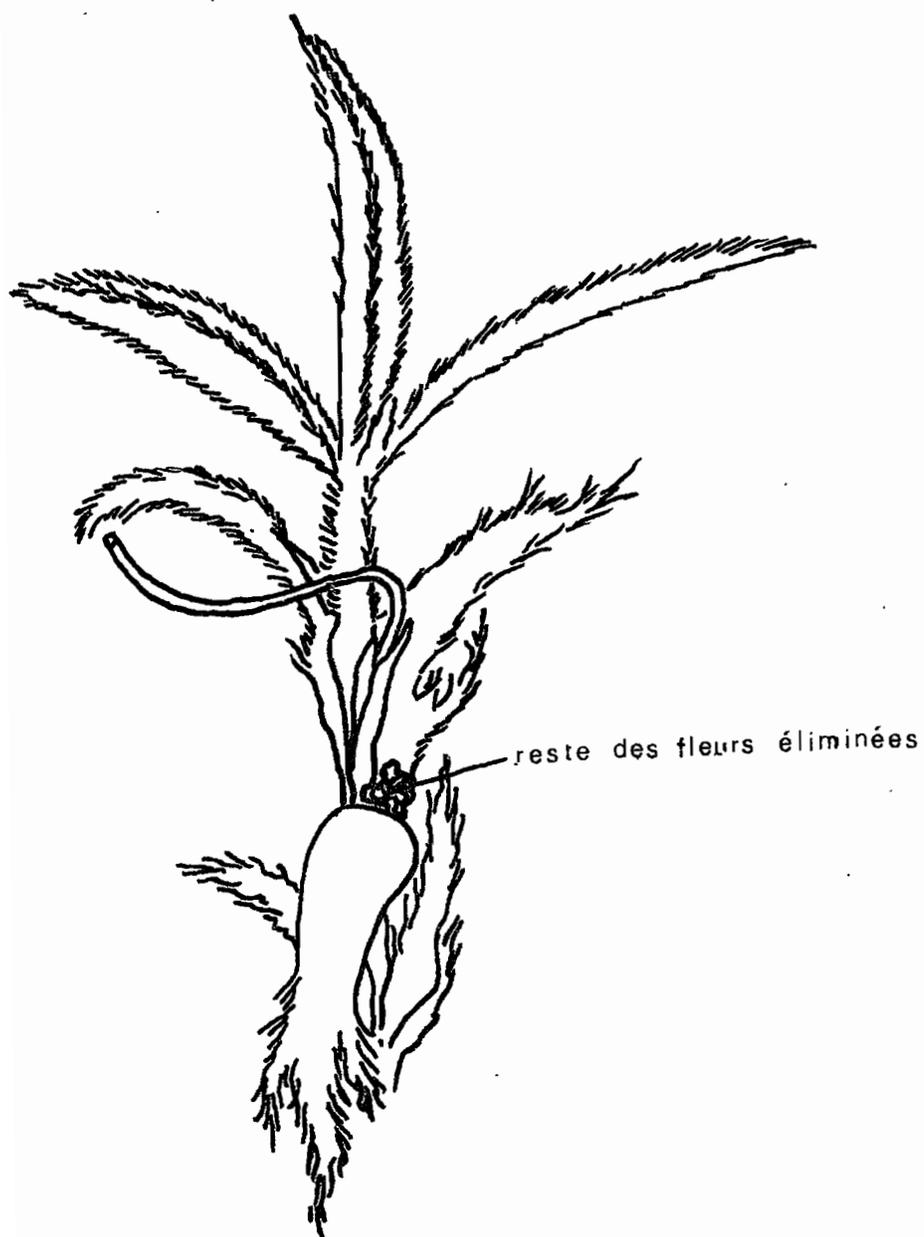


l'inflorescence avant la castration

La castration



Style, le matin de pollinisation



Le développement des graines

