

C.M.MESSIAEN  
J.Cohat, J.P.Leroux,  
M.Pichon, A.Beyries

# les allium alimentaires

reproduits par voie  
végétative

COLLECTION

DU LABO AU TERRAIN

 **INRA**  
EDITIONS



**COLLECTION**



# **les allium alimentaires reproduits par voie végétative**

**Charles-Marie MESSIAEN,  
Joseph COHAT, Maurice PICHON,  
Jean-Paul LEROUX et André BEYRIES**

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE  
147, rue de l'Université, 75338 PARIS Cedex 07

## DU LABO AU TERRAIN

*Ouvrages parus dans la même collection :*

**Combattre les ravageurs des cultures : enjeux et perspectives**

G. RIBA, Christine SILVY

1989, 230 p.

**Ennemis et maladies des prairies**

G. RAYNAL, J. GONDRAN,

R. BOURNOVILLE, M. COURTILOT éd.

1989, 252 p., 39 pl. couleur

**Cultures florales de serre en zone méditerranéenne française**

Éléments climatiques et physiologiques

Coédition INRA-PHM Revue Horticole

E. BERNINGER

1990, 208 p.

**Cultures en pots et conteneurs**

Principes agronomiques et applications

Coédition INRA-PHM Revue Horticole

F. LEMAIRE, A. DARTIGUES, L.-M. RIVIERE, S. CHARPENTIER

1990, 184 p.

**Le canard de Barbarie**

B. SAUVEUR, H. de CARVILLE éd.

1990, 182 p.

**L'escargot *Helix aspersa***

Biologie-élevage

J. C. BONNET, P. AUPINEL, J. L. VRILLON

1990, 124 p.

**Les herbicides : mode d'action et principes d'utilisation**

R. SCALLA, éd.

1991, 464 p.

**Les maladies des plantes maraîchères, 3<sup>e</sup> édition**

C. M. MESSIAEN, D. BLANCARD, F. ROUXEL, R. LAFON

1991, 552 p.

**Nutrition et alimentation des volailles**

M. LARBIER, B. LECLERCQ

1992, 355 p.

© INRA, Paris, 1993

ISBN : 2-7380-0422-9

ISSN : 1150-3564

Il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage – loi du 11 mars 1957 – sans autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'exploitation du droit de Copie, 6 bis rue Gabriel Laumain, 75010 Paris.

# ΕΠΙΓΡΑΦΗ

---

«Ὡς ἄρα φωνήσας πόρε φάρμαχον Ἄργειφόντες  
Ἐχ γαίης ἔρύσας, καί μοι φύσιν αὐτοῦ ἔδειξε  
Ῥίζη μὲν μέλαν ἔσχε, γάλακτι δὲ εἶχελον ἄνθος  
ΜΟΛΥ δέ μιν χαλέουσι θεοί. Χαλεπὸν δέ τ' ὀρύσσειν  
Ἄνδράει γε θνητοῖσι. Θεοὶ δέ τε πάντα δύνανται  
Ἑρμῆος μὲν ἔπειτ' ἀπέβη πρὸς μακρὸν Ὀλυμπίον  
Νῆσον ἅν ὕληεσσιν. »

*...Ayant ainsi parlé le dieu aux clairs rayons tirait du sol une herbe magique qu'avant de me donner il m'apprit à connaître : la racine en est noire, et la fleur blanc de lait ; « MOLY » l'appellent les dieux : ce n'est pas sans effort que les mortels l'arrachent, mais les dieux peuvent tout ! Puis Hermès, regagnant les sommets de l'Olympe disparut dans les bois...*

La plante magique remise par Hermès à Ulysse, pour le protéger des maléfices de Circé, était-elle un *Allium* ? LINNÉ semble l'avoir pensé, puisqu'il donna le nom de « *Moly* » à une espèce de la section *molium*, du sous-genre *Molium*.

# REMERCIEMENTS

---

Les cinq auteurs mentionnés en couverture : C. M. MESSIAEN, phytopathologiste et sélectionneur, ayant partagé son temps entre les climats méditerranéens et tropicaux ; J. COHAT, sélectionneur et physiologiste de l'Échalote ; M. PICHON, sélectionneur et physiologiste de l'Ail et de l'Échalote ; J. P. LEROUX, spécialiste de la régénération des clones et de la production de semences et A. BEYRIES, responsable pendant 15 ans de la collection d'*Allium* à Montpellier ne sont pas, et de loin, les seuls contributeurs. Nous remercierons plus particulièrement :

– pour les chapitres 2 et 3, le Professeur T. ETOH, Mme J. BOSCHER et P. HANELT qui, par leur correspondance et les tirés à part de leurs publications nous ont apporté un précieux concours. T. ETOH nous a, de plus, fait bénéficier de ses clones d'Ail séminifères ;

– pour le chapitre 4, Melle L. ESPAGNACQ et ses professeurs, ainsi que le regretté P. PEREAU-LEROY ;

– pour le chapitre 5, Mr S. AUBERT qui nous a fourni une précieuse documentation et a bien voulu relire le texte – ainsi que, de nouveau Mme J. BOSCHER ;

– pour le chapitre 6, les phytopathologistes : R. LAFON et Y. BUGARRET, R. SAMSON, J. MARROU, J. B. QUIOT, H. LOT, Brigitte DELÉCOLLE, J. GIANOTTI, B. ALLIOT, ... sans oublier la dernière arrivée, V. CHOVELON, qui reprend le flambeau de la virologie des *Allium* à l'INRA - Montfavet, et les zoologistes : G. CAUBEL, B. RAHN, J. MISSONIER, E. BRUNEL ainsi que Mme BOSCHER, déjà citée ci-dessus ;

– pour le chapitre 8 : H. VENDRAN, MMrs SALOMON et TOUREILLE, les directeurs successifs de l'UCCS-Top-semences, et R. ROUX, ingénieur de cette coopérative, chargé de l'Ail et de l'Échalote, H. DE BON – et encore une fois T. ETOH qui nous a communiqué sa collection de variétés extrême-orientales ;

– pour le chapitre 9 : Mr J. BRECHET, Mme A. GUIRONNET, Mrs J. MENEAU, J. GADAL (coopératives et groupements), J. P. CURVALE, R. LEFÈVRE, F. ORSINI, Mrs M. LE ROUX, J. L. PEDEN, B. MOREAU (CTIFL) et P. FLEURY qui, à des titres divers, ont participé activement à l'amélioration des connaissances et des techniques de production de l'Échalote ;

– pour le chapitre 10 : Mr BRAND, les ingénieurs du GNIS et de PROSEMAIL, et ceux du CTIFL à Balandran, en particulier MMrs PLANTON et JOUBERT, qui furent les premiers « mainteneurs » de clones d'Ail indemnes d'OYDV.

C. M. MESSIAEN remercie tout particulièrement son épouse et son fils David pour leur aide à la rédaction et au jardinage, et Mr FOURY pour sa lecture critique et constructive de l'ensemble de l'ouvrage.



# INTRODUCTION

---

Le but initial de cet ouvrage était de rassembler les résultats de plus de 30 ans de recherches poursuivies en France sur l'Ail et l'Échalote : c'est dans les années 50 que le regretté J. PAQUET entamait à l'INRA-Clermont-Ferrand la sélection clonale sur les deux espèces, et que R. LAFON (INRA-Bordeaux) démontrait l'efficacité, vis-à-vis de la Pourriture blanche de l'Ail, d'enrobages de caïeux de semence avec du pentachloronitrobenzène. Au début des années 60, on abordait à l'INRA-Montfavet l'étude de la situation virologique de l'Ail et des Échalotes, qui prit 20 ans pour se trouver définitivement éclaircie.

Cet effort de recherche aurait pu n'aboutir que sur des publications ou rester lettre morte, s'il n'avait pas bénéficié de l'intérêt et de la collaboration de la profession agricole : coopératives de production de semences, ingénieurs des Chambres d'Agriculture, qui aujourd'hui assurent la plus grande partie de l'expérimentation phytotechnique, phytosanitaire et variétale sur Ail et Échalote.

La production de semences certifiées a suscité depuis plus de 20 ans bon nombre de réunions et congrès réunissant chercheurs, ingénieurs agricoles, agriculteurs-multiplicateurs et agricultrices : celles-ci n'étant pas les dernières à exprimer leurs points de vue de façon souvent passionnée.

Mais il aurait été dommage de nous borner dans ce livre à évoquer les progrès et les problèmes de l'Ail et de l'Échalote en France. *Allium sativum* et *Allium cepa* ne sont pas les seules espèces du genre *Allium* à s'être engagées dans la voie de la multiplication végétative. Suivant les continents et les climats, non seulement d'autres variétés d'Ail et d'Échalote mais aussi d'autres *Allium* se reproduisent par voie végétative, soit entre les mains de l'homme qui les cultive, soit à l'état sauvage, pouvant alors être un objet de cueillette : nous en traiterons plus ou moins brièvement.

Par contre, nous ne donnerons ici aucune indication particulière sur les espèces ou variétés chez lesquelles prédomine la reproduction par graine : Oignon, Poireau, Ciboules japonaises, pour ne citer que les plus importantes.

Cet ouvrage ne prétendra pas, en effet, remplacer les deux « grands classiques » traitant des *Allium* cultivés : celui de JONES (1963) et, plus récemment, l'ouvrage collectif en 3 volumes publié par RABINOWITCH et BREWSTER (1990), auxquels d'ailleurs nous avons fait de larges emprunts.



# SOMMAIRE

---

<b>I. Multiplication végétative</b>	
La plante à l'état végétatif, la division de touffes	9
Bulbilles d'inflorescence	10
Bulbes à tuniques (ou « écailles ») concentriques	11
Caïeux sessiles ou pédicellés	12
<b>II. Place des espèces alimentaires dans le genre <i>Allium</i></b>	
Références bibliographiques	20
<b>III. Identité botanique, caractères végétatifs et floraux</b>	
Caractères déterminatifs	21
L'Ail ( <i>Allium sativum</i> L.)	23
La multiplication végétative chez le Poireau ( <i>Allium porrum</i> L.)	26
Les plantes sauvages voisines du Poireau	29
Les hexaploïdes à feuilles plates	31
<i>Allium tuberosum</i> Rottl. ex. Sprengl, la « Ciboulette chinoise »	32
L'Ajo de montaña de Cuba (Ail de montagne)	34
Les diverses formes à multiplication végétative d' <i>Allium cepa</i>	35
Les formes multipliées par voie végétative d' <i>Allium fistulosum</i> L.	38
Les hybrides <i>cepa</i> × <i>fistulosum</i>	39
La Ciboulette <i>Allium schænoprasum</i> L.	41
Le Rak'kyo, <i>Allium chinense</i> G. Don	41
Toutes les Liliacées bulbeuses alimentaires ne sont pas des <i>Allium</i>	43
Références bibliographiques	44
<b>IV. Physiologie du développement</b>	
Physiologie de l'Oignon ( <i>Allium cepa sensu stricto</i> )	45
Physiologie des Échalotes	50
Physiologie de l'Ail	63
Références bibliographiques	76
<b>V. Composition chimique des bulbes</b>	
Composition générale	79
Les glucides	79
Les lipides	82
Les protides et les précurseurs des substances aromatiques	82
Références bibliographiques	90
<b>VI. Maladies et ennemis des <i>Allium</i></b>	
Originalité des parasites des <i>Allium</i>	91

Avantages et inconvénients de la multiplication végétative	92
Parasites d'origine tellurique	93
Bactérioses	103
Maladies cryptogamiques des feuilles et des gaines pouvant éventuellement contaminer les bulbes	104
Conservation des bulbes : physiologie, champignons, acariens	109
Insectes et acariens ravageurs des <i>Allium</i>	113
Virus	120
Mycoplasmes	130
Maladies non parasitaires	130
Références bibliographiques	133
<b>VII. Principes de sélection</b>	
Sélection massale	139
Sélection clonale pour le rendement	139
Critères qualitatifs de sélection	147
Régénération par culture de méristèmes	150
Obtention de nouveaux clones par semis de graines	152
Peut-on concevoir des systèmes alternant la reproduction par graines et la multiplication végétative ?	157
Hybridations interspécifiques	159
Recours éventuel aux biotechnologies	160
Références bibliographiques	163
<b>VIII. Variétés d'Ail et modes de culture</b>	
Groupes variétaux	166
Phytotechnie	179
Références bibliographiques	192
<b>IX. Variétés d'Échalotes et modes de culture</b>	
Échalotes cultivées en France et en Europe	195
Échalotes de Louisiane	199
Échalotes tropicales	200
Phytotechnie	202
Références bibliographiques	211
<b>X. Production de semences certifiées</b>	
Choix des zones de production et des organismes multiplicateurs	214
Conditions agronomiques de production	214
Suivi des générations, contrôles	215
Difficultés rencontrées	216
Intérêt de la multiplication accélérée <i>in vitro</i>	217
Évolution de la production de semences certifiées	218
Risque de vulnérabilité génétique ?	220
Perspectives européennes et internationales	220
Références bibliographiques	222
Annexes	223
Index	227

# LA MULTIPLICATION VÉGÉTATIVE

---

La tendance à l'abandon de la reproduction par graines au profit de la multiplication végétative n'est pas, chez les *Allium*, une orientation seulement imposée par l'homme, elle se rencontre aussi bien chez les espèces sauvages que chez les formes cultivées, comme en témoigne dans le Sud de la France le comportement d'*Allium oleraceum* L. et *A. sphaerocephalum* L. (fig. 4 A et 4 B ; photo 1), et encore plus celui de la variété *compactum* d'*A. vineale* L. chez laquelle la production de graines a complètement disparu (fig. 4 C).

## 1. La plante à l'état végétatif, la division de touffes

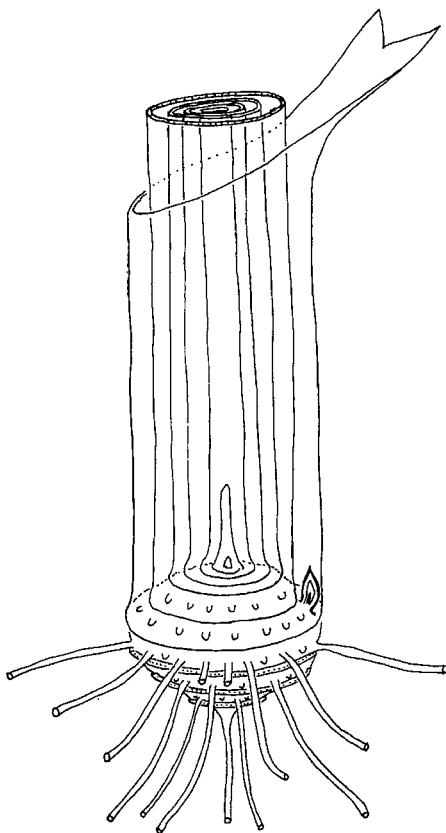
A l'état végétatif (jeune plante issue de graine, de bulbille, de caïeu) tous les *Allium* présentent une structure analogue : « plateau » conique représentant la tige, qui produit une succession de feuilles dont les gaines foliaires cylindriques s'emboîtent les unes dans les autres (fig. 1). Les limbes foliaires peuvent être de structures très diverses : plats avec une nervure centrale bien marquée, plats avec une nervure médiane peu marquée ou non apparente, cylindriques creux, ou cylindriques aplatis à parois soudées (fig. 8).

Par apparition de bourgeons axillaires se développant eux aussi de façon végétative, phénomène analogue au « tallage » des céréales, la jeune plante peut donner naissance à une **touffe** dont il est possible de tirer de nouveaux plants par division (fig. 2). C'est le mode de reproduction des « Cives » et du « Petit Poireau » aux Antilles (chap. 3).

Les feuilles d'*Allium* n'ont qu'une durée de vie limitée. L'émission de racines (comme celle de bourgeons axillaires) a lieu en effet à chaque entrenœud selon un anneau situé juste au-dessus de la base de la gaine foliaire, que les racines doivent traverser pour rejoindre le sol. Les feuilles dont la gaine est ainsi déchirée sont condamnées à disparaître.

Les nœuds ayant émis des racines, après leur défoliation, peuvent, suivant les cas, subsister en donnant naissance à un **rhizome**, comme chez la « Ciboulette Chinoise » (*A. tuberosum*), ou le plus souvent s'atrophier et disparaître.

Les **racines** de certains *Allium*, pour permettre aux plantes de rester bien ancrées dans le sol (et par la suite aux bulbes de devenir souterrains), sont contractiles, et donc **tractrices**, bien que dans une plus faible mesure que celles de Colchique ou de Muscari. On le voit, par exemple chez l'Ail, à leur apparence plissée en accordéon sur une partie de leur longueur. Les racines d'*Allium cepa* sont peu contractiles et, par voie de conséquence, les bulbes peu enfoncés dans le sol.



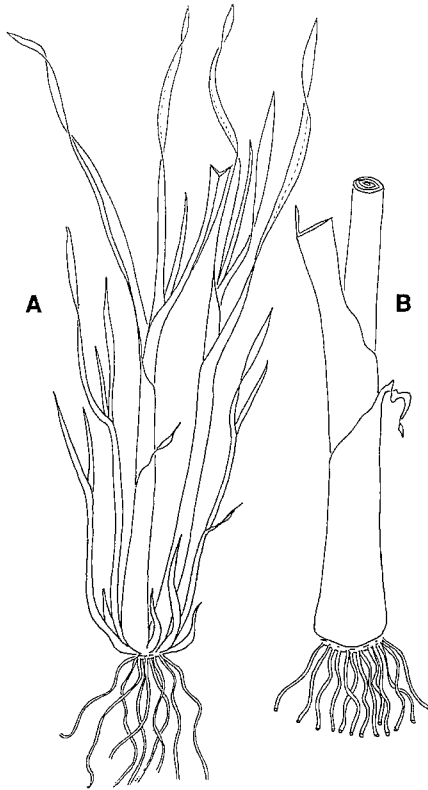
**Figure 1.** – Une plante d'*Allium* à l'état végétatif (schématique).

Les racines d'*Allium* sont très régulièrement colonisées par des champignons appartenant aux Endogonacées (ex. : *Glomus mossae*) qui constituent à l'intérieur de leur parenchyme cortical des **mycorhizes** vésiculo-arbusculaires. Ces mycorhizes jouent un rôle important dans l'alimentation des *Allium* en acide phosphorique, à partir des réserves insolubles du sol. Des semis de Poireau en sol stérilisé peuvent rester chétifs pour cette raison. Les *Allium* à reproduction végétative ne semblent pas présenter de problèmes dus à l'absence de mycorhizes, même lorsque les bulbes ou caïeux de semence sont abondamment enrobés de fongicides (benzimidazoles, dicarboximides)\*.

## 2. Bulbilles d'inflorescence

La floraison, quand elle a lieu chez les *Allium*, débute par l'élongation du bourgeon terminal d'une tige en **hampe florale**.

\* L'observation sur Poireau, et la vérification de l'innocuité des fongicides vis-à-vis des mycorhizes en traitement de semences sont dues à A. TROUVELOT (INRA – Dijon – comm. pers.).

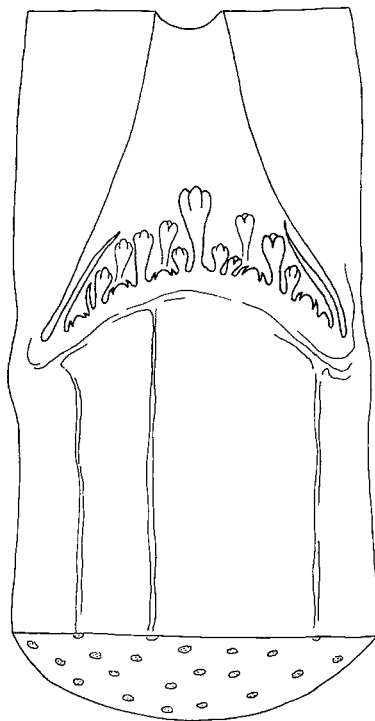


**Figure 2.** – Formation d'une « touffe » chez le Petit Poireau antillais (A), comparé au Poireau classique reproduit par graines (B).

Celle-ci, selon les espèces, peut être cylindrique pleine, cylindrique creuse, ou pleine de section polygonale ou ovale. La jeune hampe florale porte à son sommet un massif méristématique hémisphérique enclos dans une **spathe**, que l'on peut considérer comme formé de deux feuilles (ou bractées) soudées. Ce massif se hérissé d'ébauches de fleurs, et se transforme en **ombelle**. Mais il peut aussi comporter des ébauches végétales qui se transforment soit en plantules, soit en **bulbilles** (fig. 3 et 4). La structure de ces organes est homologue de celle des bulbes formés par la plante : bulbilles à tuniques concentriques pour *Allium cepa*, bulbilles de structure analogue à celle d'un caïeu pour *Allium sativum*.

### 3. Bulbes à tuniques (ou « écailles ») concentriques

La formation de tels bulbes peut avoir deux finalités distinctes, suivant le devenir du, ou le plus souvent des bourgeons qu'ils contiennent, et qui se développent au dépens



**Figure 3.** – Coupe longitudinale dans une jeune inflorescence d’Ail (d’après MESSIAEN et LEROUX, 1968, qui avaient vu, ou cru voir, une distinction précoce entre ébauches de fleurs et ébauches de bulbilles).

des réserves accumulées dans les écailles charnues en fin de saison de végétation. Ils peuvent évoluer directement en hampes florales, comme chez les variétés d’Oignon (*A. cepa*) reproduites par graines, ou évoluer de façon végétative pour donner en fin de saison de nouveaux bulbes, comme chez les Échalotes (*A. cepa* var. *aggregatum*).

Les écailles charnues qui composent ces bulbes sont soit toutes des gaines foliaires pourvues de limbes (ex. : bulbes d’*A. chinense*), soit, pour une certaine partie d’entre elles, des gaines dépourvues de limbes (bulbes d’*Allium cepa*).

Les deux modes d’évolution des bourgeons peuvent coexister : il n’est pas rare de rencontrer, à la base de plantes d’Oignon porte-graines, un ou deux bulbes chétifs. Des échalotes cultivées en conditions très favorables à la production de hampes florales peuvent elles aussi présenter à la fois les deux modes de reproduction (fig. 5).

#### 4. Caïeux sessiles ou pédicellés

Ces organes caractérisent d’autres espèces d’*Allium* que celles qui produisent des bulbes à tuniques concentriques.



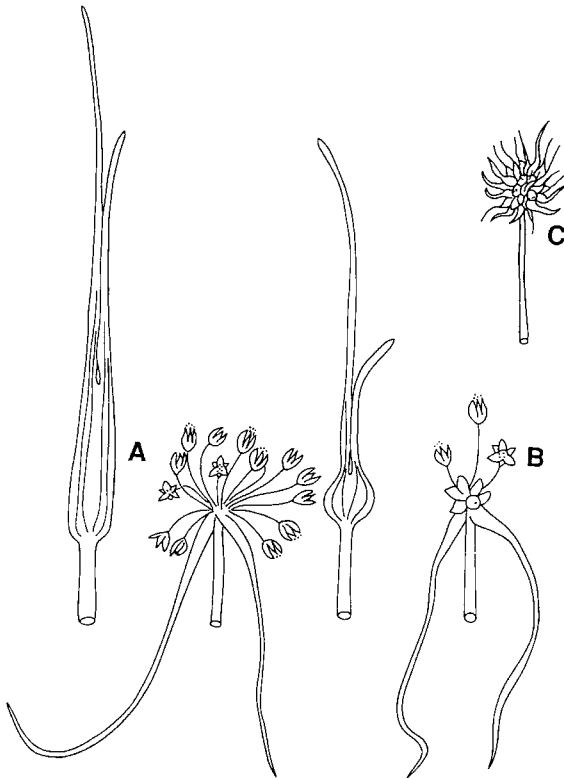


Figure 4. – Reproduction végétative chez des *Allium* sauvages.

A - *Allium paniculatum* (non bulbillifère) - B - *A. oleraceum* (mixte).  
C - *Allium vineale* var. *compactum* (exclusivement bulbillifère).

Le « **caïeu** » ne comporte qu'une seule gaine foliaire charnue abritant un bourgeon unique, entourée d'une ou deux gaines coriaces, desséchées, jouant le rôle de « tunique »\*.

Différencié à partir d'un bourgeon terminal, le caïeu sera de section circulaire, de forme sphaéro-conique (« **caïeu rond** » ; photo 2). Mais la plupart du temps les caïeux se différencient à partir de bourgeons axillaires ; ils sont alors hémisphériques à extrémité supérieure pointue, ou, s'ils sont plusieurs au même entrenœud et non pédicellés, en forme de tranche de mandarine ; ces divers types de caïeux sont « sessiles », c'est-à-dire directement insérés sur le plateau.

Certains *Allium* produisent de plus des **caïeux pédicellés**, que l'on pourrait appeler aussi « bulbilles souterraines ».

Ceux-ci peuvent, suivant la précocité de leur apparition, rester inclus dans les gaines foliaires, ou, à la décomposition de celles-ci, se trouver libérés dans le sol en restant au début reliés au plateau par leur pédicelle. Ils sont en général différenciés à l'aisselle de

\* Nous avons choisi d'attribuer au mot « caïeu » ce sens restreint. Pour certains botanistes il peut désigner tout organe bulbeux axillaire : les bulbes-fils d'Échalotes seraient ainsi des « caïeux ».

gainés foliaires qui précèdent celles qui hébergent les caïeux sessiles. Plus petits que ces derniers chez l'hexaploïde cultivé, ou chez *A. polyanthum*, ils sont de taille comparable chez l'espèce sauvage *A. sphaerocephalum* (fig. 6).

Nous rencontrerons chez les *Allium* cultivés multipliés par voie végétative toutes les possibilités de multiplication décrites ci-dessus :

- division de touffes,
- bulbilles d'inflorescence,
- bulbes à tuniques concentriques,
- caïeux ronds,
- bulbes composés de caïeux sessiles,
- caïeux pédicellés.

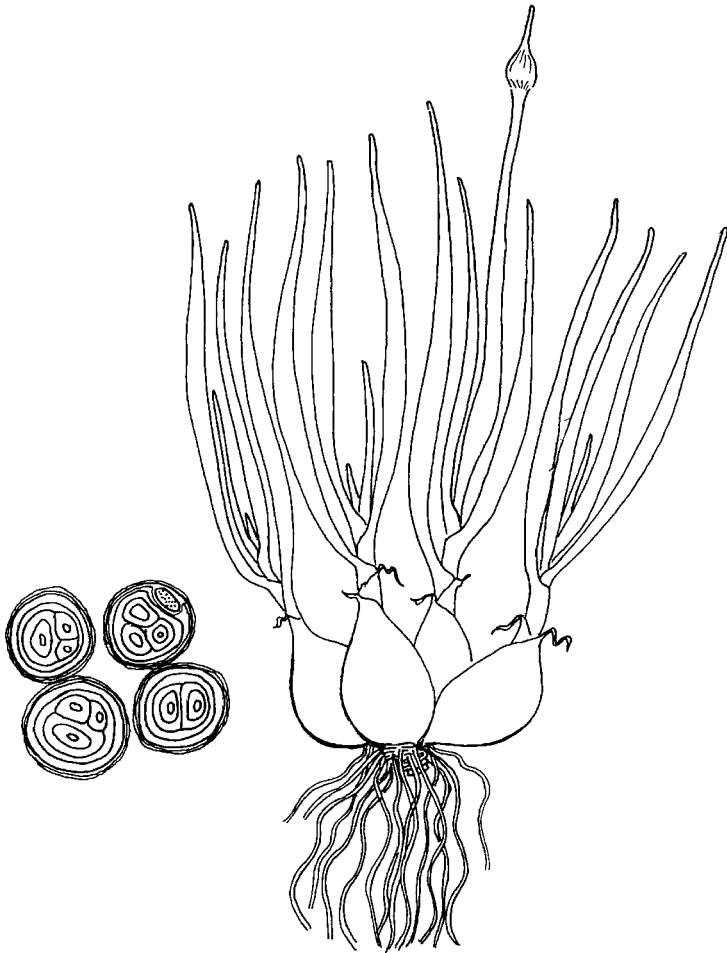
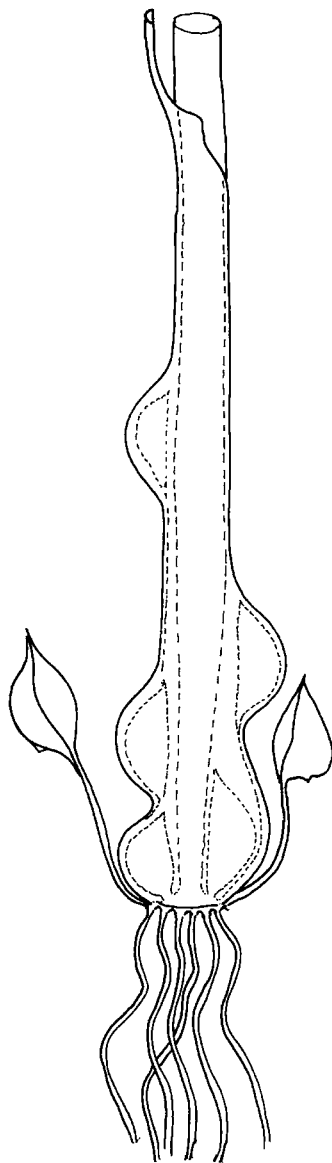


Figure 5. – Apparition simultanée, chez une Échalote tropicale, d'une hampe florale et d'une touffe de bulbes tuniqués.



**Figure 6.** – Caïeux pédicellés et caïeux sessiles de calibre comparable chez l'espèce sauvage *Allium sphaerocephalum*.

Le tableau 1 indique l'importance de ces divers modes de reproduction suivant les espèces.

**Tableau 1.** Systèmes de reproduction et de multiplication des *Allium* alimentaires les plus courants

Espèce	Cultivar	Division de touffes	Bulbilles d'inflorescence	Multiplication de bulbes à tuniques concentriques	Bulbes à caïeux sessiles	Caïeux pédicellés	Reproduction par graines
<i>A. porrum</i>	Poireaux classiques	-	⊕	-	⊕	-	+++
	Poireaux bulbeux	-	-	-	+++	ε	++
	Petit Poireau antillais	+++	-	-	+++ (3)	ε	-
<i>A. polyanthum</i>	Poireau des Vignes	-	-	-	++	+++	♂ stérile
?	Hexaploïde cultivé	-	-	-	+++	+++	+
<i>A. sativum</i>	Ail (var. sans H.F.)	-	-	-	+++	-	-
	Ail (var. avec H.F.)	-	+++	-	+++	-	⊕ (1)
<i>A. tuberosum</i>	Ciboulette chinoise	+++	-	-	-	-	+++
<i>A. schænoprasum</i>	Ciboulette	+++	-	-	-	-	+++
<i>A. cepa</i>	Oignon	-	ε	ε	-	-	+++
	Échalotes	⊕	-	+++	-	-	+(2)
	Ciboule vivace	+++	+	+++	-	-	ε
	Cive rouge antillaise	+++	-	+++ (3)	-	-	-
<i>A. fistulosum</i>	Ciboules japonaises	+	-	-	-	-	+++
	Ciboule du Congo	+++	-	-	-	-	+++
	Cive jaune antillaise	+++	-	-	-	-	++ (3)
<i>A. x proliferum</i>	Oignon vivipare	-	+++	++	-	-	-
<i>A. chinense</i>	Rak'kyo	-	-	+++	-	-	-

ε : très rarement observé

+ : possible

++ : assez fréquent

+++ : mode majeur de reproduction ou de multiplication

⊕ : peut être obtenu par voie artificielle

(1) : seulement sur certains clones, après excision des bulbilles d'inflorescence

(2) : la production de hampes florales varie suivant les cultivars et les conditions de culture

(3) : ne se produit qu'en climat tempéré, lorsqu'on y cultive ces cultivars tropicaux