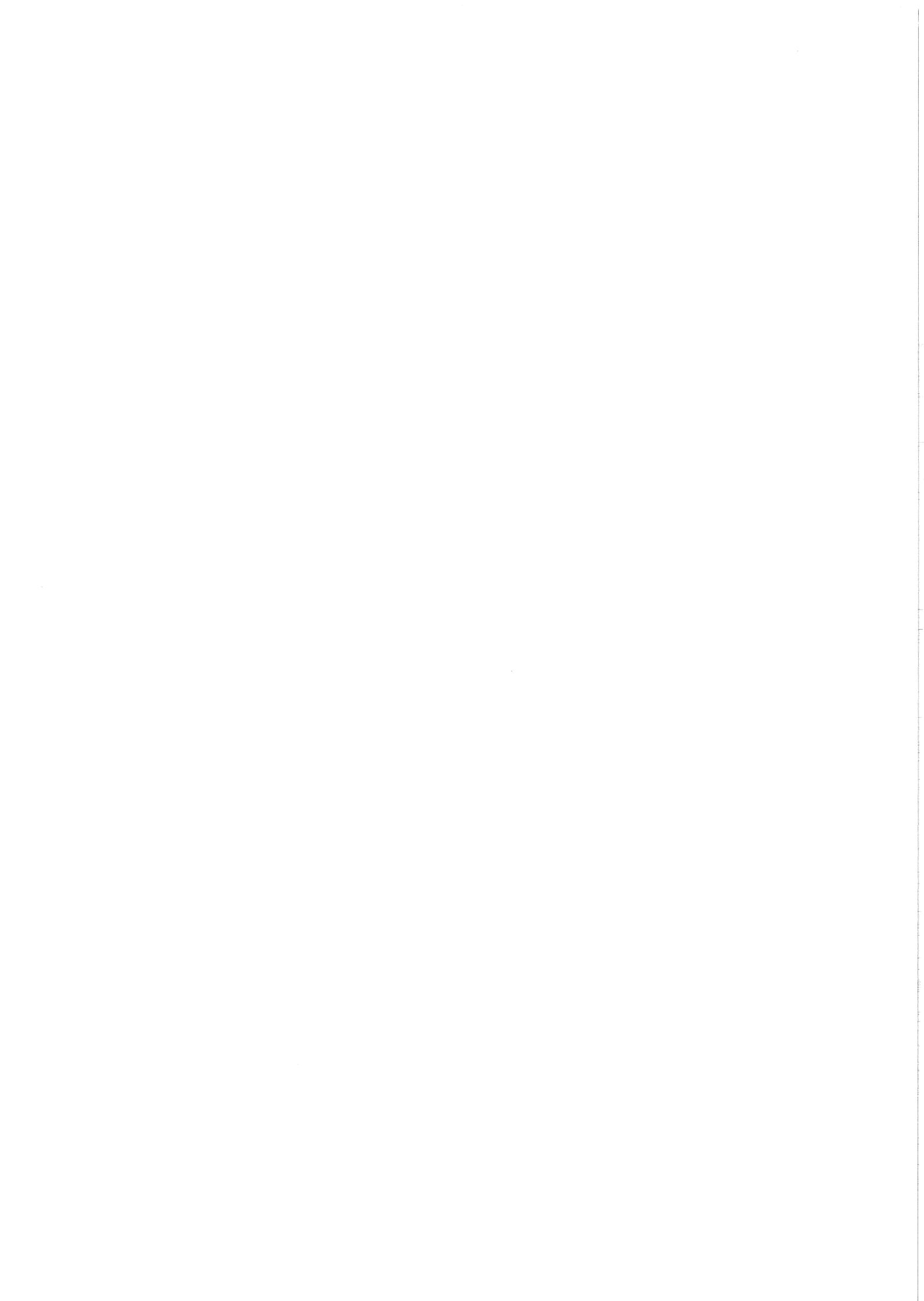


Etude des callitriches

de Belgique et des régions limitrophes

- ***3 clés de détermination***
- ***données morphologiques, stationnelles et socio-écologiques***





— Table des Matières. —

- Morphologie des Callitriches	1
- Clé des Callitriches (d'après Schotsman,H.D.,1967 ,modifié)	2
- Planches (8) des Callitriches	4
- Habitus des Callitriches: 2 planches	11
- Clé anglaise des Callitriches (d'après Stace,CI.,1997,modifié)	13
- Clé des Callitriches (avec microscope) (d'après Lansdown,R.V.,2008, modifié)	16
- Légende des planches suivantes	18
- Planches (7) des Callitriches (avec caractères microscopiques)	19
- Caractères végétatifs et floristiques des Callitriches: Ecailles ("poils" ou "poils glanduleux")-Caractères foliaires- "Bractéoles"ou bractées-Grains de pollen-Caractères des fruits	26
- Les mesures à effectuer en mm	30
- Tableau des fruits des Callitriches	31
- Données stationnelles et socio-écologiques pour chaque espèce ou taxon	32
- Livres consultés	36

N.B. Une partie de cette étude (p. 1 à 12 et 32 à 36) est tirée
de: "Etude des plantes aquatiques de Belgique et des régions
limitrophes" par J.Leurquin,2006

Figure de la couverture (Callitriche platycarpa) extraite de
Haslam,S.et al.,1975

Taxons repris dans l'étude: Callitriche

- C. brutia* Petagna = *C. brutia* var. *brutia* Petagna
(Callitriche pédonculé)
- C. hamulata* Kütz. ex W.D.J.Koch = *C. brutia* var. *hamulata* (Kütz. ex W.D.J.Koch)
(Callitriche à crochets) Lansdown
- C. hermaphroditica* subsp. *hermaphroditica* L.
" subsp. *macrocarpa* (Hegelm.) Lansdown
(Callitriche automnal)
- C. obtusangula* Le Gall
(Callitriche à angles obtus)
- C. palustris* L.
(Callitriche des marais)
- C. platycarpa* Kütz. in Rchb.
(Callitriche à fruits plats)
- C. stagnalis* Scop.
(Callitriche des eaux stagnantes)
- C. truncata* Guss. subsp. *occidentalis* (Rouy) Br.-Bl.
(Callitriche tronqué)



Callitriche obtusangula

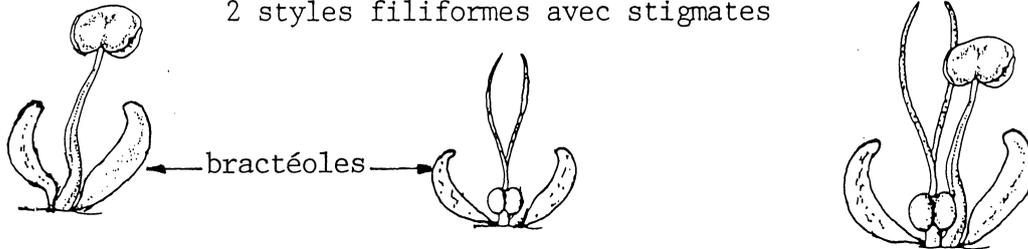
(Haslam, S. et al., 1975)

— Morphologie des Callitriches. —

Les fleurs, situées à la base des feuilles, sont **unisexuées**, sans pétales, ni sépales. Chez la plupart des espèces, elles sont munies de 2 petites bractéoles membraneuses, caduques ou persistantes.

Fleur mâle: 1 étamine à long filet filiforme et anthère réniforme

Fleur femelle: 2 carpelles soudés: ovaire supère à 4 loges (1 ovule par loge),
2 styles filiformes avec stigmates

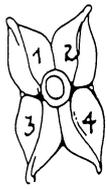


Fl.mâle solitaire

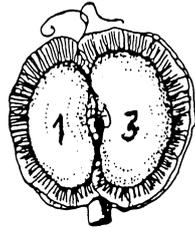
Fl.femelle solitaire

Fl.mâle et femelle couplées

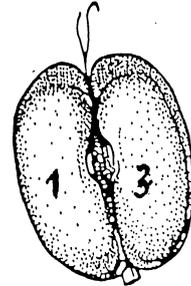
Fruit: 4 méricarpes à 1 graine chacun (=akènes), ailés ou non, se séparant à maturité



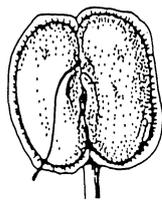
Fruit à 4 méricarpes



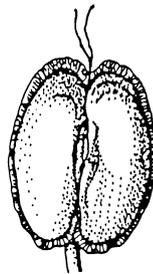
Méricarpes ailés



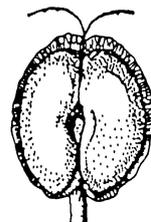
Méricarpes non ailés



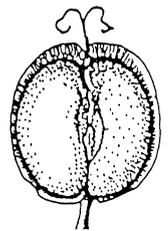
appliqués



dressés



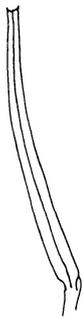
étalés



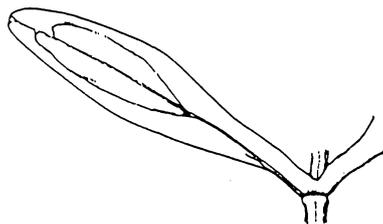
recourbés

Restes des
styles:

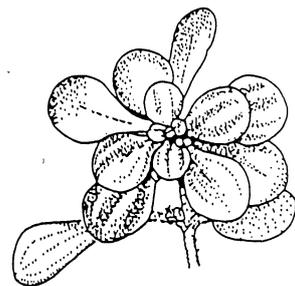
Feuilles: simples, sessiles, opposées



F. submergée
(accomodat aquatique)



F. flottante ou exondée
(accomodat terrestre)



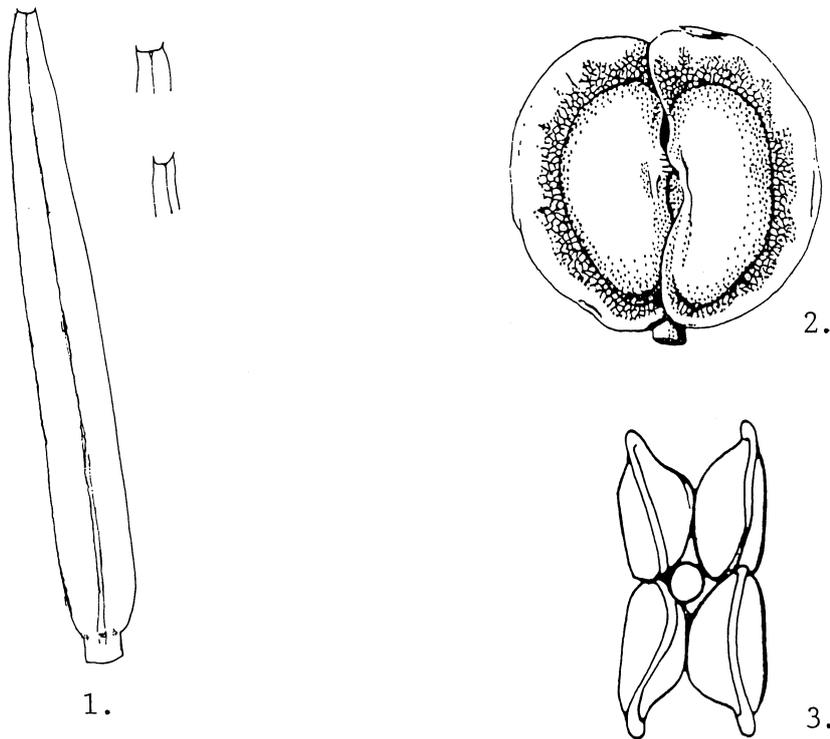
Rosette de f. flottantes

Clé des Callitriches.(d'après Schotsman,1967,modifié)

1. F.à limbe translucide (comme celui d'*Elodea* sp.),plus étroit au sommet que vers la base;f.toutes submergées,† linéaires;fleurs sans bractéoles
 2. Fruit suborbiculaire,de 1,4-2,2(3,3)mm,rare;méricarpes ailés,au moins dans la partie supérieure (aile large de 0,1-0,5mm);styles persistants, longs et retombants;limbe fol.de 8-18mm de long,fortement échancré au sommet,vert clair (Pl.I,p.4) **C.hermaphroditica**
(Callitriche automnal)
 2. Fruit plus large que long,de 1-1,2 x 1,4-1,6mm,commun;méricarpes non ailés,à dos obtus;styles caducs;limbe fol.de 5-11mm de long,tronqué à faiblement échancré au sommet,vert foncé (Pl.II,p.4) **C.truncata subsp.occidentalis**
(Callitriche tronqué)
1. F.à limbe opaque;f.supérieures disposées en rosettes flottantes;fleurs munies de bractéoles
 3. Restes des styles réfléchis et appliqués contre les flancs du fruit;méricarpes ailés;anthère et grains de pollen incolores;bractéoles caduques
 4. Fruit suborbiculaire,de 1,2-1,5mm,sessile ou muni d'un pédoncule < 2mm;méricarpes étroitement ailés (aile < 0,1mm de large);f.submergées inf. à limbe linéaire,élargi à l'apex avec une profonde échancrure en forme de croissant (en "clé anglaise") (Pl.III,p.5) **C.hamulata**
(= *C.brutia* var.hamulata) (Callitriche à crochets)
 4. Fruit largement elliptique ou suborbiculaire,de 1-1,4 x 1-1,2mm, sessile (accomodat aquatique) ou muni d'un pédoncule de 2-10mm (accomodat terrestre);méricarpes plus largement ailés (aile ≥ 0,1mm de large);f.submergées inf.à limbe linéaire,un peu rigide,non élargi à l'apex avec échancrure de forme variable (en V ou en U,parfois asymétrique \mathcal{M}) (Pl.IV,p.6) **C.brutia**
(= *C.brutia* var.brutia) (Callitriche pédonculé)
 3. Restes des styles dressés,étalés ou recourbés,mais non appliqués contre les flancs du fruit;méricarpes ailés ou non;anthère et grains de pollen colorés;bractéoles présentes et persistantes

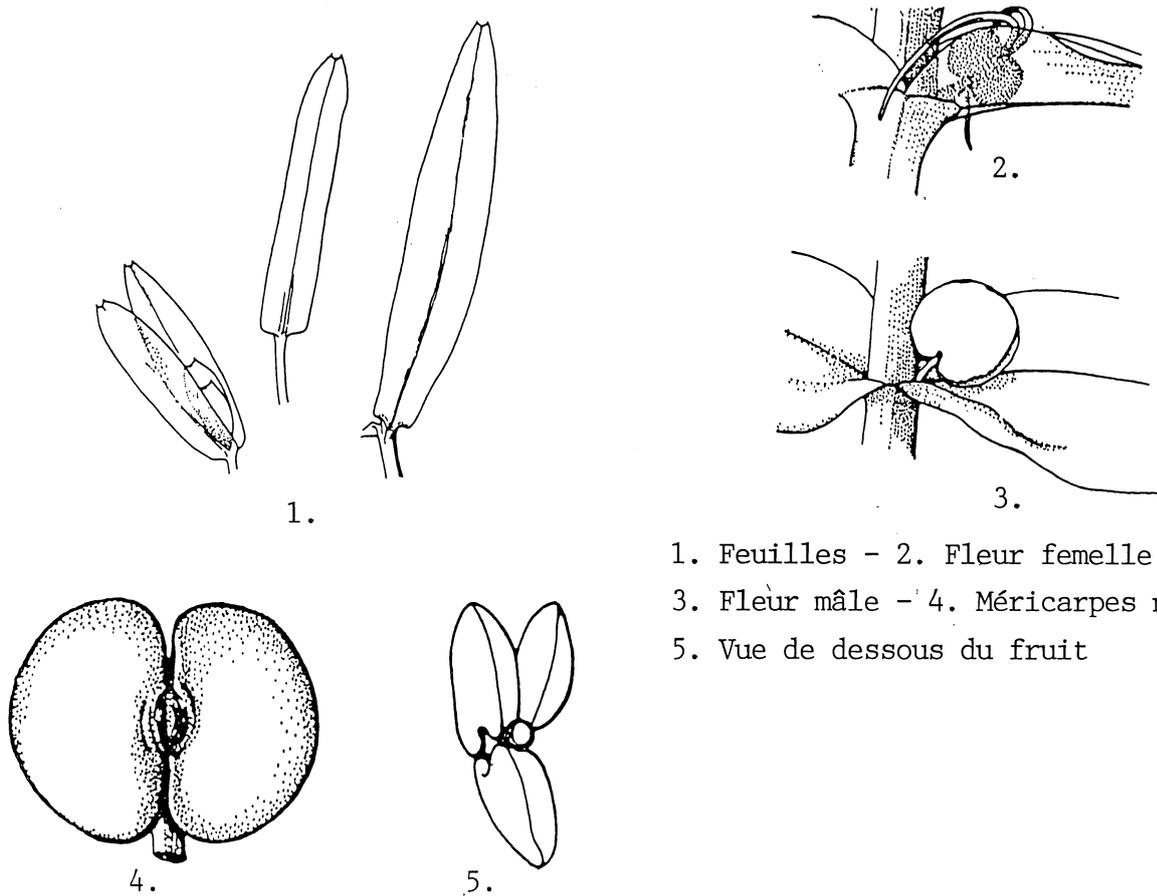
5. Méricarpes non ailés, à dos arrondi; f. des rosettes flottantes nombreuses (20 env.) à limbe losangique; grains de pollen longuement ellipsoïdaux ou faiblement réniformes (**Pl.V, p.7**) **C.obtusangula**
(Callitriche à angles obtus)
5. Méricarpes ailés, parfois seulement dans la partie supérieure; f. des rosettes flottantes peu nombreuses (6-10 env.) à limbe jamais losangique
6. Méricarpes ailés seulement dans la partie supérieure; fruit petit, long de 1-1,4mm, large de 0,7-0,8mm, gén. un peu rétréci vers la base, noirâtre à maturité (**Pl.VI, p.8**) **C.palustris**
(Callitriche des marais)
6. Méricarpes ailés de la base au sommet; fruit gén. orbiculaire, de 1,4mm au moins
7. Méricarpes largement ailés (aile de 0,12-0,25mm de large; l.marge/l.méricarpe= 1/4 env.), divergents; fruit brun jaunâtre à maturité; étamine longue de 2mm, à anthère large de 0,5mm; grains de pollen sphériques; f. des rosettes flottantes largement elliptiques ou suborbiculaires (**Pl.VII, p.9**) **C.stagnalis**
(Callitriche des eaux stagnantes)
7. Méricarpes étroitement ailés (aile de 0,07- 0,10mm de large; l.marge/l.méricarpe= 1/8 env.); souvent 1 ou 2 méricarpes avortés; fruit brun foncé à maturité; étamine longue de 4mm, à anthère large de 1mm; grains de pollen de forme irrégulière; f. des rosettes flottantes elliptiques (**Pl.VIII, p.10**)
C.platycarpa
(Callitriche à fruits plats)

N.B. Tous les dessins au trait des pages 1 à 10 sont tirés de la monographie de Schotsman, H.D., 1967; ceux des pages 11 et 12 sont tirés de "British water plants" de Haslam, S., Sinker, Ch., Wolseley, P., 1975.

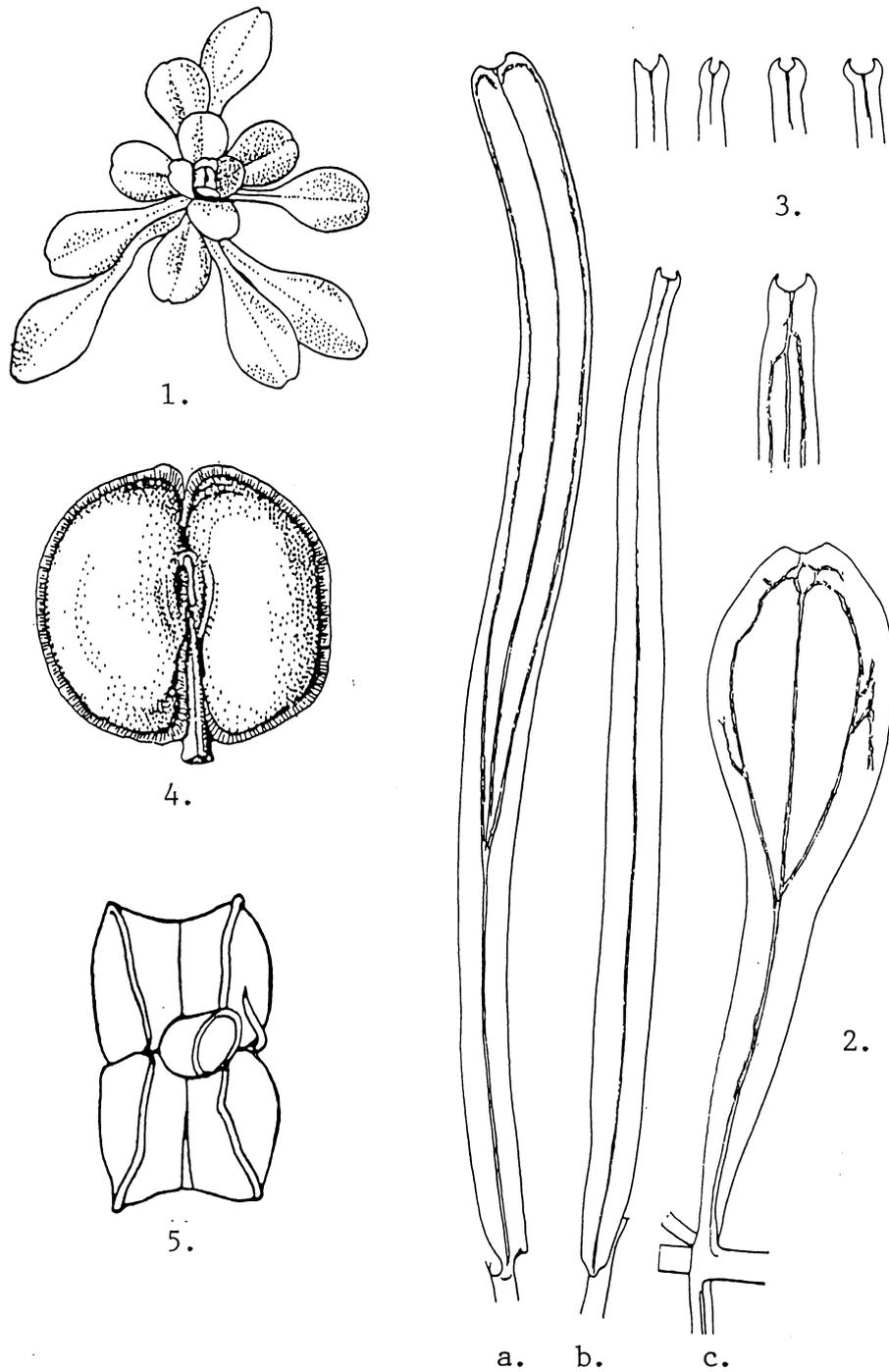


1. Feuille avec apex fort échancré
2. Méricarpes ailés - 3. Vue de dessous du fruit

Pl.II — Callitriche truncata subsp.occidentalis. —



1. Feuilles - 2. Fleur femelle
3. Fleur mâle - 4. Méricarpes non ailés
5. Vue de dessous du fruit

Pl. III — Callitriche hamulata. —

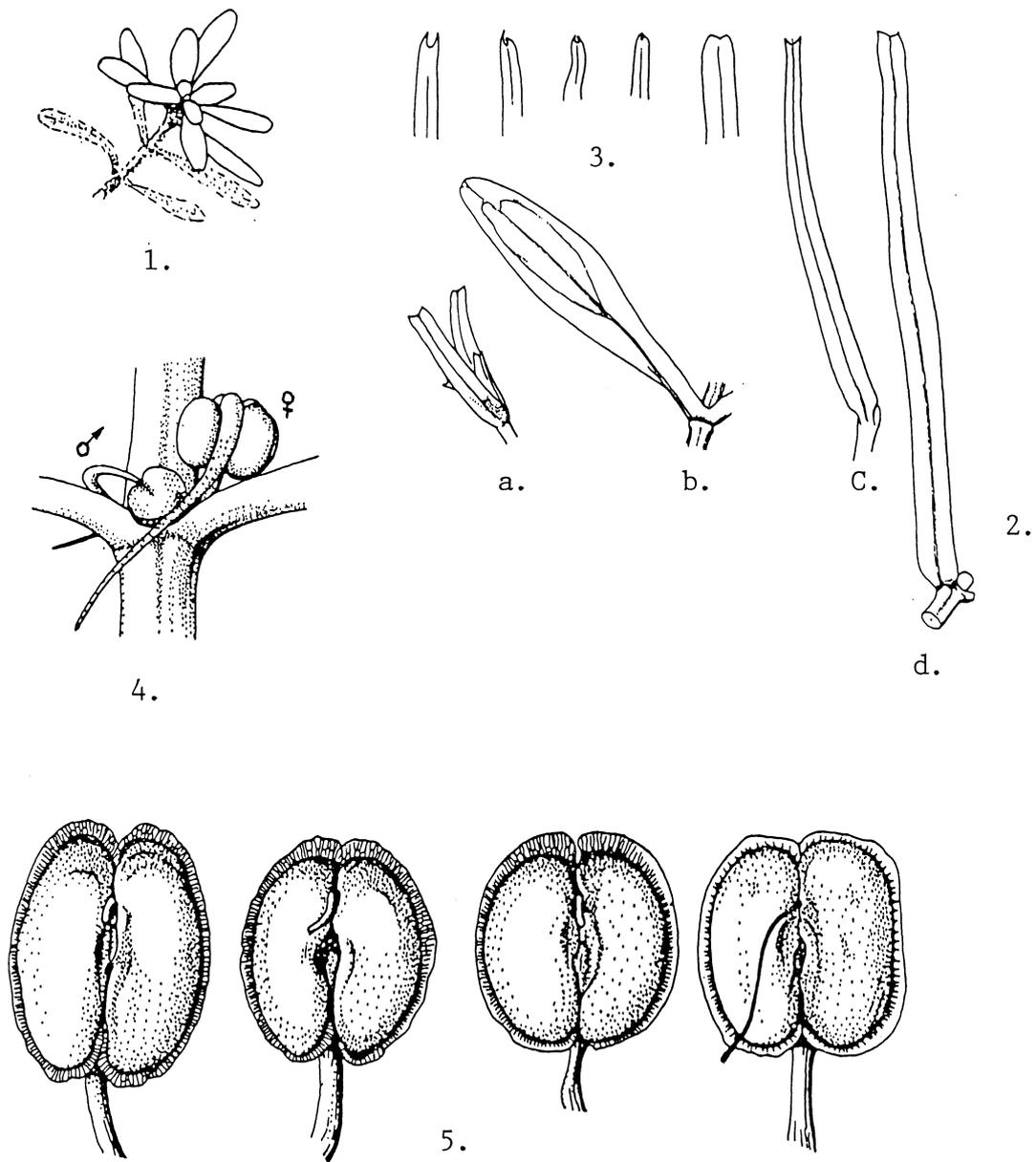
1. Rosette flottante

2. Feuilles: a - b: formes submergées ; c: forme spatulée d'une rosette

3. Apex foliaires en "clé anglaise"

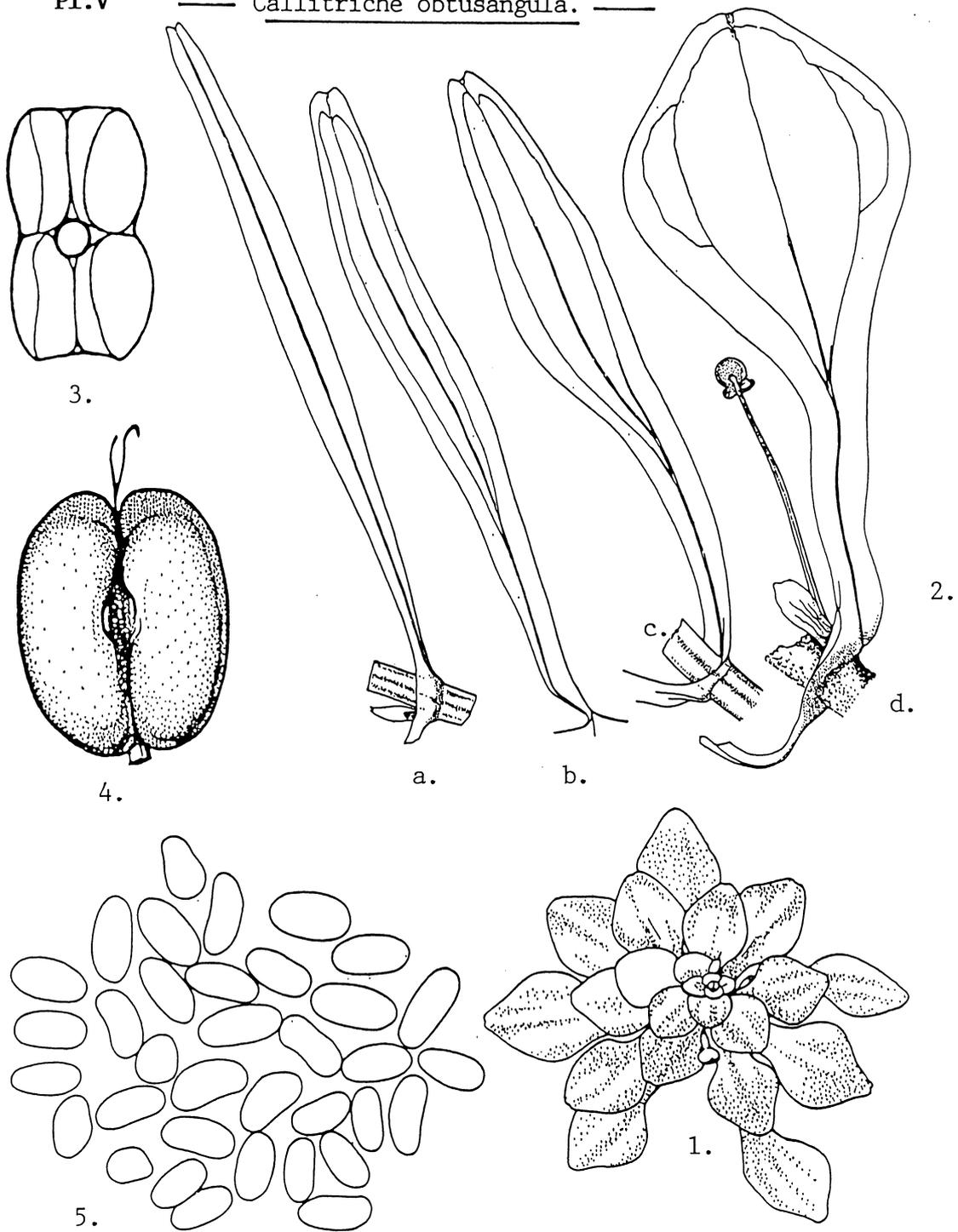
4. Méricarpes ailés: vue latérale

5. Vue de dessous du fruit

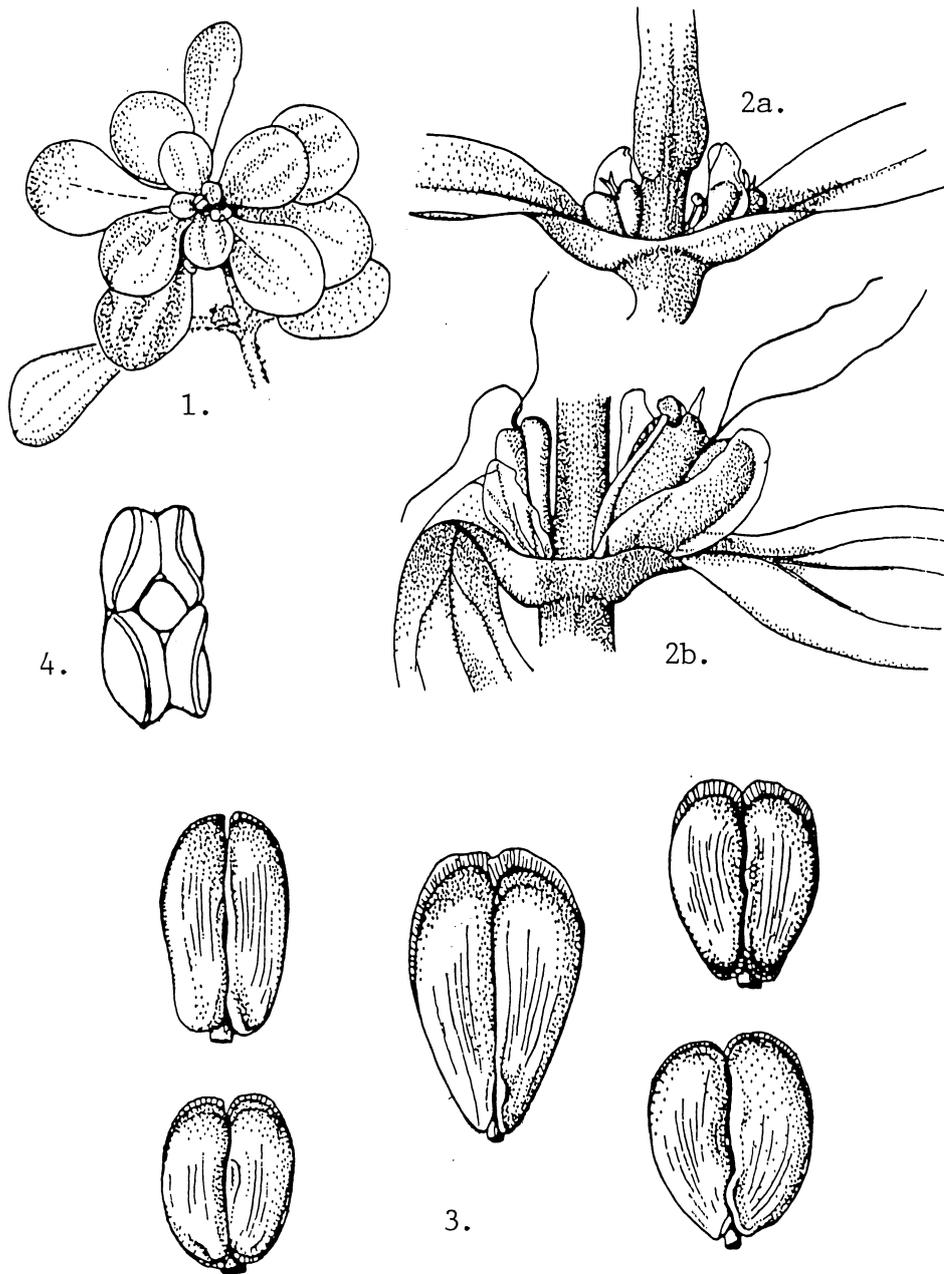
Pl. IV — Callitriche brutia. —

1. Rosette flottante
2. Feuilles: a - c - d: formes submergées; b: forme terrestre
3. Apex foliaires de forme variable
4. Fleurs mâle et femelle au moment de la pollinisation
5. Méricarpes ailés: variantes

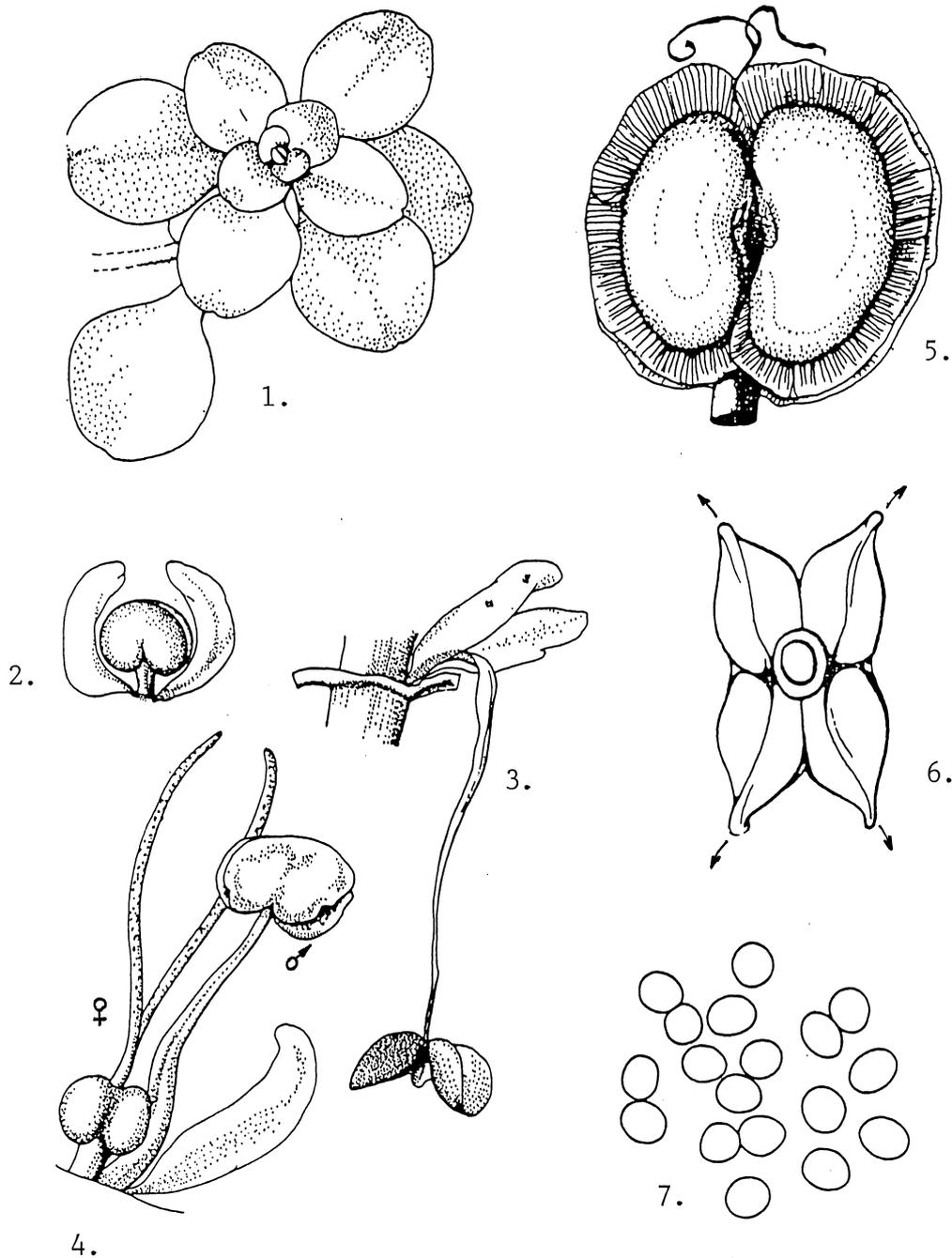
Pl.V — Callitriche obtusangula. —



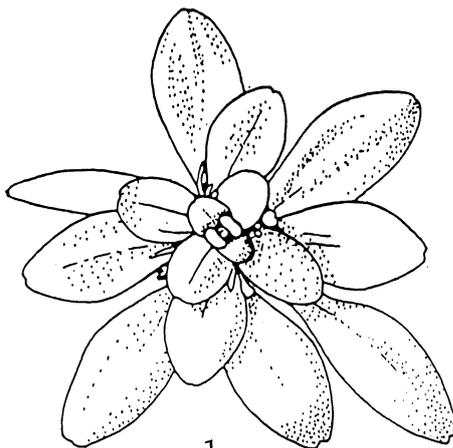
1. Rosette flottante
2. Feuilles: a: f.submergée linéaire - b-c: formes de transition
d: f.spatulée, losangique d'une rosette
- 3: Vue de dessous du fruit
- 4: Méricarpes non ailés
- 5: Grains de pollen longuement ellipsoïdaux ou faiblement réniformes

Pl. VI — Callitriche palustris —

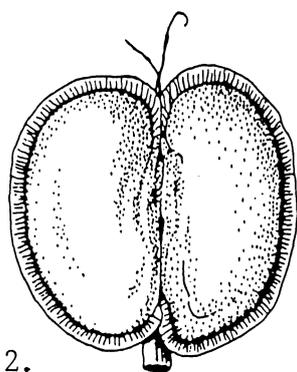
1. Rosette flottante
2. Fleurs mâle et femelle toujours couplées chez *C. palustris*
 - a. Fleurs de la forme terrestre: à l'aisselle droite, une fleur mâle avortée avec une fleur femelle à styles réduits
 - b. Fleurs de la forme aquatique bien développées
3. Méricarpes ailés dans la partie supérieure: vue latérale
4. Vue de dessous du fruit

pl.VII — Callitriche stagnalis —

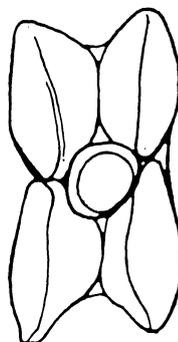
1. Rosette flottante
2. Fleur mâle jeune avec ses deux bractéoles
3. Fleur mâle après déhiscence: filet allongé et retombant
4. Fleurs mâle et femelle à l'aisselle d'une feuille avec une bractéole
5. Méricarpes fortement ailés, divergents: vue latérale
6. Vue de dessous du fruit
7. Grains de pollen sphériques

Pl.VIII — Callitriche platycarpa —

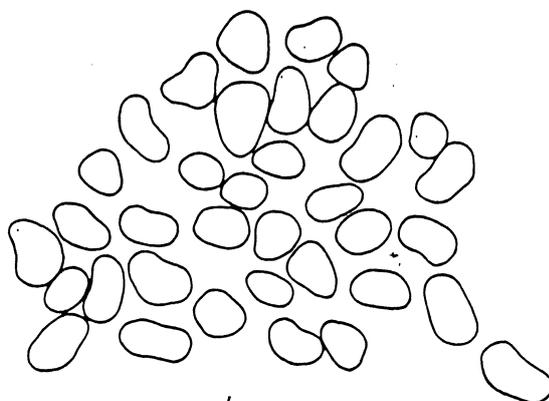
1.



2.



3.

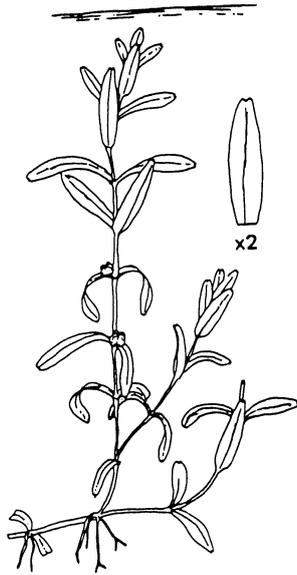


4.

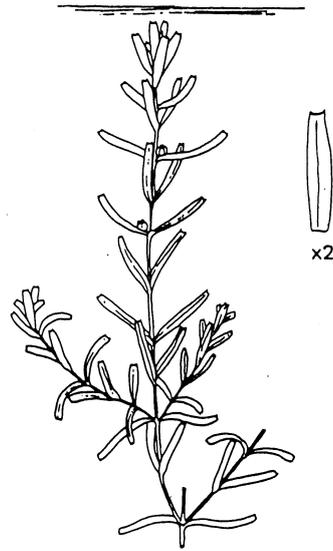
1. Rosette flottante
2. Méricarpes ailés faiblement, non divergents: vue latérale
3. Vue de dessous du fruit
4. Grains de pollen de forme irrégulière

Les Callitriches: Habitus

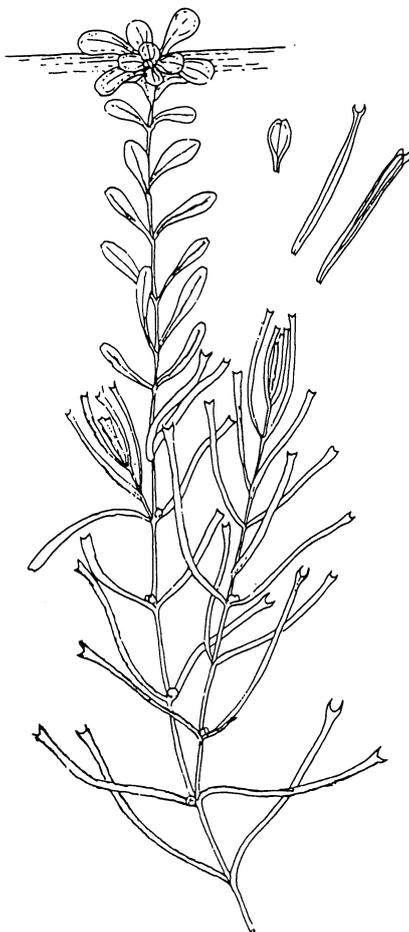
Pl. IX



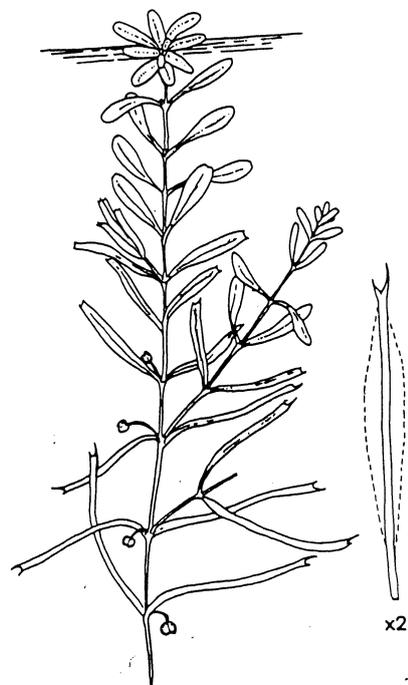
Callitriche hermaphroditica



Callitriche truncata subsp. *occidentalis*



Callitriche hamulata

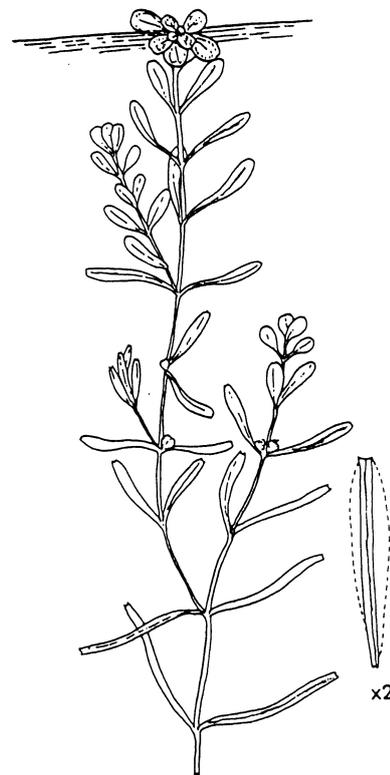


Callitriche brutia

Pl. X



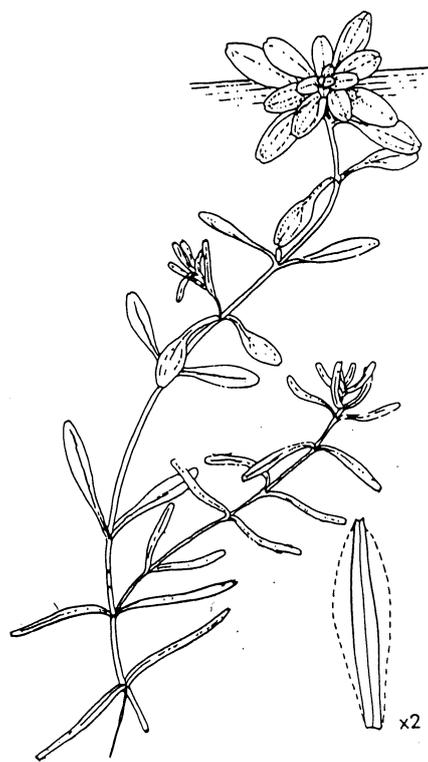
Callitriche obtusangula



Callitriche palustris



Callitriche stagnalis



Callitriche platycarpa

Clé anglaise des Callitriches (d'après Cl.Stace,1997,modifié)

Clé générale:

- | | |
|--|-------|
| 1. -Plantes avec fruits terrestres ou des fonds humides | Clé C |
| -Plantes avec fruits principalement ou complètement submergées | 2 |
| 2. -Plantes avec fruits complètement submergées | Clé A |
| -Plantes avec fruits principalement submergées avec rosettes foliaires terminales flottantes | Clé B |
-

Clé A: Les plantes avec fruits complètement submergées;feuilles terminales non disposées en rosette;grains de pollen translucides et sans ornementation

- | | |
|---|--|
| 1. -Feuilles transparentes,toutes pourvues d'une seule nervure et sans stomates;écailles axillaires (*) uniquement,composées d'un amas de cellules +/- irrégulières | 2 |
| -Feuilles opaques,souvent pourvues de plus d'une nervure et de quelques stomates;écailles axillaires et peltées (*) présentes sur les feuilles et les tiges | 3 |
| 2. -Fruits +/- orbiculaires,1,4-2,2(3,3)mm de diam.env. avec aile très apparente,0,1-0,5mm de large;feuilles gén. ≥ 1cm de long, échancrées au sommet,vert clair (Pl.I,p.4) | C.hermaphroditica |
| -Fruits plus larges que longs,1-1,2 x 1,4-1,6mm env.,non ailés; feuilles gén. < 1cm de long,tronquées à faiblement échancrées au sommet;vert foncé (Pl.II,p.4) | C.truncata subsp.occidentalis |
| 3. -Feuilles élargies brusquement au niveau de l'apex;échancrure apicale profonde,en forme de "clé anglaise";fruits +/- orbiculaires,1,2-1,5mm de diam. avec aile gén. < 0,1mm de large (Pl.III,p.5) | C.hamulata
(= C.brutia var.hamulata) |
| - Feuilles non élargies au niveau de l'apex;échancrure apicale de forme variable (en V ,en U ou asymétrique M);fruits souvent plus longs que larges,1-1,4 x 1-1,2mm avec aile gén. ≥ 1mm de large (Pl.IV,p.6) | C.brutia
(= C.brutia var.brutia) |
-

(*) Ecailles axillaires: disposées à l'angle de la tige et de la face supérieure d'une feuille; digitées directement ou en rangées superposées à partir d'un pied (voir p.26)

(*) Ecailles peltées: disques de cellules rayonnant à partir d'un point central

N.B. Les écailles correspondent aux "poils" de nombreux auteurs bien que leur structure en diffère. (voir p.26)

Clé B: Plantes avec fruits principalement submergées avec rosettes foliaires terminales flottantes

1. -Fleurs submergées;grains de pollen translucides et sans ornementation;styles gén.persistants,réfléchis et appliqués contre les flancs du fruit 2
- Fleurs aériennes;grains de pollen jaunes avec ornementation;styles dressés,étalés ou recourbés,jamais appliqués sur les flancs du fruit 3
2. -Feuilles submergées,élargies au niveau de l'apex;échancrure apicale profonde,en forme de "clé anglaise";fruits +/- orbiculaires, 1,2-1,5mm de diam.,avec aile gén. \lt 0,1mm de large **C.hamulata** (Pl.III,p.5) (=C.brutia var.hamulata)
- Feuilles submergées non élargies au niveau de l'apex;échancrure apicale de forme variable,souvent faible ou asymétrique;fruits souvent plus longs que larges,1-1,4 x 1-1,2mm avec aile gén. \geq 1mm de large **C.brutia** (Pl.IV,p.6) (= C.brutia var.brutia)
3. -Fruits non ailés,elliptiques,distinctement plus longs que larges (Pl.V,p.7) **C.obtusangula**
- Fruits avec aile 0,07-0,25mm de large,suborbiculaires 4
4. -Fruits avec aile 0,12-0,25mm de large;étamine 2mm de long env.à l'anthèse;anthère 0,5mm de large env.;grains de pollen +/- sphériques (Pl.VII,p.9) **C.stagnalis**
- Fruits avec aile 0,07-0,10mm de large;étamine 4mm de long env.à l'anthèse;anthère 1mm de large env.;grains de pollen de forme irrégulière,souvent tétraédrique ou ellipsoïdale **C.platycarpa** (Pl.VIII,p.10)

Clé C: Plantes avec fruits terrestres ou des fonds humides

-
1. -Fruits non ailés, elliptiques, distinctement plus longs que larges (**Pl.V, p.7**) **C.obtusangula**
- Fruits ailés, aile 0,07-0,25mm de large 2
2. -Fruits avec pédoncule 2-10mm de long (**Pl.IV, p.6**) **C.brutia**
 (=C.brutia var.brutia) 3
- Fruits sessiles ou avec pédoncule < 2mm de long
3. -Styles gén.persistants, réfléchis et apprimés sur les flancs du fruit; grains de pollen translucides, sans ornementation **C.hamulata**
 (**Pl.III, p.5**) (=C.brutia var.hamulata)
- Styles dressés, étalés ou recourbés, jamais appliqués sur les flancs du fruit 4
4. -Fruits avec aile 0,12-0,25mm de large; étamines 2mm de long env. à l'anthèse; anthère 0,5mm de large env.; grains de pollen +/- sphériques (**Pl.VII, p.9**) **C.stagnalis**
- Fruits avec aile 0,07-0,10mm de large; étamines 4mm de long à l'anthèse; anthère 1mm de large env.; grains de pollen de forme irrégulière, souvent tétraédrique ou ellipsoïdale **C.platycarpa**
 (**Pl.VIII, p.10**)

Clé des Callitriches (microscopie nécessaire)(d'après Lansdown, 2008, modifié)

- 1.-Feuilles sans nervures secondaires, les bases non jointives;
grains de pollen +/- sphériques, translucides, sans ornementation; écailles de la tige et des feuilles non peltées 2
- Feuilles gén. avec nervures secondaires, les bases réunies dans l'épaisseur du noeud de la tige; grains de pollen, jaunes ou translucides, avec ornementation; écailles de la tige et des feuilles peltées 4
- 2.-Fruits non ailés, plus larges que longs (1-1,4 x 1,2-1,9mm) sur pédoncule de 0,2-3,4mm; fibrilles toujours absentes **C. truncata subsp. occidentalis** (Pl. XII, p. 20)
- Fruits ailés, +/- aussi larges que longs (1,2-2,4 x 1,2-3,0mm), sessiles; fibrilles de l'aile du fruit composées ou simples (Pl. XI, p. 19) **C. hermaphroditica**
- * Fruits < 1,7mm de large ou de long; fibrilles composées de fines tiges linéaires terminées par un complexe de boucles rayonnantes **subsp. hermaphroditica**
- * Fruits > 1,8mm de large ou de long; fibrilles issues d'un simple tronc épais au départ du testa et finissant en une série de lignes rayonnantes **subsp. macrocarpa**
- 3.-Grains de pollen non ou faiblement ornementés, translucides; styles fortement réfléchis, appliqués contre les flancs du fruit 4
- Grains de pollen fortement ornementés, jaunes; styles dressés, étalés ou recourbés, jamais apprimés sur les flancs du fruit 5
- 4.-Fruits sessiles à longuement pédonculés (péd. > 2mm → 12mm); apex fol. avec échancrure de forme variable (en V ou en U, parfois asymétrique \mathcal{M}); grains de pollen sans ornementation; taxon des mares temporaires ou des bords de plan d'eau **C. brutia** (Pl. XIII, p. 21) (=C. brutia var. brutia)
- Fruits sessiles à courtement pédonculés (péd. < 2mm); apex fol. avec échancrure profonde et symétrique, gén. en forme de croissant ou en "clé anglaise"; grains de pollen à ornementation finement granuleuse; taxon des eaux courantes vives **C. hamulata** (Pl. XIII, p. 21) (=C. brutia var. hamulata)
- 5.-Grains de pollen plus de 2 fois aussi longs que larges, droits ou faiblement courbés, fortement ornementés; fibrilles linéaires rayonnant du testa dans toutes les cellules de la couche immédiatement supérieure; fruits non ailés **C. obtusangula** (Pl. XIV, p. 22)

- Grains de pollen moins de 2 fois aussi longs que larges,
ornementés ou non; fibrilles absentes ou occupant uniquement
les cellules de l'aile; fruits au moins légèrement ailés 6
6. -Fruits ailés uniquement dans la partie supérieure; fruits mûrs
brun foncé à noirs; fibrilles très simples formées d'un petit
nombre de courts développements linéaires dans l'aile du
fruit (Pl. XV, p. 23) **C. palustris**
- Fruits ailés de la base au sommet, l'aile un peu plus large
au sommet; fruits mûrs brun clair ou grisâtres; fibrilles
complexes dans l'aile du fruit 7
7. -Grains de pollen apparaissant circulaires ou ovales ; fibrilles
spirales (Pl. XVI, p. 24) **C. stagnalis**
- Grains de pollen apparaissant de forme irrégulière, souvent
triangulaires; fibrilles dendroïdes (Pl. XVII, p. 25) **C. platycarpa**

- Lansdown, R.V., 2008.- Water-starworts (Callitriche) of Europe
BSBI Handbook, n°11, London, 180 p.

Légende des planches suivantes:

C: écailles de la tige

D: écailles axillaires (dans l'angle formé par la tige et la face supérieure d'une feuille)

E2. Position et orientation des fleurs

F: Bractées:

F1: bractées femelles

F2: bractées mâles

G: développement des fleurs femelles

H: développement des fleurs mâles

I: Grains de pollen

I1: forme

I2: ornementation de l'exine (enveloppe externe de la paroi du grain de pollen, épaisse, lisse ou ornementée)

J: Fruit:

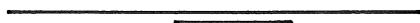
J1: vue en coupe

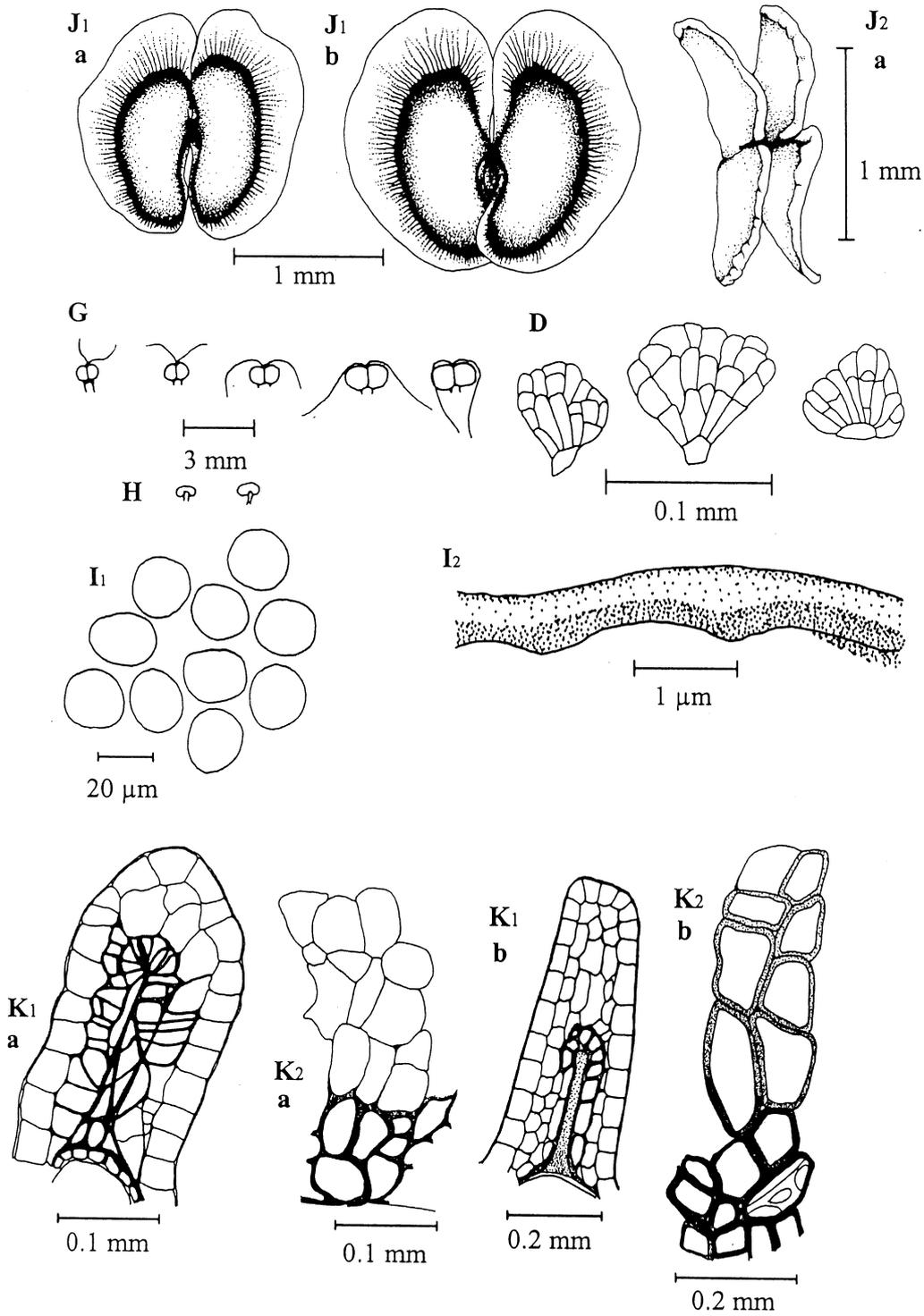
J2: vue en plan

K: Fibrilles:

K1: coupe transversale de l'aile du méricarpe

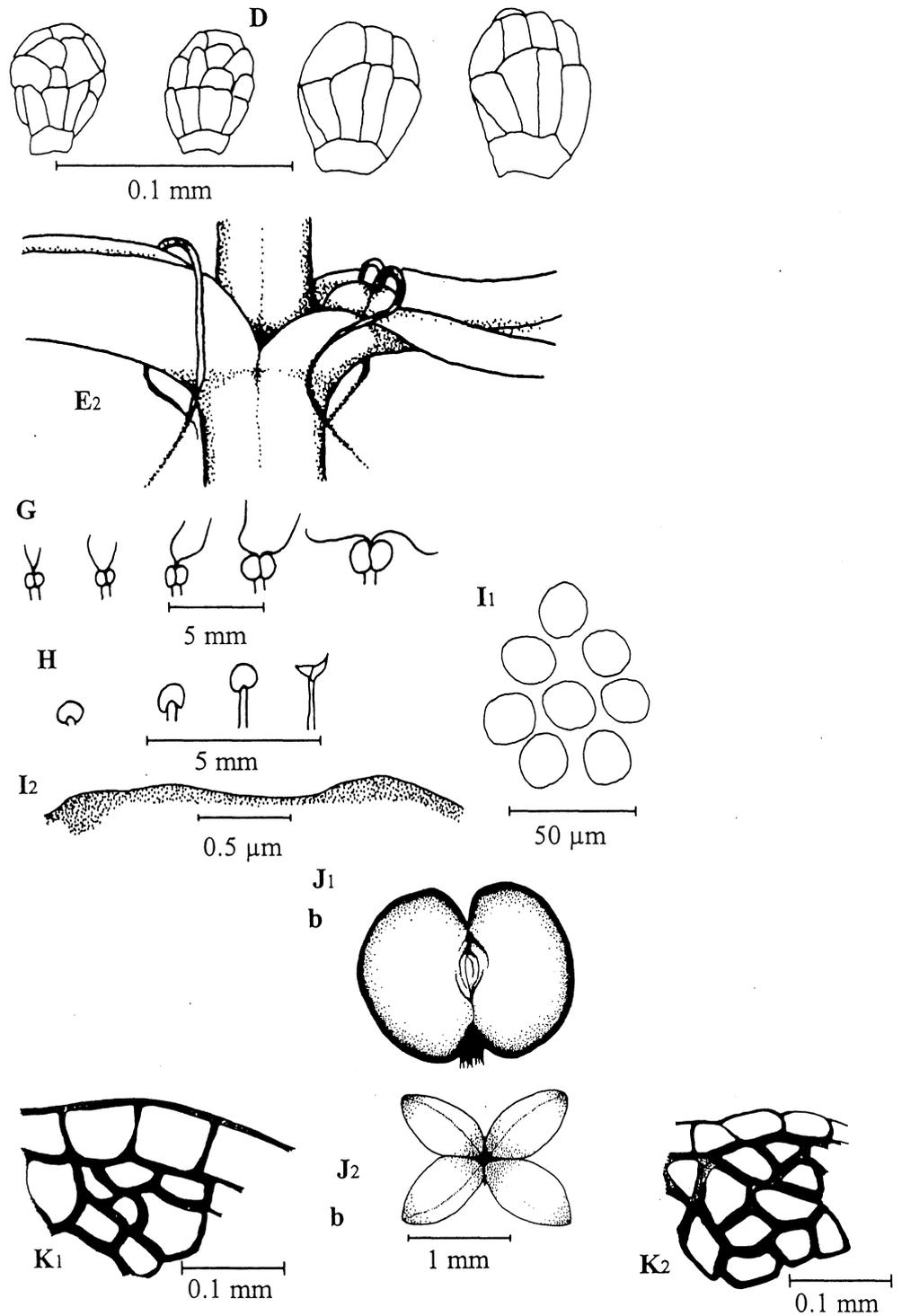
K2: coupe longitudinale de l'aile du méricarpe

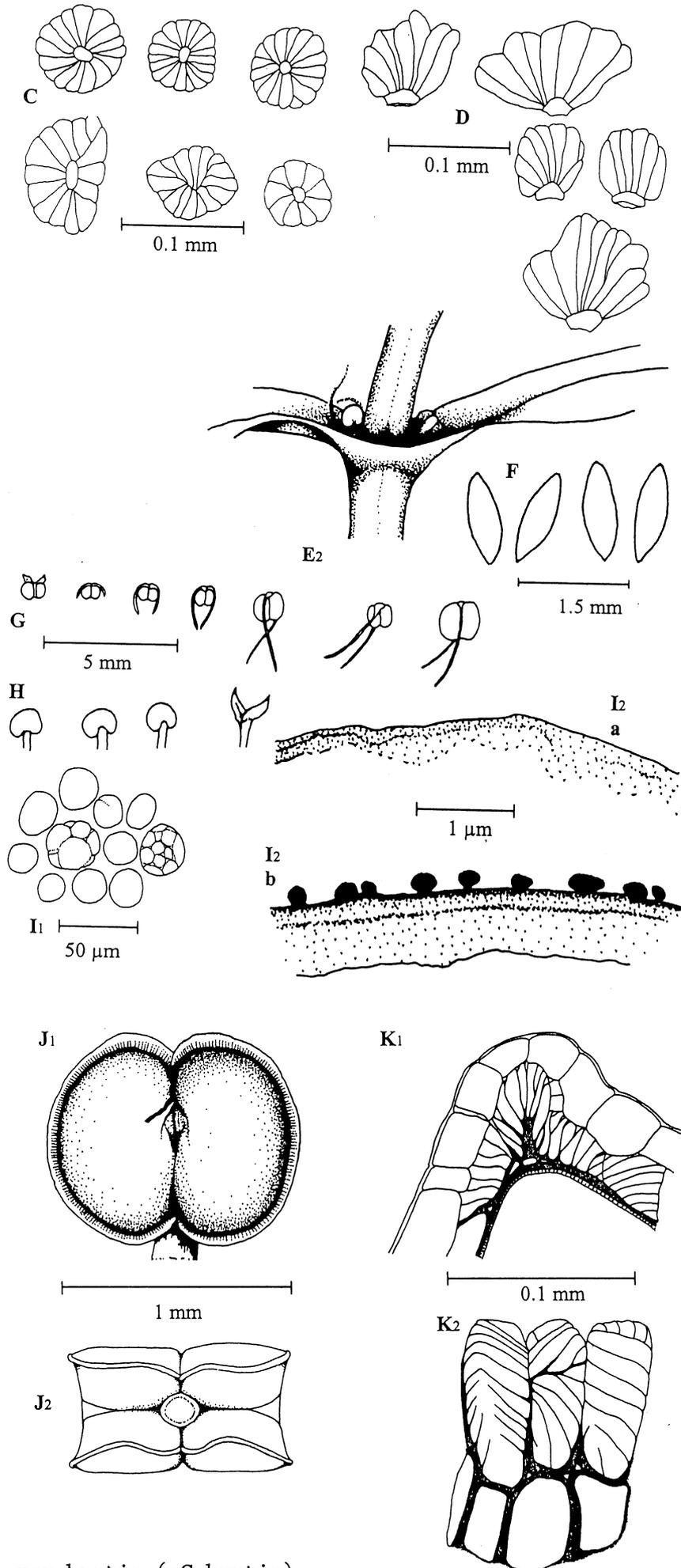




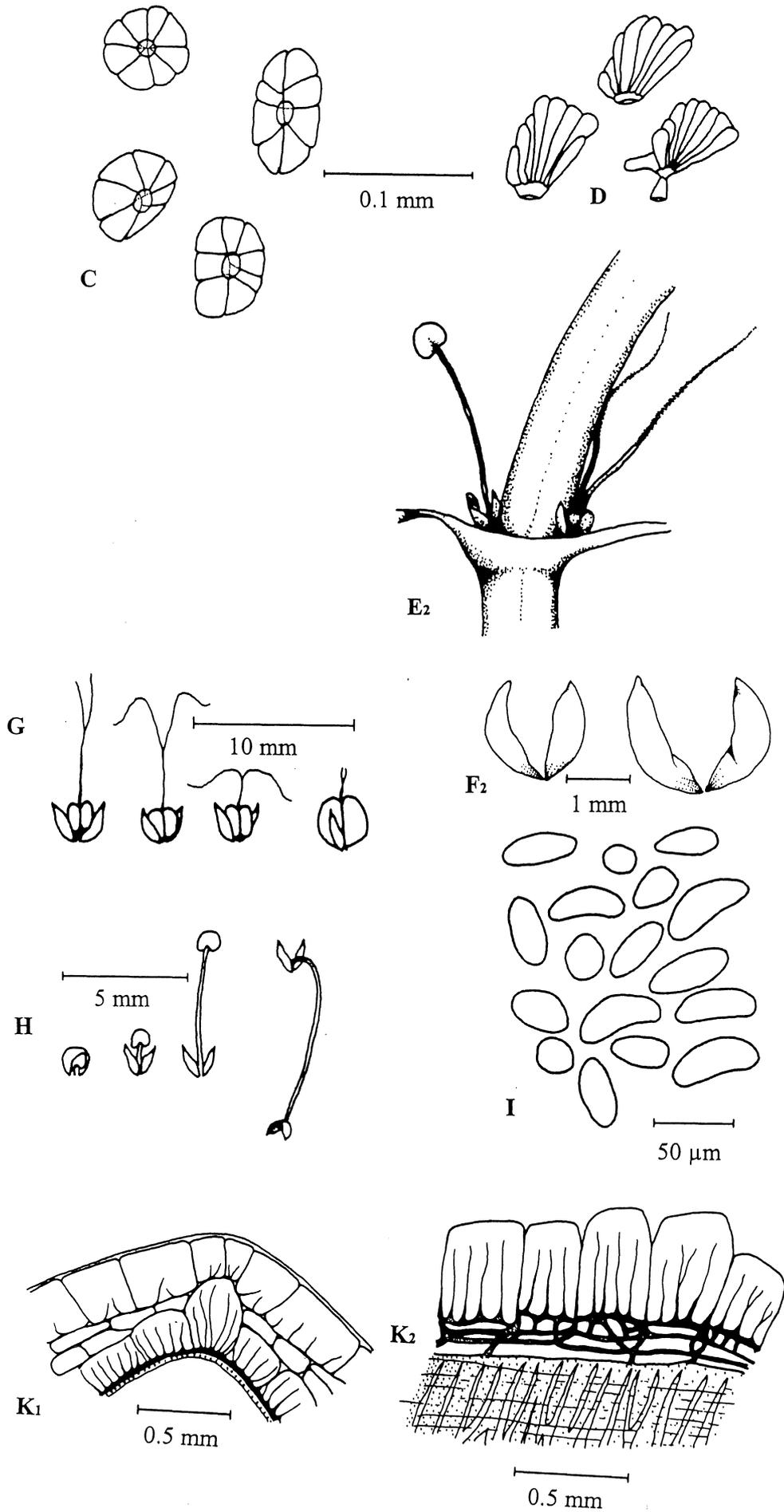
a: subsp. hermaphroditica

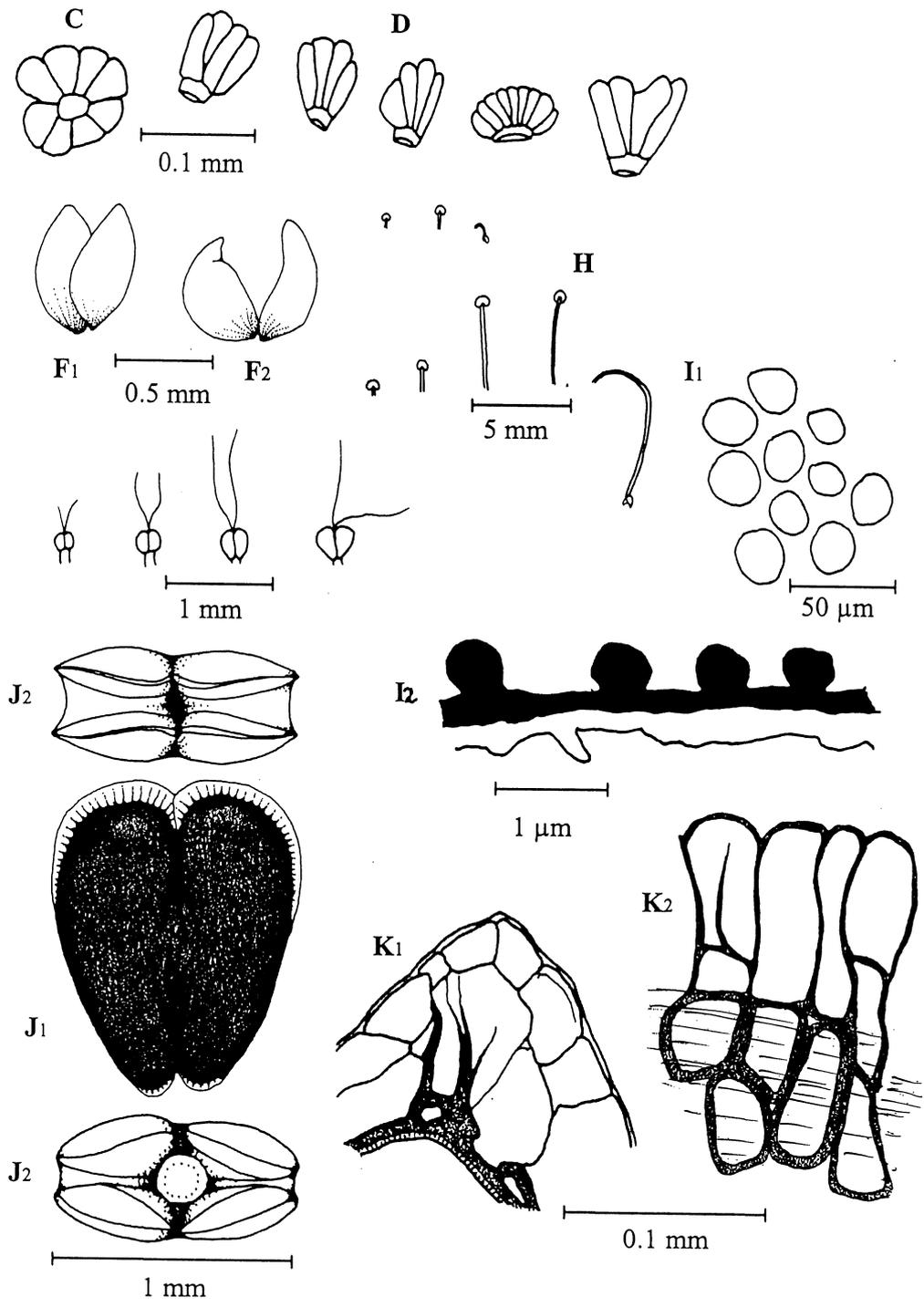
b: subsp. macrocarpa

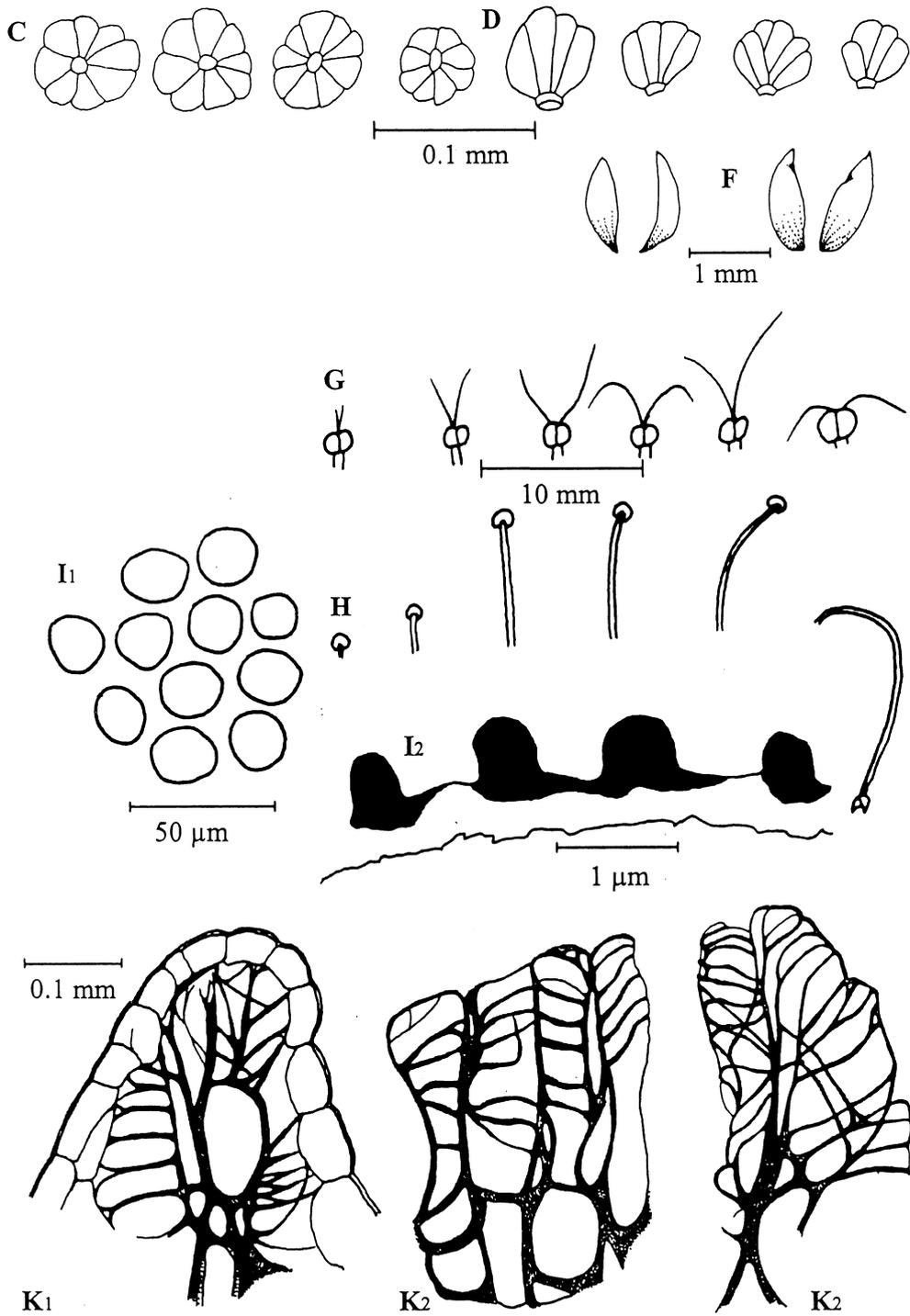


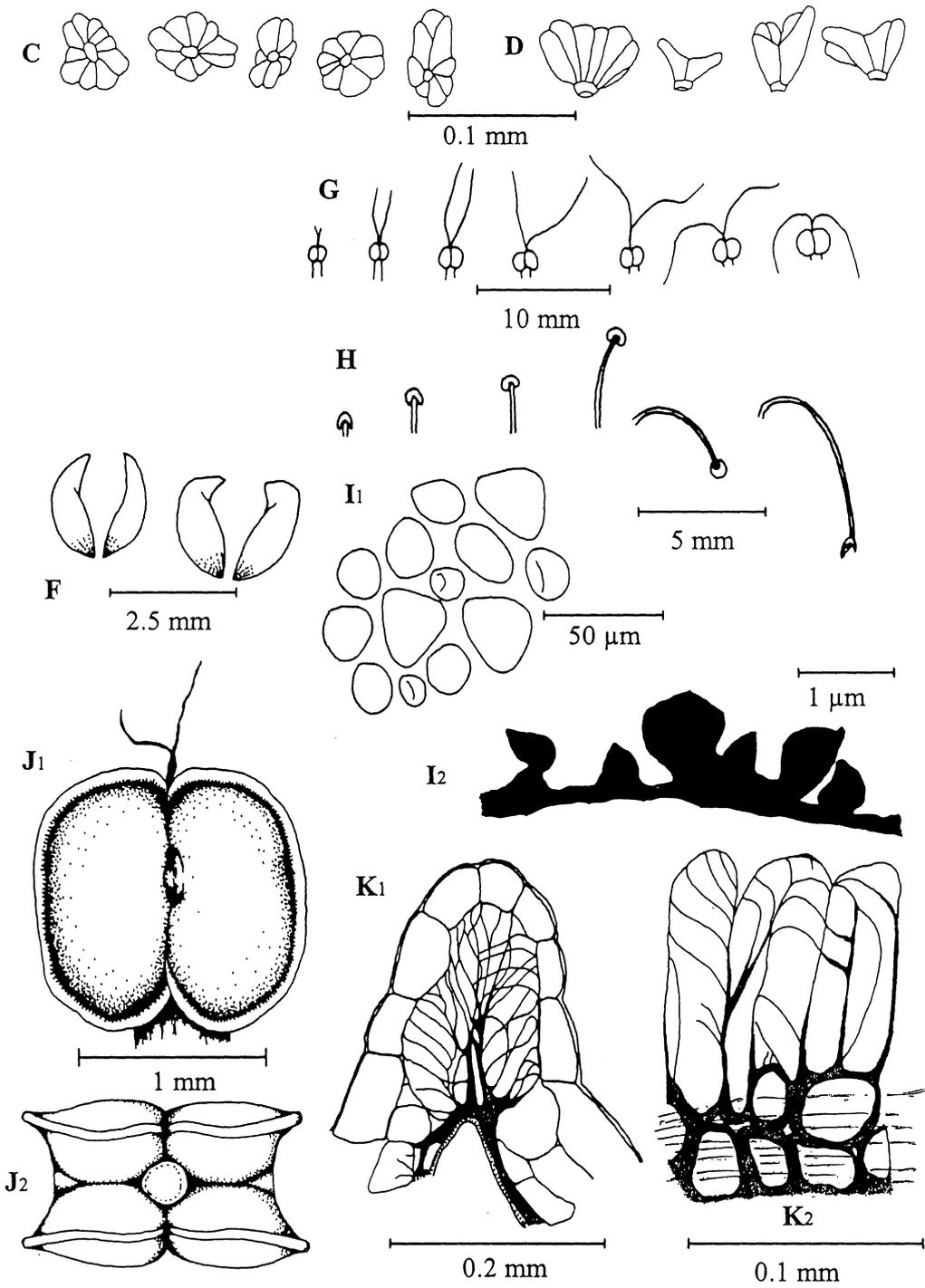


a. *C. brutia* var. *brutia* (= *C. brutia*)
 b. *C. brutia* var. *hamulata* (= *C. hamulata*)









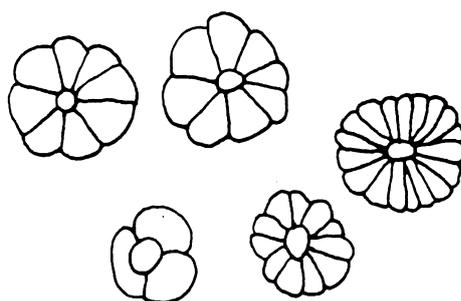
Les caractères végétatifs et floraux

A. Les écailles: petits éléments translucides couvrant la tige, particulièrement en dessous des noeuds, les feuilles et leur base (dans l'angle formé par la tige et la face supérieure du limbe) et parfois les bractées.

Ils correspondent aux "poils" et "poils glanduleux" de Schotsman, H.D., 1967.

Ces écailles peuvent être caduques à la maturité des tiges.

1. Les écailles peltées sont composées d'un disque de cellules rayonnantes sur pied formé d'une ou de deux cellules (fig.1)

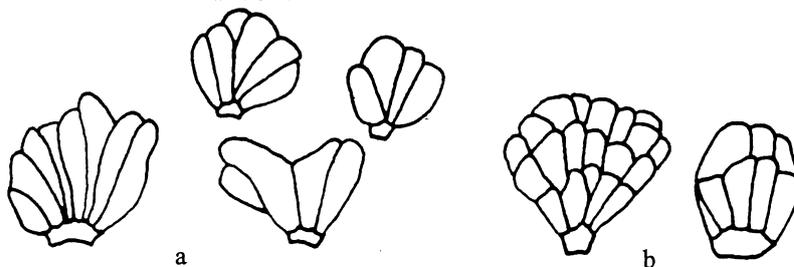


2. Les écailles des bases foliaires sont composées de cellules, soit

- digitées en éventail sur un pied de 2 cellules (fig.2a); soit

- disposées en rangées digitées de 2-5 petites cellules (fig.2b)

Disposées dans l'angle formé par la tige et la feuille, elles sont axillaires



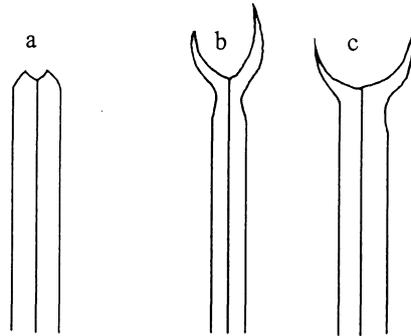
N.B. Le caractère des écailles peut être discriminant dans certains cas, notamment dans celui de **Callitriche brutia** chez qui les écailles peltées possèdent toujours plus de 10 cellules (valable également pour *C.hamulata* = *C.brutia* var.*hamulata*).

B. Les caractères foliaires

1. Les feuilles **submergées** sont celles produites sous la surface de l'eau. Elles peuvent être linéaires (lingulées pour Landown, R.V., 2008) ou parfois semblables aux feuilles des rosettes tout en restant cependant flaccides et sans stomates.

Dans certains cas, elles présentent une échancrure apicale dont la forme peut constituer un caractère discriminant chez certaines espèces, notamment *Callitriche obtusangula*, *C. brutia* et *C. hamulata*.

Pour ce dernier taxon, il faut que l'échancrure apicale soit bien développée, symétrique, profonde au moins pour certaines feuilles de la plante.

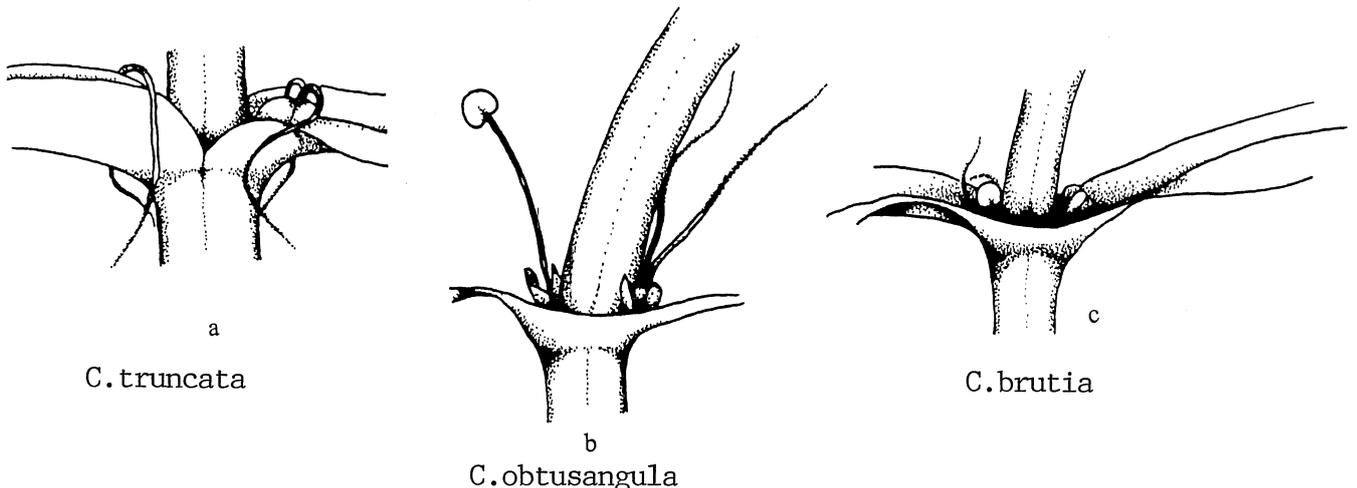


a. *C. obtusangula* - b. *C. brutia* - c. *C. hamulata*

2. Les feuilles **flottantes**, disposées en rosettes, sont formées au sommet de la pousse, là où les entrenœuds ont moins de 2mm de long. Elles possèdent toutes ou quelques unes d'elles des stomates.
3. Les plantes terrestres croissent sur des substrats humides ou dans des eaux au niveau fluctuant. Leurs feuilles ressemblent à celles des rosettes flottantes mais dépassent 10 x 5mm et ont rarement plus de 3 nervures. Elles ont toutes des stomates.

N.B. Les bases des feuilles opposées peuvent être

- **non jointives** (*C. truncata*, *C. hermaphroditica*) (fig. a) ou
- **jointives** (la plupart des espèces européennes) (fig. b et c) = feuilles **connées**



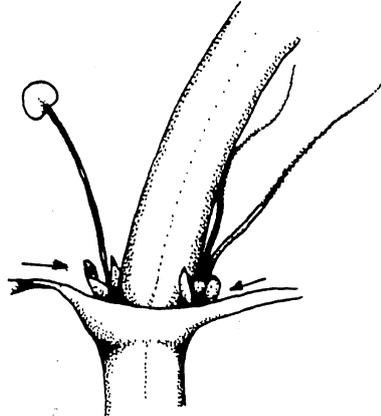
a
C. truncata

b
C. obtusangula

c
C. brutia

C. Les bractéoles:

Les bractéoles ou bractées (d'après Lansdown, R.V., 2008) sont de petites lames translucides ou blanchâtres, falciformes, parfois bifurquées, situées, par paire, à l'aisselle des fleurs axillaires solitaires ou non.

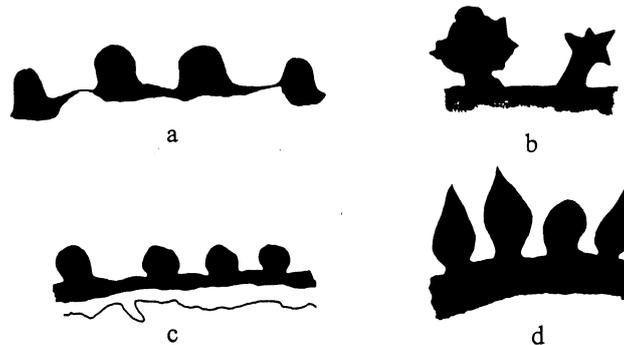


D. Les grains de pollen:

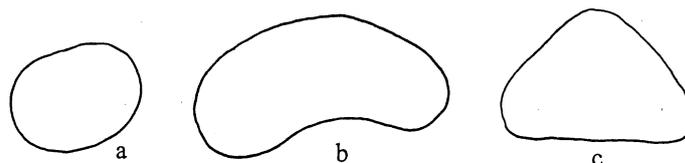
Les grains de pollen sont lisses ou ornementés. L'ornementation consiste en quelques granules ou une réticulation du tectum, couche de cellules la plus externe de la paroi du grain de pollen.

Les formes d'ornementation supratectale des grains de pollen sont:

- a) spinuleuses - b) à piliers spinuleux - c) gemmulées (en forme de petit bourgeon) - d) clavulées (en forme de petite massue)



Formes des grains de pollen:



- a) ellipsoïde - b) oblongue-ellipsoïdale - c) triangulaire en section
ou sphérique faiblement réniforme

E. Caractères du fruit:

Le fruit entier ou schizocarpe est formé de 4 parties ou méricarpes; chacune d'elles, ailée ou non, contenant une seule graine.

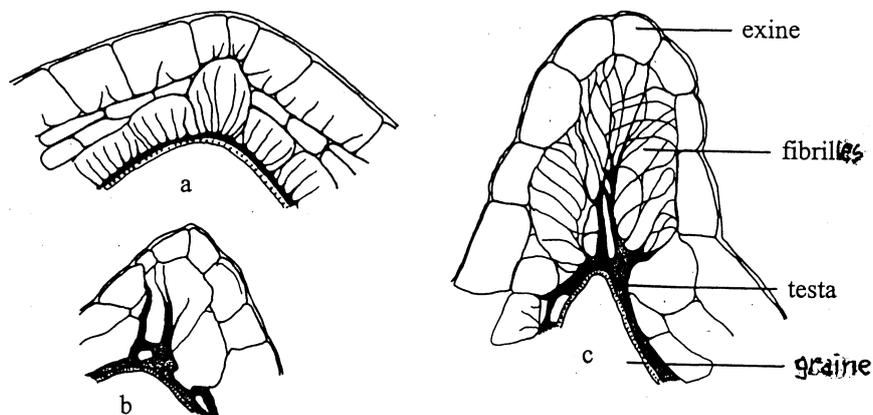
Les caractères extérieurs de l'aile peuvent être très utiles à condition que le fruit soit à maturité.

Rappelons toutefois que *Callitriche truncata* subsp. *occidentalis* et *C. obtusangula* sont les seuls taxons européens à ne pas posséder d'aile.

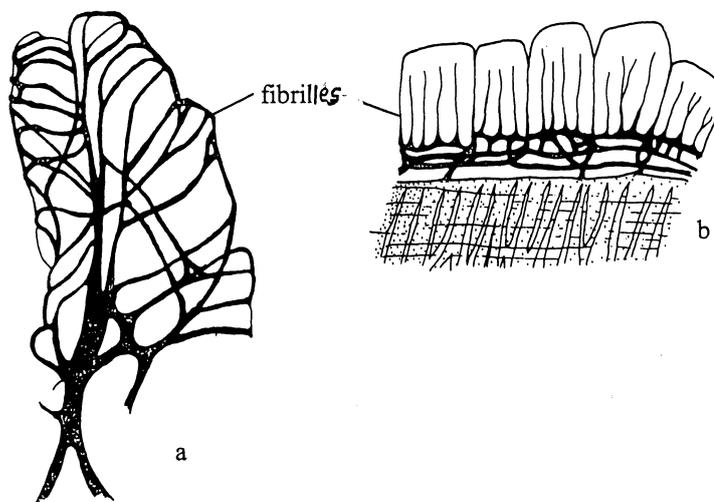
Mais le plus important caractère taxonomique et diagnostique des *Callitriches* est la nature de la structure interne des cellules de l'aile.

Ainsi les **fibrilles**, que l'on peut comparer dans certains cas à celles des sphagnes, constituent une extension du tissu des couches de cellules du testa.

Dans tous les taxons, excepté *C. obtusangula*, les fibrilles occupent seulement les cellules de l'aile; les fibrilles de *C. obtusangula* étant seulement présentes dans la couche de cellules surmontant immédiatement le testa.



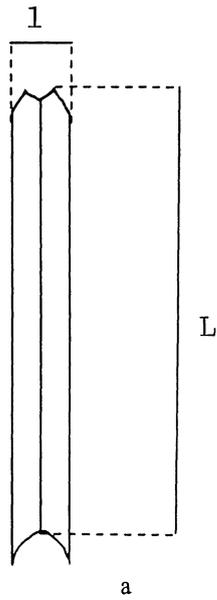
Coupes transversales de fruits: a) *C. obtusangula* - b) *C. palustris*
c) *C. platycarpa*



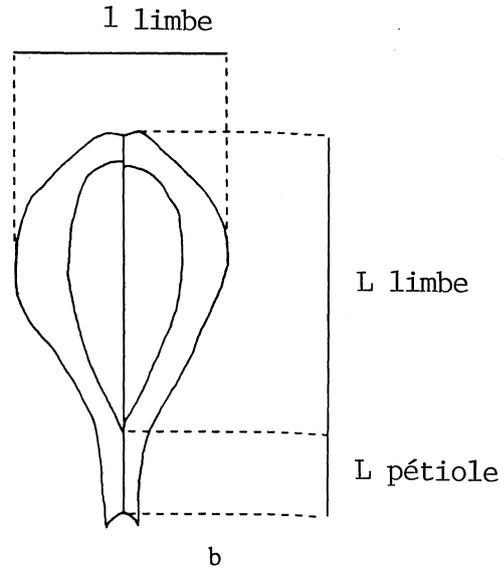
Coupes longitudinales des ailes: a) *C. stagnalis* - b) *C. obtusangula*

F. Les mesures:

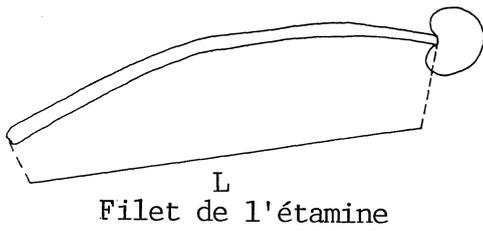
l = largeur - L = longueur



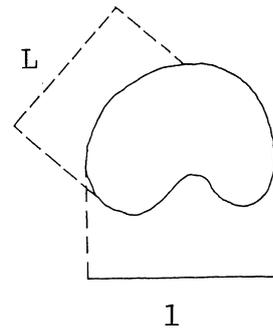
Feuille linéaire ou lingulée



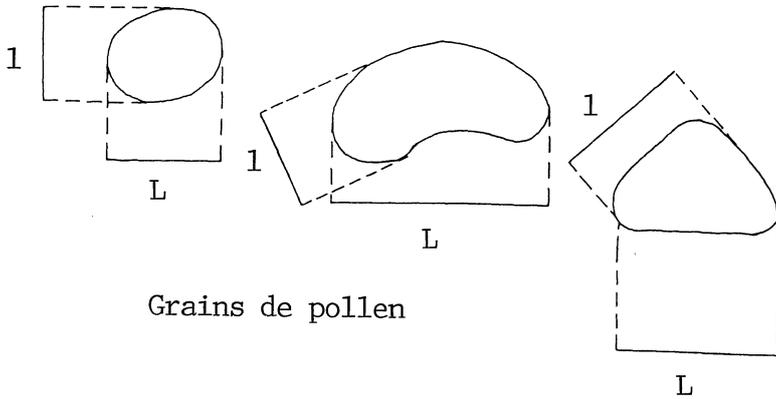
Feuille spatulée



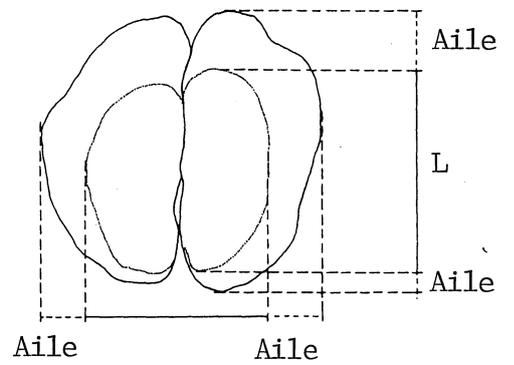
Filet de l'étamine



Anthère de l'étamine

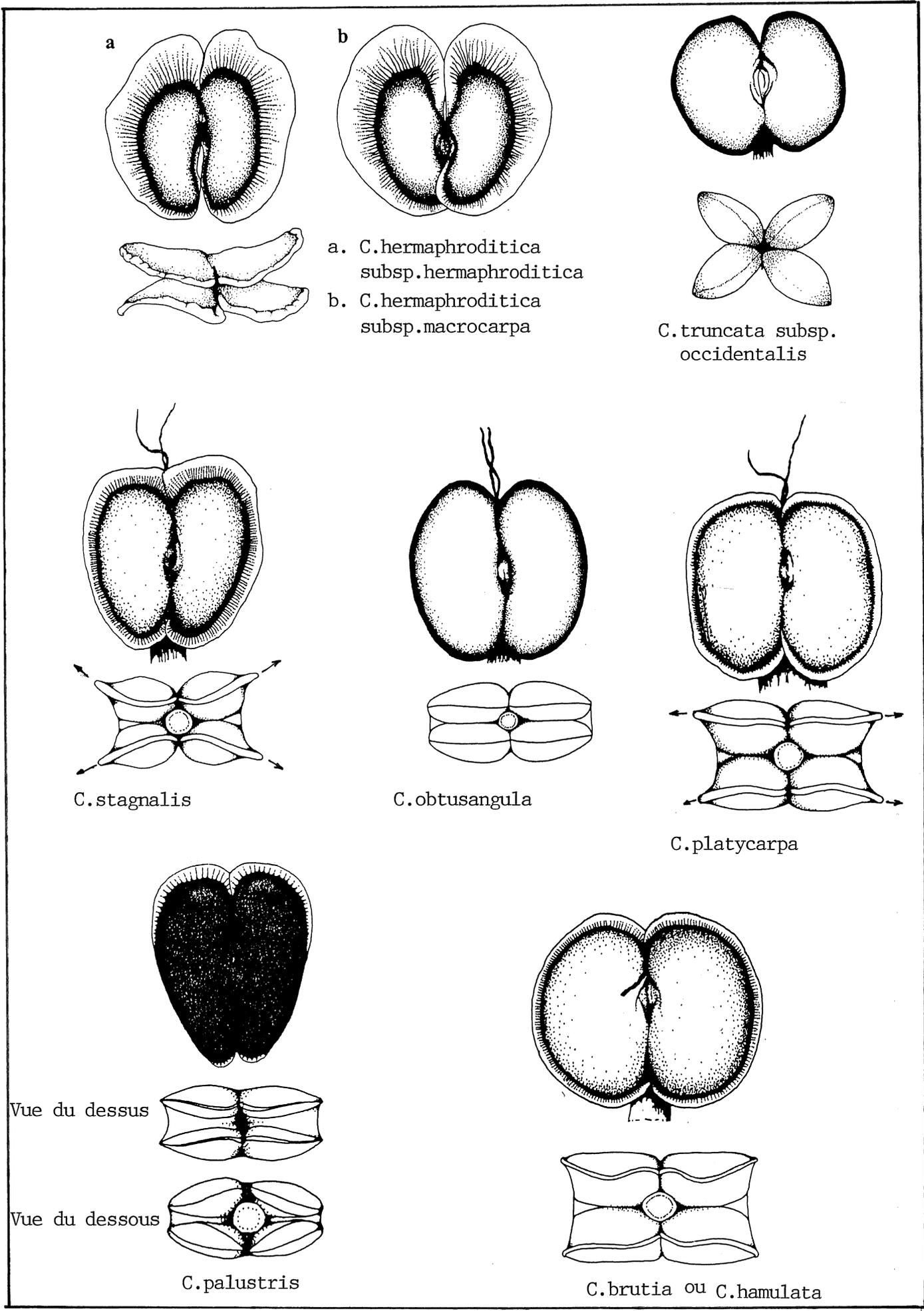


Grains de pollen



Fruit et aile

Tableau des fruits des Callitriches: Vues de face et en plan (non à l'échelle)



— Données stationnelles. —

- C. truncata* subsp. *occidentalis*: eaux stagnantes ou faiblement courantes, peu profondes, parfois légèrement saumâtres
- C. hamulata*: eaux courantes et stagnantes
- C. brutia*: eaux stagnantes peu profondes
- C. obtusangula*: eaux stagnantes ou faiblement courantes, parfois profondes, saumâtres ou calcaires
- C. palustris*: berges d'étangs, plus rarement chemins forestiers humides
- C. stagnalis*: ornières et dépressions dans les chemins forestiers humides, fossés, bord des étangs et des cours d'eau
- C. platycarpa*: eaux stagnantes ou courantes, bord des eaux

— Données socio-écologiques. —

1. *C. hermaphroditica*: espèce boréo-circumpolaire des eaux oligo-mésotrophes, pauvres en carbonates, dont la limite méridionale de répartition passe par l'Angleterre (53° latitude), les Pays-Bas, l'Allemagne (ligne Hambourg-Berlin) tout en atteignant Kiev en Ukraine.

On pourrait donc trouver cette espèce dans les régions limitrophes, situées au nord de la Belgique. Soyons vigilants!

2. *C. truncata* subsp. *occidentalis*: espèce des mares, ruisseaux, fossés, marais, prairies inondées, évitant les eaux trop vives. On la relève surtout dans les eaux légèrement saumâtres des canaux ou marais du district maritime (polders).
3. *C. hamulata*: espèce préférentielle des eaux courantes et froides oligo-mésotrophes des ruisseaux, riches en oxygène, pauvres en carbonates, sur des sols humiques, pauvres en vase, sur fond caillouteux ou sableux. D'amplitude écologique assez large, cette espèce occupe également les lacs ou étangs des régions au substrat siliceux comme l'Ardenne tout en évitant, d'une façon non exclusive, les régions à sol calcaire.

Elle participe à des associations du *Batrachion fluitantis* localisées dans des eaux courantes oligo-à mésotrophes et oligocalciques.

Elle est une espèce caractéristique

* du *Callitricho hamulatae* écoph. subm. - *Ranunculetum fluitantis*

* du *Callitricho hamulatae* écoph. subm. - *Myriophylletum alterniflori*

Comme espèces compagnes, on peut citer: *Apium inundatum*, *Carex vesicaria*, *Elatine hexandra*, *Hottonia palustris*, *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Littorella uniflora*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Potamogeton alpinus*, *P. polygonifolius*, *Ranunculus fluitans*, *R. aquatilis*, *Isolepis fluitans*, *Typha angustifolia*, *Utricularia minor*, *Veronica scutellata*, ...

4. C. brutia: sous sa forme aquatique, *C. brutia* est une plante des eaux stagnantes, de petites mares et cuvettes très peu profondes, parfois sur vases exondées. On la trouve dans les régions siliceuses ou calcaires alors que *C. hamulata* croît le plus souvent dans les eaux courantes oligotrophes des ruisseaux, dans les lacs et étangs sur sol siliceux.

De plus, *C. brutia* est une espèce atlantico-méditerranéenne alors que *C. hamulata* se rencontre plutôt dans le domaine continental.

Ainsi, nous avons pu observer *C. brutia*, en 1994, sur le plateau d'Helfaut (Bruyères du Bibrou), au sud de St Omer, au sein d'un système de landes nord-atlantiques relictuelles: landes sèches et humides, mares et bordures amphibies oligo-mésotrophes, pelouses acidiphiles, ... Ce callitriche occupait une mare recréusée récemment avec pour compagnes: *Glyceria fluitans*, *Ranunculus peltatus*, *Apium inundatum*, *Isolepis fluitans*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Potamogeton polygonifolius*, ...; les quatre dernières espèces caractérisant les associations vivaces, rases et amphibies, plutôt oligotrophes, des Littorelletea uniflorae.

Pour conforter le caractère atlantique de ce callitriche, sachons qu'il participe, dans le marais breton-vendéen, à une combinaison répétitive, associé à *Ranunculus drouetii*, dans les mares à très faible salinité. S'intègrent également, dans ce type de groupement, *Callitriche truncata* subsp. *occidentalis*, *C. obtusangula*, *Ranunculus aquatilis*, *R. trichophyllum*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Myriophyllum spicatum*, *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Azolla filiculoides*, ...

Retenons qu'au sein d'une même formation, peuvent coexister plusieurs espèces de callitriches, pouvant même s'insinuer au sein d'une même touffe!

5. C. obtusangula: préfère les eaux basiphiles (100 à 200mg/l de calcium), méso-eutrophes, parfois polluées, lentes à vives, peu profondes. Cette espèce se rencontre notamment dans les chenaux des étangs anciens, les fossés de drainage des eaux et forêts aboutissant aux étangs récents, dans les rivières aux eaux très oxygénées, même dans les eaux saumâtres des polders de la plaine maritime flamande avec *Callitriche truncata* subsp. *pedicellata*, *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Potamogeton pectinatus*, *Zannichellia palustris* subsp. *pedicellata* (100-2000 mg/l Cl → 5000 mg/l - pH: 6,5-9,0).

Elle caractérise l'association du Callitrichetum obtusangulae participant à l'alliance du Ranunculion aquatilis, regroupant les associations des eaux peu profondes, calmes, stagnantes à faiblement courantes, à émergence estivale éventuelle. Comme espèces compagnes, citons: *Callitriche platycarpa*, *Ceratophyllum demersum*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Myriophyllum spicatum*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Oenanthe fluviatilis*, *Polygonum amphibium*, *Potamogeton densus*, *P. natans*, *P. pusillus*, *Ranunculus circinatus*, *R. fluitans*, *Sparganium emersum*, *Veronica anagallis-aquatica*, ...

6. *C. palustris*: espèce arcto-alpine qui

* dans sa forme aquatique, occupe les eaux stagnantes des ornières, cuvettes, ... son port grêle ne supportant pas les eaux courantes;

* dans sa forme terrestre, se localise sur les bords des mares desséchées, sur les rives des petits ruisseaux, ...

Préférant les eaux très peu profondes, ± acides et oligotrophes, sur sols à émer-sion estivale, elle participe aux associations du *Ranunculion aquatilis* au même titre que *Callitriche brutia*, *C. obtusangula*, *C. platycarpa*, *Hottonia palustris*, *Ranunculus peltatus*, *R. trichophyllus*, *R. tripartitus*, *Zannichellia palustris* subsp. *palustris*, ...

A titre indicatif, voici un tableau synthétique des relevés phytosociologiques, effectués en 1984, concernant la végétation des vases récemment exondées d'un des lacs de barrage de l'Eau d'Heure (Entre-Sambre-et-Meuse) suivi d'un tableau développant l'analyse des eaux de ce lac (J. Duvigneaud, A. Havrenne, 1985).

Vous constaterez la présence conjointe des trois callitriches *C. hamulata*, *C. palustris*, *C. platycarpa* dans des eaux mésotrophes, non carbonatées.

Sachons que *C. palustris*, espèce rare, est encore connue des localités françaises de Liessies (grand étang de la Motte) et d'Hirson (étang de la Lobiette).

TABLEAU 1. - La végétation des vases récemment exondées au lac de la Plate Taille (*Peplido-Limoselletum aquaticae* PHILIPPI 1968)

Numéro du relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aire en m ²	20	6	10	5	10	10	8	40	10	10	20
Pente en °	5	5	5	2	5	10	4	5	20	5	5
Exposition	E	N	NW	N	N	NE	N	N	NW	S	E
<i>Limosella aquatica</i>	1	1	1	2a	2a	5	1	2a	1	2b	3
- <i>Callitriche palustris</i>	3	3	2b	2a	2a (+)	3	2b	2a	2a	2a	2a
- <i>Callitriche hamulata</i>	4	3	2a	.	.	.	2b	2a	.	2a	.
- <i>Callitriche platycarpa</i>	.	.	.	.	.	3	.	2a	.	.	.
<i>Peplis portula</i>	.	.	+	.	.	.	1	1	2a	4	.
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	+	.	+	.	+	.	+	1	.	.	.
<i>Myosotis cespitosa</i>	+	+	+	.	+	.	+	+	1	1	.
<i>Plantago major</i> cf. subsp. <i>intermedia</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.
<i>Rorippa islandica</i>	1	1	+	+	+	+	1	.	1	+	.
<i>Polygonum hydropiper</i>	+	2a	1	.	+	+	1	+	1	1	1
<i>Polygonum lapathifolium</i>	+	.	.	.	+	+	.	+	.	.	+
<i>Ranunculus flammula</i>	1	+	.	+	.	+	1	+	.	+	1
<i>Juncus articulatus</i>	.	+	1	.	.	+	.	.	1	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	+	+	1	+	.	.	.	.	+
<i>Poa annua</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	1
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	.	.	1	+	.	.	+	.	.
<i>Eleocharis palustris</i>	.	1	.	+	.	1	.	.	.	.	.
<i>Mentha arvensis</i>	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.

1. Cerfontaine, I.F.B.L. J4.16.31, au S du bois de Oupia, 7 octobre 1984 ; en outre *Alisma plantago-aquatica* +. 2. Idem, 26 septembre 1984. 3. Idem. 4. Idem. 5. Froidchapelle, I.F.B.L. J4.15.23, au NNW de l'aérodrome, 7 octobre 1984 ; en outre *Ranunculus* sous-genre *Batrachium* +. 6. Idem ; en outre *Polygonum aviculare* +. 7. Froidchapelle, I.F.B.L. J4.15.42, au NE de l'aérodrome ; en outre *Glyceria fluitans* +. 8. Cerfontaine, I.F.B.L. J4.16.31, au S du bois de Oupia, 7 octobre 1984 ; en outre *Juncus tenuis* +. 9. Froidchapelle, I.F.B.L. J4.15.42, au NE de l'aérodrome, 7 octobre 1984 ; en outre *Cardamine amara* +. 10. Vergnies, I.F.B.L. J4.15.21, rive NW du lac de la Plate Taille, 26 septembre 1984. 11. Cerfontaine, I.F.B.L. J4.16.31, au S du bois de Oupia, 7 octobre 1984.

(2) Il s'agit du *Peplido-Limoselletum aquaticae* PHILIPPI 1968 [Syn.: *Cypero-Limoselletum* (OBERDORFER 1957) KORNECK 1960 «Ausbildung kalkarmer Standorte»]. Ce groupement est à ranger dans la sous-alliance de l'*Elatino-Eleocharitenton ovatae* PIETSCH et MÜLLER-STOLL 1968 et dans l'alliance du *Nanocyperion* W. KOCH 1926.

TABLEAU 2. - Analyse des eaux du lac de la Plate Taille à Cerfontaine (J4.16.31), en contact avec la rive, le 27 novembre 1984 (M^{me} M. POELAERT, Centre Marie-Victorin)

pH	7,7	HCO ₃ ⁻ (mg/l, en HCO ₃ ⁻)	24
conductivité à 20° C (µS/cm)	260	CO ₃ ⁻	0
alcalinité titre T _A (mé/l)	0	Cl ⁻ (mg/l)	28,4
titre T _{AC} (mé/l)	1,8	SO ₄ ⁻ (mg/l)	24,1
dureté totale (mé/l)	2,8	NO ₃ ⁻ (mg/l)	24
dureté permanente (mé/l)	2,7	PO ₄ ⁻ (mg/l)	< 0,02
Azote ammoniacal (mg/l N)	0,016	Ca ⁺⁺ (mg/l)	42,48
Azote nitreux (mg/l N)	0,020	Mg ⁺⁺ (mg/l)	8,26
Oxygène dissous (mg/l)	9,5		

Corrections (syn)taxonomiques à apporter:

* Peplis portula = Lythrum portula

Rorippa islandica = Rorippa palustris

Myosotis cespitosa = Myosotis laxa subsp. cespitosa

* le Peplido-Limoselletum aquaticae Philippi 1968 est à ranger actuellement dans l'alliance de l'Elatino triandrae-Eleocharition ovatae (communautés continentales des sols oligo-à mésotrophes).

7. **C. stagnalis**: se présente souvent sous sa forme terrestre sur des sentiers forestiers, dans les fossés, petites rivières ou mares exondées, dans des ornières ou petites cuvettes d'eau claire; plus rarement sur la vase organique.

On peut également le rencontrer dans les eaux saumâtres des biotopes littoraux. Sa forme aquatique se retrouve notamment dans le Veronico beccabungae-Callitrichetum stagnalis de l'alliance du Batrachion fluitantis, association qui, avec Stellaria alsine écoph. submergé et Montia fontinalis subsp. variabilis, caractérise les eaux courantes, claires, froides, acides, pauvres en carbonates, des ruisseaux.

Sa grande plasticité écologique lui permet de participer à divers groupements au même titre que les autres callitriches ainsi que des espèces compagnes comme:

* en milieu exondé:

Anagallis tenella, Gnaphalium uliginosum, Hypericum humifusum, Illecebrum verticillatum, Juncus bufonius, J. conglomeratus, J. effusus, Lythrum portula, Persicaria hydropteris, Sagina apetala, Sphagnum sp., ...;

* en milieu aquatique:

Apium nodiflorum, Eleocharis palustris, Mentha aquatica, ...

8. **C. platycarpa**: espèce méconnue, souvent confondue avec C. stagnalis, peuplant aussi bien les eaux oligo-mésotrophes que les eaux ultra-eutrophes.

Résistant bien à la pollution minérale ou organique, elle peut être considérée comme une espèce polluo-résistante, susceptible d'améliorer secondairement la qualité des eaux et de jouer un rôle épurateur. Elle s'apparie régulièrement à Veronica beccabunga qui possède, comme elle, une grande plasticité écologique.

Dans son écotype aquatique, elle caractérise le *Veronico beccabungae-Callitrichetum platycarpae*, association relevant du *Batrachion fluitans* (= *Ranunculion fluitantis*) avec pour compagnes: *Berula erecta*, *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis*, *Myriophyllum spicatum*, *Myosotis scorpioides*, *Nymphaea alba*, *Schoenoplectus lacustris*,...

Dans son écotype terrestre, elle peut participer notamment aux communautés oligotrophes des bordures d'étangs du *Littorellion uniflorae* ou aux communautés mésohygrophiles des sols argileux et tourbeux de niveau topographique moyen du *Nanocyperion fluitantis*.

Livres consultés:

- Bardat, J. et al. (12 coll.), 2004. - Prodrôme des végétations de France. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 171 pp.
- Baudet, J. et al. (5 coll.), 1987. - Ecologie du marais breton-vendéen. Etude d'une unité hydrologique. In: Bull. Soc. bot. Centre-Ouest, France, N.S., tome 18:1-32
- Duvigneaud, J., Schotsman, H.D., 1977. - Le genre *Callitriche* en Belgique et dans les régions avoisinantes. Nouvelles contributions et clé de détermination. In: *Natura Mosana*, vol. 30, n°1:1-22
- Duvigneaud, J., Havrenne, A., 1985. - La colonisation végétale des lacs de l'Eau d'Heure (Entre-Sambre-et-Meuse, Belgique). In: *Natura Mosana*, vol. 38, n°1:4-10
- Haslam, S., Sinker, Ch., Wolseley, P., 1975. - British water plants. In: *Field Studies*, J.H. Barrett, vol. 4, n°2:243-351
- Julve, Ph., 1993. - Synopsis phytosociologique de la France (communautés de plantes vasculaires). *Lejeunia*, N.S., n°140, 160 pp.
- Lambinon, J., Delvosalle, L., Duvigneaud, J., et coll., 2004. - Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines. Cinquième édition. Meise, Patrimoine du Jardin botanique national de Belgique, CXXX + 1167 pp.
- Mériaux, J.-L., 1978. - Etude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du Nord de la France (vallée de la Sensée et bassin houillier du Nord-Pas-de-Calais). In: *Doc. Phytosoc.*, N.S. III, J. Cramer, Vaduz:1-244
- Mériaux, J.-L., Verdevoye, P., 1983. - Données sur le *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962 (synfloristique, syntaxonomie, synécologie et faune associée). In: *Les végétations aquatiques et amphibies. Colloques phytosociologiques*, X, Lille, 1981. Ed. J. Cramer, Vaduz:45-68
- Oberdorfer, E., 1977. - *Süddeutsche Pflanzen-gesellschaften*, Teil I, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-New York, 311 pp.
- Oberdorfer, E., 1983. - *Pflanzensoziologische exkursions Flora*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 1051 pp.
- Schotsman, H.D., 1967. - Les callitriches: espèces de France et taxa nouveaux d'Europe, Paris, *Flore de France*, I, 152 pp.
- Lansdown, R.V., 2008. - Water-Starworts (*Callitriche*) of Europe - *BSBI Handbook* n°11, London, 180 p.

