

Initiation aux techniques de laboratoire

Bio-indicateurs

2, 4 et 5 mars 2010

Europôle méditerranéen de l'Arbois – CEREGE
Aix en Provence

INTERVENANTS

Christine Paillès – CEREGE

Guillaume Buchet – CEREGE

Doris Barboni – CEREGE

Thibault de Garidel – CEREGE

Emmanuel Gandouin – IMEP



Introduction

■ La Problématique:

- Changements climatiques (Glaciaire / Interglaciaire) cycliques depuis 2 millions d'années
- Action combinée Climat / Homme depuis le Néolithique (5000 BP) et accélération de l'érosion de la biodiversité depuis les 19e/20e siècles
- **Passé** ⇔ **Présent** ⇔ **Futur**

■ La reconstruction du paléoenvironnement:

- **Archives climatiques**: fossiles, carottes glaciaires, sédiments lacustres & marins....
- Actuellement, développement des études multidisciplinaires en **haute résolution d'échantillonnage** (événements climatiques abrupts)
- Recours à la **multidisciplinarité** pour formuler de solides hypothèses basées sur une conjonction de preuves
- Nombreux outils (**proxies**) paléoécologiques, végétaux et animaux, ayant chacun leurs propres potentialités de reconstructions paléoenvironnementales locales et/ou globales

Reconstruction paléoenvironnementale

« Le présent est la clef du passé »

- s'appuie sur des données sédimentologiques, biologiques , géochimiques (multidisciplinarité)

- s'appuie sur la connaissance de l'**écologie actuelle de chaque espèce**

- **Forte interdépendance entre Ecologie et Paléoécologie :**

Ecologie: relations êtres vivants (animaux , végétaux) avec environnement et autres êtres vivants

Paléoécologie : *Etude des animaux et végétaux fossiles « envisagés » dans leur milieu naturel*

- La faune et la flore actuelles sont les héritières du passé et la conséquence des **variations naturelles** (climat, cadre géomorphologique) et **anthropogénique (activités humaines) du milieu**

- Importance de croiser les disciplines pour les analyses en haute résolution temporelle (une dizaine d'années) Décalage entre les différentes proxies

Les données sédimentologiques

■ Rappel de stratigraphie

- Superposition, horizontalité & continuité des couches (exception)
- Principe d'uniformitarisme (principes identiques de nos jours)
- Relation couches organismes (succession & identité -paléontologie)
- Détermination de l'âge absolu

■ Rappel de sédimentologie –dynamique sédimentaire

- Conditions d'érosion produisant les sédiments
- Conditions de transport (eau & vent)
- Conditions de dépôt
- L'évolution du dépôt (diagénèse)

■ Carottages ou coupe /tranchée

Les carottes

Une succession de conditions représentant X années qu'il faut essayer de caractériser par une situation moyenne pour établir des comparaisons avec les échantillons sus ou sous jacents

- Description (faciès & anomalies)
- Échantillonnage (vitesse de sédimentation)
- Contamination des échantillons
- Conservation



Les coupes / tranchées



Les données biologiques

La paléoécologie dépend de l'avancée des travaux actuels sur l'écologie et la biologie des espèces

■ Principe d'actualisme

pour reconstruire les anciens environnements =>2 hypothèses de travail :

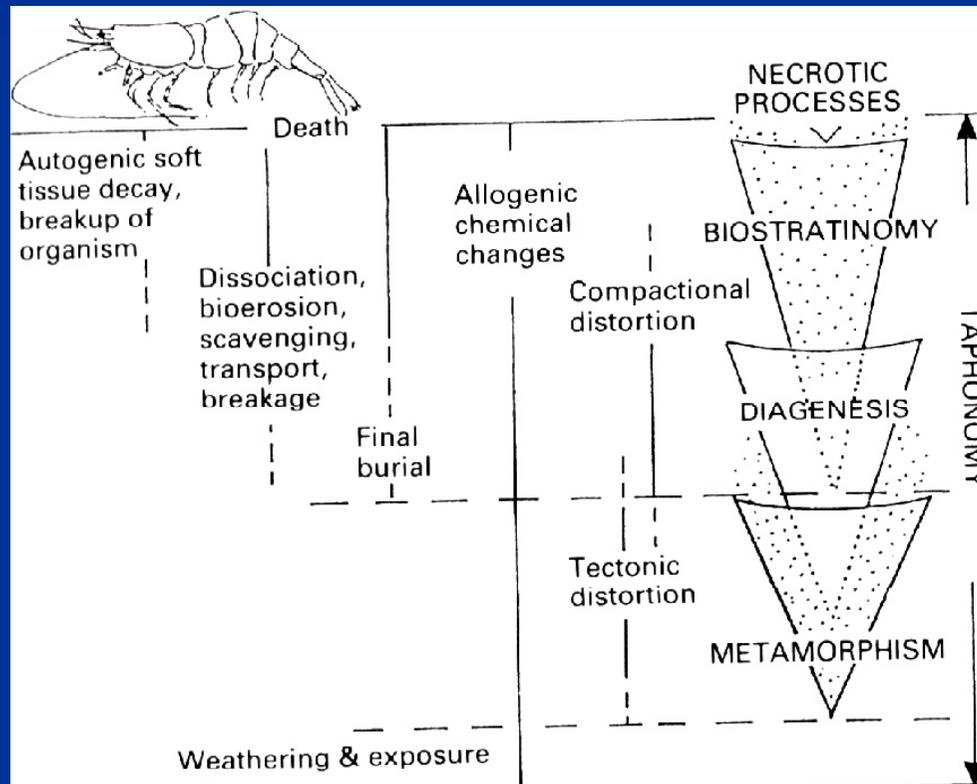
- Stabilité morphologique des espèces
- Stabilité écologique des assemblages d'espèces

Vrai pour le Quaternaire mais plus délicat pour les périodes plus anciennes

- Perte d'information lors du passage assemblages actuels → assemblages fossiles (taphonomie) pouvant fausser l'image de la communauté

Taphonomie

- Etude des processus qui interviennent après la mort d'un organisme jusqu'à son enfouissement et sa fossilisation complète



- la cause et la manière de mourrir,
- la décomposition, dissolution
- la prédation
- la dispersion des restes
- le transport
- l'enfouissement (compaction, etc)
- les altérations (diagénèse)

Les bioindicateurs aquatiques

■ EAU DOUCE

- Les algues: Diatomées, Chrysophycées & Charophytes
- Les insectes : Chironomides
- Les crustacés : Ostracodes & Cladocères

■ MARIN

- Foraminifères
- Coccolithophoridés (algues)

1 - Les Algues

- 1.1 Les Characées (macro)
- 1.2 Les Diatomées (micro)
- 1.3 Les Chrysophycées (micro)

1.1 Les Characées ou Charophytes

- Les Characées sont des végétaux aquatiques, ancêtres des plantes terrestres.
- Les rameaux et les organes reproducteurs femelles (oogones) s'incrument de carbonate de calcium permettant ainsi une excellente conservation.
- Ce sont des végétaux des eaux douces (milieu lacustre) et saumâtres (milieu lagunaire). qui affectionnent les eaux calcaires
- Répartition stratigraphique: du Dévonien à nos jours.

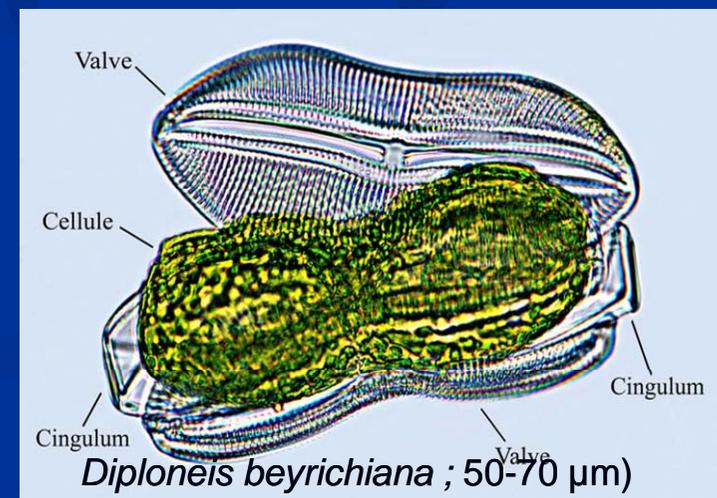
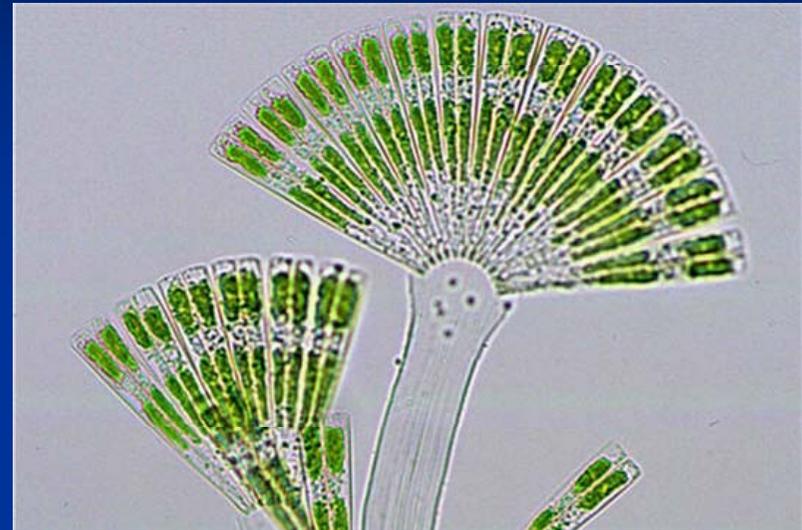
Tamisage & loupe binoculaire



1.2 Les diatomées

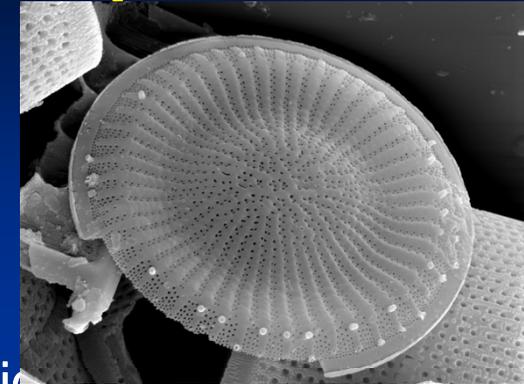
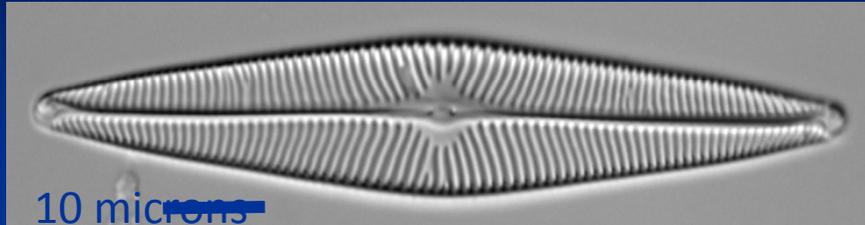
- Algues microscopiques unicellulaires (2 à 500 μm) à chloroplastes jaunes ou bruns (Chromophytes)
- Squelette (frustule) de silice (opale) bivalve à ornementation variable, permettant bonne conservation
- Unicellulaire, isolées ou coloniales, libres ou fixées planctoniques ou benthiques
- Colonisent tous les milieux aquatiques (océan, mers, lacs, rivières, geysers, glace, eaux polluées, mousses...)
- Environ 70 000 espèces
- Apparues au début du Jurassique (200 M d'années)

Frottis & microscope



1.2 Les Diatomées (suite)

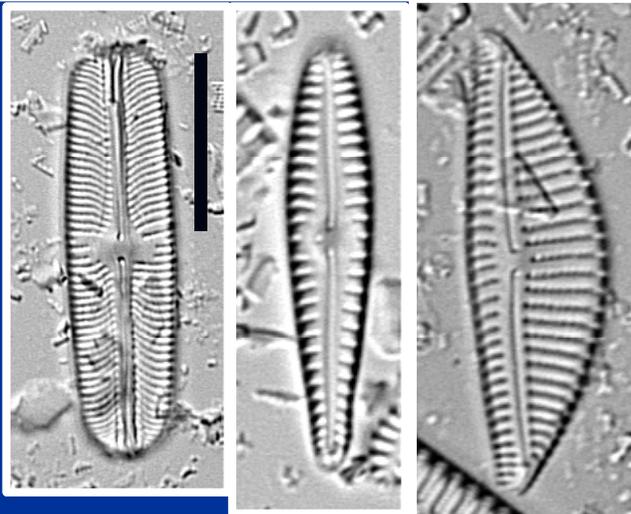
- Classification basée sur ornementation



- Reconstruction des caractéristiques physico-chimiques des milieux aquatiques (pH, Salinité, composition ionique, contenu en éléments nutritifs, profondeur)

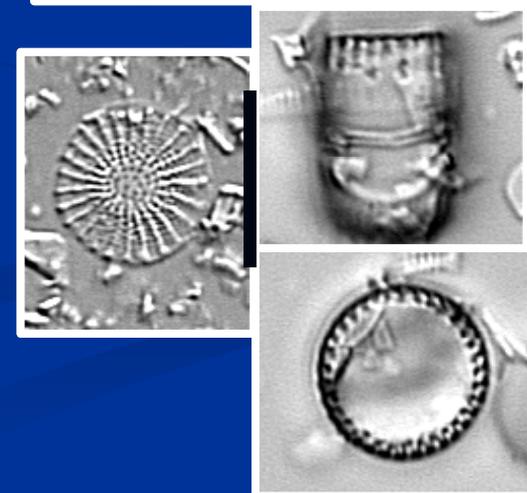
Pennales

symétrie bilatérale, allongées ou lancéolées - Raphé



Centrales

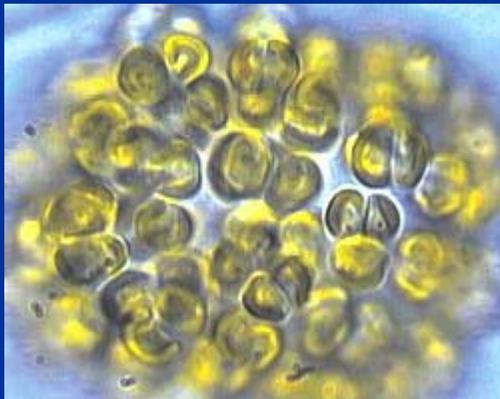
symétrie axiale, rondes ou cylindriques



1.3 Les Chrysophycées

- Algues microscopiques unicellulaires (10-50µm) à plastes jaunes dorés
- Planctoniques, généralement coloniales, avec 1 ou +sieurs flagelles
- eaux douces & saumâtres
- Mauvaises conditions => kyste siliceux (resting spore)
- Indicateurs d'oligotrophie (rapport Diat/Chrys)

Chrysosphaera paludosa



Mallomonas sp



Frottis & microscope

2 – Les Insectes

- Les Chironomides

Par Emmanuel Gaudouin

IMEP

3 - Les Crustacés

■ 3.1 Les Cladocères (Daphnies)

- Invertébrés d'eaux douces
- Marges littorales lacustres
- Exosquelette chitineux
- Familles les plus représentées = Bosminidae et Chydoridae



Camptocerus rectirostris + 2 Chydoridae

Bosminidae

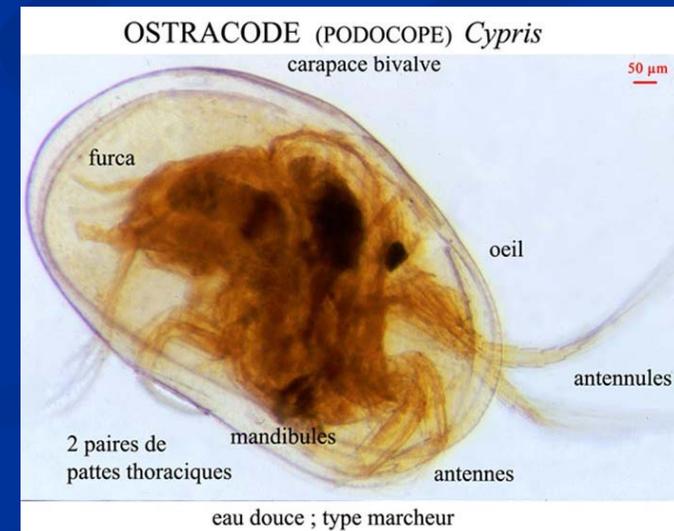
Tamisage & binoculaire

3.1 Les Cladocères (suite)

- Daphniidae représentés par leurs oothèques (résistante)
 - Bons marqueurs de productivité lacustre
 - Corrélation directe entre productivité lacustre et concentration en Cladocères (Frey, 1960)
 - Augmentation de productivité lors :
 - Baisse de niveau lacustre (concentration des nutriments)
 - Augmentation des apports en éléments nutritifs (engrais, activités anthropiques)
- reconstruction des changements de statut trophique des lacs
- 3 catégories écologiques :
 - Lacs oligotrophes d'eaux claires
 - Marais, tourbières et lacs peu profonds d'eaux turbides
 - Lac eutrophes d'eaux claires mais polluées

3.2 Les Ostracodes

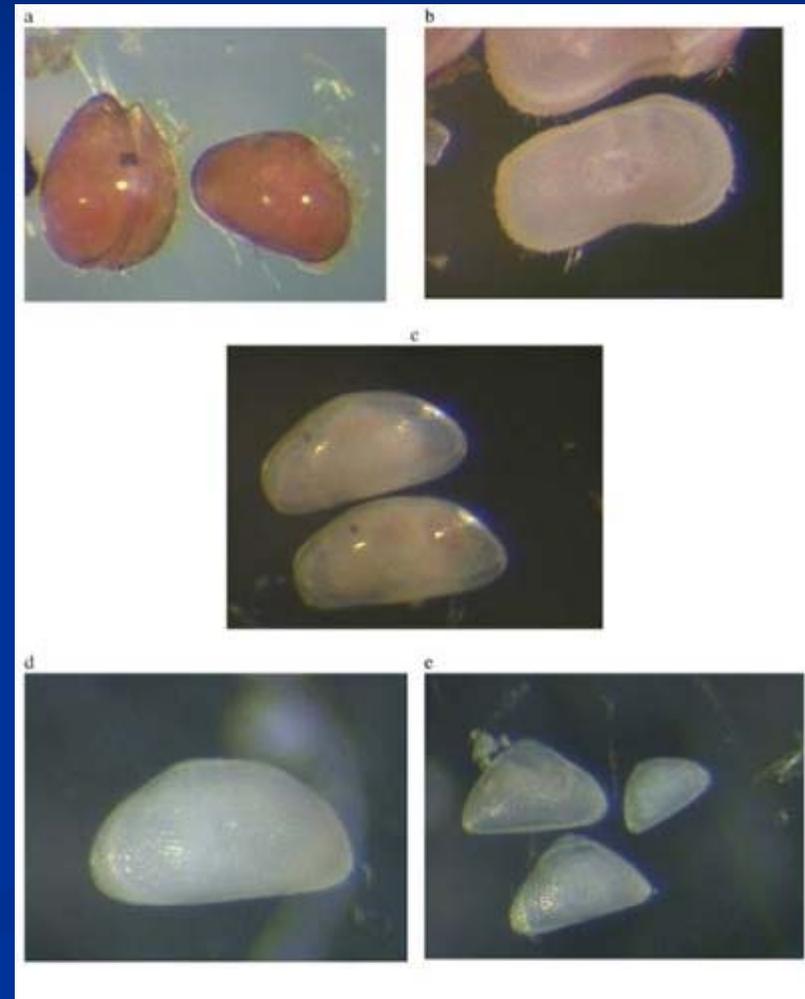
- Crustacés bivalves connus depuis le cambrien jusqu'à l'actuel
- La plupart des faunes actuelles sont héritées de celles du Crétacé Supérieur
- Dans la plupart des milieux aquatiques (marins → eaux douces, permanentes à temporaires)
- Certaines espèces ont des préférences écologiques très étroites = Indicateurs biologiques très utiles (écologie et paléoécologie)
- Développement récent de l'analyse des ratios isotopiques ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) stockés dans la carapace (Talbot, 1990; Lister et al, 1991) => paléotempératures

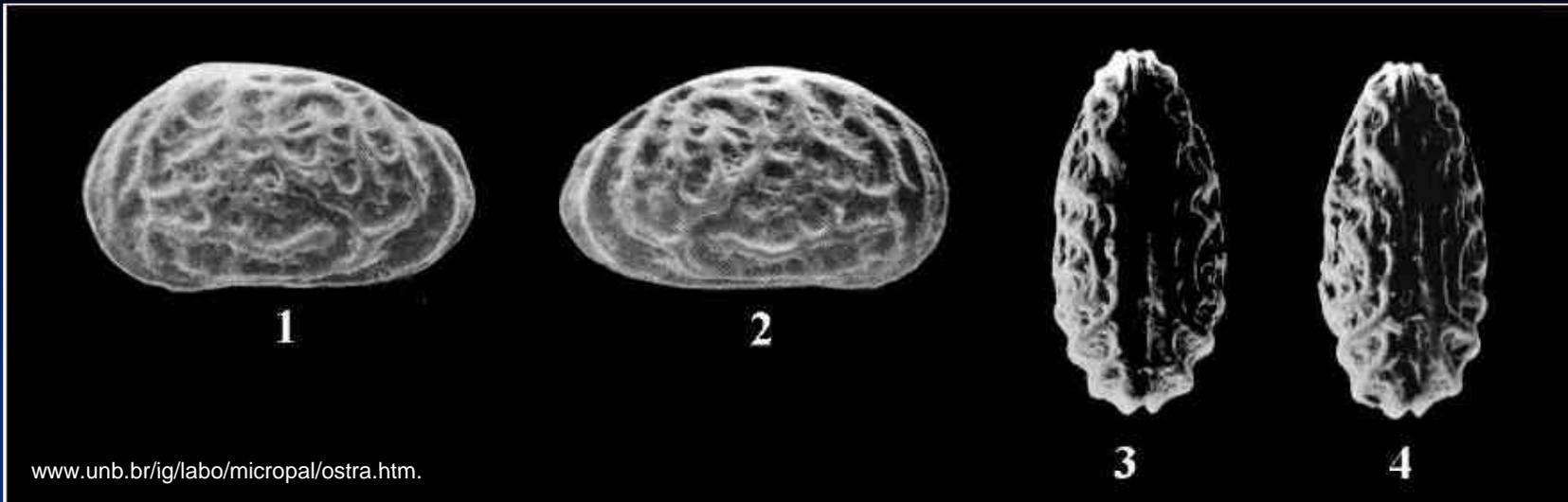


Tamisage & binoculaire

3.2 Les Ostracodes (suite)

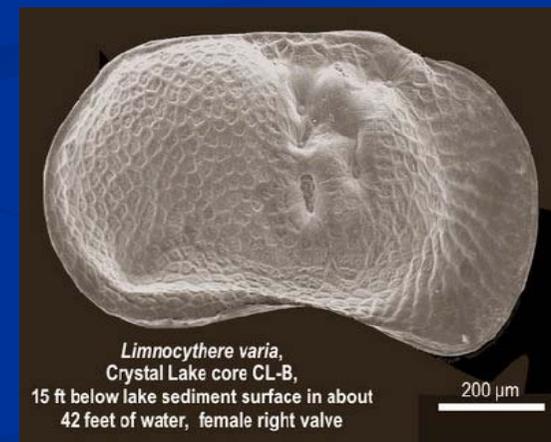
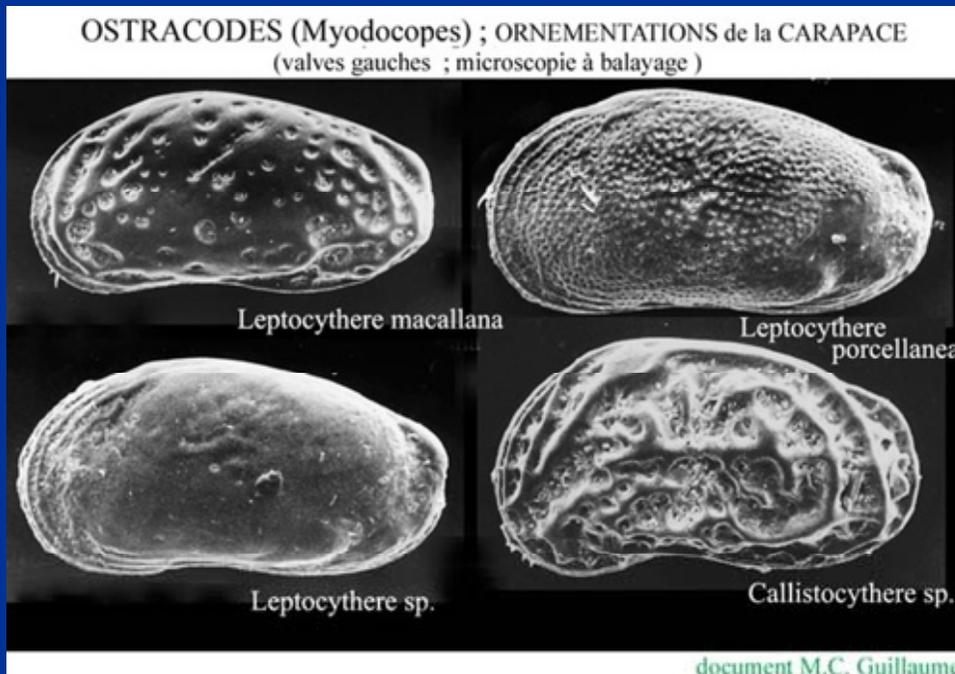
- Taille adulte = 0.6 à 2.0 mm de longueur
- Carapace généralement ovale, en forme «d'haricot» ou de «cacahouète» formée de deux valves chitineuses ou calciques
- Les ostracodes marins sont généralement benthiques (très peu sont planctoniques)
- La distribution des communautés d'ostracodes dépend de nombreux facteurs environnementaux:
 - Température de l'eau
 - Salinité
 - Nature du Substrat
- Critères de détermination nombreux et précis sur la carapaces:
 - Ornementations des collerettes et des épines
 - Cicatrices d'insertion musculaire





www.unb.br/ig/labo/micropal/ostra.htm

Figs 1-4: Vistas externas de carapaças da espécie *Callistocythere litoralensis*. Figs. 1-3: Fêmeas (comprimento em torno de 0,38mm, 1: Vista lateral da valva esquerda, 2: Vista lateral da valva direita, 3: Vista dorsal; 4: Vista dorsal do macho (comprimento em torno de 0,40mm)



http://www.mchenrycountyblog.com/uploaded_images/CL%20Micro%20fossil-734467.jpg

Les bioindicateurs terrestres

- Les macro-restes végétaux
- Les pollens
- Les phytolithes

Les macrorestes végétaux

1-Macrorestes non carbonisés

- Dépôts naturels, non archéologiques
- Informations locales sur végétation complémentaires aux outils paléoécologiques plus régionaux (Pollen)
- Végétation humide (Tourbières, littorale lacustre, bord de rivière)
- Très bonne conservation dans les milieux humides, acides et non oxydés
- En milieu oxydé : macrorestes les plus résistants (riche en cutine)

Tamissage & binoculaire

Exemples de macrorestes non carbonisés

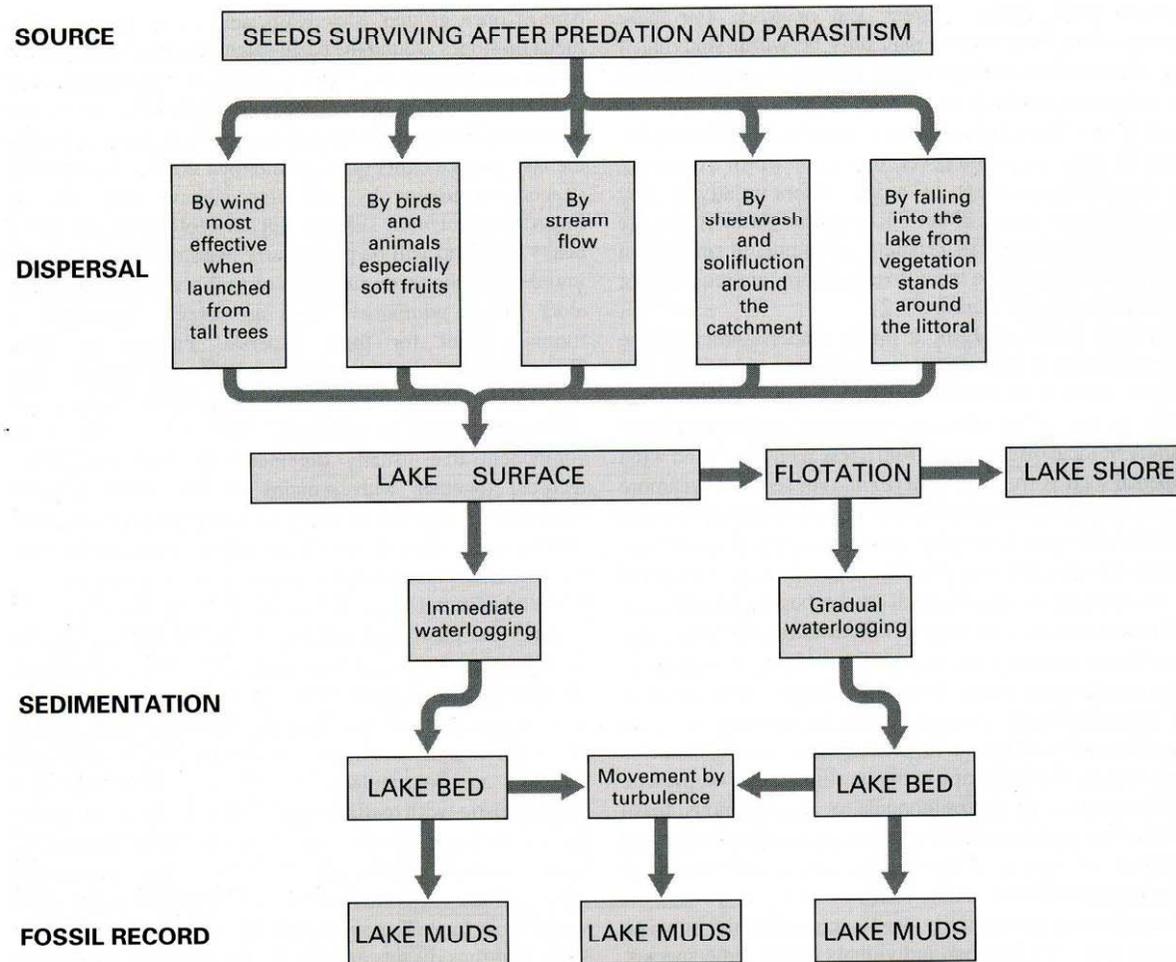
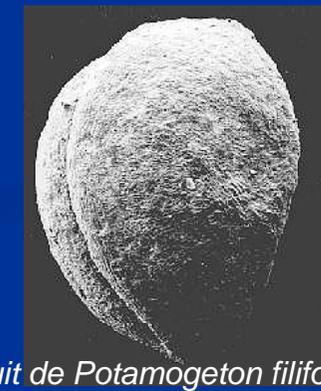
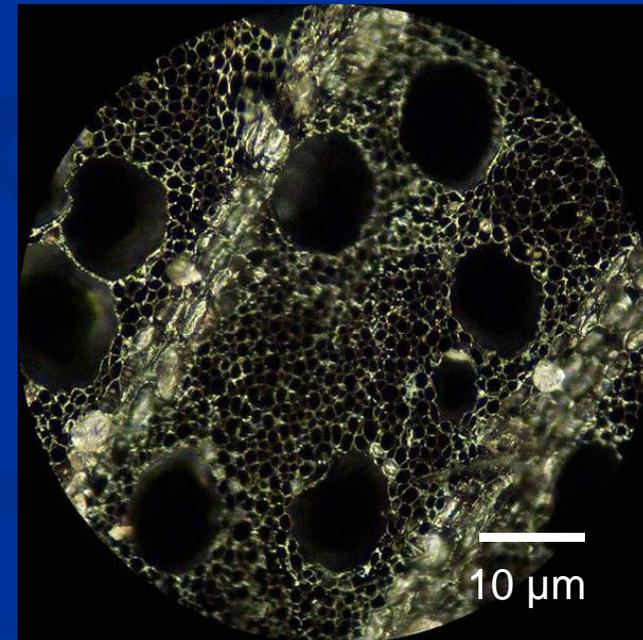
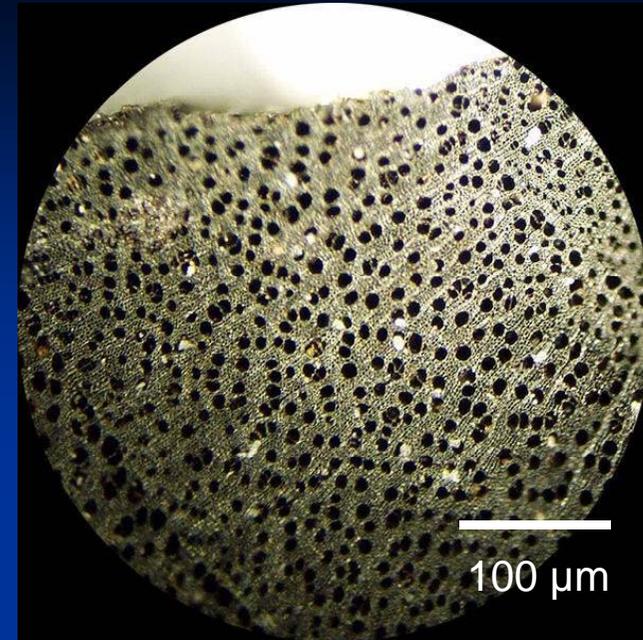


Figure 4.16 General model of seed recruitment to lake sediments (modified after Watts, 1978).

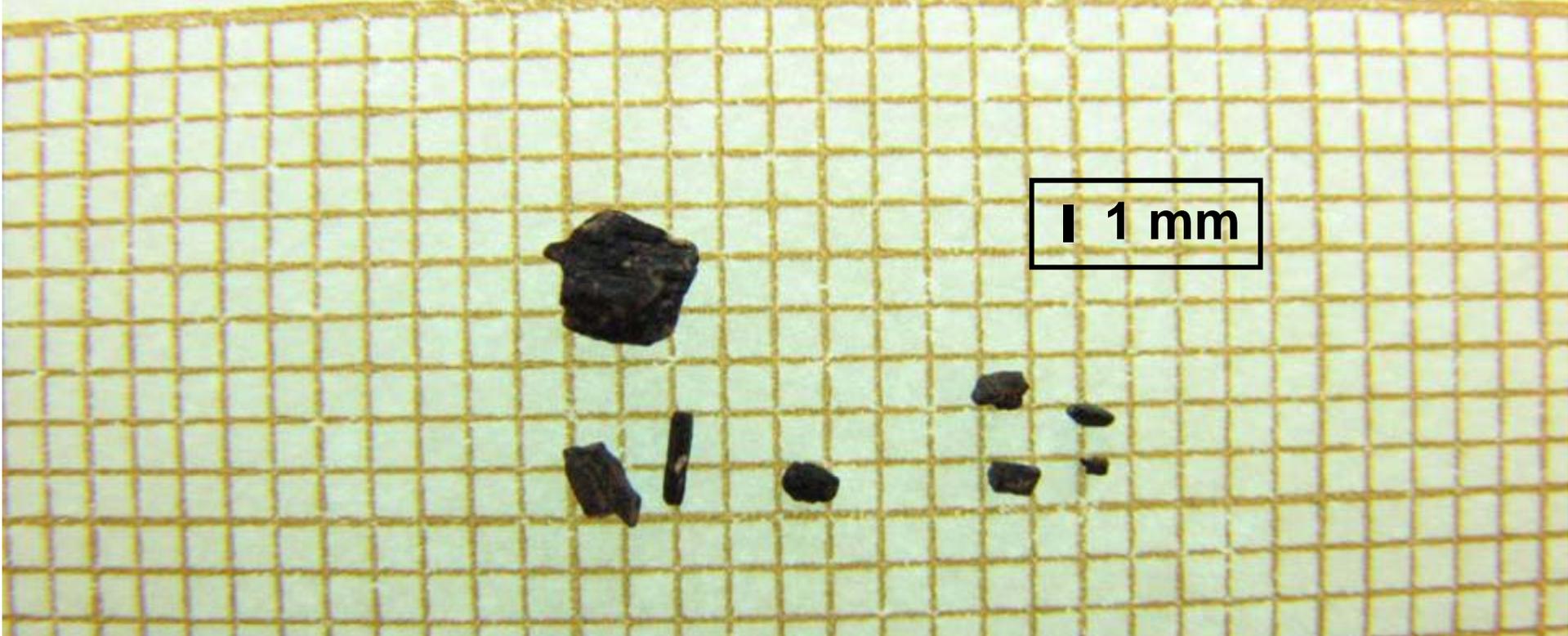


2 - Macrorestes carbonisés

- Dépôts archéologiques ou non
- Surtout des graines
 - Céréales, Légumineuses
 - Arbres dont les fruits sont comestibles
 - Plantes cultivées pour leurs fibres, leur qualités tinctoriales
- Informations précieuses sur le régime alimentaire, les activités domestiques et le mode de vie des anciennes populations humaines locales & sur les feux



Identification des charbons



1 mm

- peuvent indiquer la présence d'arbres et d'arbustes
- permettent de dater les feux

Les Pollens

Par Guillaume Buchet
CEREGE

Les Phytolithes

Par Doris Barboni
CEREGE