

Le gisement de La Voulte-sur-Rhône

Contexte historique

L'exploitation du minerai de fer

Le ravin des mines

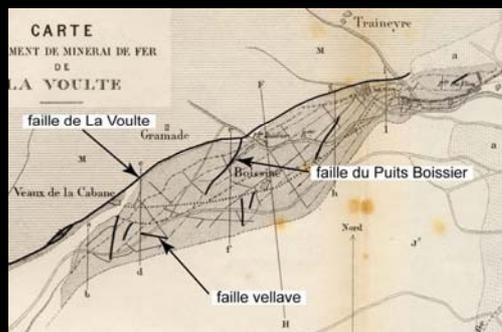


Photo : S. Charbonnier, B. Caze

Ledoux, 1868

Le gisement de La Voulte-sur-Rhône

Contexte historique

L'exploitation du minerai de fer



Photo : B. Caze

Le gisement de La Voulte-sur-Rhône

Contexte historique

Les découvertes scientifiques



Photo : B. Caze, S. Charbonnier

Ophiure

Échelle = 2 cm

Le gisement de La Voulte-sur-Rhône

Contexte historique

Les découvertes scientifiques

Les éponges siliceuses du ravin du Chénier

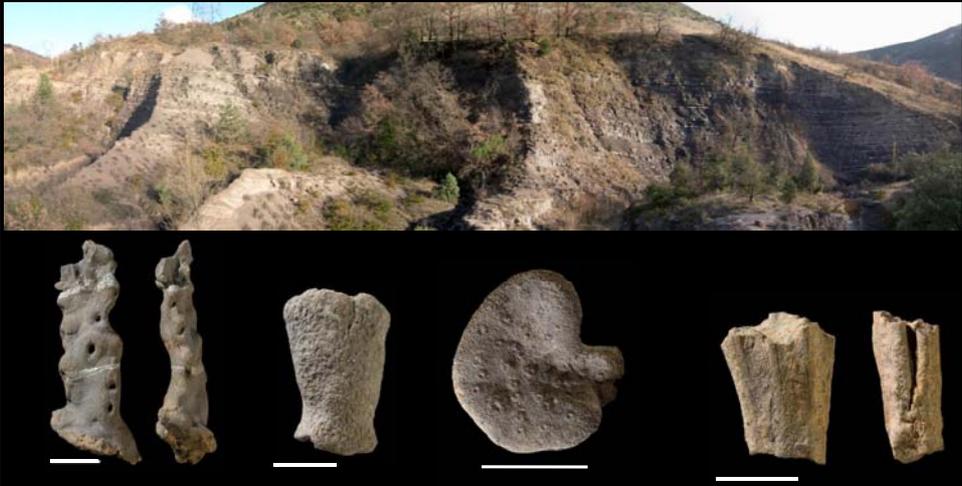


Photo : S. Charbonnier

Échelle = 2 cm

Le gisement de La Voulte-sur-Rhône

Contexte historique

Les découvertes scientifiques

Les ophiures du ravin des mines



Photo : S. Charbonnier, N. Podevigne

Échelle = 2 cm

Le gisement de La Voulte-sur-Rhône

Contexte historique

Les découvertes scientifiques

Le lagerstätte du ravin des mines



Céphalopodes Pycnogonides Crustacés



Photo : S. Charbonnier, N. Podevigne

Environ 60 espèces ont été répertoriées

Échelle = 2 cm

Le gisement de La Voulte-sur-Rhône

Une préservation exceptionnelle

Les Arthropodes (environ 50 %)

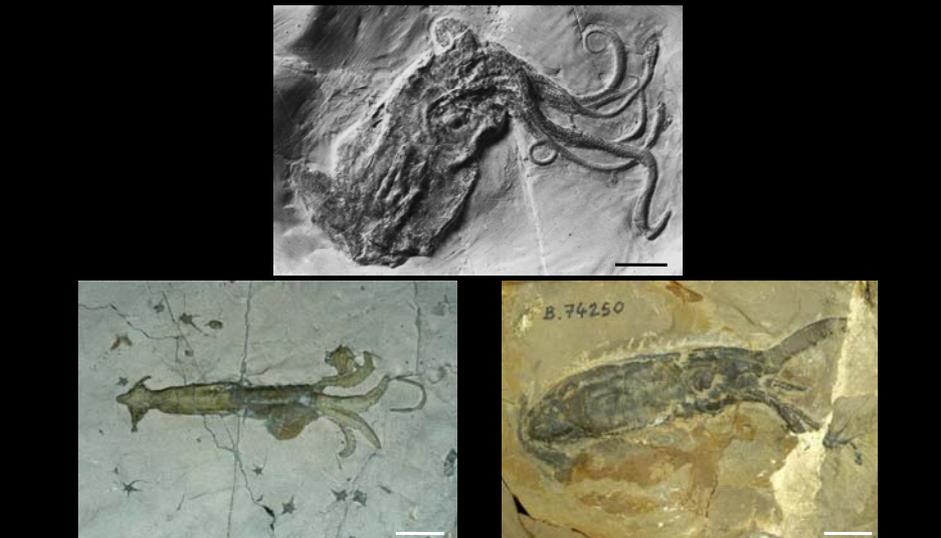


Échelle = 2 cm

Le gisement de La Voulte-sur-Rhône

Une préservation exceptionnelle

Les Céphalopodes (environ 10 %)



Échelle = 2 cm

Le gisement de La Voulte-sur-Rhône

Une préservation exceptionnelle

Les Échinodermes (environ 10 %)



Échelle = 2 cm

Le gisement de La Voulte-sur-Rhône

Une préservation exceptionnelle

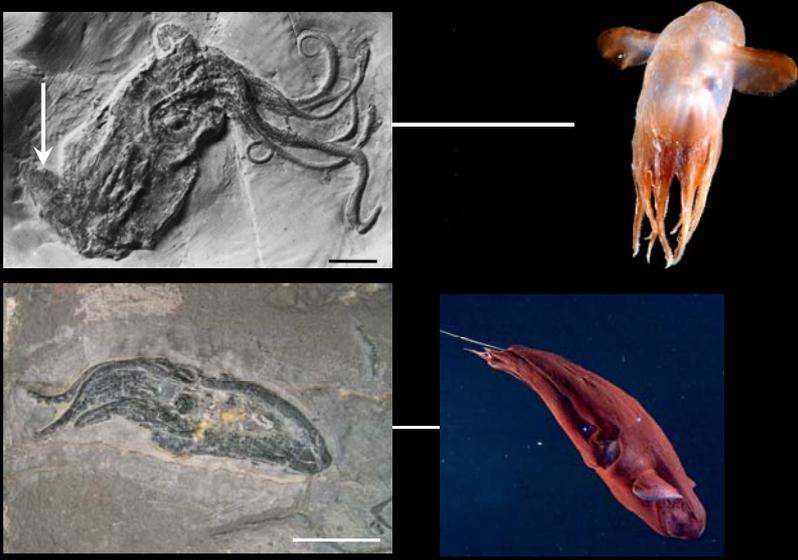
Les Annélides (environ 10 %)



Échelle = 2 cm

Le gisement de La Voulte-sur-Rhône

Une faune peu commune



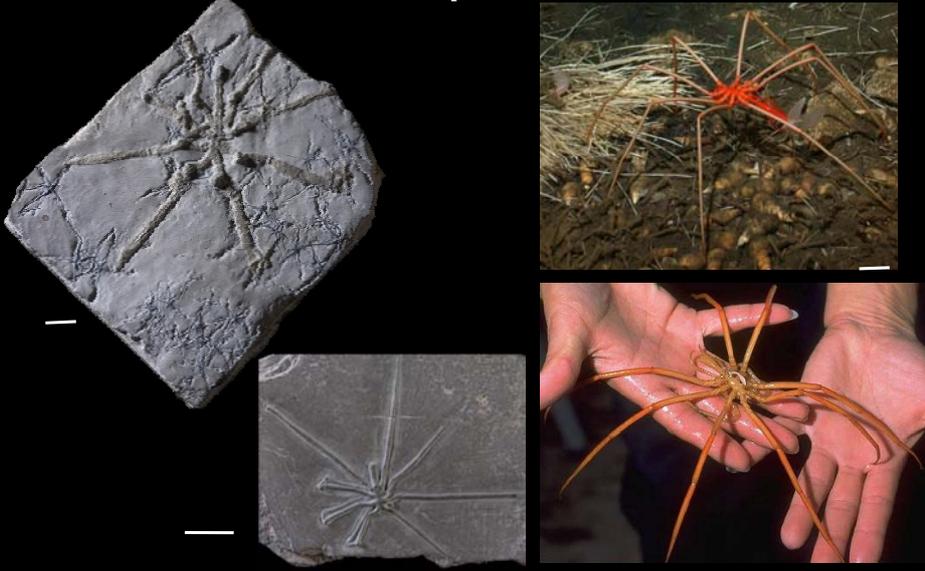
The image displays four specimens related to cephalopods. On the left, two fossilized cephalopod shells are shown in grey rock. The top fossil has a white arrow pointing to a specific feature. On the right, two modern cephalopods are shown against a dark background: a cuttlefish-like creature with a bulbous body and long arms, and a squid-like creature with a more elongated body and prominent fins. White lines connect the fossils to their respective modern counterparts.

Échelle = 2 cm

Des céphalopodes dont les espèces apparentées actuelles vivent à plus de 200 m de profondeur

Le gisement de La Voulte-sur-Rhône

Une faune peu commune



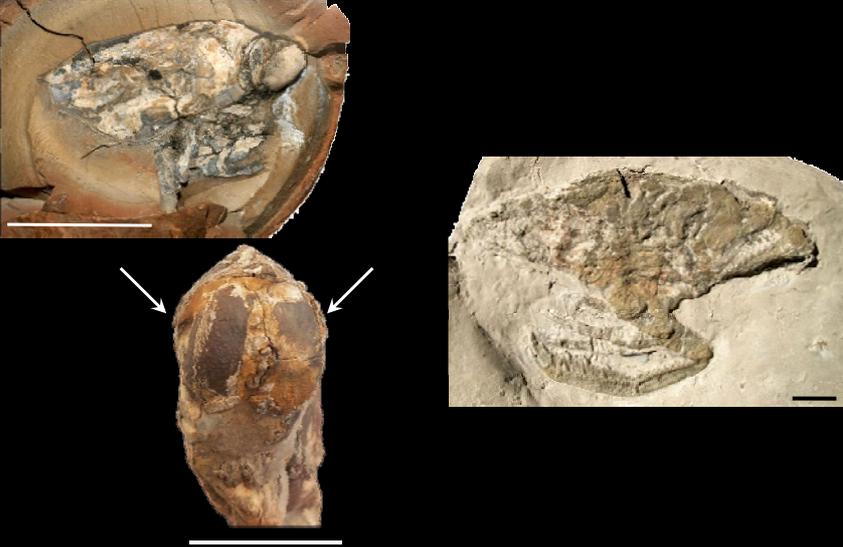
The image displays four specimens related to pycnogonids. On the left, two fossilized pycnogonid shells are shown in grey rock. The top fossil is a large, diamond-shaped impression with a central body and radiating legs. The bottom fossil is a smaller, similar impression. On the right, two modern pycnogonids are shown: one is a large, orange-red pycnogonid with long, thin legs, resting on a bed of dry grass; the other is a smaller, brownish pycnogonid being held in a person's hands. White lines connect the fossils to their respective modern counterparts.

Échelle = 2 cm

Les pycnogonides sont des animaux méconnus qui étaient absents du registre fossile du Mésozoïque avant leur découverte à La Voulte

Le gisement de La Voulte-sur-Rhône

Une faune peu commune



Le groupe des thylacocéphales n'a aucun représentant actuel connu

Échelle = 2 cm

Le gisement de La Voulte-sur-Rhône

Une faune peu commune

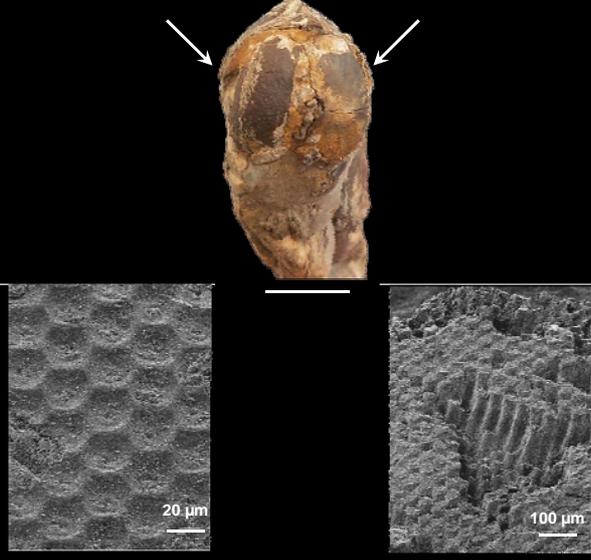


Les yeux hypertrophiés sont caractéristiques de certains crustacés des grands fonds, où la luminosité est faible voire nulle

Échelle = 1 cm

Le gisement de La Voulte-sur-Rhône

Une faune peu commune



La préservation des fossiles est telle à La Voulte que la microstructure des yeux des thylacocéphales a pu être analysée

Échelle = 1 cm

Une maison de site pour valoriser le patrimoine géologique

Acquisition des terrains et travaux



Photo : C. Fougerol, S. Fournier

Une maison de site pour valoriser le patrimoine géologique

Acquisition des terrains et travaux



Photo : S. Fournier, B. Caze

Une maison de site pour valoriser le patrimoine géologique

L'exposition permanente

État d'avancement

1. Le scénario scientifique :

Du paysage actuel ...



Photo : B. Caze

Une maison de site pour valoriser le patrimoine géologique

L'exposition permanente

État d'avancement

1. Le scénario scientifique :

... à La Voulte-sur-Rhône au Callovien, il y a 160 millions d'années.



Photo : K. Reisenbichler (MBARI)



Une maison de site pour valoriser le patrimoine géologique

L'exposition permanente

État d'avancement

2. La sélection des spécimens :

Des partenariats avec d'autres institutions publiques



Maison de site de La Voulte-sur-Rhône



Muséum national d'Histoire naturelle



Muséum d'Histoire naturelle d'Autun

Photo : B. Caze

Une maison de site pour valoriser le patrimoine géologique

L'exposition permanente

État d'avancement

2. La sélection des spécimens :

Des partenariats avec d'autres institutions publiques

Maison de site de La Voulte-sur-Rhône



Muséum national d'Histoire naturelle



Muséum d'Histoire naturelle d'Autun

↑ ↑

Photo : B. Caze

Une maison de site pour valoriser le patrimoine géologique

L'exposition permanente

État d'avancement

2. La sélection des spécimens :

Des centaines de spécimens de toutes tailles représentant une masse totale de plusieurs centaines de kg







Animaux actuels



Roches



Fossiles

Photo : B. Caze

Une maison de site pour valoriser le patrimoine géologique

L'exposition permanente

État d'avancement

3. Mise en scène :



Dinosauria (Esperaza)

Photo : J.-P. Saint Martin

Une maison de site pour valoriser le patrimoine géologique

L'exposition permanente

État d'avancement

4. Commandes :

- du mobilier ;
- des illustrations ;
- des sculptures ;
- ...



Photo : D. Merle, P. Viette

Une maison de site pour valoriser le patrimoine géologique

L'exposition permanente

État d'avancement

5. Mise en place :

- des spécimens ;
- du mobilier ;
- des illustrations ;
- des sculptures ;
- ...



Photo : B. Caze

Une maison de site pour valoriser le patrimoine géologique

Vie de la future maison de site

Création et gestion de la collection géologique municipale



Photo : B. Caze

Une maison de site pour valoriser le patrimoine géologique

Vie de la future maison de site

Candidature pour l'obtention de l'appellation « Musée de France »



Logotype « Musée de France »

Photo : B. Caze

Une maison de site pour valoriser le patrimoine géologique

Vie de la future maison de site

Accueil des scientifiques



Photo : D. Merle

Une maison de site pour valoriser le patrimoine géologique

Vie de la future maison de site

Interventions auprès du public scolaire, ateliers et animations à destination du grand public



Photo : B. Caze



Merci de votre attention !



Signature
environnementale

Arthropodes

☐ Crustacés : exemple des Coleidae

Coleia gigantea

2 cm

1 cm

2 cm

Polycheles sculptus

Polychelidae (Superfamille Eryonoidea)

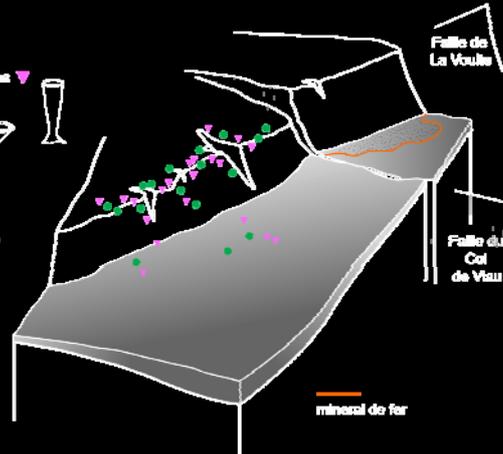
Synthèse

□ Reconstitution paléoenvironnementale

Ravin du Chénier



Ravin des Mines



- escarpement sous- marin
- zone bathyale (> 200 m)
- lumière faible ou absente

Le secteur de La Voulte

- Ravin du Chénier
 - interprétation tectonique
- direction hercynienne
 - faille de La Voulte
- direction cévenole
 - faille de La Pouza
 - failles du Pouzin
- direction vellave
 - faille du Col de Viau
 - faille du Montellet

d'après Google Earth



Signature environnementale

Eponges siliceuses

□ Hexactinellides : 11 espèces

Craticularia parallela *Gevreya synthetica* *Stauroderma inversa*

□ Lithistides : 6 espèces

Saynospongia palmicea *Verruculina multiformis* *Moretispongia praegnans*

barres d'échelle = 2 cm

Signature environnementale

Eponges siliceuses

□ Approche paléoécologique

➤ mode de fixation

encroûtement basal : substrat dur

bivalve

micaschiste

barres d'échelle = 2 cm

Signature
environnementale

Eponges siliceuses

☐ Approche paléoécologique

➤ micro-encroûtants



serpule

2 cm



huître

2 cm



embase de crinoïde

éponge

1 cm

rare épizoaires, absence d'organismes photophiles

Signature
environnementale

Eponges siliceuses

☐ Approche paléoécologique

➤ morphologie




- Pacifique SW
- Nouvelle-Calédonie
- profondeur : - 400 m

Signature environnementale

Eponges siliceuses

□ Approche paléoécologique

- **morphologie**


morphologies dominantes

formes coniques, érigées

+ Hexactinellides (80%)

↓

paléomilieu profond : zone bathyale talus
- **mode de fixation**


substrat dur substrat mou

micaschiste marnes

↓

substrats hétérogènes escarpement généré par la faille de La Voulte
- **micro-encroûtements**

Rares épizoaires

absence d'organismes photophiles

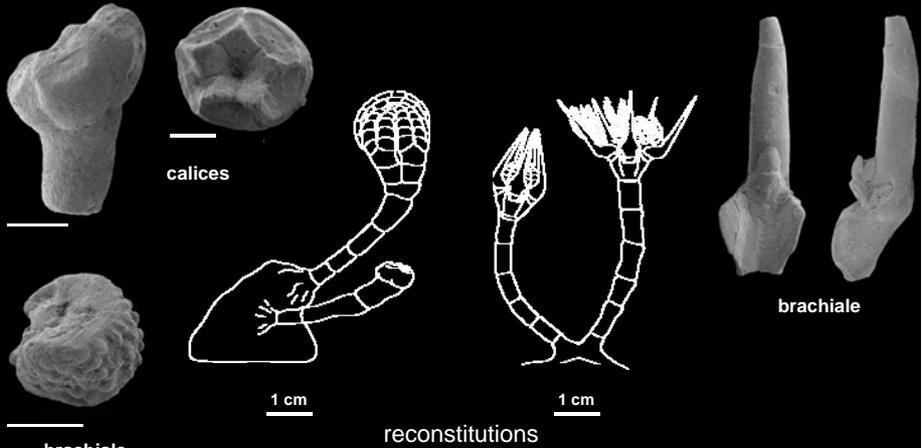
↓

pénétration de la lumière très faible voire nulle profondeur > 200 m

Ravin du Chénier : crinoïdes

□ Crinoïdes pédonculés

➤ **Cyrtocrinidés : petits crinoïdes robustes et dissymétriques**



calices

brachiale

reconstitutions

brachiale

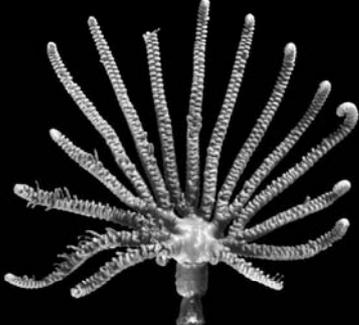
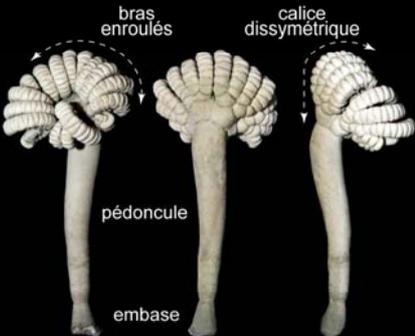
barres d'échelle = 2 mm

Signature
environnementale

Crinoïdes

□ Approche paléoécologique

➤ **Cyrtocrinidés actuels**

Gymnocrinus richeri

- sommet de guyots aux pentes fortes
- surfaces durcies, courants
- zone bathyale
- profondeur : 300 - 500 m

barres d'échelle = 1 cm

Discussion

□ Pourquoi tant de différences entre le Ravin des Mines et celui du Chénier ?

➤ Raisons écologiques ?

▪ indices d'hydrothermalisme ?

Ravin des Mines

- minéral de fer
- minéraux métalliques



Discussion

□ Pourquoi tant de différences entre le Ravin des Mines et celui du Chénier ?

➤ Raisons écologiques ?

▪ indices d'hydrothermalisme ?

Ravin du Chénier



Treude et al. 2007

Discussion

□ Pourquoi tant de différences entre le Ravin des Mines et celui du Chénier ?

➤ Raisons taphonomiques ?

▪ préservation exceptionnelle

▪ anoxie ?

▪ empoisonnement hydrothermal ?



Archosolenocera straeleni



Rhomboteuthis lehmani

Perspectives

□ Nouvelles explorations de terrain

- fouilles banc par banc
- associations fauniques
- renouvellements fauniques



Perspectives

□ Nouvelles explorations de terrain

- fouilles banc par banc
- associations fauniques
- renouvellements fauniques

□ Caractérisation du milieu par la géochimie

- processus hydrothermaux ?
- préservation exceptionnelle
- intervention microbienne



Perspectives

□ Nouvelles explorations de terrain

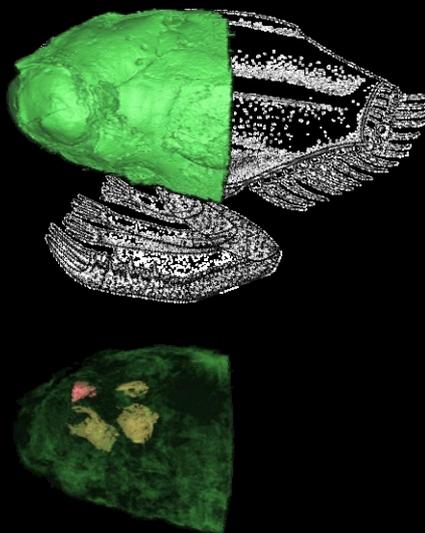
- fouilles banc par banc
- associations fauniques
- renouvellements fauniques

□ Caractérisation du milieu par la géochimie

- processus hydrothermaux ?
- préservation exceptionnelle
- intervention microbienne

□ Organismes et écosystème

- anatomie
- reconstitution 3D
- chaîne alimentaire



Merci de votre attention !



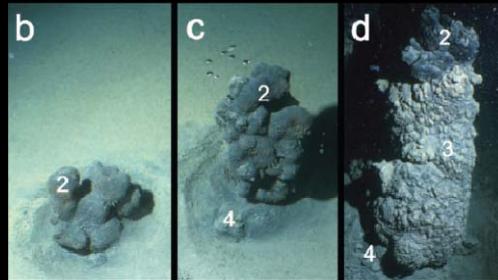
Ravin du Chénier

□ Colonnas carbonatées



Ravin du Chénier

☐ Colonnes carbonatées



Treude et al. 2007

Ravin du Chénier

☐ Lentilles de célestine



Sites hydrothermaux

□ Hydrothermalisme chaud

- Figueroa (Californie)
Jurassique inférieur (Pliensbachien)
Amas sulfuré

- Oman
Crétacé supérieur (Cénomanién)
- Chypre
Crétacé supérieur (Turonien)

Ophiolites

□ Hydrothermalisme froid

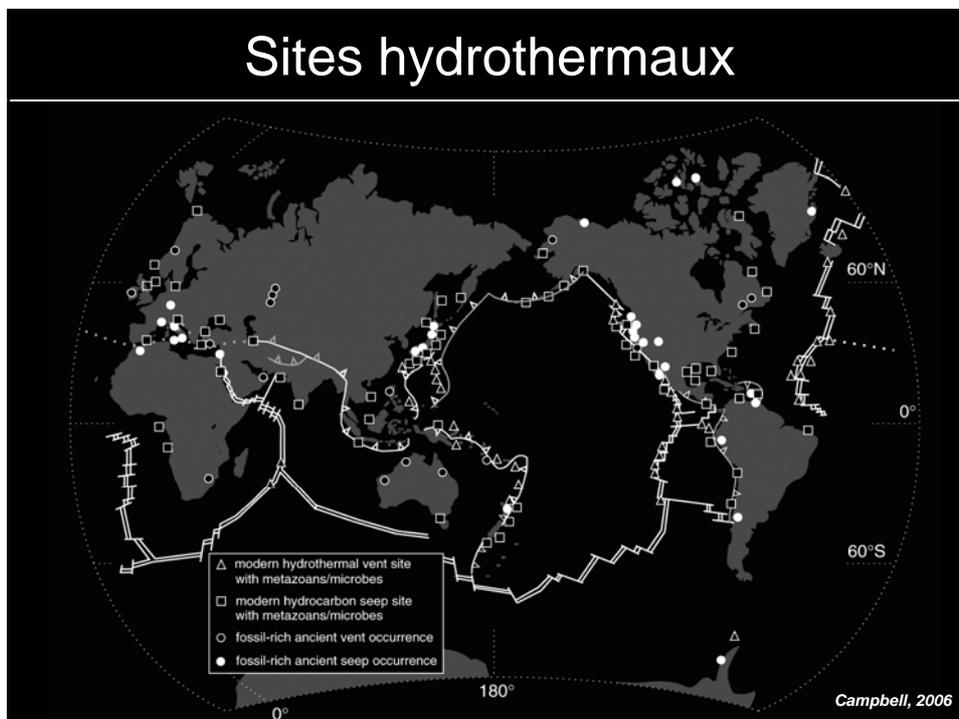
- Beauvoisin (France)
Jurassique supérieur
(Oxfordien)

- Japon

- Etats-Unis

concrétions carbonatés,
colonnes,
cheminées...

Sites hydrothermaux



□ Les Crustacés : 25 espèces identifiées

DECAPODA

Penaeidae (4 espèces)



Solenoceridae (1 espèce)



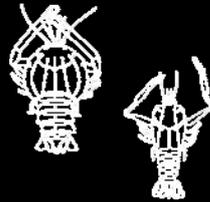
Famille des "Udora" (2 espèces)



Erymidae (2 espèces)

Stenochiridae (1 espèce)

Coleiidae (5 espèces)



Eryonidae (1 espèce)

Polychelidae (1 espèce)

Glypheidae (1 espèce)

THYLACOCEPHALA

3 espèces



LOPHOGASTRIDA

Lophogastridae (1 espèce)

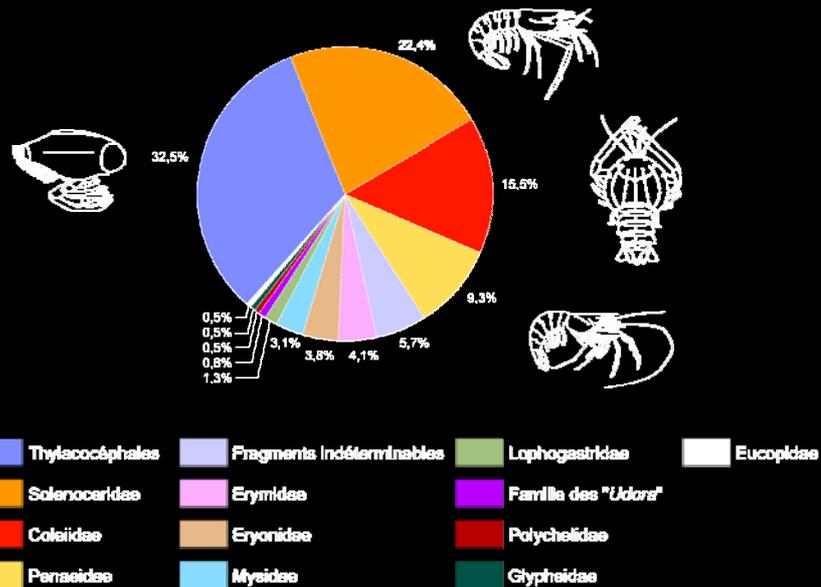
Eucopiidae (1 espèce)



MYSIDA

Mysidae (2 espèces)

□ Analyse quantitative (400 nodules) : 4 groupes majoritaires



□ Paléoécologie : *Dollocaris ingens*

- appendices robustes munis d'épines :
- organismes prédateurs

Squille ou crevette-mante (Stomatopoda)

Ravin du Chénier : crinoïdes

□ Crinoïdes pédonculés : diversité et abondance

➤ **Isocrinidés : formes balanocrines**

Balanocrinus dumortieri

pédoncule muni de cirres pour l'ancrage

columnales

barres d'échelle = 2 cm

Ravin du Chénier : crinoïdes

□ Approche paléoécologique

➤ Isocrinidés : formes balanocrines



→ organismes bathyaux et abyssaux
profondeur ~ 900 m

→ substrats meubles, courants

Problématique



**Dans quel environnement
vivait la faune de La Voulte ?**

Objectifs

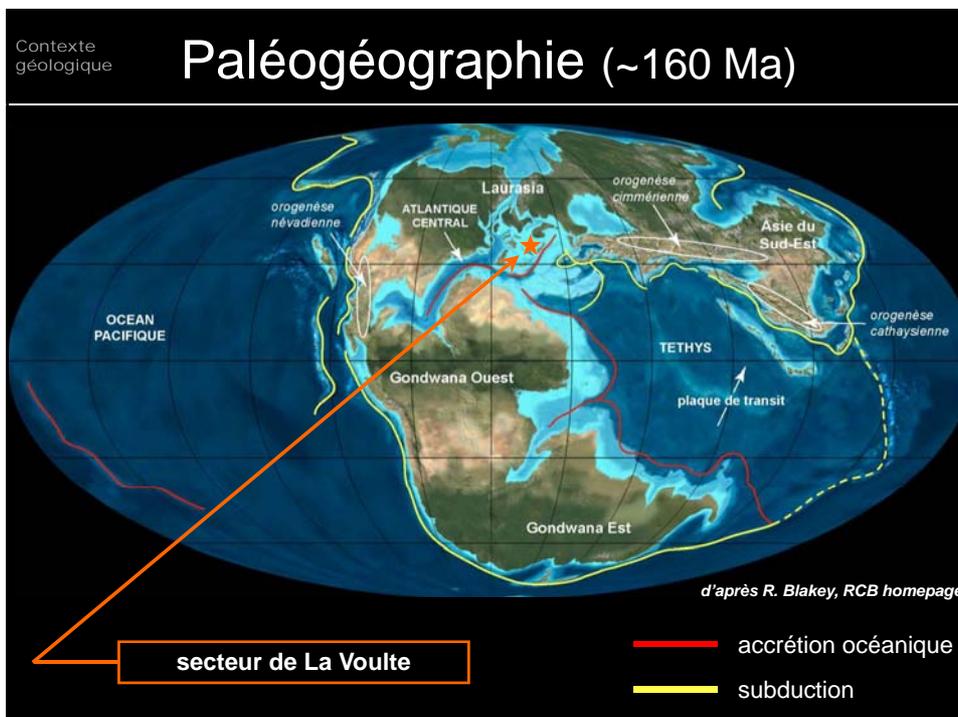
□ Contexte géologique

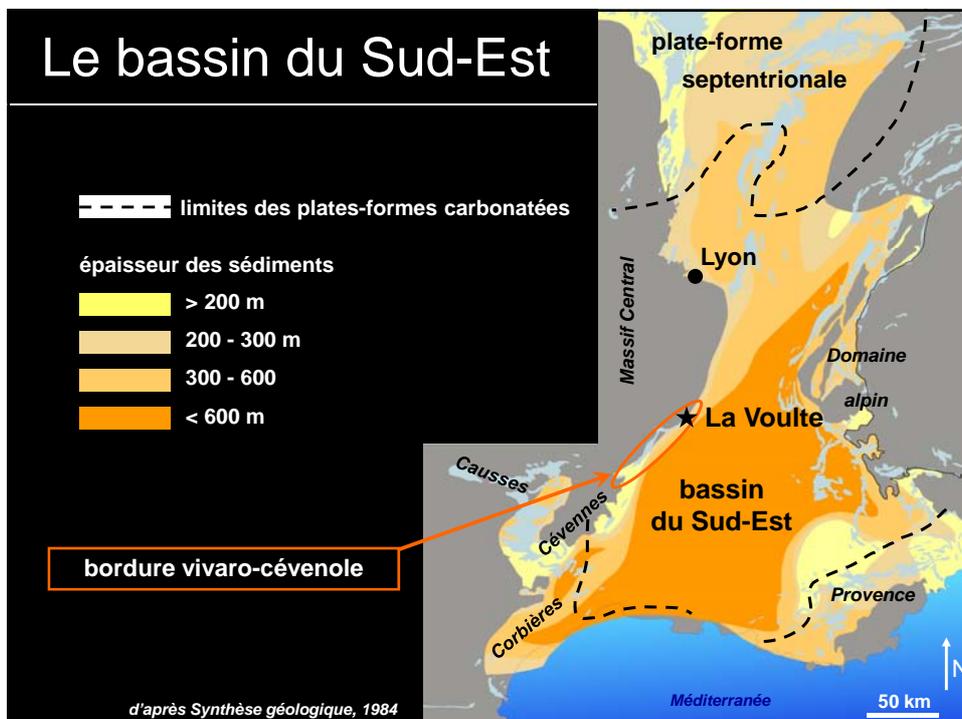
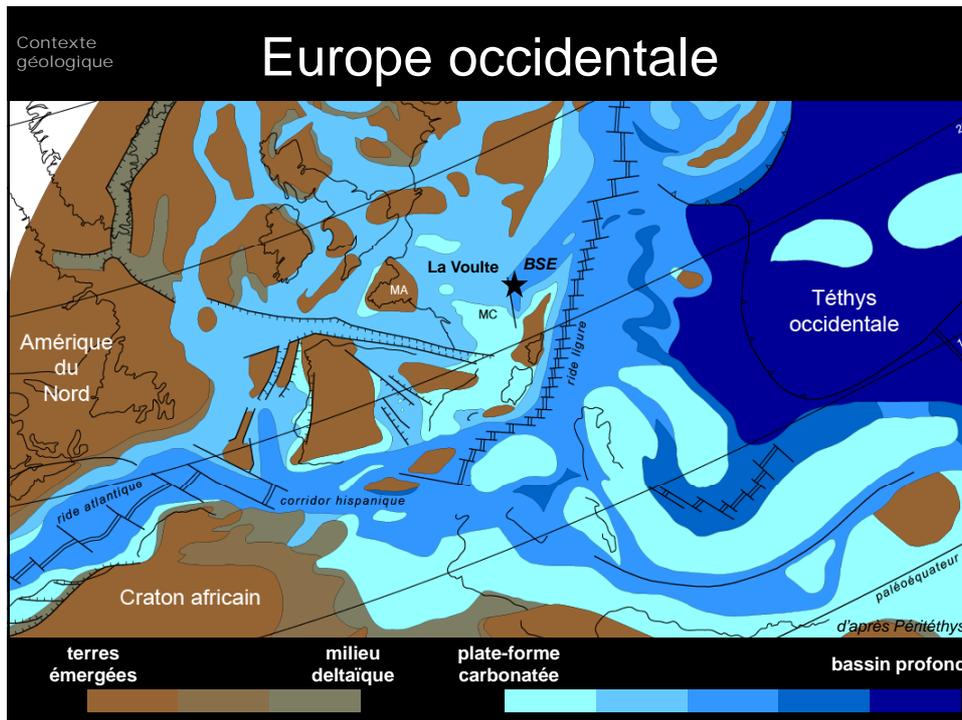
- cadre paléogéographique et structural
- milieu de dépôt
- paléotopographie sous-marine
- paléobathymétrie

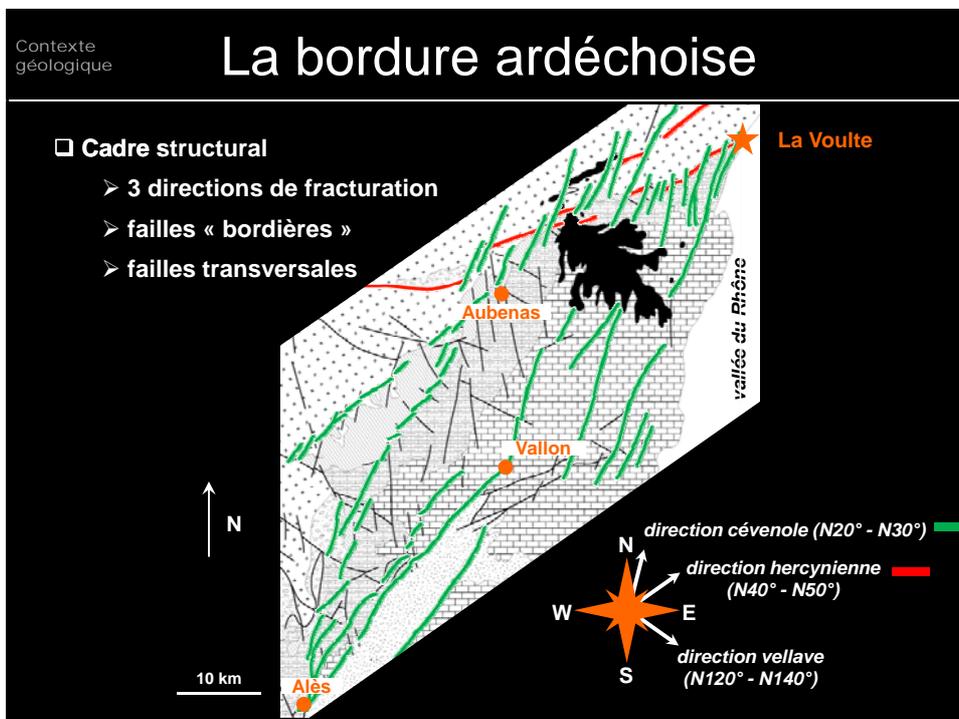
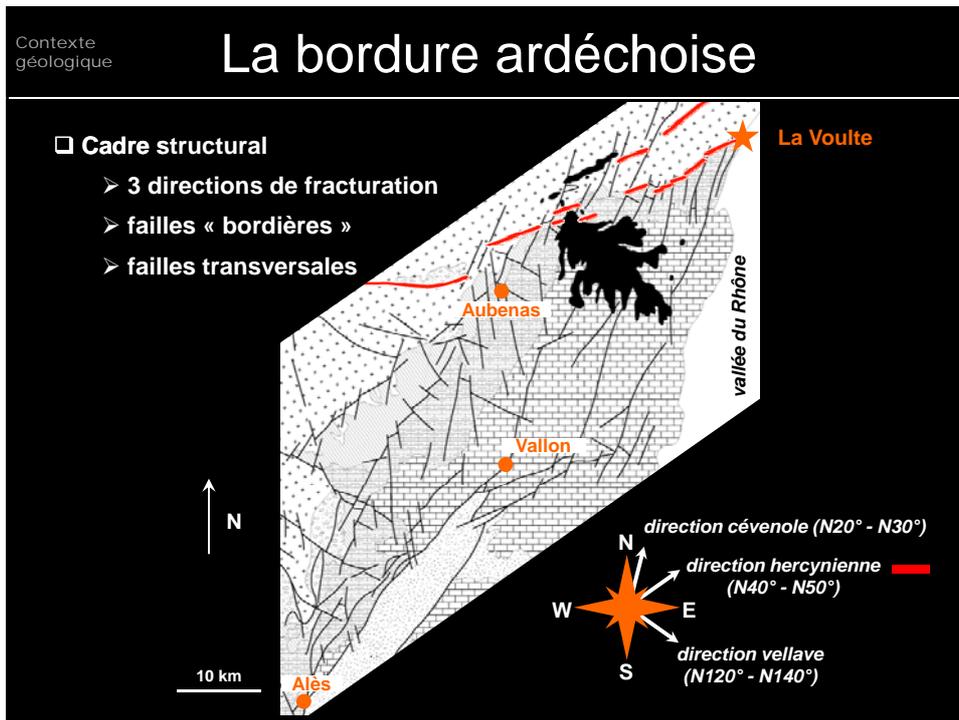
□ Recherche d'une signature paléoenvironnementale

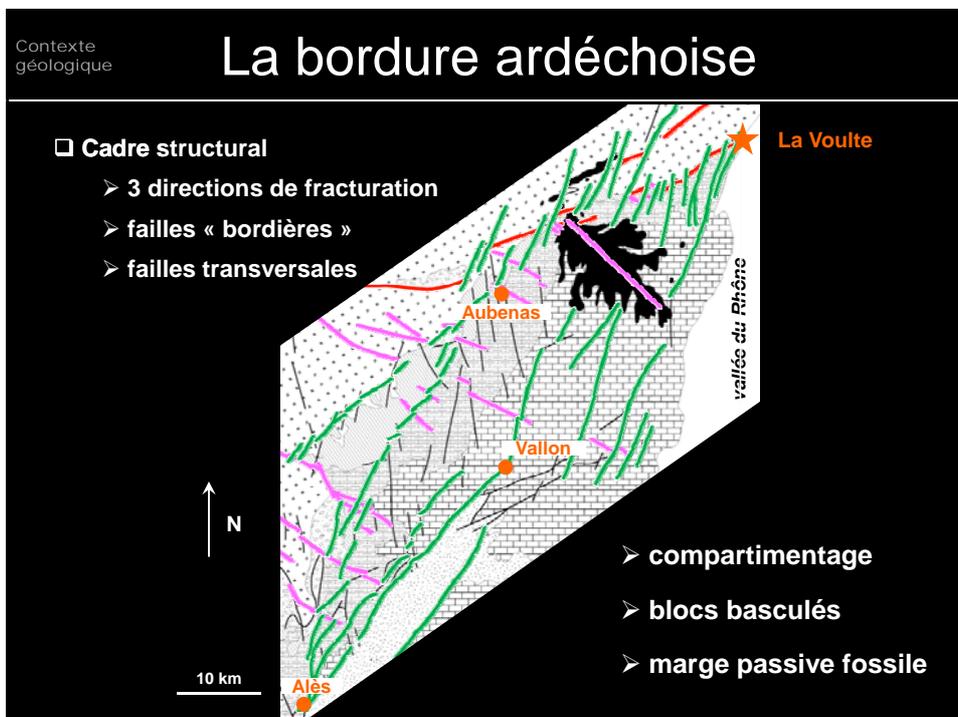
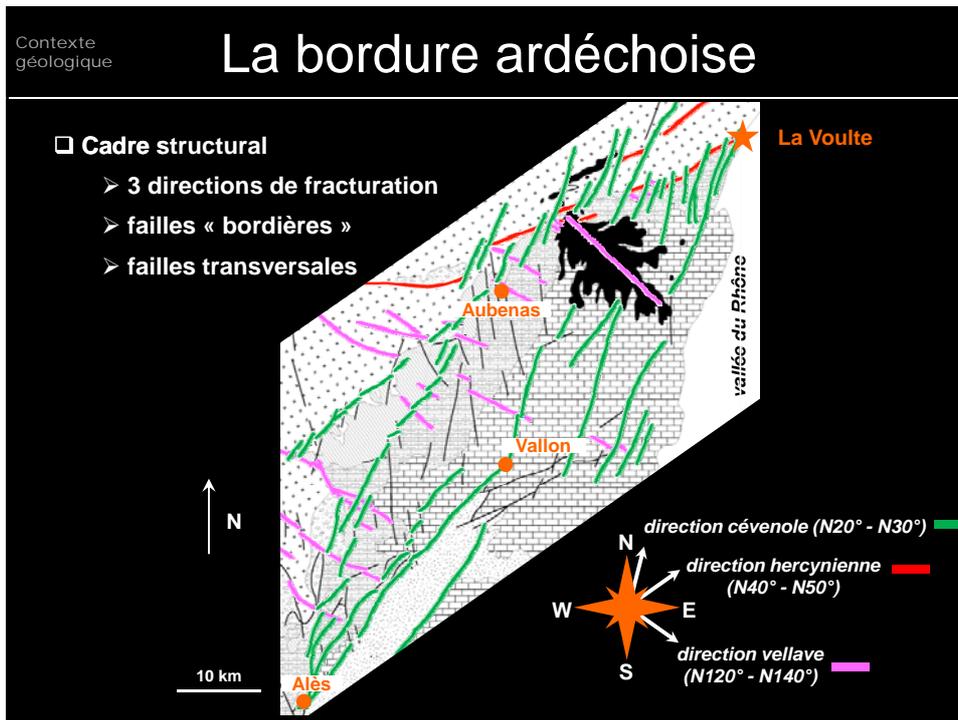
- biodiversité des faunes fossiles
- description de nouvelles composantes
- approche qualitative et quantitative
- comparaisons avec les faunes marines actuelles

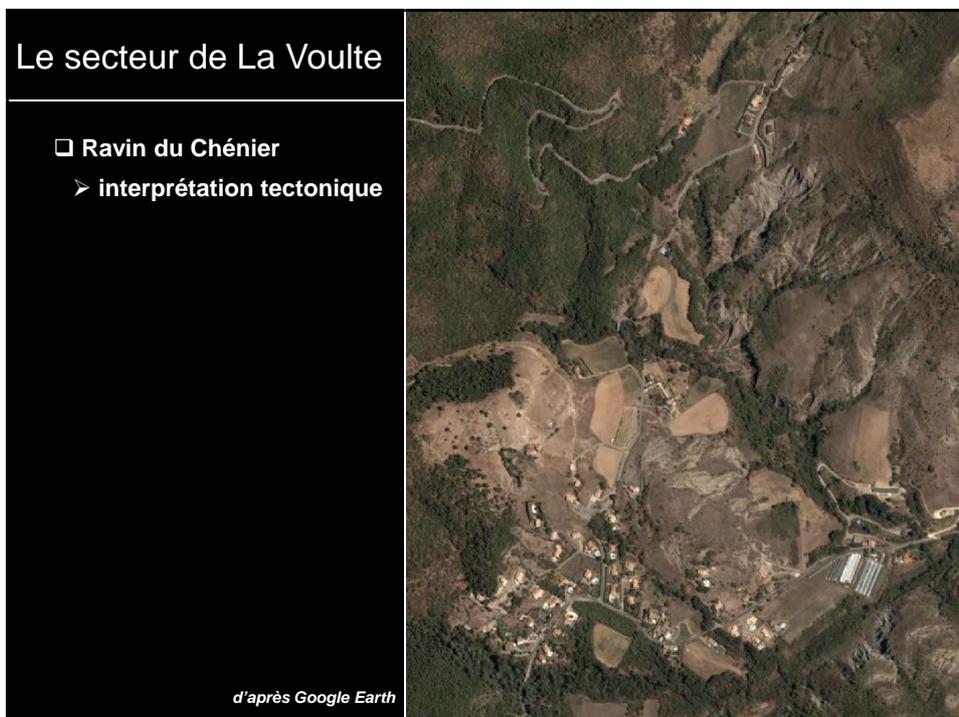
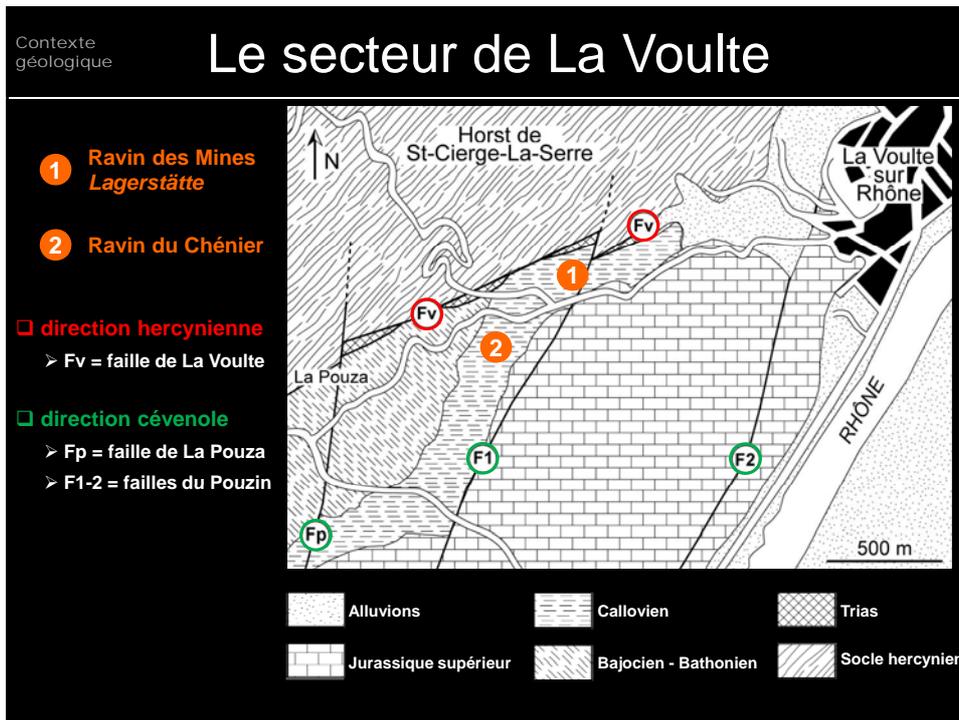
□ Synthèse : reconstitution paléoenvironnementale

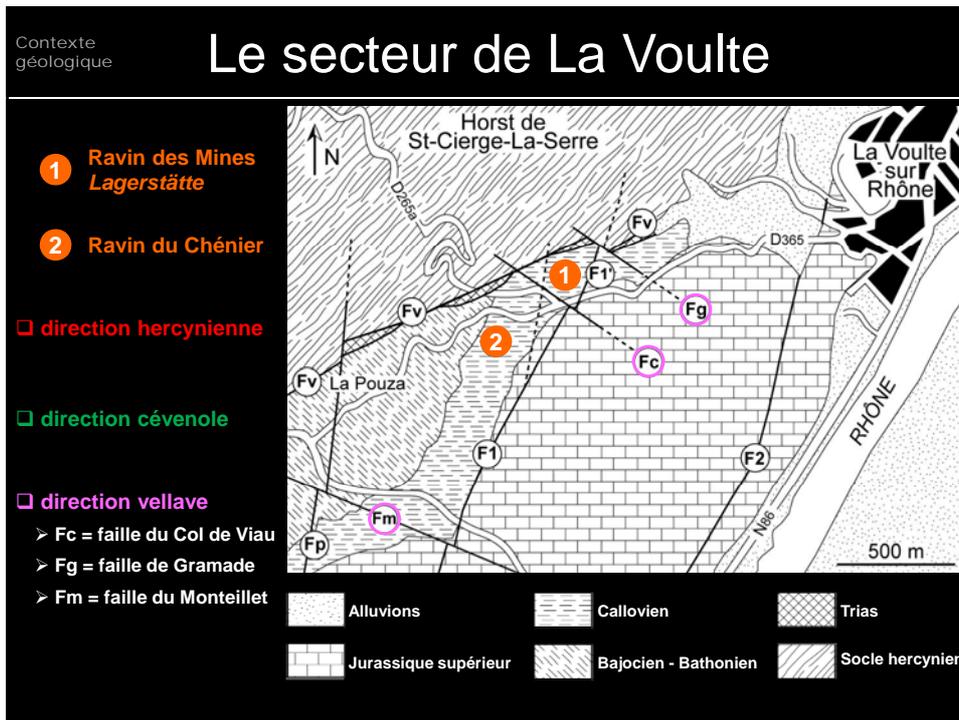








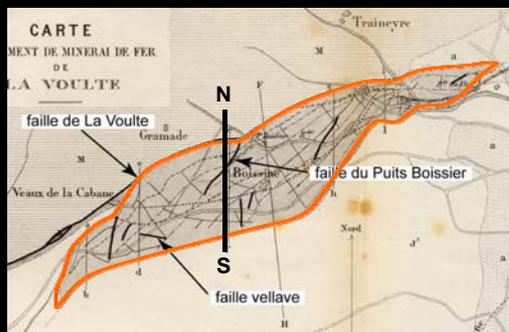






Le Ravin des Mines

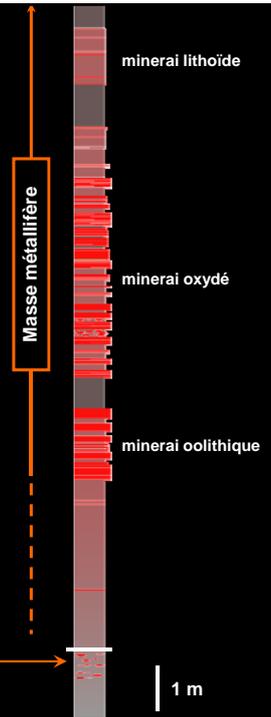
□ Cadre sédimentaire : le gîte métallifère



Ledoux 1868

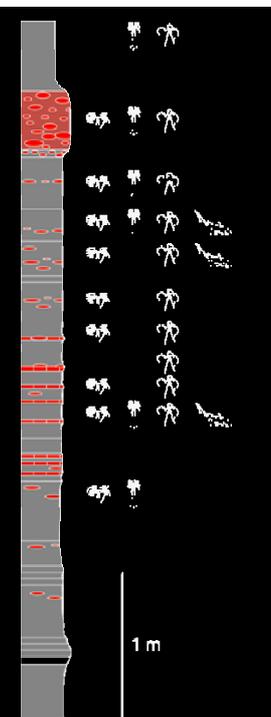
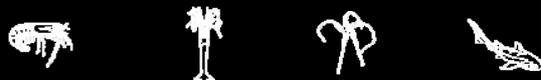


Lagerstätte de La Voulte couches à nodules



Le Ravin des Mines

□ Cadre sédimentaire : 4-5 m de marnes bleutées



Contexte géologique

Le secteur de La Voulte

□ Cadre sédimentaire : site adjacent et contemporain (Callovien inférieur)

1 **Ravin des Mines Lagerstätte**
 2 **Ravin du Chénier**

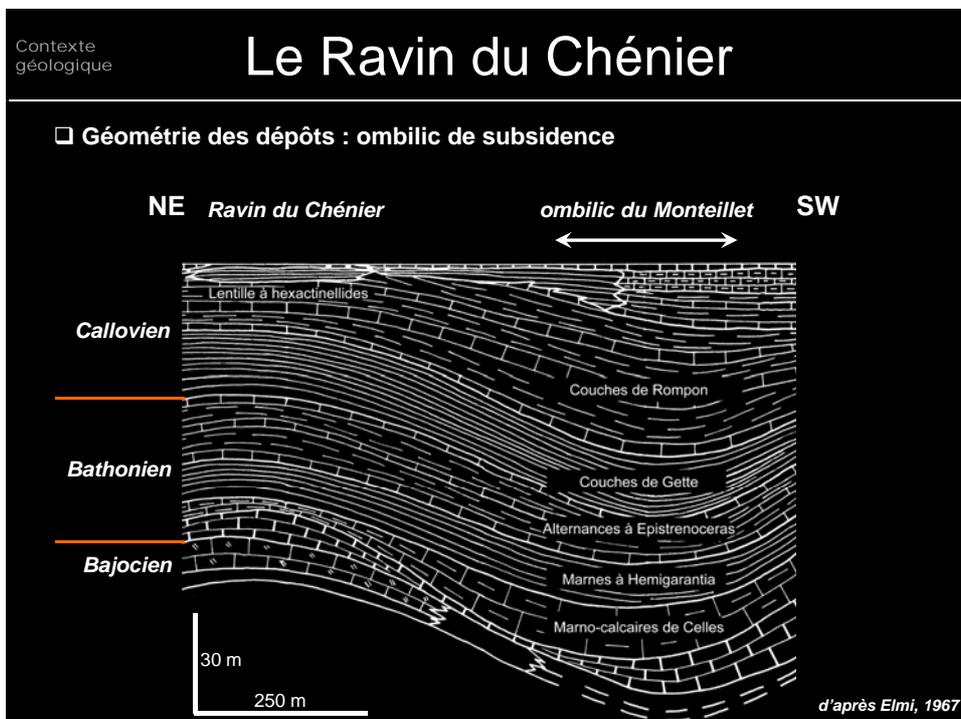
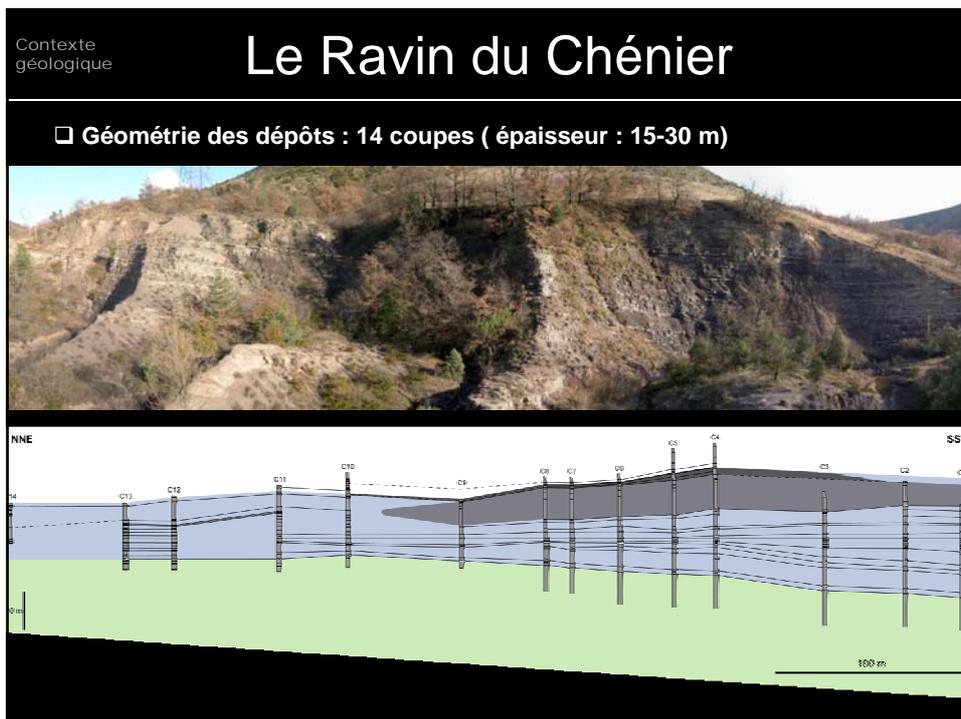
Contexte géologique

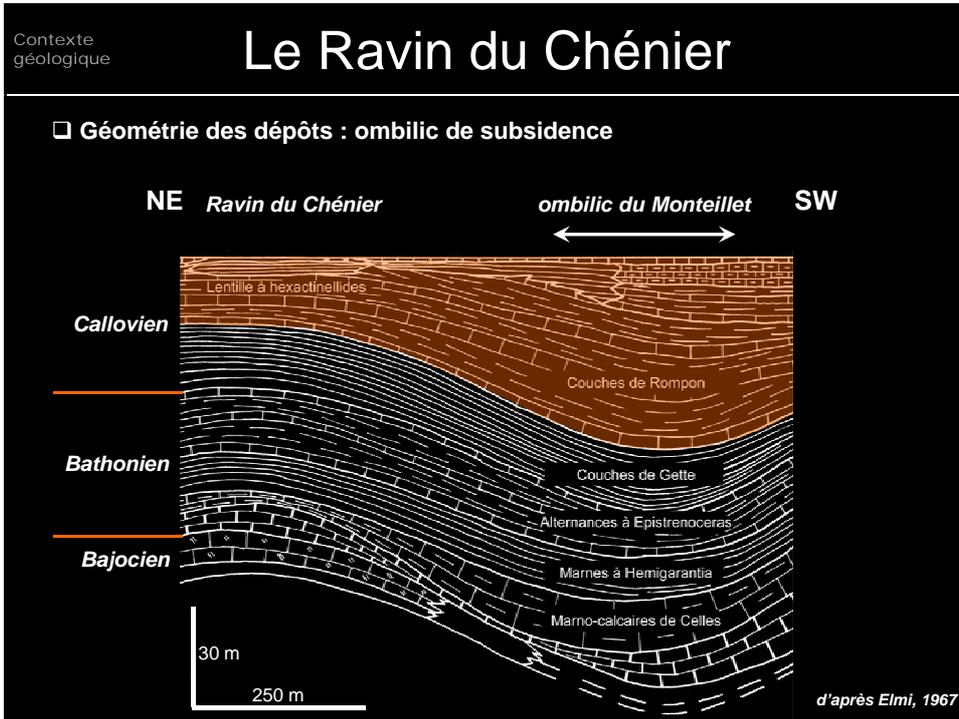
Le Ravin du Chénier

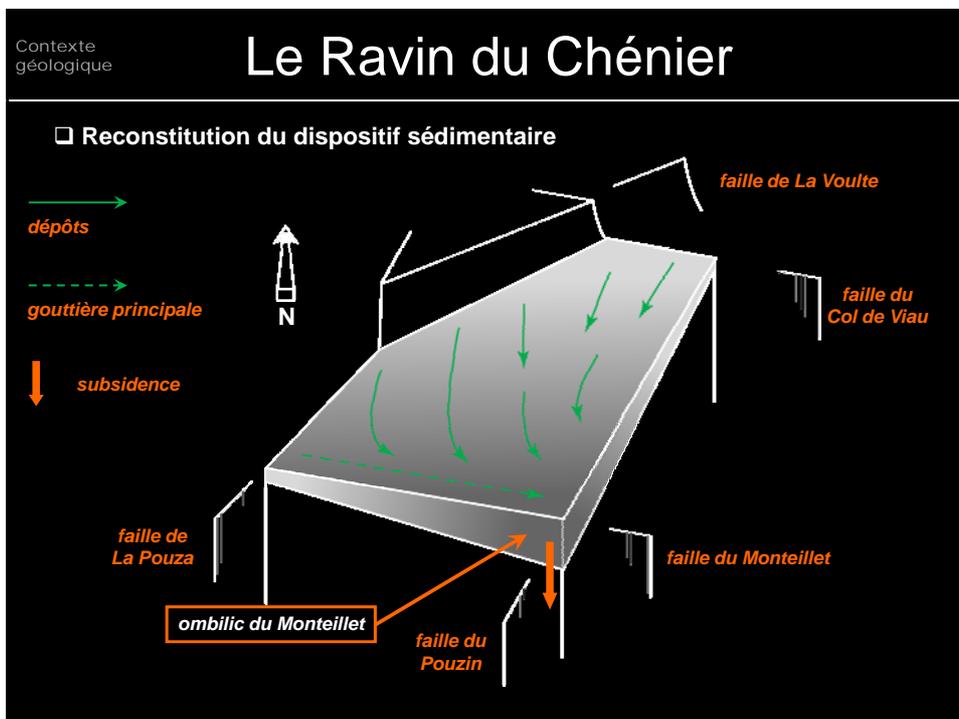
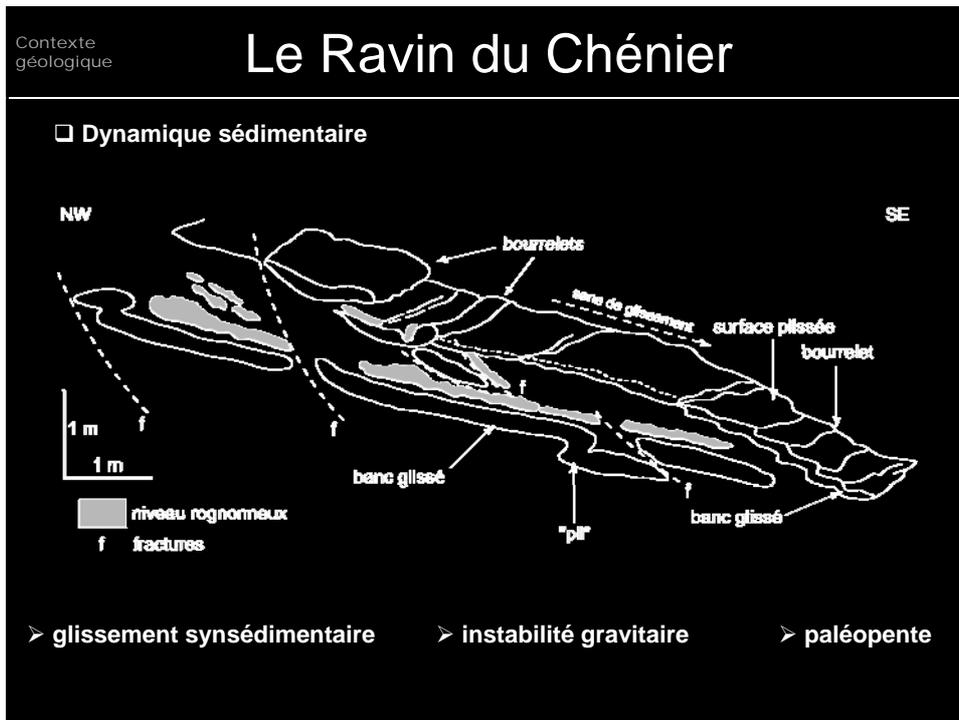
□ Cadre sédimentaire : vastes affleurements, dépôts épais

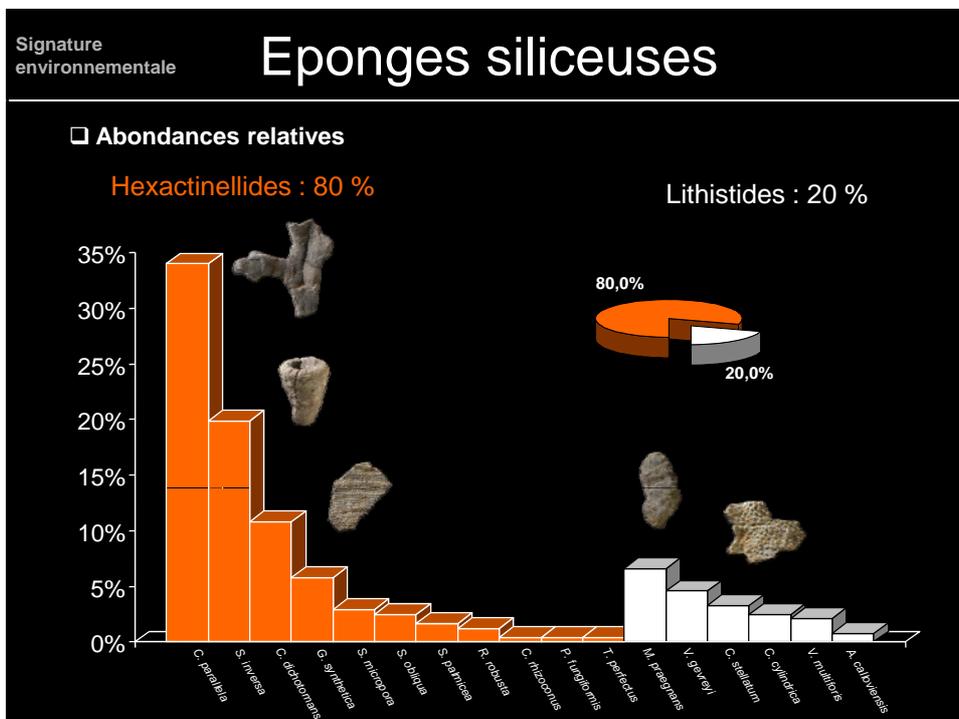
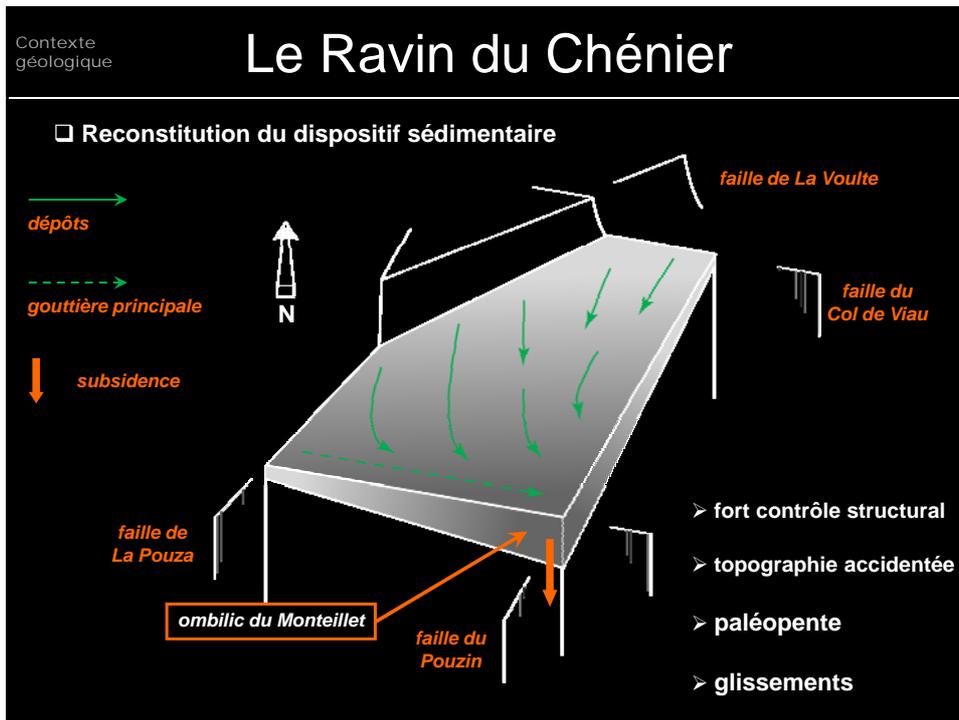
□ alternances marno-calcaires

- éponges siliceuses
- crinoïdes pédonculés







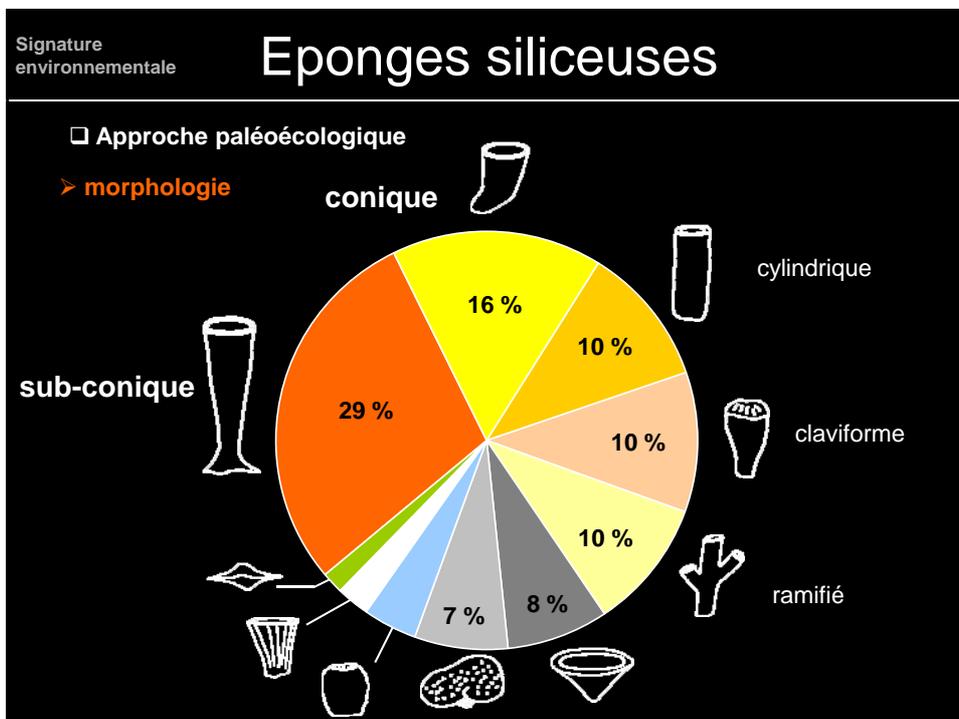


Signature
environnementale

Eponges siliceuses

☐ Approche paléoécologique

➤ morphologie ➤ mode de fixation ➤ micro-encroûtants



Le Lagerstätte de La Voulte



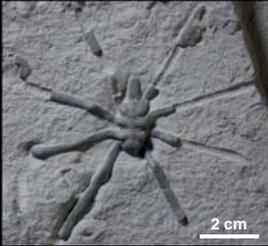
- Faune unique
- Préservation exceptionnelle
- Jurassique moyen
- Callovien (~160 Ma)

Ravin des Mines : la faune

- Biodiversité générale : environ 60 espèces

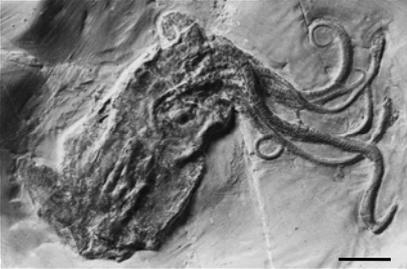
Signature environnementale **Faune du Lagerstätte**

□ Biodiversité générale : environ 60 espèces

- Arthropodes (50 %)
 - Thylacocéphales
 - Dollocaris ingens* 
 - Crustacés
 - Archeosolenocera straeleni* 
 - Coleia gigantea* 
 - Eryma mandelslohi* 
 - Pycnogonides
 - Palaeopycnogonides gracilis* 

Signature environnementale **Faune du Lagerstätte**

□ Biodiversité générale

- Arthropodes (50 %)
 - Octopodes
 - 
- Céphalopodes (10%)
 - Teuthoïdes
 - 
 - Vampyromorphes
 - B.74250* 

Signature environnementale **Faune du Lagerstätte**

□ Biodiversité générale

- Arthropodes (50 %)
- Céphalopodes (10%)
- Vers marins (10%)

Annélides

*Iubarenicola
fischeri*



*Palaeoaphrodite
adeliae*



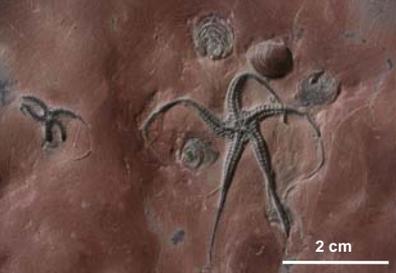
Signature environnementale **Faune du Lagerstätte**

□ Biodiversité générale

- Arthropodes (50 %)
- Céphalopodes (10%)
- Vers marins (10%)
- Echinodermes (10%)
- Divers (20%)

Ophiures

*Ophiopinna
elegans*



Astérides

Decacuminaster solaris
nov gen. nov. sp.



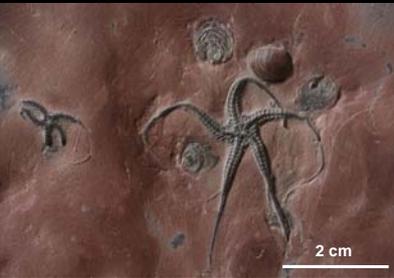
Signature environnementale

Faune du Lagerstätte

□ Biodiversité générale

- Arthropodes (50 %)
- Céphalopodes (10%)
- Vers marins (10%)
- Echinodermes (10%)

Ophiures



Ophiopinna elegans

Astérides



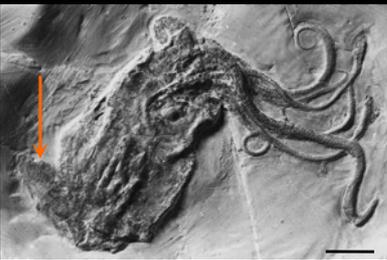
Decacuminaster solaris
nov gen. nov. sp.

Signature environnementale

Céphalopodes

□ Octopodes cirrates & Vampyromorphes

Fischer et Riou 1982, 2002



Opisthoteuthis sp.

d'après Cephbase



Vampyroteuthis infernalis

Signature
environnementale

Arthropodes

☐ Pycnogonides

*Colossopantopodus
boissinensis* nov. gen. nov. sp.



5 cm

Charbonnier et al. 2007 Proc. Roy. Soc. London

Palaeopycnogonides gracilis nov. gen. nov. sp.



2 cm

Palaeoendeis elmii nov. gen. nov. sp.



2 cm

Signature
environnementale

Arthropodes

☐ Pycnogonides

*Colossopantopodus
boissinensis* nov. gen. nov. sp.



5 cm



4 cm

Colossendeis colossea

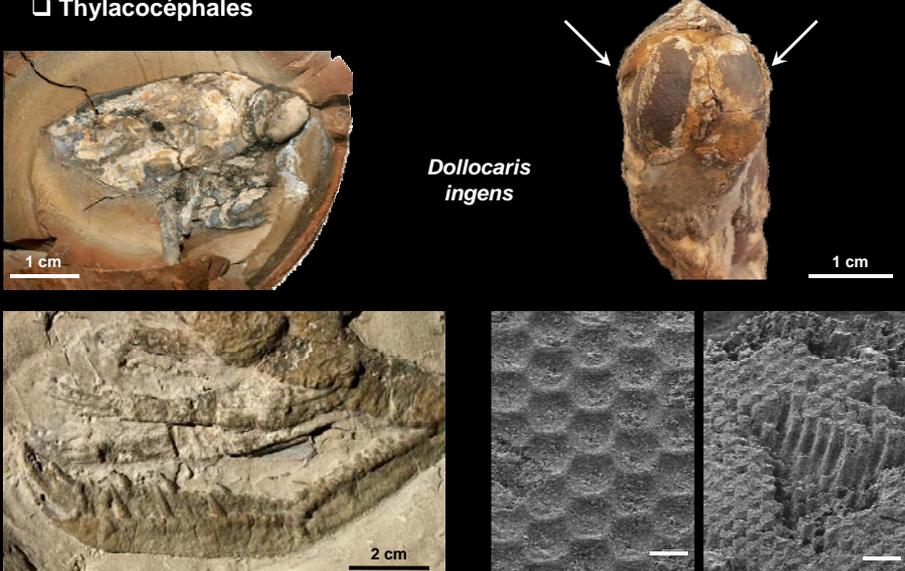


3 cm

Signature
environnementale

Arthropodes

☐ Thylacocéphales



Dollocaris ingens

1 cm

1 cm

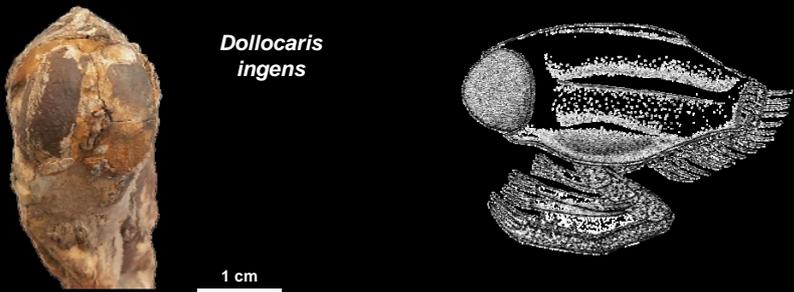
2 cm

This composite image displays various views of the fossil Dollocaris ingens. The top-left image shows a lateral view of the fossil with a 1 cm scale bar. The top-right image shows a dorsal view with two white arrows pointing to the eyes and a 1 cm scale bar. The bottom-left image shows a close-up of the fossil's surface with a 2 cm scale bar. The bottom-right image consists of two scanning electron microscope (SEM) images showing the fine texture of the fossil's surface, each with a small white scale bar.

Signature
environnementale

Arthropodes

☐ Thylacocéphales



Dollocaris ingens

1 cm

This image shows a fossil of Dollocaris ingens on the left and a 3D reconstruction of the same fossil on the right. The fossil is shown in a dorsal view with a 1 cm scale bar. The 3D reconstruction is a grayscale model that highlights the three-dimensional structure of the fossil, including its rounded head, segmented body, and tail-like appendages.

Arthropodes

□ Thylacocéphales



*Dollocaris
ingens*

1 cm



Hyperia macrocephala

- yeux hypertrophiés :
 - typiques de certains crustacés des grands fonds
 - milieu dysphotique ou aphotique