

UNIVERSITE DE PROVENCE
Centre de Sédimentologie et de Paléontologie
UMR - CNRS 6019
Ecole doctorale : Sciences de l'environnement

THESE

pour obtenir le grade de

Docteur de l'Université de Provence

Spécialité : Sédimentologie

par

Jérôme HENNUY

**SEDIMENTATION CARBONATEE ET SILICOCLASTIQUE
SOUS CONTROLE TECTONIQUE,
LE BASSIN SUD-PROVENÇAL ET SA PLATE-FORME CARBONATEE
DU TURONIEN MOYEN AU CONIACIEN MOYEN**

Evolutions séquentielle, diagénétique, paléogéographique

PLANCHES

Directeur de thèse : Marc FLOQUET

Soutenue publiquement le 3 Juillet 2003 devant la commission d'examen composée de :

M. Jean BORGOMANO - Université de Provence - Professeur
M. Pierre - André BOURQUE - Université Laval, Québec - Professeur
M. Marc FLOQUET - Université de Provence - Professeur
M. Gérard MASSONNAT - Chef de projet TOTAL - Docteur
M. Bernard MATHEY - Université de Bourgogne - Maître de Conférences
M. Jean PHILIP - Université de Provence - Professeur

**SEDIMENTATION CARBONATEE ET SILICOCLASTIQUE
SOUS CONTROLE TECTONIQUE,
LE BASSIN SUD-PROVENCAL ET SA PLATE-FORME CARBONATEE
DU TURONIEN MOYEN AU CONIACIEN MOYEN**

Evolutions séquentielle, diagénétique, paléogéographique

SOMMAIRE DES PLANCHES

- PLANCHE 1 : Groupes de faciès F1 à F4
- PLANCHE 2 : Groupes de faciès F5 à F8
- PLANCHE 3 : *Vaccinites*
- PLANCHE 4 : Macrofaune (suite)
- PLANCHE 5 : Localisation des coupes et des endroits clés dans le secteur occidental
- PLANCHE 6 : Localisation des coupes et des endroits clés dans le secteur septentrional
- PLANCHE 7 : Localisation des coupes et des endroits clés dans le secteur oriental
- PLANCHE 8 : Cartographie des unités sédimentologiques
- PLANCHE 9 : Principaux caractères d'une séquence élémentaire de diminution de profondeur par comblement en domaine de plate-forme
- PLANCHE 10 : Discontinuités majeures dans la série de plate-forme
- PLANCHE 11 : Séquences et discontinuités majeures de plate-forme dans le Massif de la Sainte Baume
- PLANCHE 12 : Panoramas aériens des Falaises Soubeyrannes
- PLANCHE 13 : A1
- PLANCHE 14 : A1
- PLANCHE 15 : RSC1
- PLANCHE 16 : RSC2
- PLANCHE 17 : A3
- PLANCHE 18 : La Carrière du Loin
- PLANCHE 19 : RSC3, vues d'ensemble dans le secteur occidental
- PLANCHE 20 : RSC3, détails dans le secteur occidental
- PLANCHE 21 : RSC3, secteur oriental
- PLANCHE 22 : A4, secteur occidental
- PLANCHE 23 : A4, secteur oriental (coupe du Mont Caume, annexe B10)
- PLANCHE 24 : A4, coupes du Circuit du Castellet (annexe B9) et de la Barre des Aiguilles (annexe B11)
- PLANCHE 25 : RSC4 dans le secteur occidental
- PLANCHE 26 : RSC4 dans les secteurs septentrional et oriental
- PLANCHE 27 : A5
- PLANCHE 28 : RSC5
- PLANCHE 29 : RST1
- PLANCHE 30 : RST2
- PLANCHE 31 : RST3, partie inférieure grossière à olistolithes
- PLANCHE 32 : RST3 en *bottomsets* deltaïques dans l'Anse du Mugel (La Ciotat)
- PLANCHE 33 : "Onlaps turbiditiques" carbonatés sur les édifices deltaïques
- PLANCHE 34 : Evolution des écoulements gravitaires sur un profil synthétique Sud-Nord du Bassin Sud-Provençal
- PLANCHE 35 : Mécanismes d'écoulement et dépôts résultants en pied de deltas
- PLANCHE 36 : Escarpement de SPF1, Couronne de Charlemagne
- PLANCHE 37 : Escarpement de SPF3 et dépôts de pied d'escarpement
- PLANCHE 38 : Relation entre D1, au toit de SPF1, et RSC1
- PLANCHE 39 : Relation entre D2, au toit de SPF2, et RSC2
- PLANCHE 40 : Relation entre D3, au toit de SPF3, et RSC3
- PLANCHE 41 : Relation entre D4, au toit de SPF4, et RSC4
- PLANCHE 42 : Tectonique synsédimentaire

PLANCHE 1

Groupes de faciès F1 à F4

Groupe de faciès F1

1. Brèche à débris végétaux (vgtx.) et à matrice argileuse rouge (arg.) moulant les irrégularités d'une surface issue d'érosion (disc.) au sommet de séquence de dépôts dans un olistolithe de RSC2 de la Carrière du Loin.

2. Brèche polygénique (Br.) à nombreux cailloux noirs et à matrice rubéfiée recouvrant les irrégularités et remplissant les fractures (f.) de la surface D2 au sommet de la coupe du vallon de Gendame, à la cote 84m. Des calcrètes moulent ici la surface et tapissent les fractures.

Groupe de faciès F2

3 et 4. Calcaires marneux micritiques, sombres, à débris végétaux, petits gastéropodes, valves d'ostracodes et à Discorbidés et Miliolidés en grand nombre. Olistolithe de RSC2, coupe de l'autoroute A50 (annexe B5).

5. Microfaciès *wackestone* à Discorbidés (d). (Vue en L.P.).

6. Calcaire micritique sombre remanié sous forme de cailloux noirs (c.n.) dans les brèches de base des séquences transgressives. Elts : éléments calcaires ; n : nérinée.

Groupe de faciès F3

7. Microfaciès *packstone* à foraminifères benthiques de plate-forme carbonatée. D. : *Dicyclina* ; M. : *Miliolidae* ; T. : *Textulariidae* ; V. : *Vidalina*. (Vue en L.P.).

8 et 9. Bioconstruction à *Biradiolites angulosus*. Section transversale (8) ; section longitudinale (9). Sommet d'une séquence de dépôt, coupe du vallon de Gendame.

Groupe de faciès F4

10. Microfaciès *rudstone* à matrice *packstone*. L. : *Lenticulina* sp. ; Crx. : coraux. (Vue en L.P. avec coloration).

11. Section longitudinale de gerbes d'*Hippurites* sp. en position de vie dans un banc d'un olistolithe de RSC4 à la Roche Redonne.

12. Association de *Vaccinites petrocoriensis* (Vacc.) et de coraux branchus (Crx.). SPF3, coupe du vallon de Faouvi (annexe A2), cote 44m.

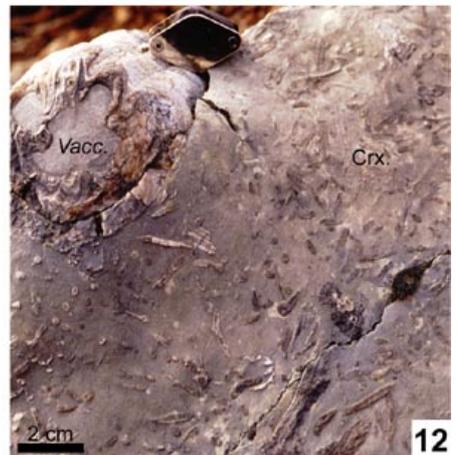
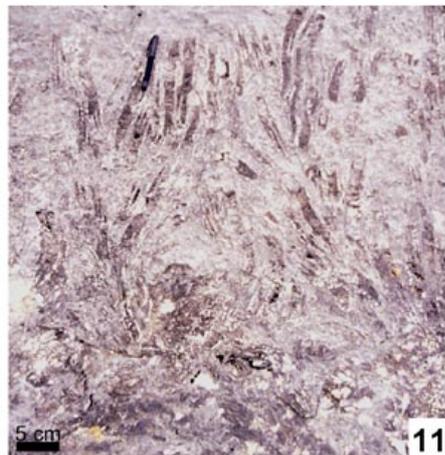
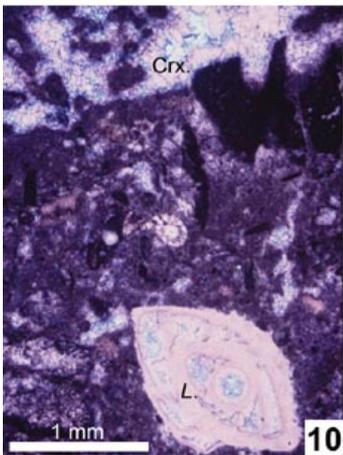
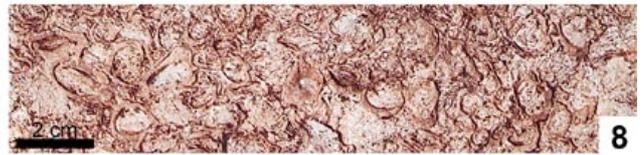
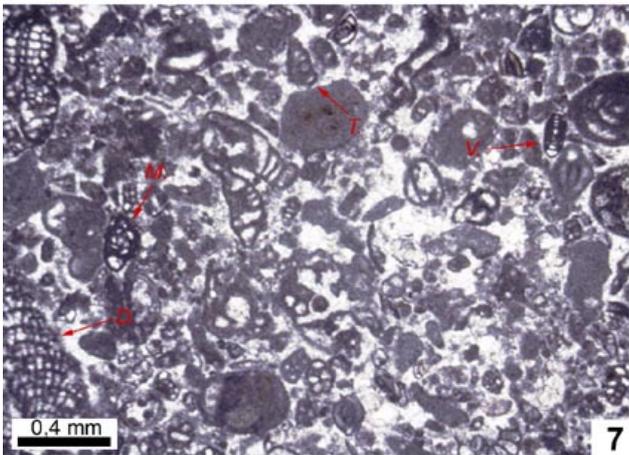
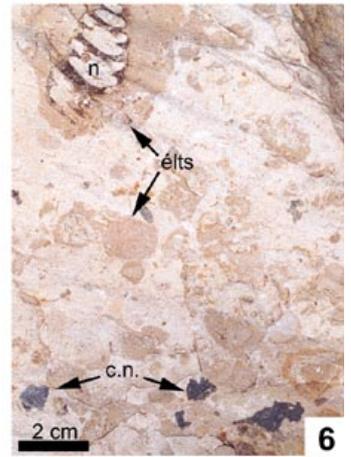
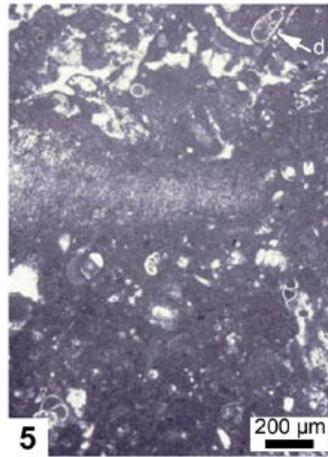
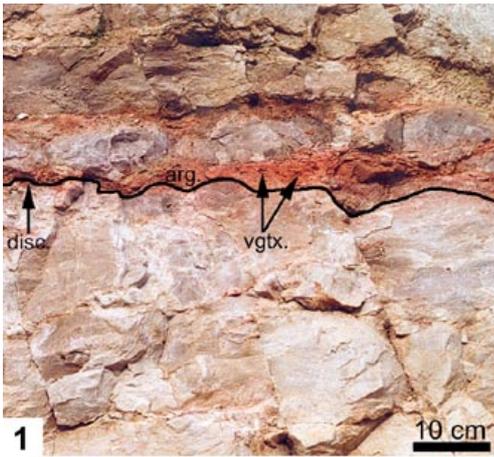


PLANCHE 2

Groupes de faciès F5 à F8

Groupe de faciès F5

1. Microfaciès *packstone* calcarénitico-quartzeux (q. : quartz) riche en bryozoaires (br.) et échinides (ech.). (Vue en L.P.).
2. Foraminifères planctoniques *Globotruncanidae* (entourés en jaune). (Vue en L.P.).

Groupe de faciès F6

3. Calcarénite quartzeuse de bassin, proche des édifices deltaïques (vue en L.P.).
4. Intercalations de bancs de conglomérats terrigènes essentiellement silicoclastiques dans la sédimentation calcarénitico-quartzeuse autochtone. RST2/A3, col sous le belvédère de la Route des Crêtes.

Groupe de faciès F7

5. Alternance de bancs calcarénitico-quartzeux autochtones à litages obliques issus de courants tractifs et de bancs conglomératiques d'origine gravitaire, caractéristique de dépôts d'environnement de *bottomsets* deltaïques. Anse du Mugel, La Ciotat.

Groupe de faciès F8

6. *Foresets* deltaïques constitués d'un empilement de séquences de dépôts conglomératiques silicoclastiques. Cap du Bec de l'aigle, La Ciotat.
7. Détail des conglomérats des *foresets* deltaïques.

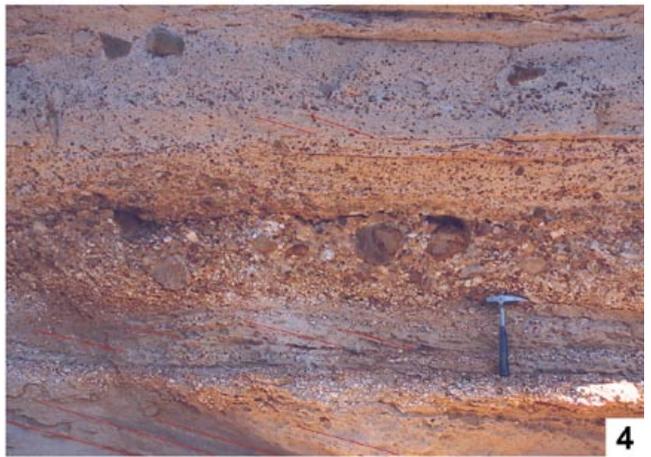
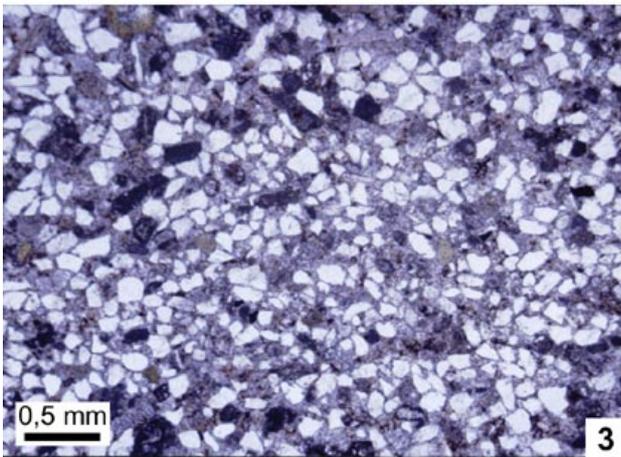
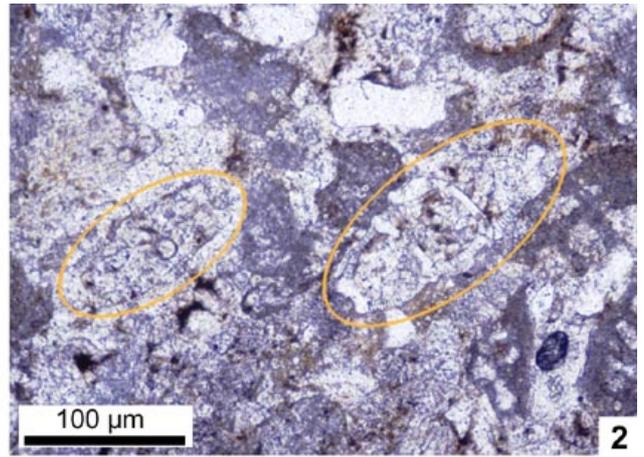
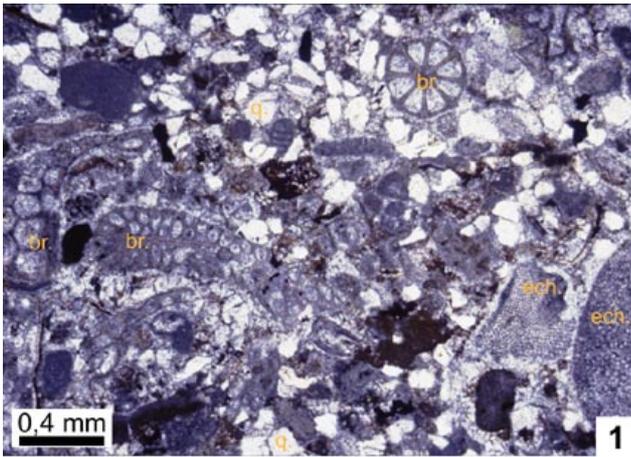


PLANCHE 3

Vaccinites

1 et 2. Section transverse de *Vaccinites grossouvrei* provenant d'une brèche à éléments calcaires dominants et à matrice gréseuse à quelques mètres du sommet de A1 au pied des Falaises Soubeyrannes (cf. 2.2.1.a) Chap.2). Echantillons CAN. 4 et 10.

3. Détail des pores sub-polygonaux d'une valve supérieure de *Vaccinites grossouvrei*. Ces valves sont aussi ornées de pustules. Echantillon CAN. 6.

4. Section transverse de *Vaccinites praepetrocoriensis* trouvé dans RSC1 au pied des Falaises Soubeyrannes. Echantillon CAN-I. 33.

5. Section transverse de *Vaccinites petrocoriensis* trouvé dans RSC2 dans les Falaises Soubeyrannes. Echantillon SOUB. 6.

6. Section transverse de *Vaccinites rousseii* trouvé dans RSC2 dans les Falaises Soubeyrannes. Echantillon CAN-III. 4.

7. Section transverse de *Vaccinites praecorbaricus* trouvé dans un olistolithe de RSC3 (issu de SPF3) dans la coupe du Vallon de Faouvi. Gisement Fv.III, échantillon 35.

8. Section transverse de *Vaccinites corbaricus* trouvé dans un olistolithe de RSC3 (issu de SPF3) dans la coupe du Vallon de Faouvi. Gisement Fv.III, échantillon 47.

9. Section transverse de *Vaccinites praegiganteus*, à arête tronquée, trouvé dans un olistolithe de RSC3 (issu de SPF3) dans la coupe du Vallon de Faouvi. Gisement Fv.VI.

10. Section transverse de *Vaccinites giganteus*, à arête arrondie, trouvé dans RSC4 au Sud du Circuit du Castellet. Echantillon CAST. 1.

11. Section transverse de *Vaccinites praemoulinsi*, trouvé dans un olistolithe de RSC4 au Sud du Circuit du Castellet. Photographie à l'affleurement.

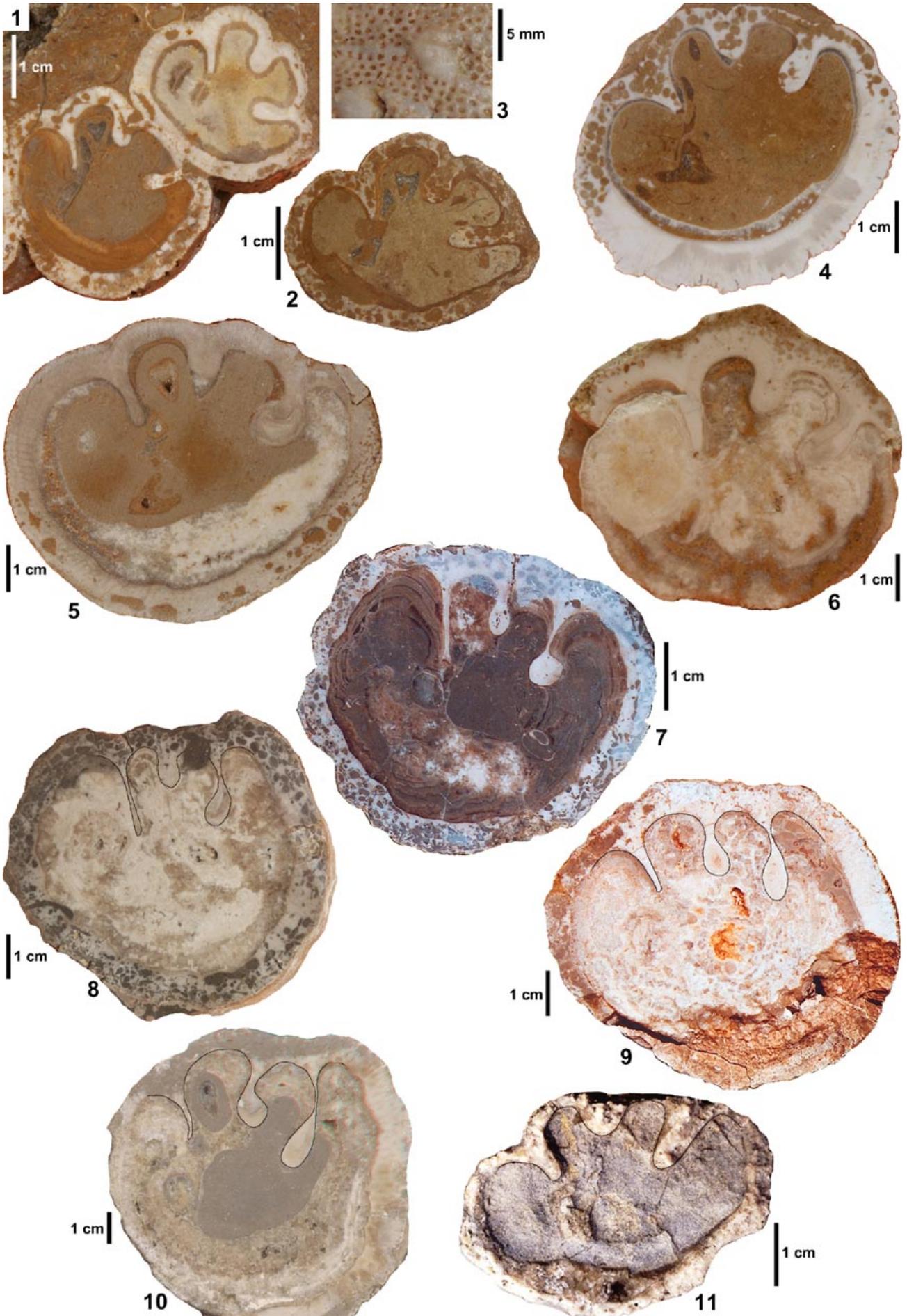


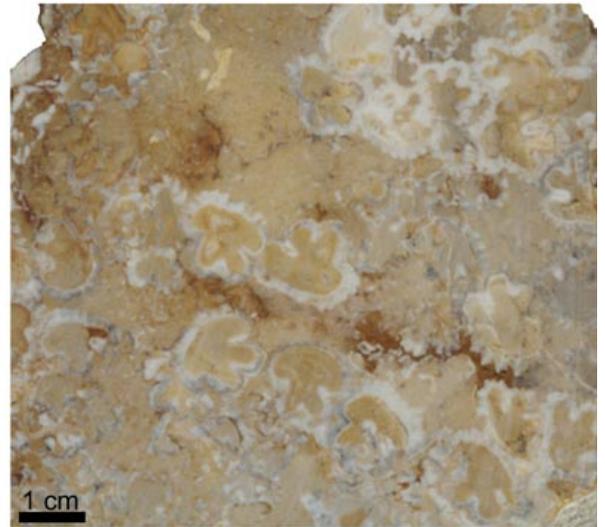
PLANCHE 4

Macrofaune (suite)

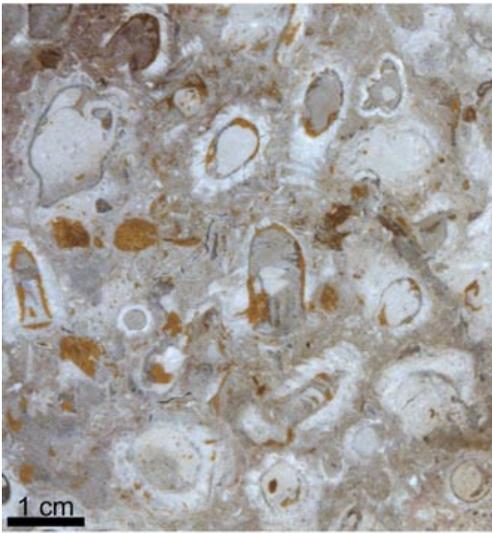
1. Section transverse d'*Hippurites requieni*. SPF2, coupe du Vallon de Gendame, cote 66m.
2. Section transverse d'*Hippurites incisus*. Olistolithe de RSC4 au Sud du Vallon de Faouvi (Colline de la Vène).
3. Section transverse de *Biradiolites angulosus*, *Radiolites* sp. et *Hippurites* sp. Olistolithe de RSC2 au Nord de La Ciotat.
4. Vue de côté et section transverse de *Durania cornupastoris*. RSC2 à proximité de Roumagoua, au Nord de La Ciotat.
5. Moule interne de *Romaniceras ornatissimum* trouvée quelques mètres sous D0 (Floquet, comm. pers.), dans la coupe du Pied des Falaises (annexe B7).
6. Moules interne et externe de *Peroniceras tricarinatum*. Sous-unité supérieure marneuse de A5 dans la coupe de Ceyreste Nord (annexe B2).
7. Section longitudinale de *Plesioptygmatis schiosensis* (PIRONA), nérinée trouvée dans la brèche de RSC4 au Nord de Ceyreste.



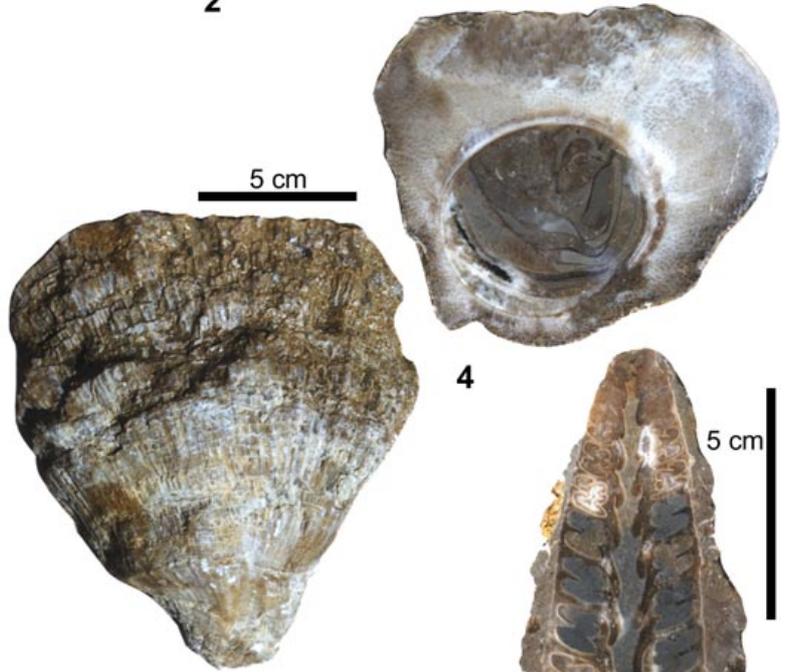
1



2



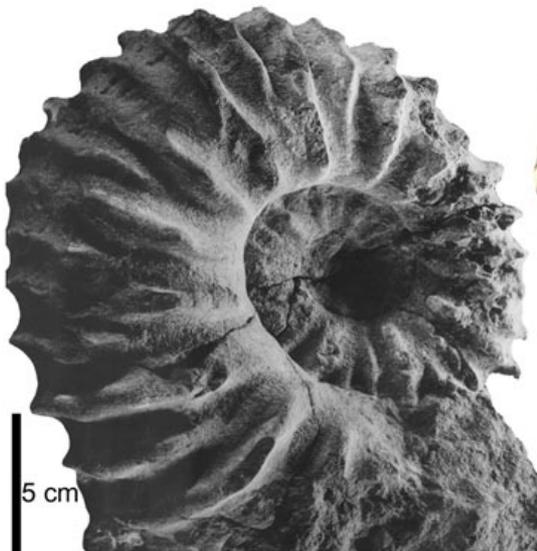
3



4



7



5



6



PLANCHE 5

Secteur occidental du synclinal du Beausset

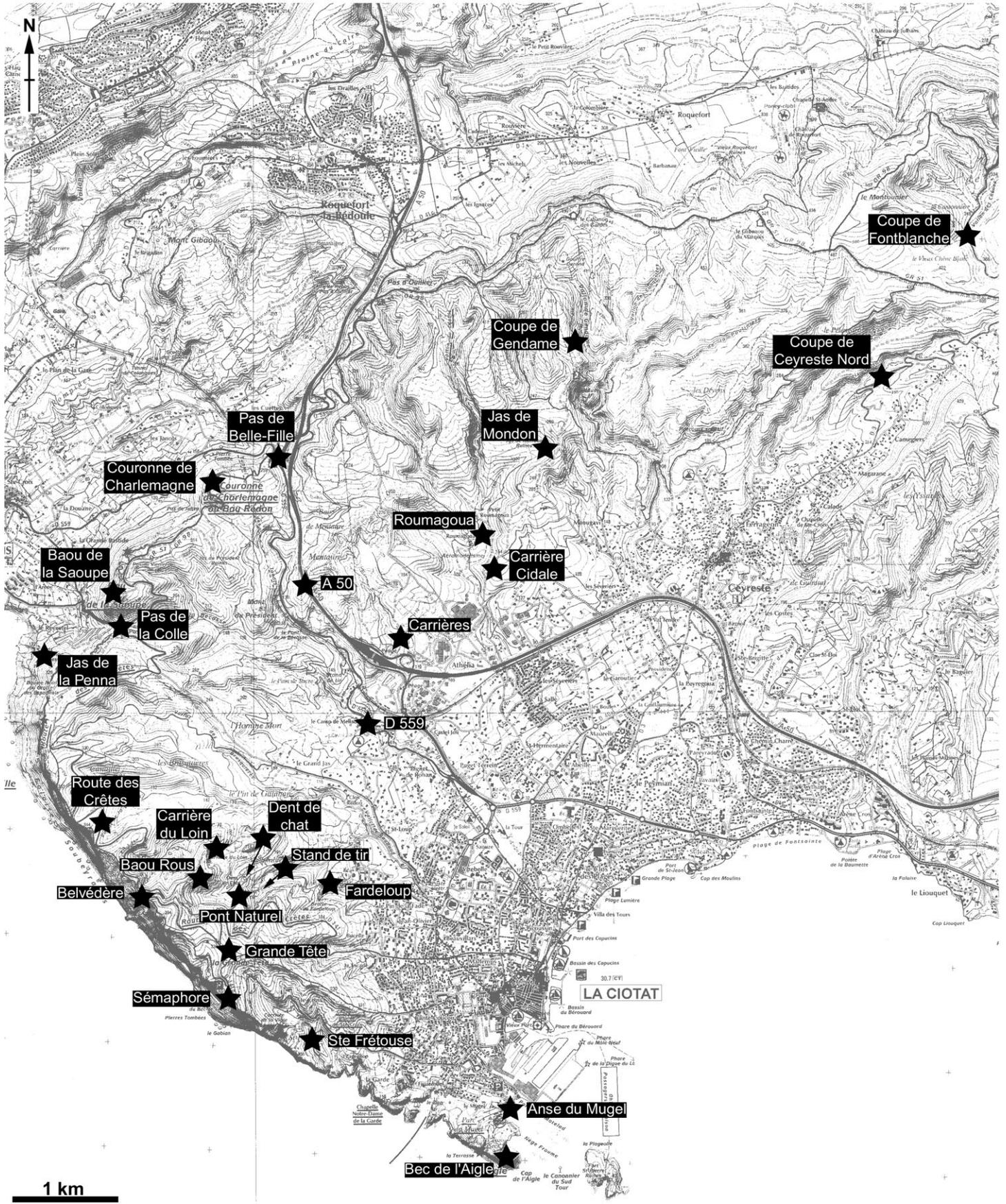


PLANCHE 6

Secteur septentrional du synclinal du Beausset

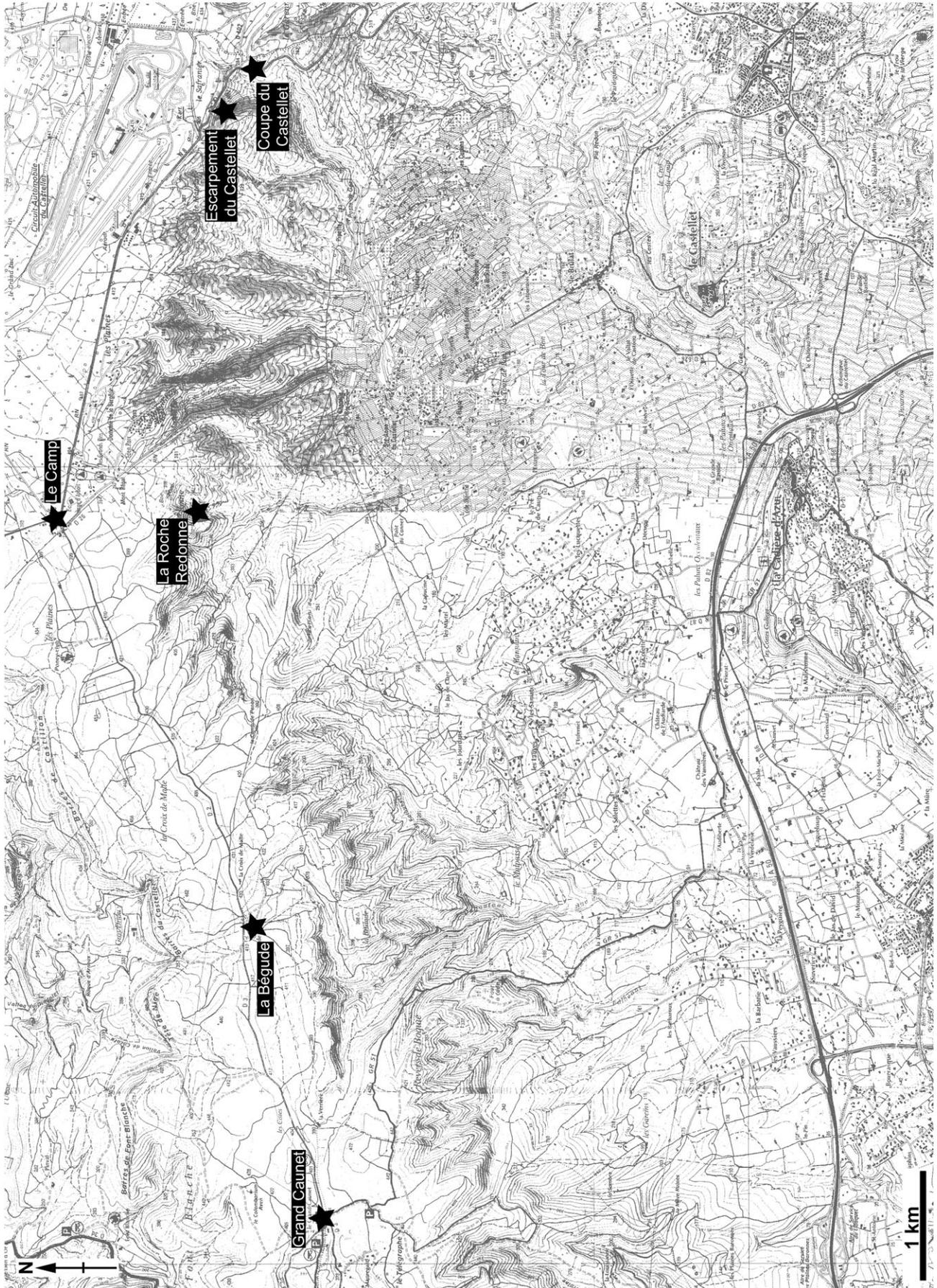
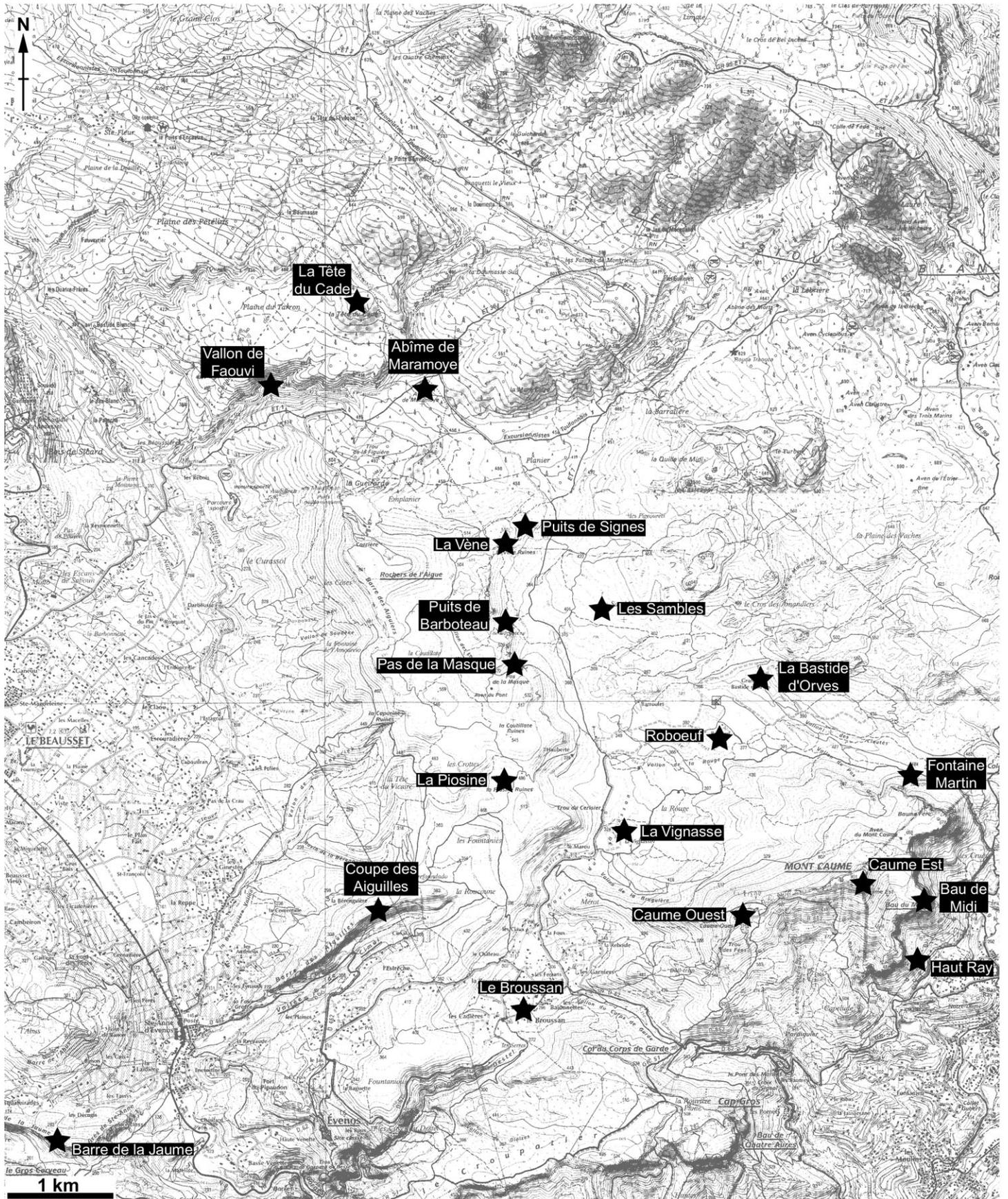
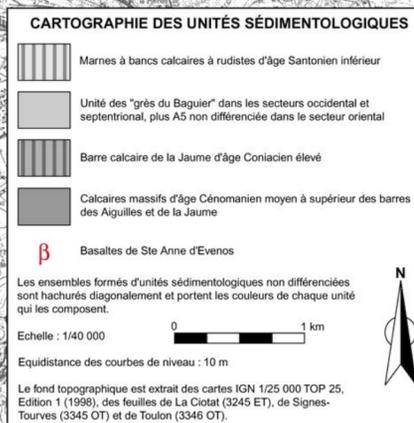
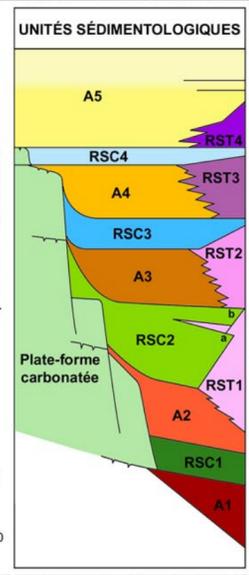
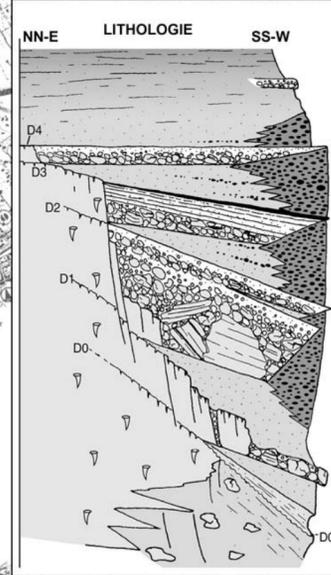
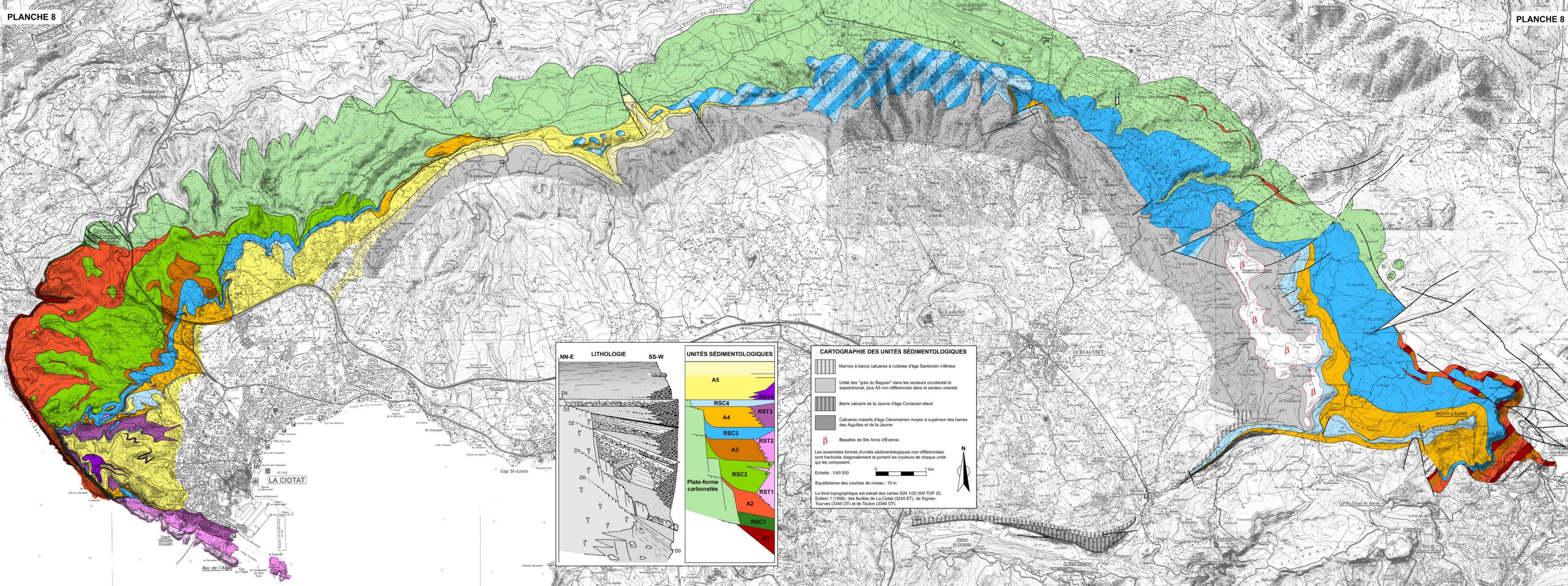


PLANCHE 7

Secteur oriental du synclinal du Beausset





LA CIOTAT

Bec de l'Aigle

Cap St-Louis

Palme au Cervieu

Evénos

Corps de Garde

Bay de Centre-Aur

MONT CAUME

LE BEAUSSET

le Castellet

le Curciol

Roquefort

PLANCHE 9

Principaux caractères d'une séquence élémentaire de diminution de profondeur par comblement en domaine de plate-forme

1. *Durania cornupastoris* en position de vie à la base d'une séquence de dépôt avec approfondissement maximum initial puis comblement sédimentaire. Affleurement de bord de route de la zone industrielle nord de La Ciotat.
2. Accumulation de planchers calcitiques et de valves supérieures de *Durania*, probablement due au démantèlement de biostromes sous l'effet de courants de fortes énergies de type tempêtes. Coupe du Vallon de Faouvi, cote 43 m (annexe A2).
3. Association de *Vaccinites petrocoriensis* et de coraux branchus. Coupe du Vallon de Faouvi, cote 44 m (annexe A2). Dans cette coupe, cette association, riche en *Vaccinites* et coraux branchus, est typique de milieux de plate-forme externe ouverte sur le large marin.
4. *Plagioptychus*, rudiste de milieux de plate-forme externe, ouverte sur le large marin (Floquet, comm. pers.). SPF5, coupe des Pics des Corbeaux (annexe A5).
5. Sommet d'une séquence élémentaire de comblement. Les *radiolitidae* de grande taille à la base de la photographie (a) disparaissent au profit des *Biradiolites* en position de vie (b). Le sommet de la séquence contient de nombreux *Biradiolites* et nérinées remaniés (c). Les nérinées (d) sont de même type que celles issues de RSC1, analysées en Chapitre 3. Coupe du Vallon de Gendame (annexe A1).
6. Brèche à cailloux noirs au sommet de la séquence élémentaire S5 (dans SPF2) de la coupe du Vallon de Faouvi (annexe A2) cote 10 m.
7. Bioturbations et traces de passages de racines au sommet de la séquence S-ol1 dans la coupe du Vallon de Faouvi (annexe A2).
8. *Biradiolites angulosus*, rudistes vivant sous de faibles tranches d'eau (quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres selon Floquet, 1991). Sommet de la séquence S3 (dans SPF1) dans la coupe du Vallon de Gendame (annexe A1).
9. Brèche pédogénétique terminant la séquence S-ol6 dans la coupe du Vallon de Faouvi (annexe A2).

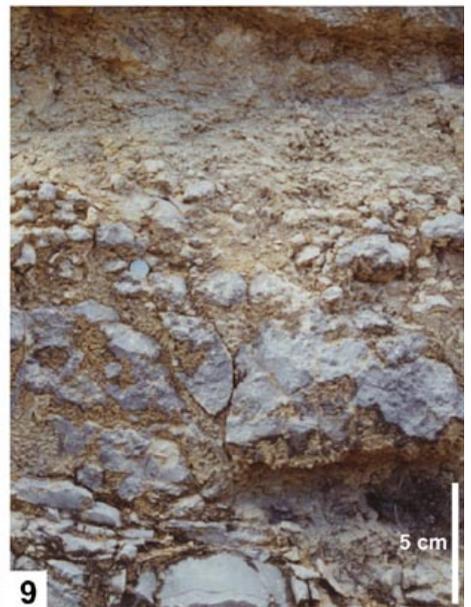
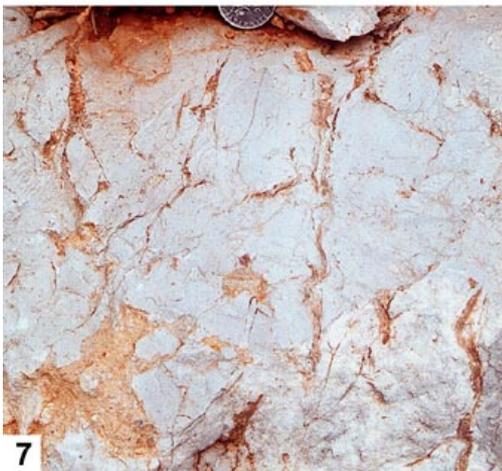
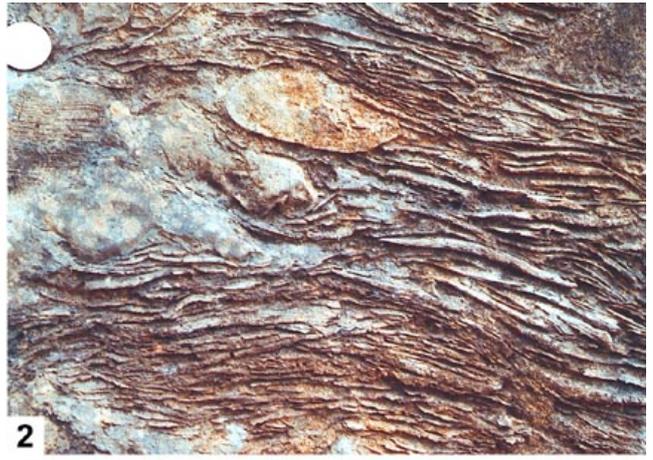


PLANCHE 10

Discontinuités majeures dans la série de plate-forme

1. D1 issue d'érosion météorique dans la coupe de Fontblanche (Fig. 11, Chap. 2), recouverte par la brèche de transgression (Br.) et surmontée par la séquence élémentaire S22 (cote 65 m).
2. D2 issue d'érosion météorique, à surface irrégulière et fente de tensions, et contact (en tiretés rouges) avec une brèche polygénique à nombreux cailloux noirs la moulant. Sommet de la coupe du Vallon de Gendame (annexe A1).
3. Détails de fentes de tension (a), remplies par du sédiment identique à celui de la matrice de la brèche qui recouvre D2. La nérinée (b) est tronquée par D2 et recoupée par une de ces fentes de tension.
4. Vue d'ensemble de la surface irrégulière D3 et de son contact avec les calcarénites de A4. Celles-ci apparaissent mouler un paléocreux dérivé d'érosion. Sommet de la coupe de Fontblanche (Fig. 11 Chap. 2).
5. Détails de la surface de D3 au sommet de la coupe de Fontblanche (Fig. 11). Les fossiles sont en relief du fait de leur silicification.
6. *Vaccinites* sp. silicifié et mis en relief par l'érosion actuelle. D3 au sommet de la coupe de Fontblanche (Fig. 11).

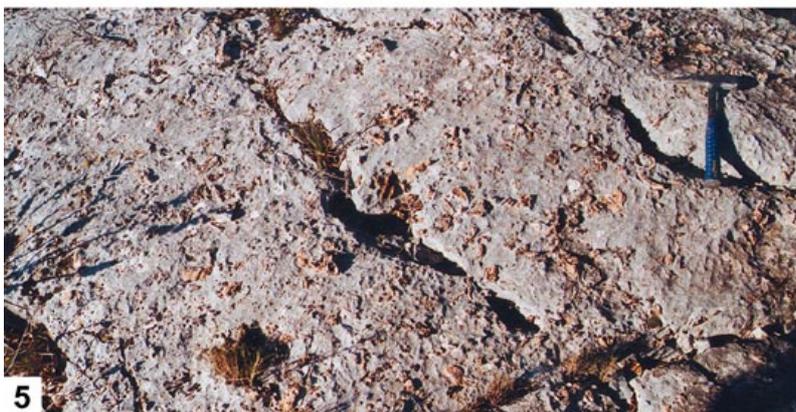
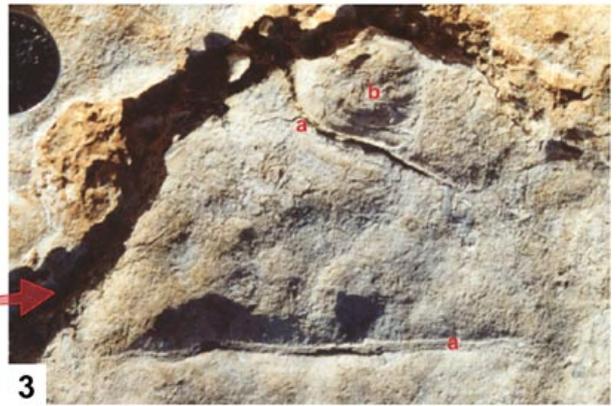


PLANCHE 11

Séquences et discontinuités majeures de plate-forme dans le Massif de la Sainte Baume

1. D4 (soulignée par les tirets bleus) dans la coupe de Roussargue (annexe A4). SPF4 s'y termine par des brèches monogéniques calcaires issues de bioturbations et d'une altération pédogénétique (celle qui a conduit à D4), avec infiltrations de calcarénites de A5 sus jacente. Un banc de calcirudites, correspondant aux dépôts transgressifs de base de A5, surmonte D4
2. Détail de la photographie précédente, du contact entre les brèches monogéniques calcaires du sommet de SPF4 et les calcirudites de base de A5. La surface D4 est indiquée par les flèches bleues.
3. Détails des infiltrations de calcarénites quartzeuses rouges de A5 (a) dans les calcaires du sommet de SPF4 (b) sur la surface D4 (vue de dessus). Coupe de Roussargue (annexe A4).
4. Calcarénite quartzeuse rousse de A5 remplissant les cavités issues de la dissolution du test d'une nérinée sur la surface D4. Le remplissage micritique calcaire de la cavité générale d'habitation de la nérinée n'a pas été affecté par la dissolution (les plis des spires de la cavité en calcaire sont bien visibles). Coupe de Roussargue (annexe A4).
5. Sommet de SPF5 et contact avec la deuxième sous unité calcarénitique de A5. Le sommet de SPF5 est constitué d'une brèche calcaire monogénique à infiltrations calcarénitiques quartzeuses de A5, et se termine par la surface irrégulière issue d'érosion en milieu météorique D5 (tirets rouges). Des calcirudites quartzeuses, fortement décalcifiées (rentrant topographique à la hauteur du marteau), à nombreux débris végétaux, forment les dépôts de base de la sous unité supérieure de A5.

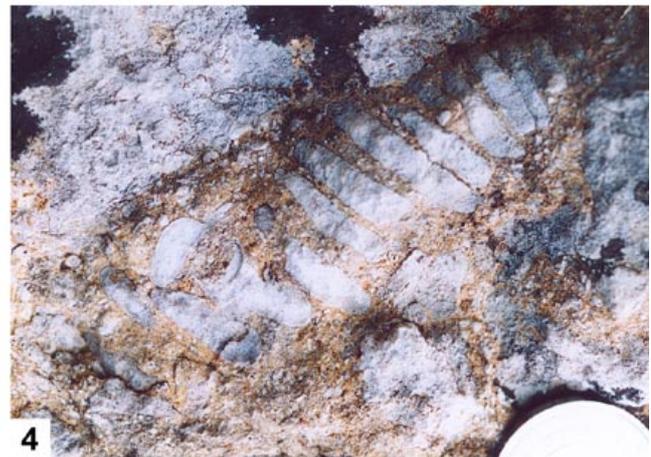
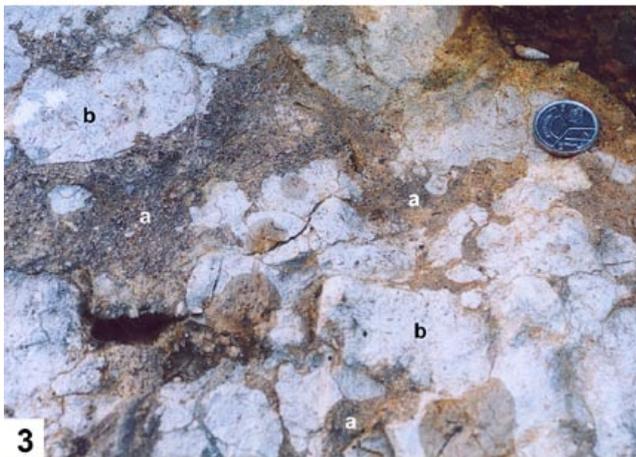
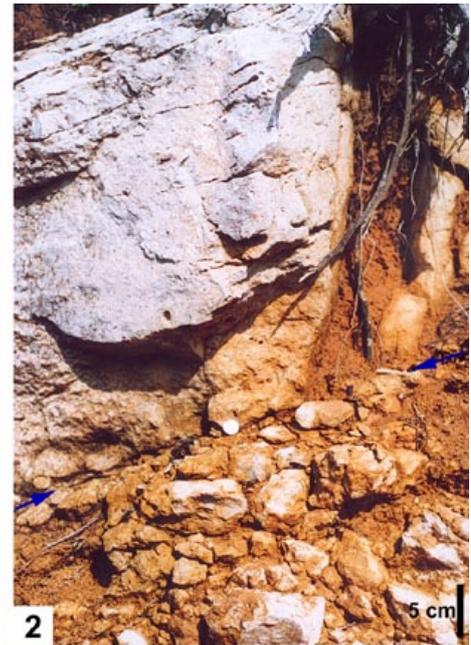


PLANCHE 12

Panoramas aériens des Falaises Soubeyrannes

1. Série complète depuis A1 jusqu'à A5. Les limites entre chaque unité sont représentées en rouge. Les plus gros olistolithes des unités de resédimentation carbonatées et terrigènes sont entourés de vert.

Les unités de couleur rousse sont les unités calcarénitico-quartzzeuses autochtones A. A2 est épaisse d'environ 170 m.

Les unités plus claires sont les unités de resédimentation carbonatées. RSC1 se termine en biseau au Sud. RSC2 mesure environ 80 m d'épaisseur, contient de très nombreux olistolithes de grandes tailles et se termine aussi en biseau au Sud-Est. RSC3 est discontinue. Une grande cicatrice d'arrachement est visible juste à droite du Belvédère. Sous le Sémaphore le sommet de RSC3 est irrégulier car repris sous forme d'olistolithes dans RST3. RSC4 est aussi discontinue et repose en biseau sur d'importantes masses de poudingues de RST3.

Les unités beiges-rousses, surtout localisées au SE du panorama sont les unités de resédimentation terrigènes : RST1 et RST2 présentent des discordances angulaires avec les unités A et RSC. RST3 épaisse jusqu'à 80 m est très irrégulière et forme des reliefs sur lesquels RSC4 repose en biseau.

2. Détails des resédimentations carbonatées, depuis le Belvédère jusqu'au Sémaphore. Les plus gros olistolithes de RSC2 sont visibles. RSC3 a son épaisseur doublée à droite du Belvédère où elle est reprise en olistolithes dans le premier ensemble de RST3.

3. Unités inférieures de la série :

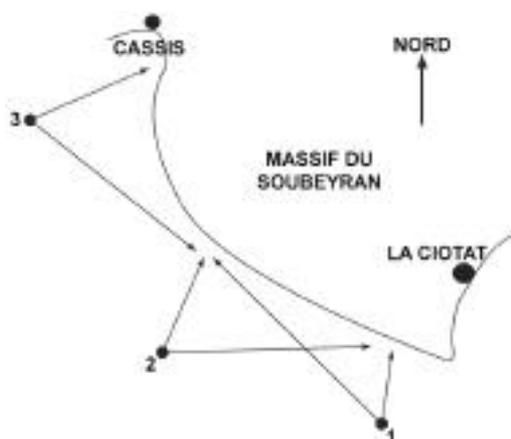
Sous A1, la discontinuité de base D0 est représentée en rouge.

La coupe du pied des falaises (annexe B7) a été réalisée à droite de l'échelle.

Les deux ensembles de A1 se distinguent bien : le premier ensemble plus marno-quartzzeux apparaît plus clair, le deuxième ensemble calcarénitico-quartzzeux apparaît plus roux. Ce second ensemble augmente d'épaisseur vers le Sud (vers la droite).

RSC1 est ici épaisse et à olistolithes contrairement à la photo 1 où elle est réduite.

Dans la partie gauche du panorama, deux petites failles synsédimentaires de RSC1 sont visibles à proximité d'une grande faille plus récente affectant toute la série.



Localisation approximative des trois points à partir desquels les clichés aériens des trois panoramas ont été pris.

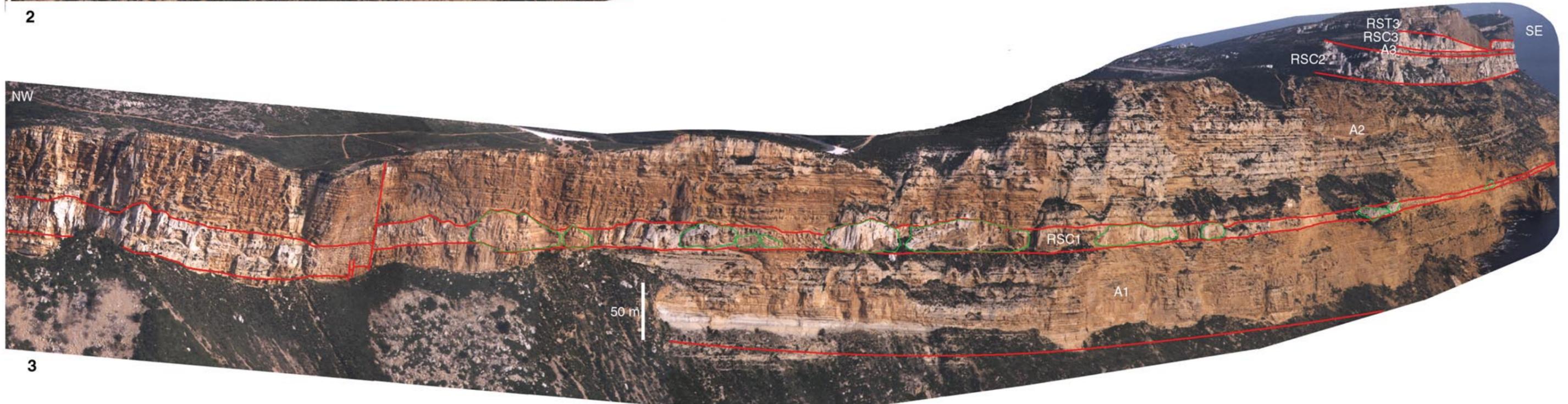
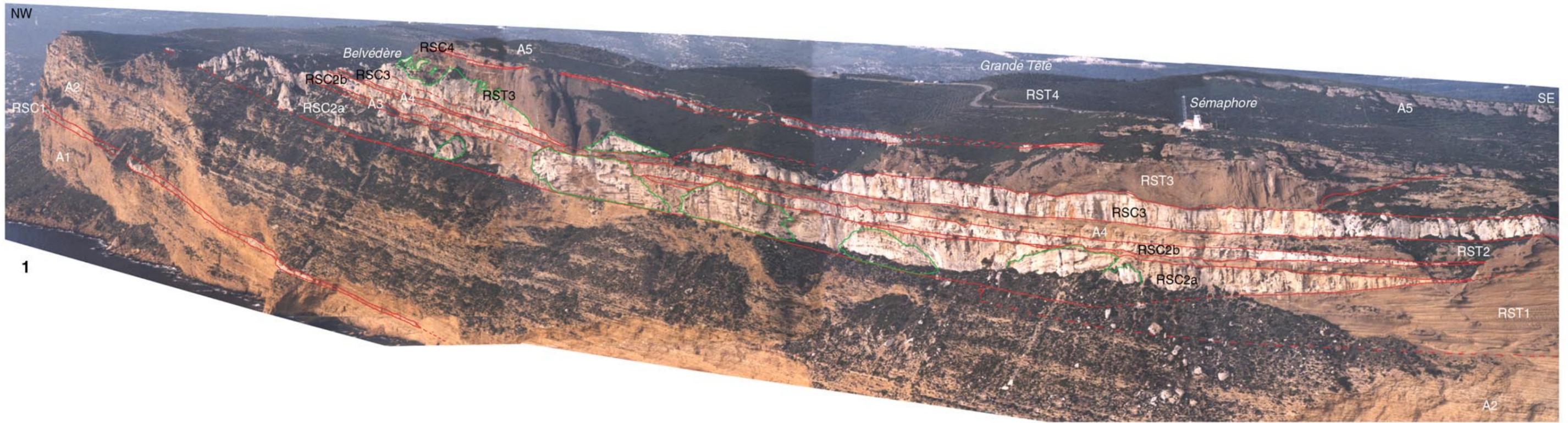


PLANCHE 13

A1

- 1.** Vue d'ensemble de la base de la série (depuis la discontinuité basale D0 jusqu'à A2) au pied des Falaises Soubeyrannes. C'est là que la coupe du Pied des Falaises (Annexe B7) a été réalisée. A1 a une épaisseur d'environ 70 mètres. Elle présente un ensemble inférieur gréseux décalcifié riche en débris charbonneux et en bioturbations, et un ensemble supérieur fait de calcarénites quartzieuses et glauconieuses en mégarides et dunes hydrauliques 2D et 3D.
- 2.** Empilement de dunes hydrauliques de grandes tailles, jusqu'à 2,50 mètres d'amplitude. Les grandes obliques arquées à la base de l'affleurement correspondent à une section quasi longitudinale d'une grande dune 3D (à crête incurvée), car environ 15 mètres plus loin les obliques remontent, formant ainsi une auge. Pied des Falaises Soubeyrannes.
- 3.** Empilement de dunes hydrauliques d'amplitude métrique au Sud du premier ensemble gréseux de A1 de la coupe du Pied de Falaises (annexe B7).
- 4.** Détail d'une surface de troncature (en blanc) au sommet d'une mégaride à litages obliques tangentiels. Pied des Falaises Soubeyrannes.
- 5.** Dune hydraulique à litages internes sigmoïdes au sommet de A1, au Baou de la Saoupe. Le petit replat (flèche) correspond à une surface perforée sur laquelle reposent des calcaires déformés, glissés, à microsolenidés sur lesquels viennent la mégabrèche RSC1.

NW

SE

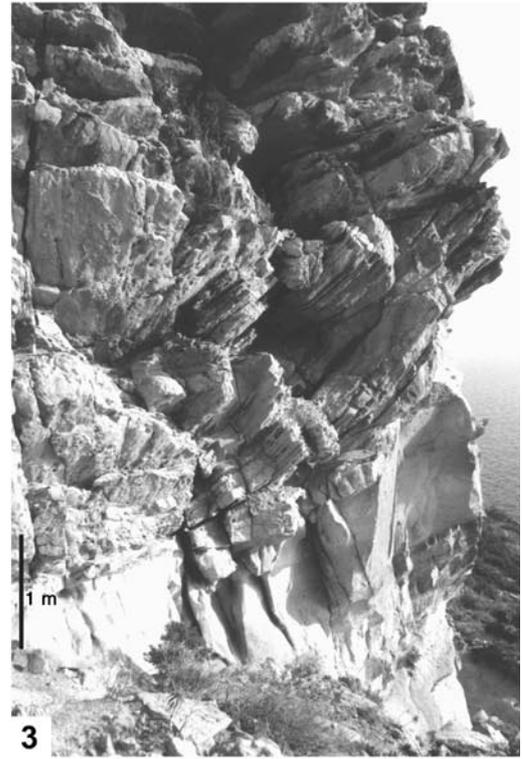
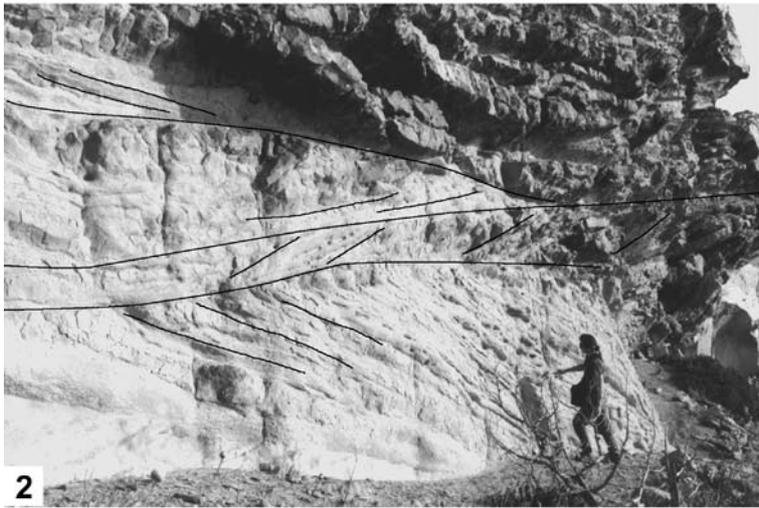


PLANCHE 14

A1

1. Vue d'ensemble de A1 dans la coupe du Pied des Falaises (annexe B7). En rouge dans le bas de la photo, la discontinuité de base D0 datée du Turonien moyen. Le premier ensemble plus friable de grès décalcifié forme un rentrant dans la falaise. Il est riche en débris charbonneux, ambre et concentration de soufre dans les bioturbations. Au sommet de ce premier ensemble, un banc (de couleur grise) d'épaisseur métrique calcarénitico-quartzeux est très bioturbé. Les sept bancs suivants (de couleur rousse), stratodécroissants et moins quartzeux, présentent également des bioturbations à leurs sommets.
2. Mégaride à litages internes sigmoïdes. Jas de la Penna.
3. Brèche à éléments calcaires de plate-forme (*Durania* et *Plagioptychus* entourés de rouge, coraux, *Vaccinites grossouvrei*) et à matrice gréseuse rousse. Cette brèche a un suivi latéral de quelques centaines de mètres.
4. Empilement de corps sédimentaires à litages obliques plans ou tangentiels. Le toit de la caverne (flèche) au-dessus du personnage est fait d'un banc de 20 centimètres d'épaisseur riche en *Hippurites* sp., *Vaccinites grossouvrei*, coraux, resédimentés. Environs du Jas de la Penna.

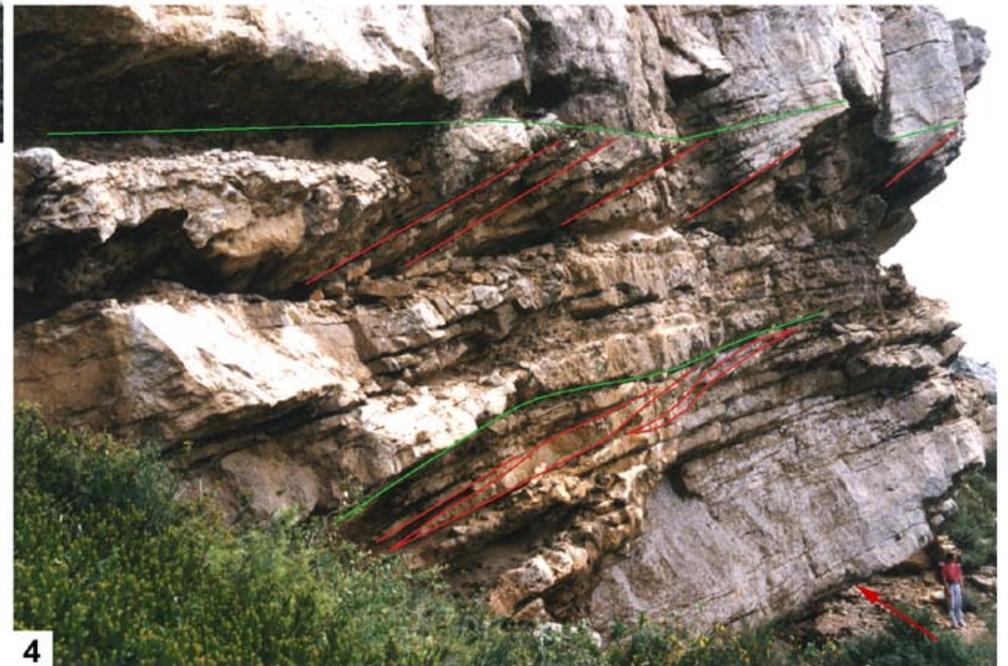
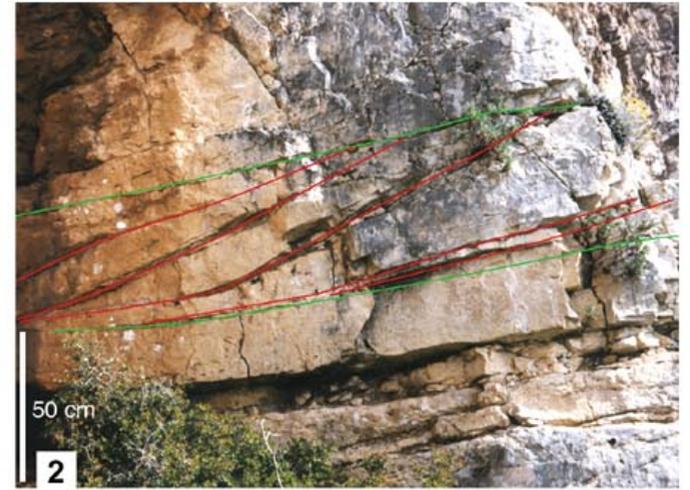


PLANCHE 15

RSC1

1. Vue d'ensemble de RSC1 aux environs de la coupe du Pied des Falaises (annexe B7). Les irrégularités du sommet de RSC1 sont dues à la présence d'olistolithes de grandes tailles (ol.). Ces olistolithes formaient des paléoreliefs après le dépôt de RSC1.
2. Détail d'un olistolithe de RSC1. Celui-ci, d'une épaisseur de 25 mètres, est constitué d'un empilement de séquences de dépôts de plate-forme à *Durania* en position de vie à leurs bases. Falaises Soubeyrannes.
3. Convolutés (flèches rouges) affectant un banc de A1 juste sous l'olistolithe de la photo précédente. Le trait rouge représente la semelle de l'olistolithe. Ces convolutés sont des figures d'échappement d'eau résultant de la surcharge sédimentaire engendrée par la mise en place de l'olistolithe.
4. Détail d'un convolute de la photo précédente.
5. Injection de brèches à la partie inférieure fracturée d'un olistolithe à la base de RSC1. Le trait rouge correspond à la limite A1-RSC1, le trait vert au contact brèche-olistolithe. Ces injections de brèches et les fractures de l'olistolithe seraient dues aux surpressions hydrauliques associées aux glissements. Falaises Soubeyrannes.

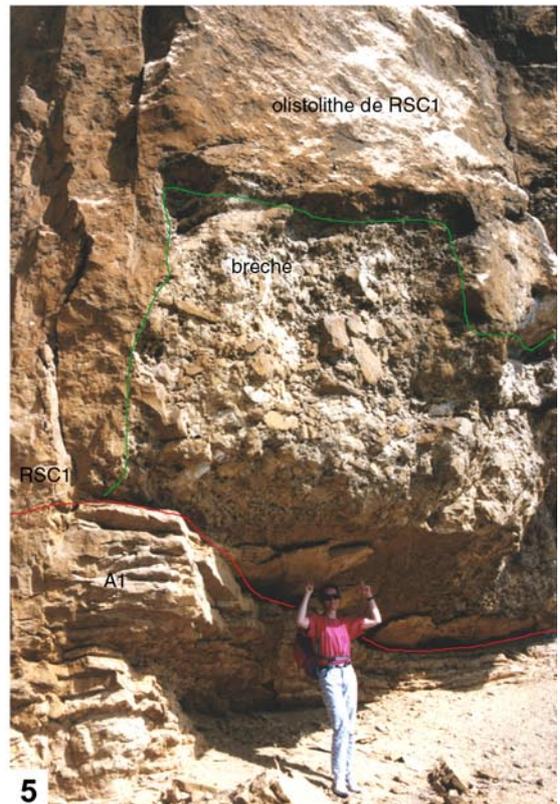
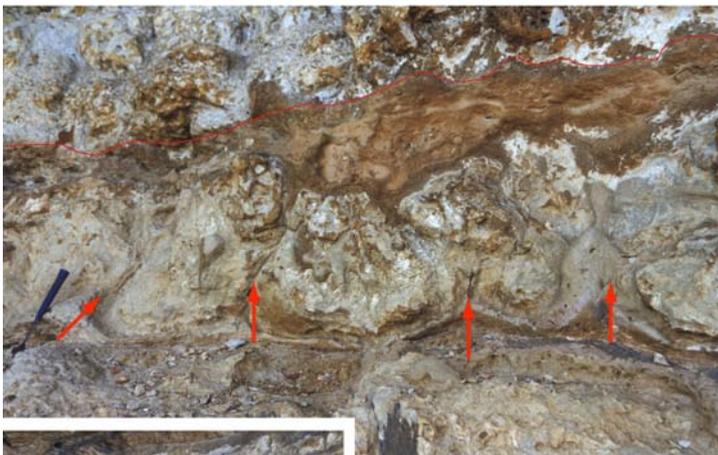
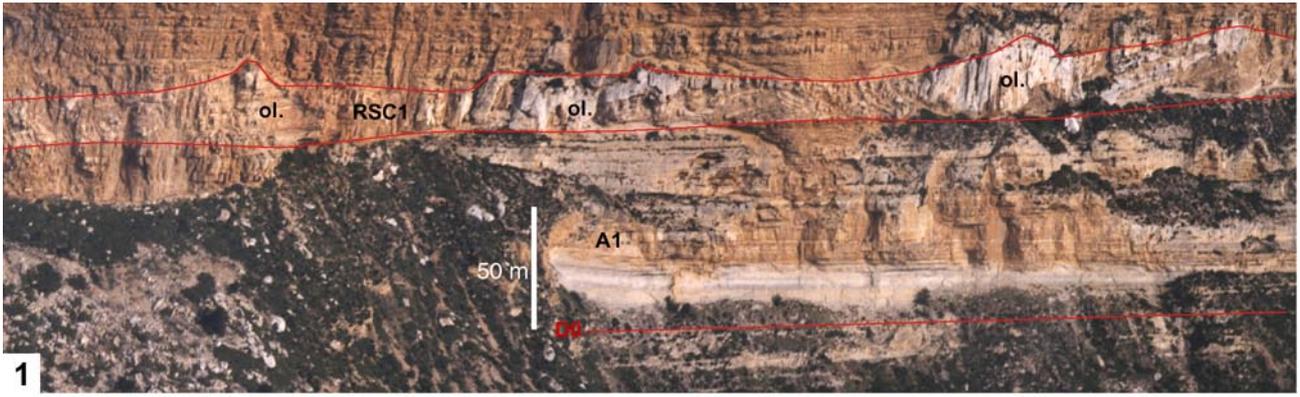


PLANCHE 16

RSC2

1. Mégabrèche RSC2 à agencement chaotique, à olistolithes calcaires de plate-forme (les plus gros sont entourés de rouge). Ces olistolithes, surtout localisés dans les 40 premiers mètres, sont fréquemment redressés. D'autres "flottent" au sein de RSC2 (*Matrix supported*). Tranchée de l'autoroute A50 au Sud du Bois du Mentaure.
2. Base grossière de la mégabrèche RSC2 dans les falaises Soubeyrannes. Le contact irrégulier entre A2 et RSC2 (trait rouge) est issu de l'érosion liée à la mise en place de la mégabrèche. RSC2 contient ici de nombreux éléments calcarénitico-quartzeux de A2.
3. Détail de la bordure d'un olistolithe calcarénitico-quartzeux de RSC2 dans les Falaises Soubeyrannes à proximité de la Grotte des Emigrés. La périphérie de cet olistolithe présente des rebroussements de ses bancs et de leurs litages (traits rouges). Ces rebroussements sont dus à l'extrusion de la matrice bréchique (flèche noire) lors de la mise en place de la mégabrèche. En vert, le plan de cisaillement sédimentaire dans la coulée.
4. Contact entre A2 et RSC2 (en tiretés rouges) le long de la D559 (coupe en annexe B6). Du matériel de A2 est repris sous forme d'éléments (entourés de vert) à la base de la brèche.
5. Galet microconglomératique à éléments gréseux et quartzitiques à la base de la mégabrèche RSC2 dans les Falaises Soubeyrannes (détail de la photo 2). Ce galet est sans doute repris de RST1 lors de la mise en place de la mégabrèche.
6. Surface perforée au sommet d'un olistolithe de RSC2 le long de la route D559 (coupe en annexe B6), directement recouverte par A3. Les perforations sont remplies par le matériel de A3.

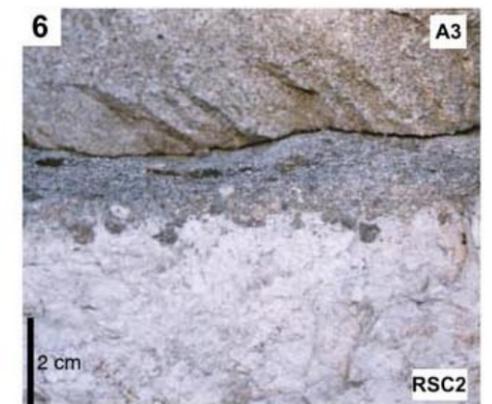
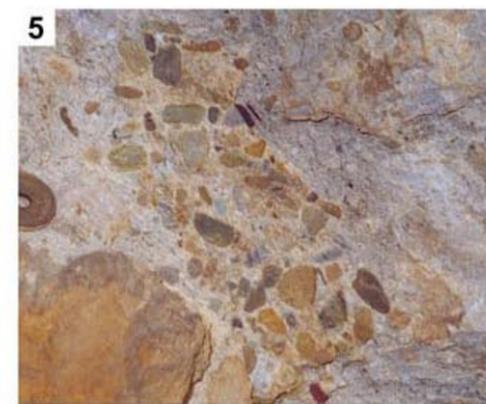
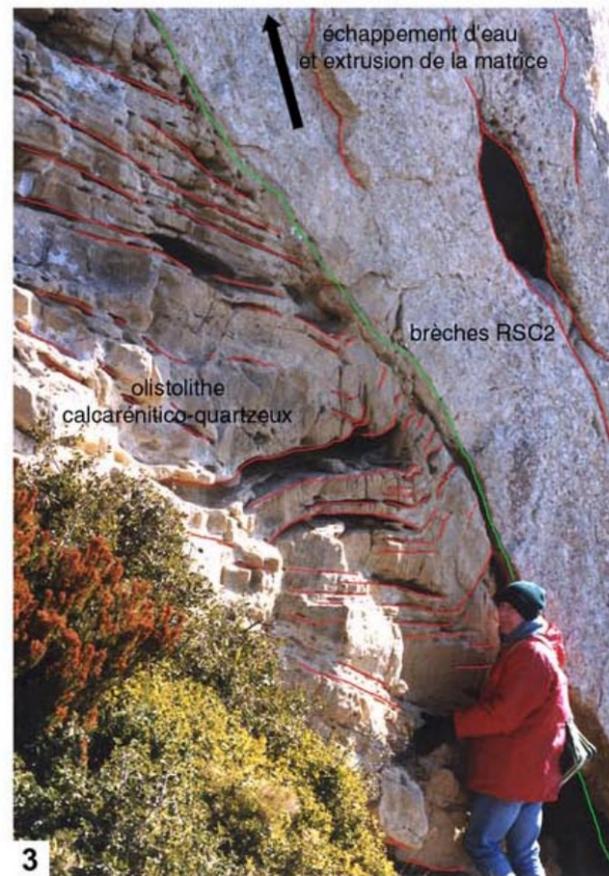
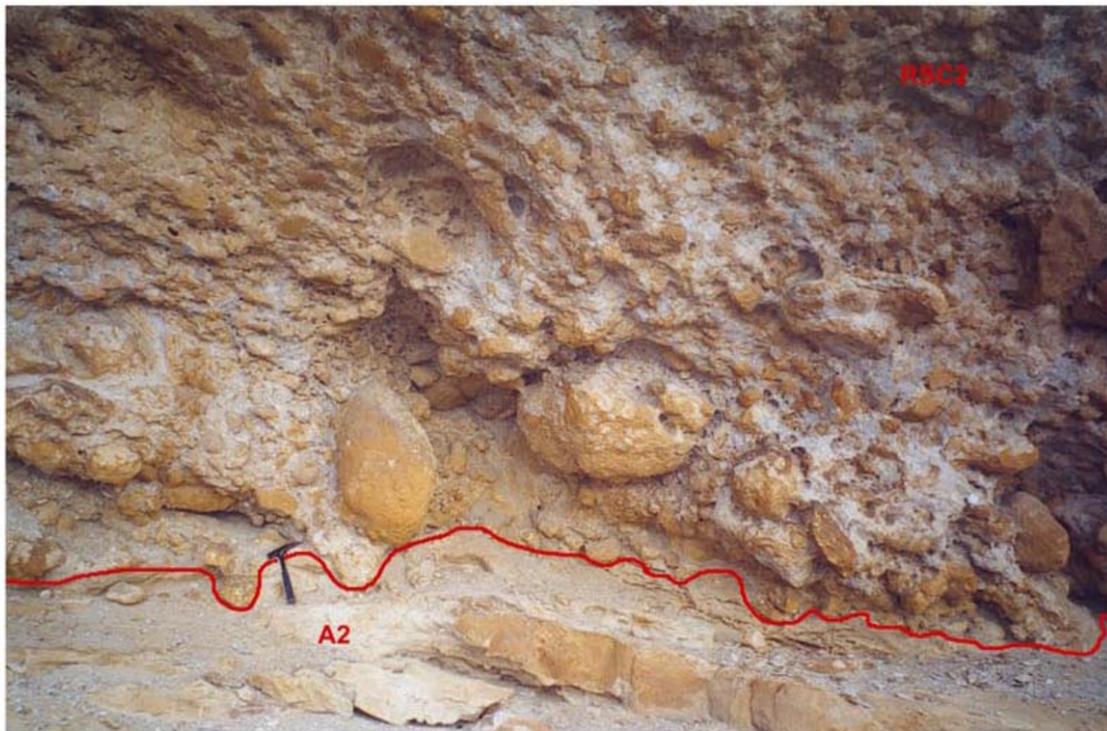
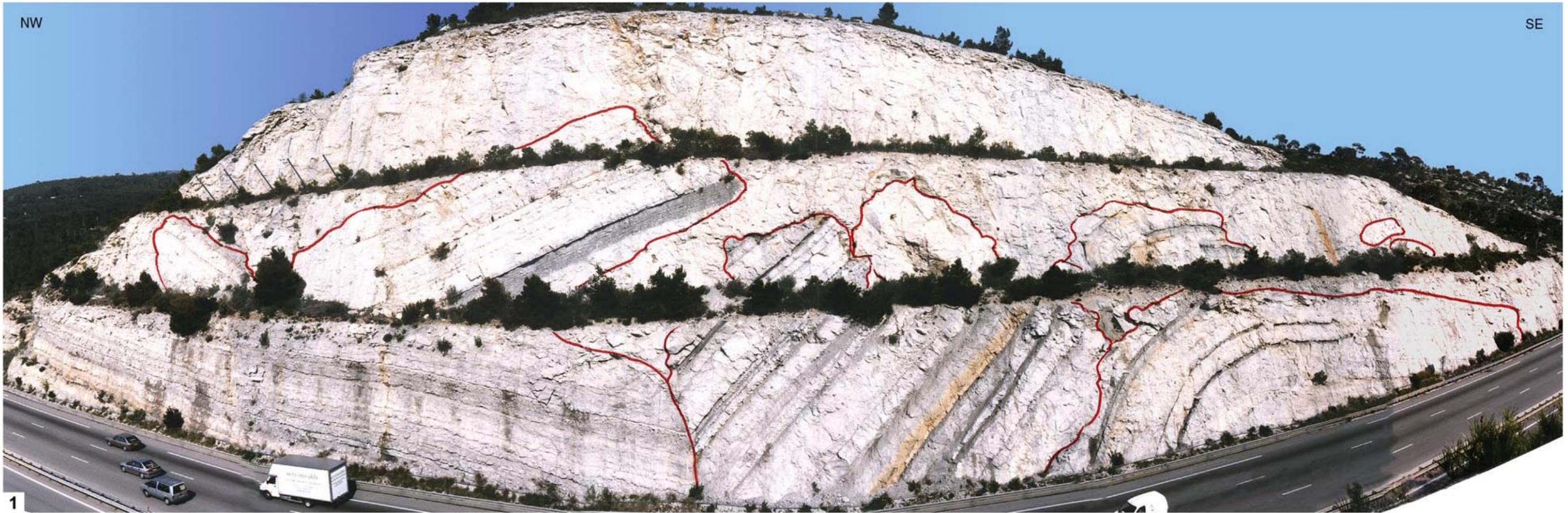


PLANCHE 17

A3

1. Litages obliques plans d'une dune hydraulique 2D au sommet de A3 le long du chemin de Roumagoua.
2. Schéma d'un empilement de mégarides à crêtes sinueuses (3D), typique de A3 dans le secteur occidental, dans la coupe de l'Autoroute A50 (annexe B5).
3. Schéma d'une déformation de *foresets* de mégarides 3D, probablement par échappement d'eau. Les *foresets* déformés peuvent présenter une pente de 60°. Coupe de l'Autoroute A50 (annexe B5).
4. Schéma d'un banc bréchique silicoclastique recoupant les corps à litages obliques dans la coupe de l'Autoroute A50 (annexe B5). La brèche, faite de graviers calcaires et quartzitiques, est granodécroissante. Par effet de densité, les graviers de quartzites (en noir) sont à la base, les graviers calcaires au-dessus.
5. Détail du contact RSC2-A3 dans la coupe de l'Autoroute (annexe B5). La base de A3, calcarénitico-quartzreuse, présente de bancs microconglomératiques silicoclastiques.
6. Empilement de corps mamelonnés (HCS) en accrétion verticale, quelques mètres sous RSC3, dans le secteur oriental du synclinal du Beausset. Sur la gauche de la photographie, ces corps présentent des déformations de type convolute. Coupe du Mont Caume (partie inférieure levée à la fontaine Martin, annexe B10).
7. Détail des laminations internes en accrétion verticale des corps mamelonnés (HCS) de la photo précédente.



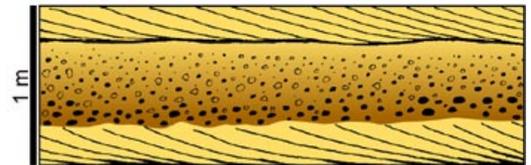
1



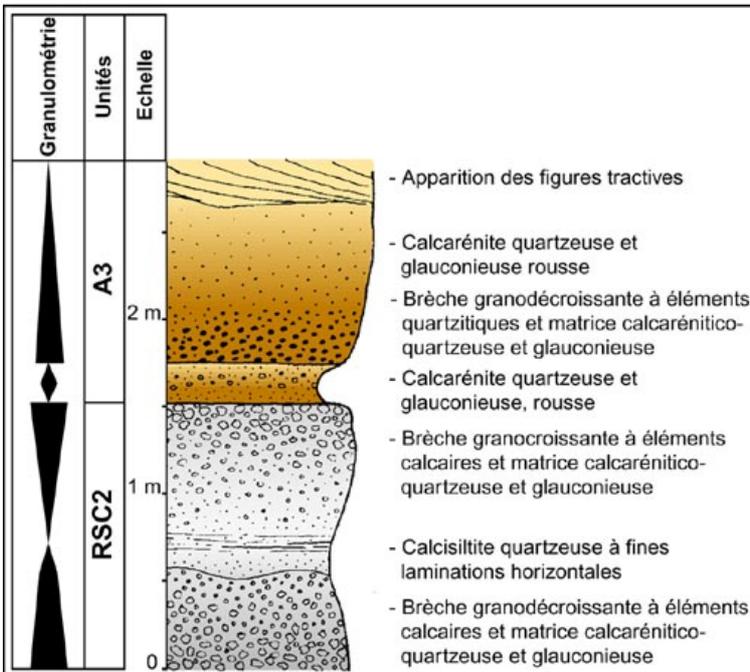
2 1 m



3 1 m



4



5



7



6

PLANCHE 18

La Carrière du Loin

1. Vue d'ensemble de la Carrière du Loin.

RST2 s'appuie sur un olistolithe de grande taille de RSC2, sans le recouvrir. Le démantèlement de l'olistolithe et l'accumulation des brèches (entourées de rouge) sont antérieurs au dépôt de RST2. Les petits biseaux de brèches (en rouge) sont des reprises d'éléments de brèches de RSC2 par la mise en place des séquences turbiditiques de RST2.

RSC3, épaisse de 25 mètres environ, est stratiforme. Elle recouvre l'olistolithe de RSC2 dont elle moule la surface sommitale irrégulière et perforée. Elle est composée d'une succession stratodécroissante et granodécroissante de séquences de dépôts elles-mêmes granodécroissantes.

A4 est faite de calcarénites quartzzeuses et glauconieuses à litages obliques.

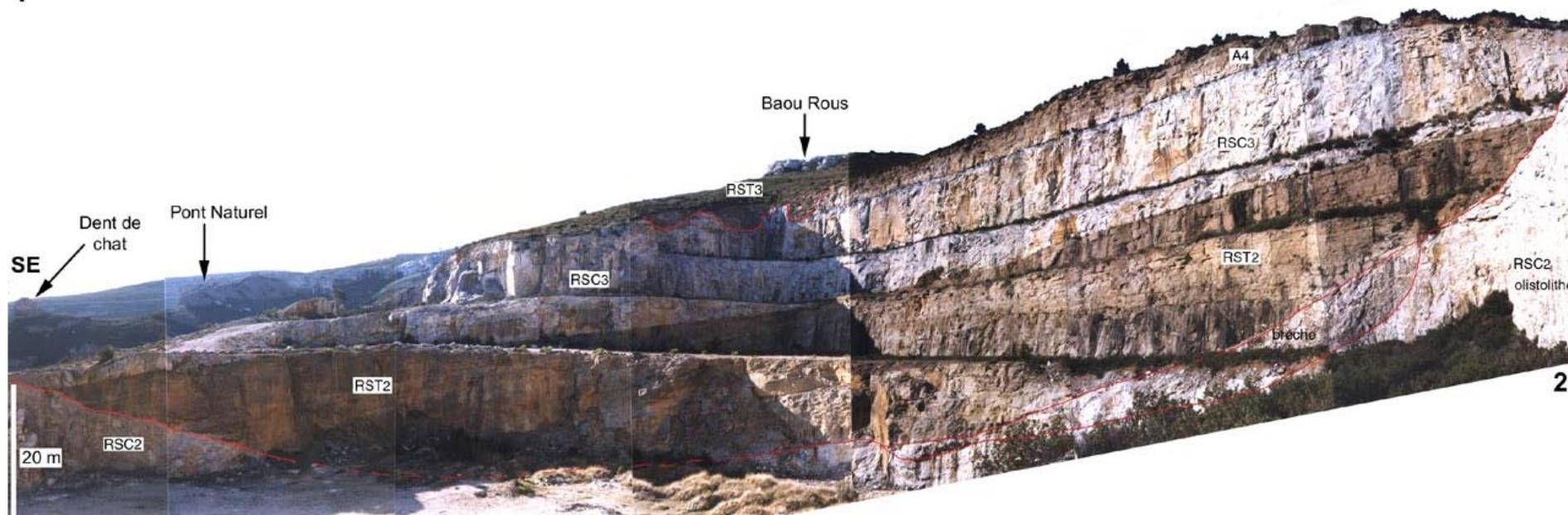
Des cicatrices d'arrachement affectent A4 et le sommet de RSC3 dans l'angle sud-est de la carrière. Celles-ci sont comblées par les poudingues de RST3.

RSC4 forme le sommet du Baou Rous.

2. La Carrière du Loin vue depuis son bord nord. L'aspect canaliforme de RST2 est dû au moulage du flanc d'un olistolithe de RSC2. Avant le dépôt de RST2, l'olistolithe calcaire est démantelé, d'où l'accumulation de brèches (entourées de rouge) sur le flanc de cet olistolithe. Au sommet de la série, au centre de la photographie, RSC3 et A4 sont affectées par des arrachements dont les cicatrices sont visibles (surlignées de rouge). Ces arrachements sont comblés par les poudingues de RST3.



1



2

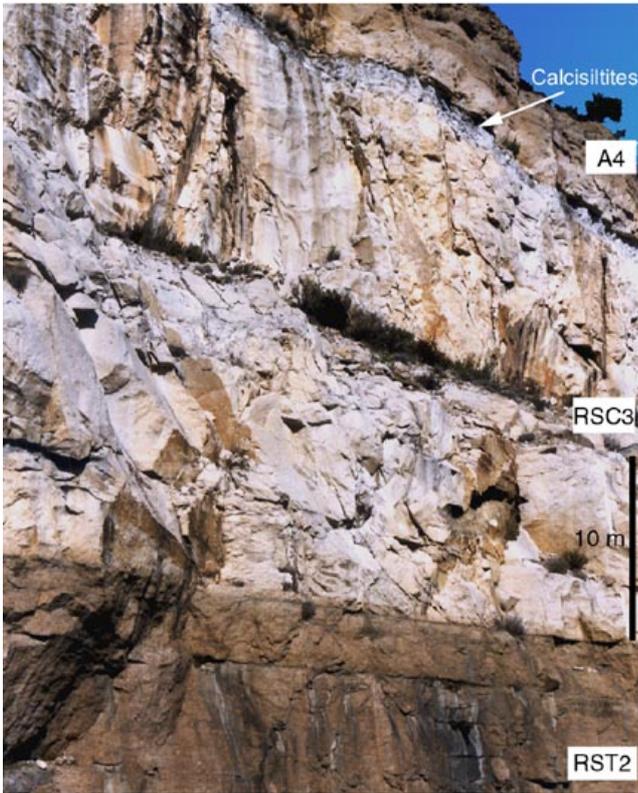
PLANCHE 19

RSC3 : Vues d'ensemble dans le secteur occidental

- 1.** Partie organisée stratodécroissante et granodécroissante de RSC3 (calcarénites et calcisiltites) et contact avec A4. Cette partie organisée de RSC3 est considérée comme étant une mégaturbidite formée de l'empilement de turbidites successives. Carrière à 100 mètres au Nord de l'échangeur autoroutier de La Ciotat.
- 2.** RSC3 dans la Carrière du Loin. L'unité a une épaisseur d'environ 25 mètres et présente tous les termes décrits dans la Carrière Cidale (annexe B3) : brèches inorganisées, brèches organisées, calcarénites et calcisiltites.
- 3.** Partie organisée stratodécroissante et granodécroissante de RSC3 dans la Carrière Cidale, depuis les calcarénites (faciès "grès à pavés") jusqu'aux calcisiltites (faciès "Safre").



1



2



3

PLANCHE 20

RSC3 : Détails dans le secteur occidental

1. Olistolithe calcaire de taille plurimétrique à la base de RSC3. Carrière du Loin.
2. *Rip-up clast* marneux à faciès de plate-forme interne à Discorbidés. Quart inférieur de RSC3 dans la Carrière du Loin.
3. Détail d'un banc bréchique granodécroissant à la base de partie organisée de RSC3 dans la Carrière Cidale.
4. *Rip-up clasts* marneux (entourés de rouge) et chaetétidés (entourés de vert) pris dans la brèche à la base de RSC3. Carrière du Loin.
5. Accumulation de chaetétidés (entourés de rouge) de grandes tailles en partie supérieure de la brèche de RSC3. La faible densité de ces organismes explique leur regroupement et leur position en partie supérieure de la brèche globalement granodécroissante (tri par densité lors de la mise en place de RSC3).
6. Détail des calcisiltites ("safre") dans la Carrière Cidale. Ces calcisiltites, finement laminées, sont considérées comme constituant le terme Tc de la séquence de Bouma (cf. 2.2.6. Chap. 2).
7. Dyke neptunien affectant toute l'épaisseur des calcisiltites. Le remplissage du dyke est fait de sédiments de A4. Carrière Cidale.
8. Exemple de pistes biologiques dont *Gyrochorte* au sommet des calcisiltites. Carrière Cidale.
9. Ride de courant, en vue transverse, au sommet des calcisiltites. Carrière Cidale.

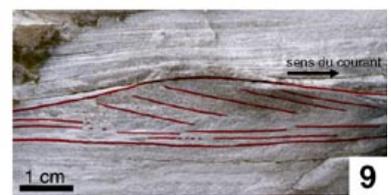
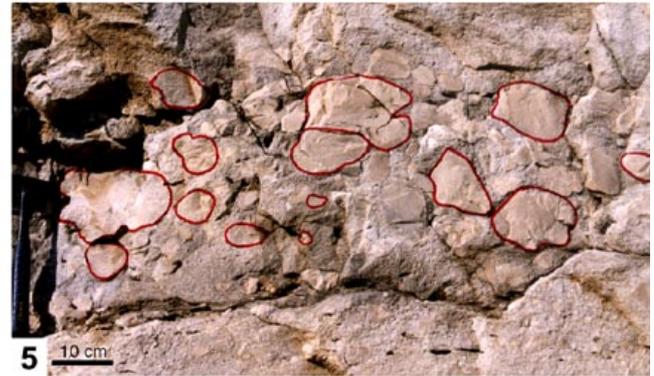
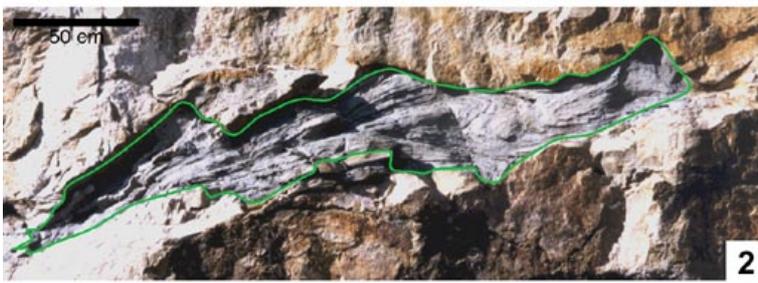


PLANCHE 21

RSC3 : Secteur oriental

1 et 2. Vues panoramiques de la barre calcaire du Bau de Midi constituée dans son intégralité par RSC3. RSC3 y est grossière, inorganisée à olistolites de grandes tailles (de *very coarse block* à *fine slab* selon la classification de Blair & Mc Pherson, 1999). Le contact entre A3 et RSC3 est surligné par les tiretés rouges.

3. Brèche polygénique à matrice calcarénitico-quartzeuse de la partie supérieure de RSC3 dans la barre du Bau de Midi (environs de la fontaine Martin). Les éléments clairs sont calcaires, les éléments bruns sont des débris de *Durania* (D.) et des éléments calcarénitico-quartzeux (c).

4. Brèche polygénique inorganisée de la moitié inférieure de RSC3 dans la coupe du Circuit du Castellet (annexe B9). Les éléments, de différentes textures, ainsi que la matrice sont essentiellement calcaires.

5. Surface sommitale irrégulière (à reliefs de quelques dizaines de centimètres) de RSC3 dans les environs de la Vignasse à l'Ouest du mont Caume. Le sommet de RSC3 est ici constitué d'une brèche polygénique à éléments de taille centimétrique.

6. Détail de la brèche polygénique sommitale de RSC3 de la photographie précédente.

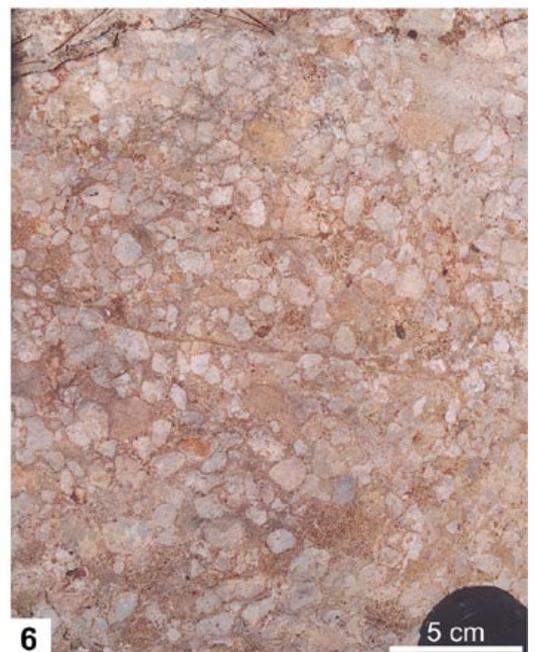


PLANCHE 22

A4 : Secteur occidental

- 1.** Succession dans la coupe de l'Autoroute A50 (annexe B5), de dunes hydrauliques à litages obliques de 1 mètre d'amplitude (à la base de l'affleurement), de bancs à litages convolutés et de mégarides amalgamées d'environ 10 centimètres d'amplitude (jusqu'à 40 centimètres en haut de la photographie).
- 2.** Empilement de dunes 3D d'amplitude métrique. Zone industrielle de La Ciotat.
- 3.** Intercalation d'un banc de poudingue de RST3 dans les calcarénites quartzeuses à litages obliques de A4. Carrière le long de la route D559.
- 4.** Structures mamelonnées de grandes tailles (jusqu'à 2 mètres de long), à litages internes principalement en accrétion verticale. A4 est ici surmontée de RSC4. Carrière Cidale.
- 5.** Succession de dunes 3D de forte amplitude (jusqu'à 1,80 mètre) dans la coupe des Carrières (annexe B4).

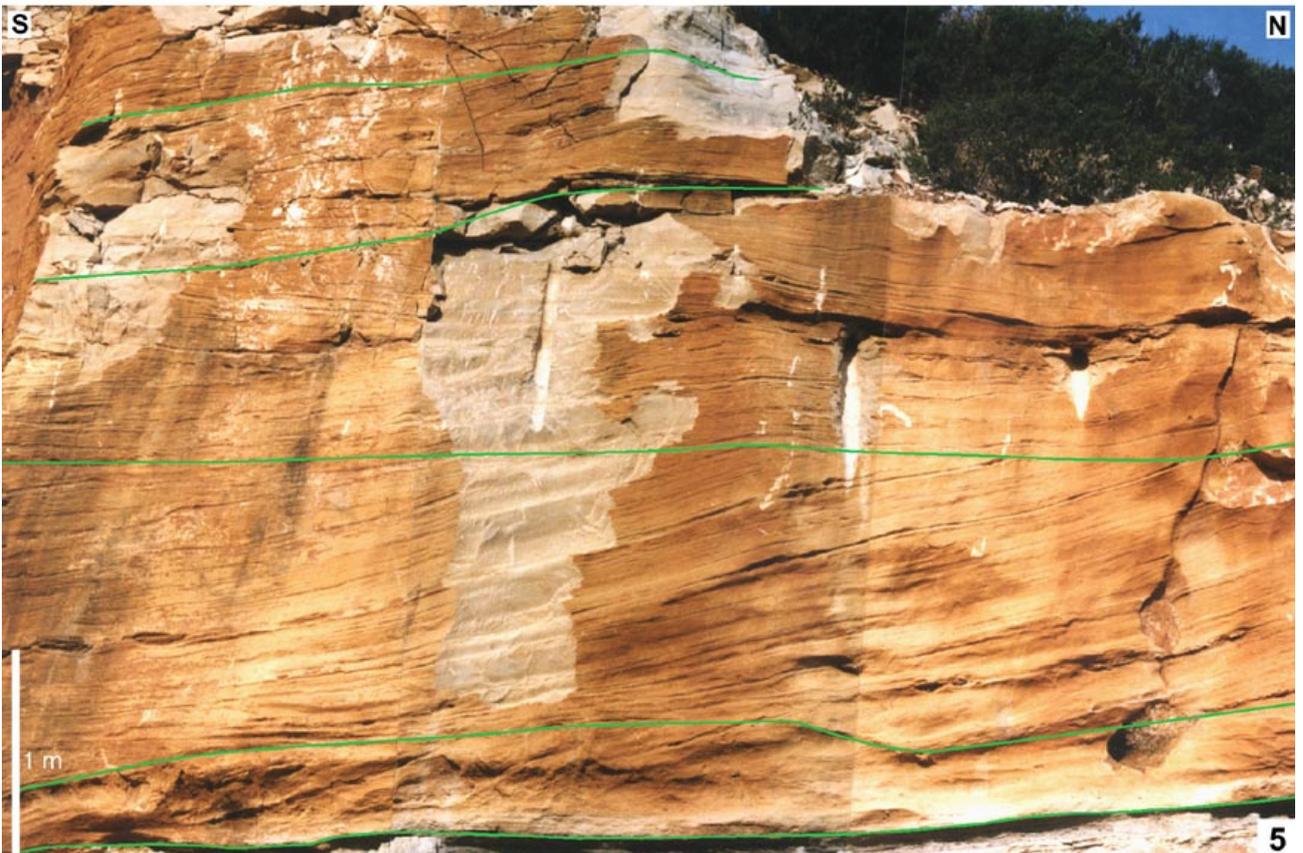
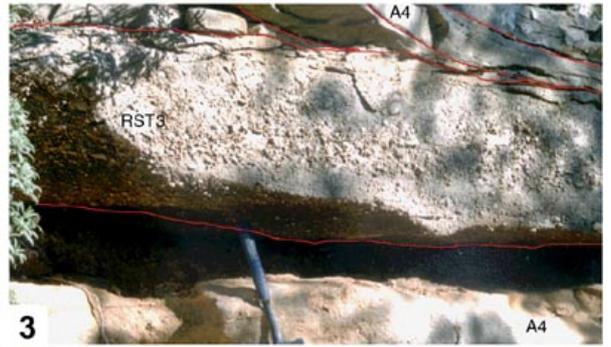


PLANCHE 23

A4 : Secteur oriental (coupe du Mont Caume, annexe B10)

1. Surface de réactivation (flèche rouge) affectant toute l'épaisseur d'une dune hydraulique d'une amplitude de 1,5 m.
2. Empilement de rides et de mégarides 2D et 3D issues de courants tractifs de direction différentes. Les surfaces de réactivation sont surlignées de rouge.
3. Concentration d'éponges sur une épaisseur de 20 centimètres au sein de A4. Deux principales morphologies d'éponges sont reconnues, l'une conique évasée (a), l'autre aplatie (b).
4. Succession de séquences de dépôts turbiditiques épaisses de quelques centimètres chacune. La base de chaque séquence est granocroissante (*traction carpet*) puis granodécroissante, le sommet présente des rides de courant (termes Ta-c de la séquence de Bouma).
5. Détail des rides de courant au sommet d'une séquence turbiditique Ta-c de Bouma.
6. Détail de la partie inférieure granoclassée d'une séquence turbiditique Ta-c de Bouma.
7. Litages convolutés par échappement d'eau (séismite ?).



PLANCHE 24

A4 : Coupes du Circuit du Castellet (annexe B9) et de la Barre des Aiguilles (annexe B11)

1. Contact entre les calcarénites ("grès à pavés") du sommet de RSC3 et les grès roux en partie décalcifiés de la base de A4. Embranchement des routes N8 et D402 au Sud du Circuit du Castellet.
2. Alternance de grès roux décalcifiés à litages parallèles horizontaux (a) et de bancs calcarénitico-quartzeux (b) à litages obliques (rides à mégarides). Bord de la route N8 au Sud du Circuit Castellet.
3. Succession de corps mamelonnés (surlignés de rouge pour certains) de calcarénites quartzeuses. Bord de la route N8 au Sud du Circuit Castellet.
4. Accumulation d'éponges dans les calcarénites quartzeuses bioclastiques de A4. Coupe de la Barre des Aiguilles.
5. Empreintes moulées de *flute cast* (F.) et *groove marks* (G.) à la surface basale d'une resédimentation silicoclastique au sein de A4. Ces figures indiquent, après correction du pendage, une direction du courant en N20 suivant le sens Sud-Nord. Coupe de la Barre des Aiguilles.
6. Détail de *groove marks* sur la même surface que celle de la photographie précédente.

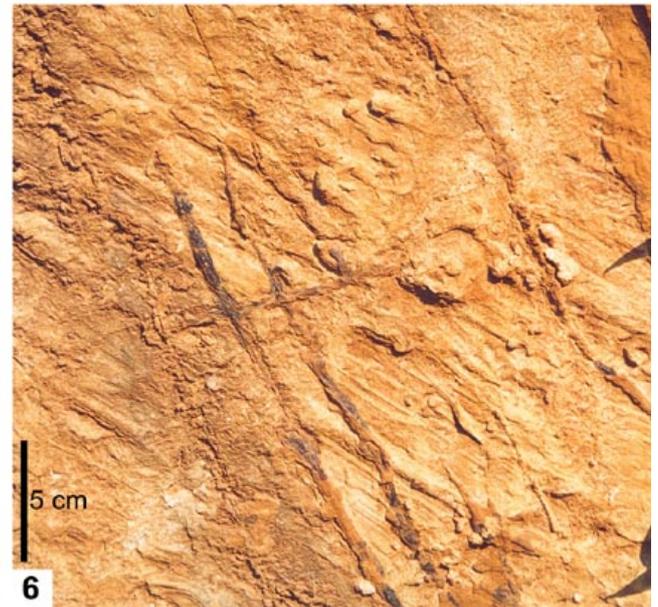


PLANCHE 25

RSC4 dans le secteur occidental

1. RSC4 constituée de 3 à 5 séquences de dépôts bréchiques, généralement granodécroissantes et parfois séparées par des bancs calcarénitico-quartzeux roux de 20 cm d'épaisseur au maximum. Coupe de Ceyreste Nord (annexe B2).
2. RSC4 constituée de 3 séquences de dépôts bréchiques. La première est granocroissante puis granodécroissante, la seconde, la plus épaisse et la plus grossière, est granodécroissante, la troisième, la moins épaisse et la moins grossière, est granodécroissante et fortement matricielle. Coupe de la Carrière Cidale (annexe B3).
3. Base de RSC4 contenant un bloc calcaire d'environ 1 m³ sur le coté nord du Baou Rous dans le Massif du Soubeyran. RSC4 est séparé de RST3 sous-jacente par un banc de calcirudite quartzeuse rousse épais de 1 m.
4. Panorama de RSC4 au Pont Naturel. RSC4 a une épaisseur comprise entre 4 et 15 m. Cette variation d'épaisseur est due au fait que l'unité moule un paléorelief constitué par les olistolithes de RST3. Le contact entre RST3 et RSC4 (surligné de rouge) est très irrégulier.
5. Flanc sud du Baou Rous où RSC4 reprend des galets de RST3 sur ses 5 premiers mètres. Les brèches de RSC4 sont ici séparées de RST3 par le banc de calcirudite quartzeuses cité en photographie 3. Une faille normale synsédimentaire passe sous le Baou Rous : elle a séparé un compartiment sud où se sont déposés 80 m de poudingues (RST3) et un compartiment nord où ne se sont déposés que quelques mètres de poudingues et les calcarénites de A4. Le banc de calcirudite et RSC4 formant le sommet du Baou Rous scellent la faille et RST3.
6. Panorama de la falaise sous le sommet du Massif du Soubeyran (point coté 394 m). Sont présentes les unités RSC2b, A3, RSC3, RST3 formée d'olistolithes qui déterminent des reliefs de 10 à 20 m de hauteur et RSC4 (entourée de rouge) qui repose en biseau sur ces reliefs.

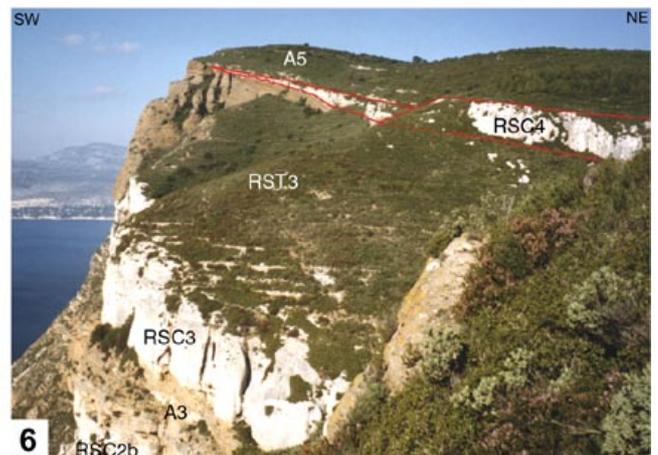
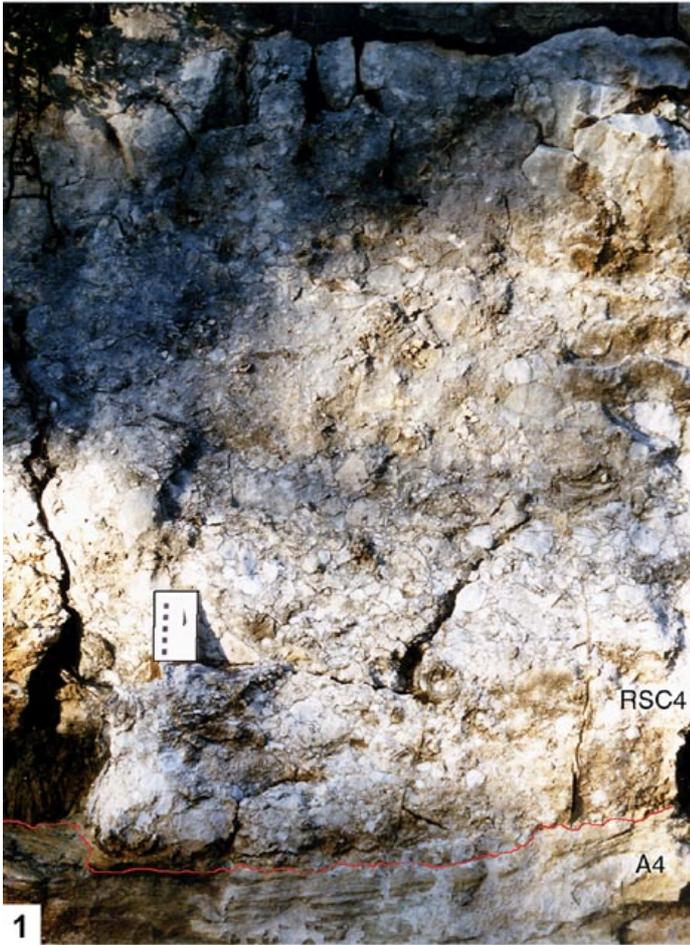


PLANCHE 26

RSC4 dans les secteurs septentrional et oriental

1. RSC4 au Pas de la Masque (secteur oriental). L'unité est ici grossière, à olistolithes agencés de manière chaotique. Certains olistolithes sont très redressés.
2. Fossile d'éponge digitée silicifiée au sommet de RSC4 dans la coupe du Circuit du Castellet (annexe B9).
3. Base de RSC4 dans la coupe du Mont Caume (annexe B10). La brèche y est polygénique, hétérométrique, à éléments calcaires (les plus gros sont entourés de vert), à organismes de plate-forme (*Hippuritidae* : *H.*) et à éléments calcarénitico-quartzeux (les plus gros sont entourés de rouge) probablement repris depuis A4 sous-jacente. La matrice est calcarénitico-quartzeuse.
4. Brèche RSC4 à dominante calcaire dans la coupe du Circuit du Castellet (annexe B9). La base de la photographie montre un olistolithe (limité par les tirets rouges), au-dessus la brèche contient de nombreux organismes silicifiés mis en relief par l'érosion actuelle. *H.* : *Hippurites* sp., élts : éléments calcaires, ch. : chaetetidé, ol. : olistolithe.
5. Détail du sommet perforé et fracturé d'un olistolithe calcaire de RSC4. Les calcarénites quartzeuses rouges de A4 sus-jacente remplissent les irrégularités du sommet de l'olistolithe. Coupe du Circuit du Castellet (annexe B9).
6. *Vaccinites* sp. en grand nombre dans un olistolithe calcaire de RSC4 au sommet du Mont Caume.

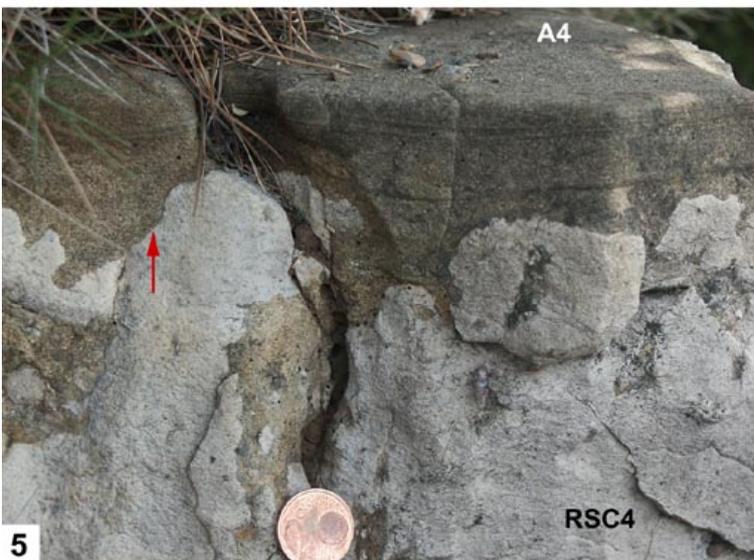
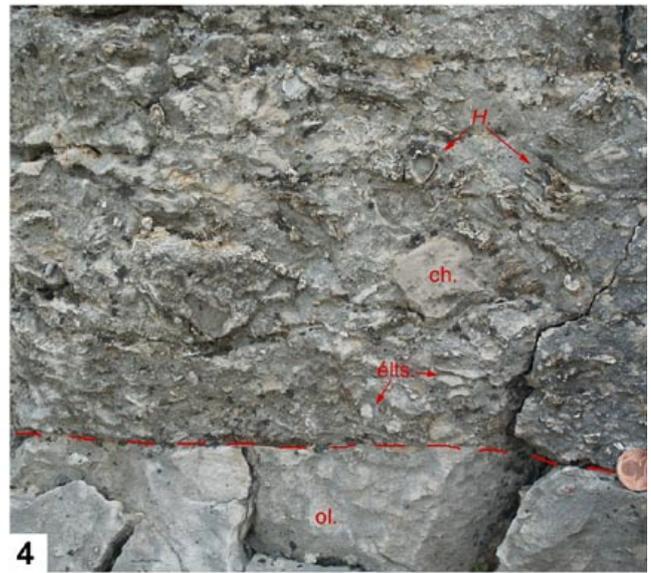
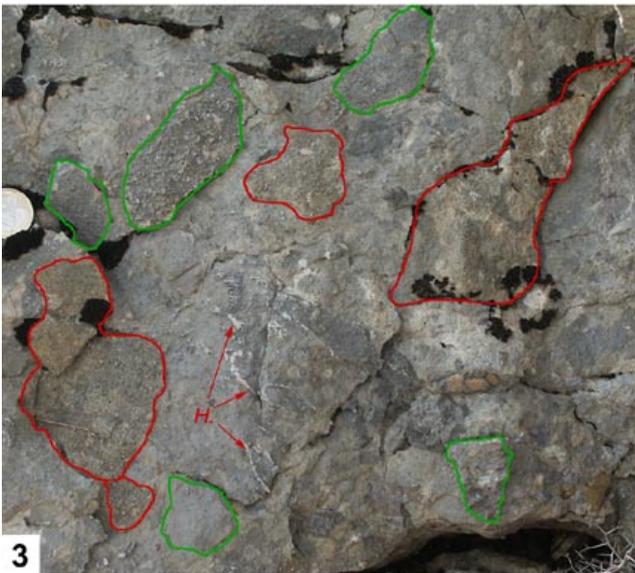


PLANCHE 27

A5

- 1.** Intercalation d'une mégaride 3D (à litages internes tangentiels à la base) dans les corps mamelonnés (HCS). Coupe de Ceyreste Nord (annexe B2) (l'échelle est de 110 cm).
- 2 et 3.** Succession de corps mamelonnés (HCS) et de mégarides. Coupe de Ceyreste Nord (annexe B2).
- 4.** Brèche calcarénitico-quartzeuse monogénique située pratiquement au sommet de la première sous unité de A5. Les éléments laminés (entourés de vert) montrent différentes orientations dans une matrice de même nature mais non laminée. Coupe du Grand Caunet (annexe B1).
- 5.** Base de la deuxième sous unité de A5 à dominante marneuse silto-quartzeuse. Quelques mégarides sont encore intercalées dans les marnes. Sommet de la coupe du Grand Caunet (annexe B1).
- 6.** Banc calcarénitico-quartzeux à litages convolutés, dus à des échappements d'eau, compris entre la première et la seconde sous unité de A5. Les flèches représentent les échappements d'eau. Ces échappements d'eau pourraient être dus à des secousses sismiques. Coupe du Grand Caunet (annexe B1).
- 7.** Marnes silto-quartzeuses de la seconde partie de A5 alternant avec des bancs calcarénitico-quartzeux à débit noduleux. *Peroniceras tricarinatum* a été trouvée dans ces marnes. Coupe du Grand Caunet (annexe B1).
- 8.** Calcarénites quartzeuses à laminations essentiellement parallèles de la sous unité supérieure de A5 dans la coupe de Roussargue dans le Massif de la Sainte Baume (annexe A4).

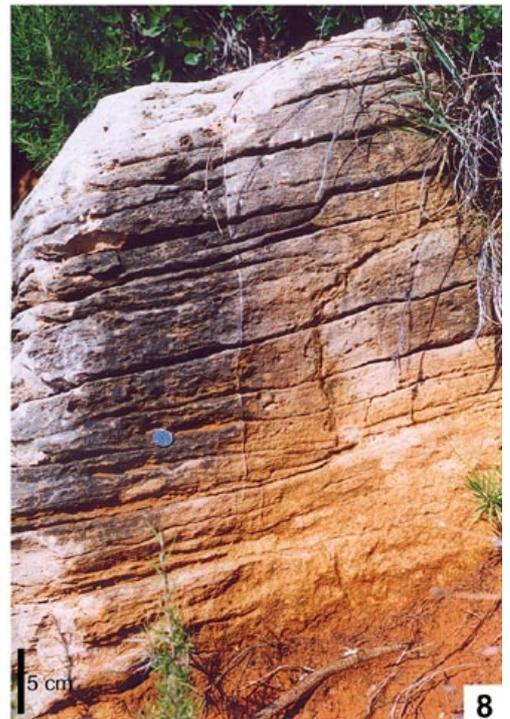
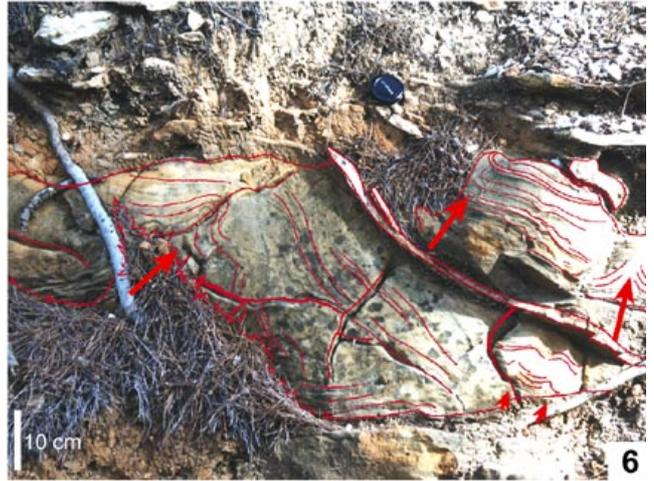
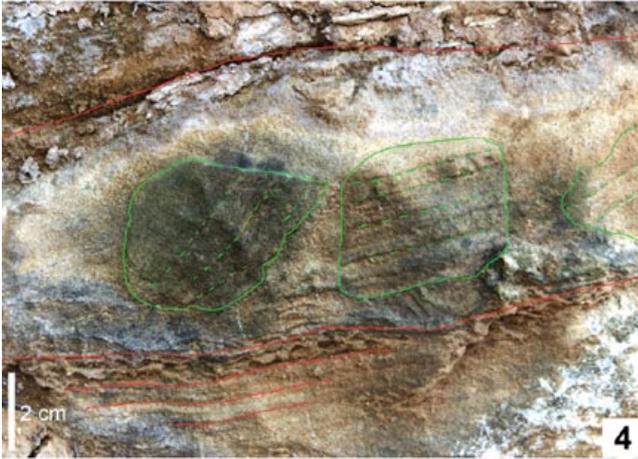


PLANCHE 28

RSC5

1 et 2. Contact irrégulier (en tiretés rouges) entre A5, calcarénitico-quartzeuse formée de l'empilement de corps mamelonnés (HCS), et RSC5, bréchique à éléments polygénique et à matrice calcarénitico-quartzeuse rousse. Bord de route D40b, La Ciotat (photographie 1), bord de route D3a, gare de La Ciotat (photographie 2).

3. Détail du contact A5-RSC5 (en tiretés rouges) de la photographie 2. La matrice de RSC5 est calcarénitico-quartzeuse rousse, identique à A5. Les éléments sont polygéniques, calcarénitico-quartzeux roux et calcaires de plate-forme.

4. Détail de la brèche à la base de RSC5. La matrice calcarénitico-quartzeuse et glauconieuse est dominante. Les éléments (de couleurs claires) sont ici surtout calcaires et "flottent" dans la matrice. Un élément plus gros que les autres montre des perforations (flèches rouges). Bord de route D3a, gare de La Ciotat.

5. Détail de la brèche à la base de RSC5. La matrice calcarénitico-quartzeuse et glauconieuse rousse est largement dominante. Les éléments, peu nombreux, de petite taille "flottent" dans cette matrice. Bord de la route D40a, côté NE de la colline du Peymian, La Ciotat.

6. Détail de la brèche dans la partie médiane de RSC5. Les éléments y sont moins bien calibrés et plus polygéniques (calcaires de différentes textures, calcarénites quartzeuses, organismes de plate-forme carbonatée), et la matrice, toujours calcarénitico-quartzeuse rousse, y est moins abondante qu'à la base de RSC5 (photographies 3, 4 et 5). Bord de route D3a, gare de La Ciotat.

7. Brèche supérieure de RSC5, moins matricielle et à dominante calcaire. Toutefois, la matrice contient de gros grains de quartz et certains éléments sont quartzitiques (graviers sombres). Bord de route D3a, gare de La Ciotat.



PLANCHE 29

RST1

1. RST1 aux environs de l'Anse du Cannier, avec dans le fond de la photographie, le Sémaphore surmontant la barre calcaire de RSC3. La stratification de RST1 correspond à la succession des séquences de dépôts conglomératiques de *foresets* et *bottomsets*.
2. Détail de la zone de transition entre A2 et RST1 dans l'Anse du Cannier. Cette zone de transition, épaisse d'une dizaine de mètres, présente de nombreuses intercalations de corps calcarénitico-quartzeux déposés sous régime tractif. Les poudingues de RST1, au-dessus de cette transition, de pendage légèrement plus fort que A2, ont peu de ces intercalations.
3. Bec de l'Aigle vu depuis l'Île Verte. Le fort pendage des poudingues (environ 45°) est en grande partie sédimentaire, le pendage tectonique local étant d'environ 15° vers le N-NE. Ce pendage sédimentaire, d'une valeur d'environ 30° vers le Nord, est celui des *foresets* d'un Gilbert delta. Ces *foresets* avaient une hauteur au moins égale à 150 m étant donné que les *topsets* manquent.
4. Falaises de poudingues de RST1 sous la Chapelle Notre-Dame de La Garde. Les différences locales de pendages dans ces falaises correspondent à de petits lobes de resédimentation sur les *foresets*. A l'arrière plan de la photo : le Sémaphore, avec en dessous l'unité calcaire RSC3 (plus claire).

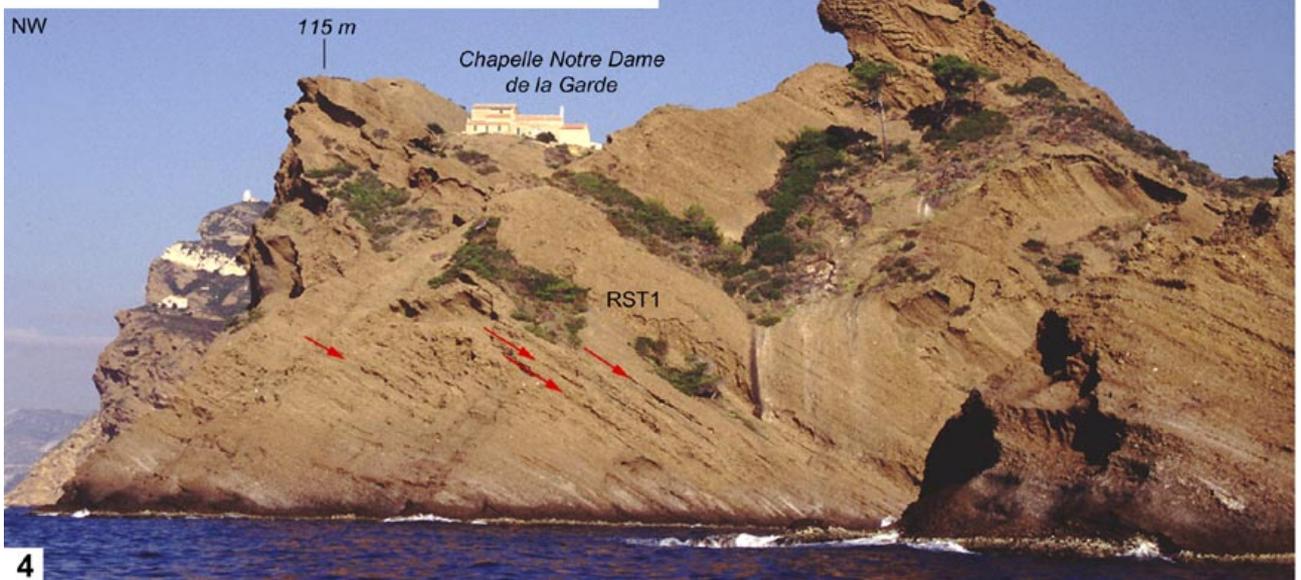
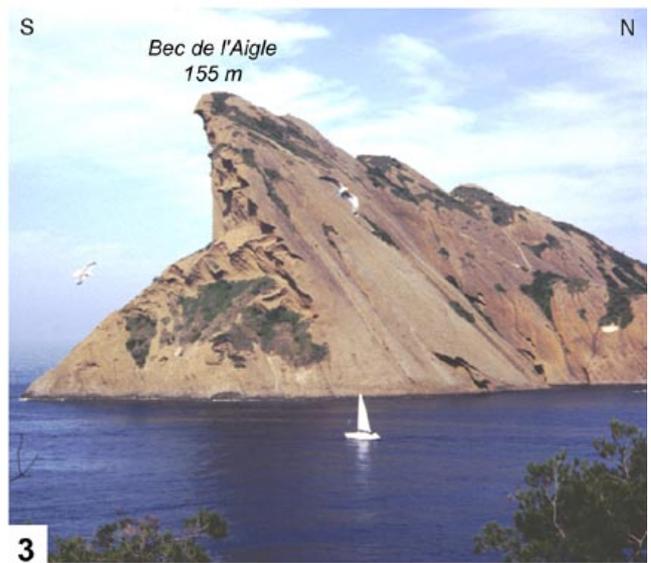
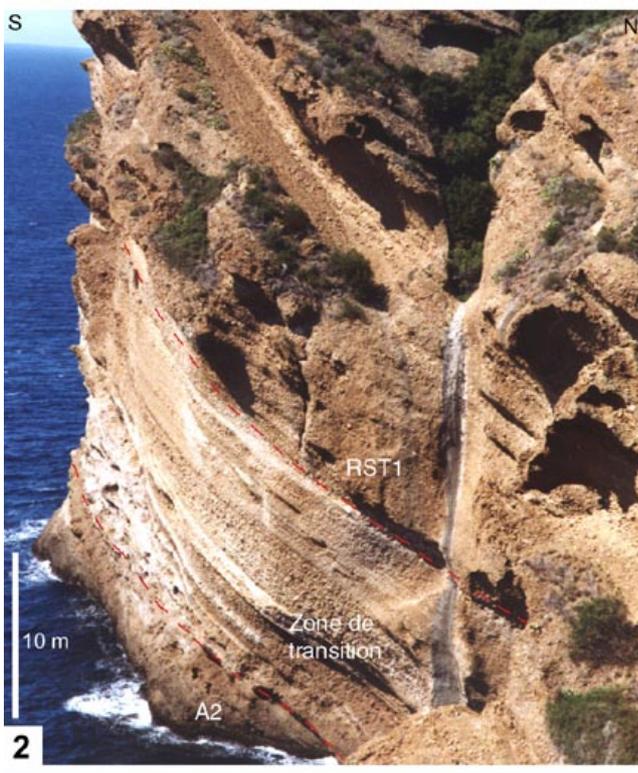


PLANCHE 30

RST2

- 1.** Vue d'ensemble de RST2, là où elle est la plus grossière, du Bec de l'Aigle au quartier de Saint-Frétoise. La barre calcaire blanche bien visible sous le Sémaphore (322 m) est RSC3. Au-dessus de RSC3 se trouve A4 et RST3. RSC4 se termine ici en biseau sur une importante masse de poudingue de RST3. Au-dessus vient A5. Noter la diminution progressive du pendage depuis RST1 et RST2 au premier plan jusqu'à RSC3.
- 2.** Contact entre un olistolithe de RSC2 et RST2 dans la Carrière du Loin (côté Sud-Est). Le sommet de l'olistolithe, très fracturé (fentes de tension) et fragmenté présente une surface perforée. Cette surface se retrouve souvent en fragments à la base de RST2. Le poudingue de RST2 vient mouler l'olistolithe et remplir ses fractures.
- 3.** Macrofaciès de RST2 dans la Carrière du Loin. Les éléments bruns à noirs quartzitiques, roux calcarénitico-quartzeux à grésocalcaires, gris calcaires, proviennent de l'érosion du Massif Méridional. Les éléments beiges clairs calcaires proviennent de la fragmentation de la surface perforée de l'olistolithe décrit avec la photographie 2. Cet olistolithe calcaire est issu de la plate-forme au Nord. La matrice du poudingue RST2 est calcarénitico-quartzeuse et glauconieuse.
- 4.** Empilement de séquences de dépôts granodécroissantes de RST2 dans la Carrière du Loin. Les séquences sont représentées par les flèches rouges en bord gauche de la photographie.
- 5.** Passage de RST2 à RSC3 dans la Carrière du Loin. Du matériel silicoclastique (brun) de RST2 est repris sur environ 30 cm à la base de RSC3.

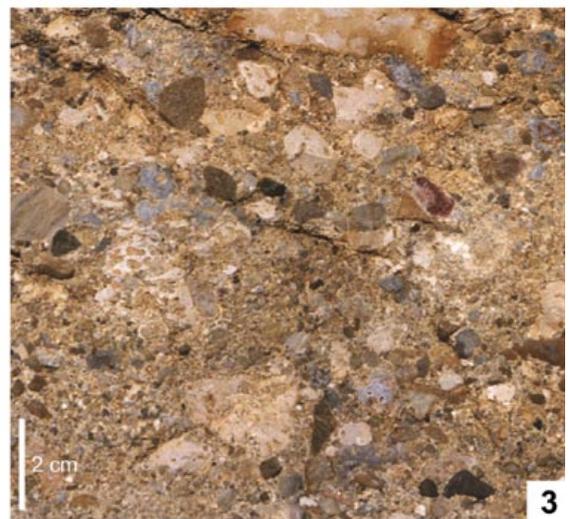
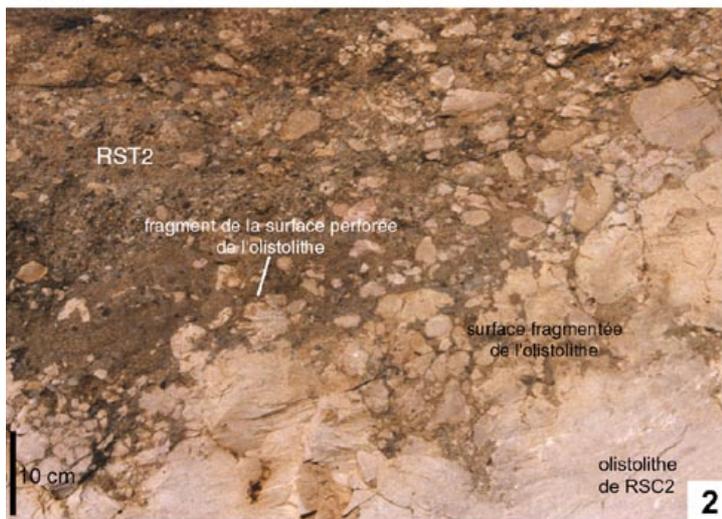


PLANCHE 31

RST3 : partie inférieure grossière à olistolithes

1. Vue aérienne de la falaise sous le Sémaphore. Les unités RSC2, A3 et RSC3 sont stratiformes. Le sommet de RSC3 est irrégulier, décapé, érodé et remobilisé lors de la mise en place de RST3. Le contact entre le premier ensemble chaotique de RST3 (RST3a sur la photo) et les intercalations de A4 avec des arrivées de poudingues, est oblique à vertical. L'ensemble chaotique de RST3 pourrait correspondre ici à une méga-loupe de glissement de poudingue, le contact étant la cicatrice d'arrachement ou de glissement. Le second ensemble stratifié de RST3 (RST3b sur la photo) tronque et recouvre le premier ensemble chaotique RST3a et A4.
2. Olistolithes (entourés de vert) de calcisiltites (faciès "safre") à la base du premier ensemble chaotique de RST3 dans les Falaises Soubeyrannes. L'irrégularité du sommet de RSC3 est due au fait que les calcisiltites ont été décapées et/ou remobilisées lors de la mise en place de RST3.
3. Olistolithes (entourés en vert) de RSC3 et A4 dans les poudingues de RST3, dans le virage en épingle sous le Belvédère de la Route des Crêtes. En haut à gauche : la resédimentation carbonatée RSC4 (entouré de rouge) puis les calcarénites quartzeuses de A5.
4. RST3 vue depuis le stand de tir de La Ciotat, comprise entre RSC3 en premier plan et RSC4 formant le Pont Naturel en arrière plan. Noter le pendage (trait rouge) des poudingues de RST3 (probable olistolithe) sous le Pont Naturel.
5. Baou-Rous vu depuis la Route des Crêtes. Deux olistolithes (entourés de vert) sont visibles dans RST3, et présentent des pendages différents des poudingues qui les entourent. La barre carbonatée du Baou-Rous est RSC4.
6. Irrégularités de RSC4 constituant la barre carbonatée du Pont Naturel vue depuis Terre Vaine. RST3 est ici interprétée comme étant composée d'olistolithes de poudingues (similaires à ceux de la photographie précédente) du fait des fortes irrégularités de son sommet et de la non conformité du pendage des séquences de dépôts dont elle est constituée (indiqué par les flèches rouges) avec le pendage tectonique local. Les irrégularités de RSC4 sont due au fait qu'elle moule les irrégularités de son substratum.
7. Vue aérienne de RST3 et RSC4 au Pont Naturel. RSC4 est clairement venu mouler une paléotopographie de RST3. Les flèches rouges indiquent le pendage des séquences de dépôts dans RST3.

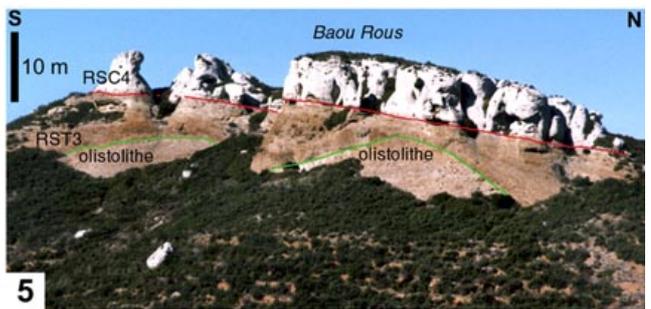
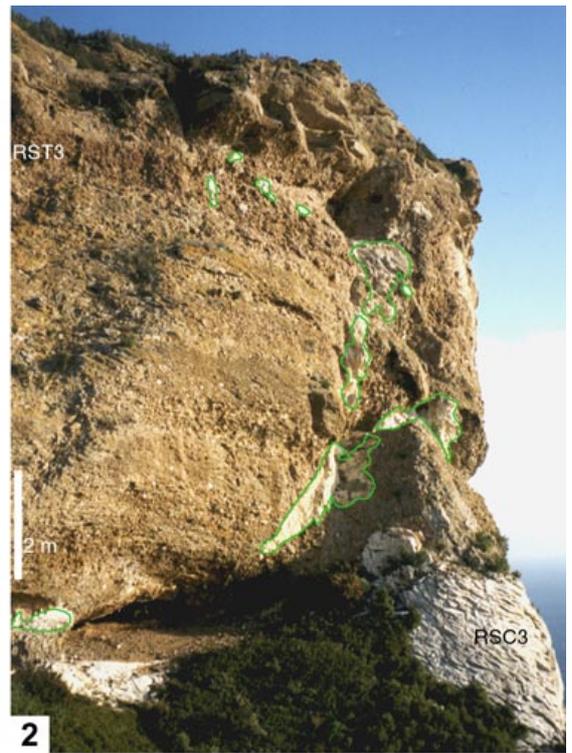
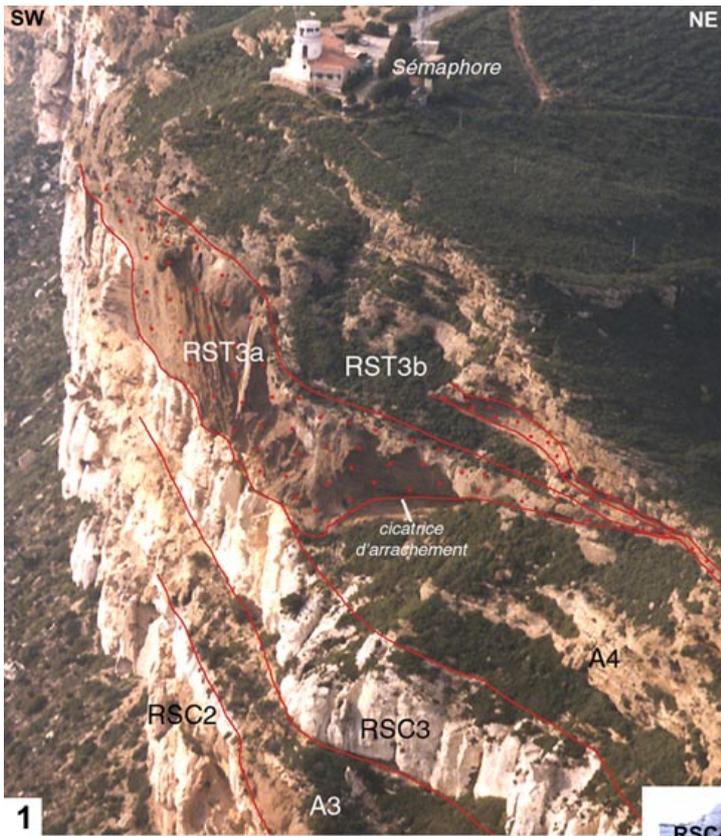


PLANCHE 32

RST3 en *bottomsets* deltaïques dans l'Anse du Mugel (La Ciotat)

1. Alternances de bancs de poudingues et de bancs calcarénitico-quartzeux à litages obliques. Les surfaces des principaux bancs sont surlignées de rouge. Les calcarénites quartzeuses à litages obliques plans ou tangentiels résultent de dépôts sous l'action de courants tractifs. Les bancs de poudingues sont des dépôts de courants de turbidité haute densité ou de *grain-flow*. Les terminaisons en biseau de certains des bancs montrent le faible suivi latéral des corps sédimentaires d'origine tractive et des resédimentations terrigènes. De telles alternances sont typiques d'une sédimentation se faisant au pied d'un delta.

2. Détails des alternances des bancs calcarénitico-quartzeux et glauconieux à litages obliques et des bancs de poudingues. Les courants gravitaires dont sont issus les poudingues étaient érosifs comme l'indique la base très irrégulière (surlignée de rouge) des bancs conglomératiques.

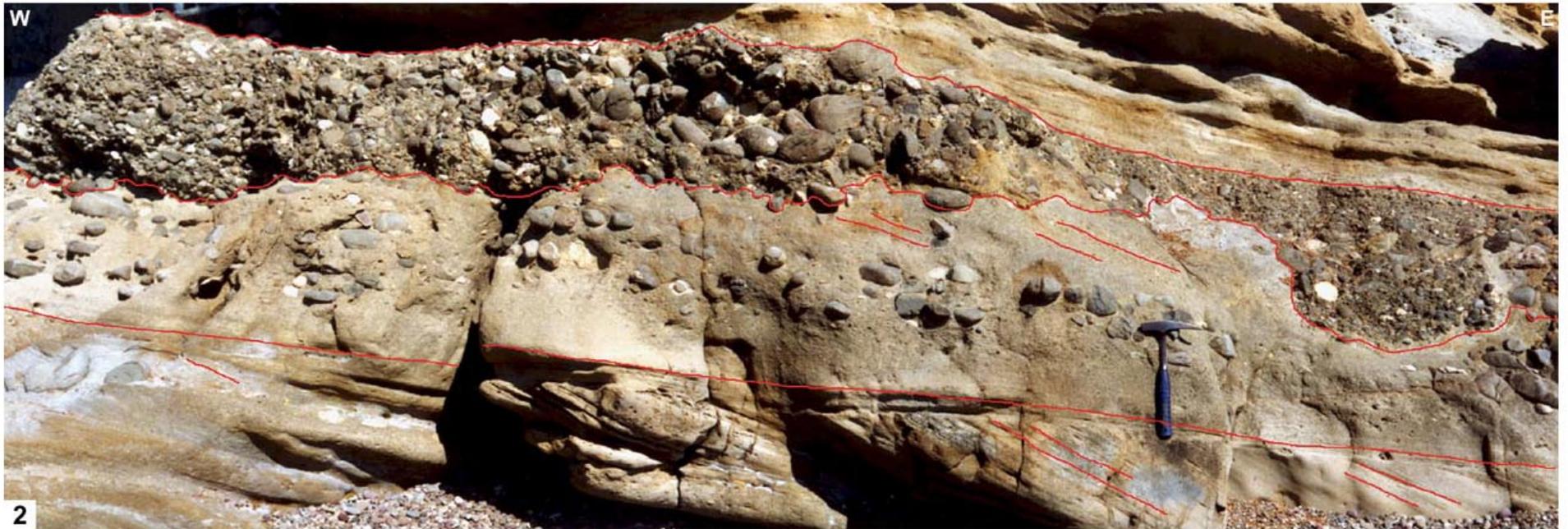


PLANCHE 33

"Onlaps turbiditiques" carbonatés sur les édifices deltaïques

1. Panorama aérien des falaises comprises entre le Bec de l'Aigle au SE et le Sémaphore au NW. S'observent en particulier :

- la discordance angulaire entre l'ensemble unité autochtone A2 plus zone de transition A2-RST1 et les unités de resédimentation d'origine deltaïque RST1 à RST3 ;

- les variations de pendage (traits rouges arqués) au sein de RST1 correspondant au passage des *foresets* (au SE) vers les *bottomsets* (au NW) ;

- les biseaux des mégaturbidites carbonatées RSC2a, RSC2b, RSC3 (flèche rouge) et RSC4 (flèche rouge) venant du Nord, contre la morphologie de pente de *foresets* de RST1, RST2 et RST3. Au cours du temps ces biseau se sont fait de plus en plus vers le Sud-Est. Ainsi, les biseaux de RSC2a et b sont à l'aplomb du Sémaphore (coin supérieur gauche de la photographie), celui de RSC3 est au Sud-Est dans les environs de Saint Frétoise et celui de RSC4 est encore plus au sud-Est ;

- le contact oblique entre un olistolithe de l'ensemble inférieur chaotique RST3a et A4 sous le Sémaphore.

2. Vue panoramique prise depuis le Sémaphore en direction du SE, montrant les édifices deltaïques en bordure sud du Bassin et les biseautages des resédimentations carbonatées RSC3 et RSC4 (flèches blanches) contre les *foresets* de ces édifices. Le biseau de RSC4 est plus au Sud-Est que celui de RSC3.

3a et b. Blocs diagrammes représentant un delta de type Gilbert et les milieux associés censés correspondre aux environnements de dépôts des unités terrigènes RST.

3a. Des déstabilisations (origine tectonique et/ou surcharge de croissance) ont pu se produire sur les *foresets* d'un tel delta, donner naissance à des arrachements et à des écoulements gravitaires silicoclastiques qui se sont accumulés en *toesets* ou plus loin en *bottomsets*. Ces écoulements gravitaires se sont faits sous forme de glissements d'olistolithes (*foresets* déjà indurés) et de courants de turbidité haute densité et de *grain-flows*, donnant les RST.

3b. Un important écoulement gravitaire carbonaté provenant de la plate-forme au Nord est venu napper le bassin, butant contre sa bordure sud et contre les édifices deltaïques, formant ainsi un des spectaculaires biseaux de la photographie 1. En butant contre les édifices deltaïques, cet écoulement a probablement dû en déstabiliser les *foresets*, initiant ainsi des écoulements gravitaires silicoclastiques à partir des deltas, d'où le mélange fréquent de resédimentations gravitaires carbonatées et silicoclastiques dans le Massif du Soubeyran.

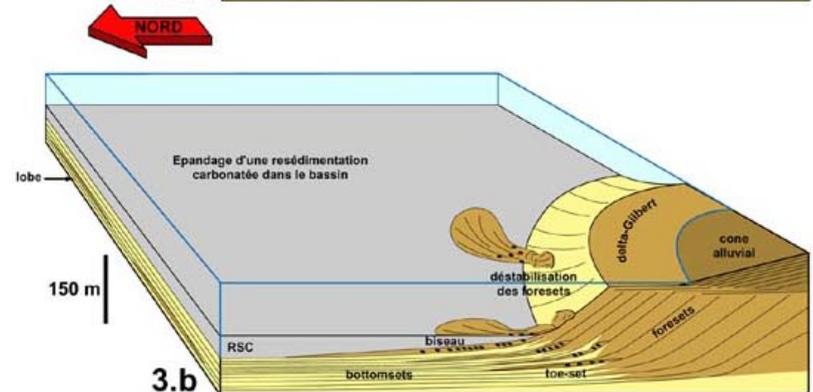
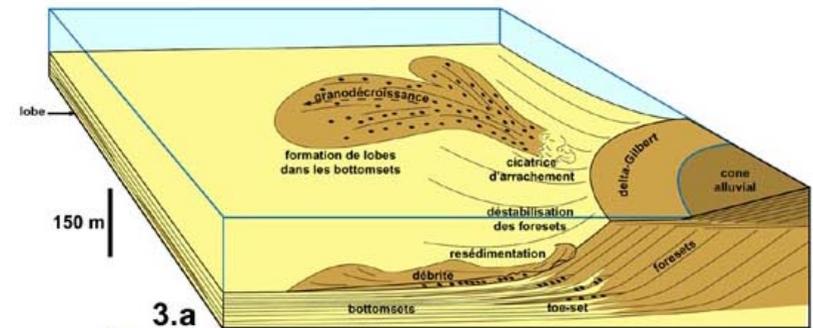
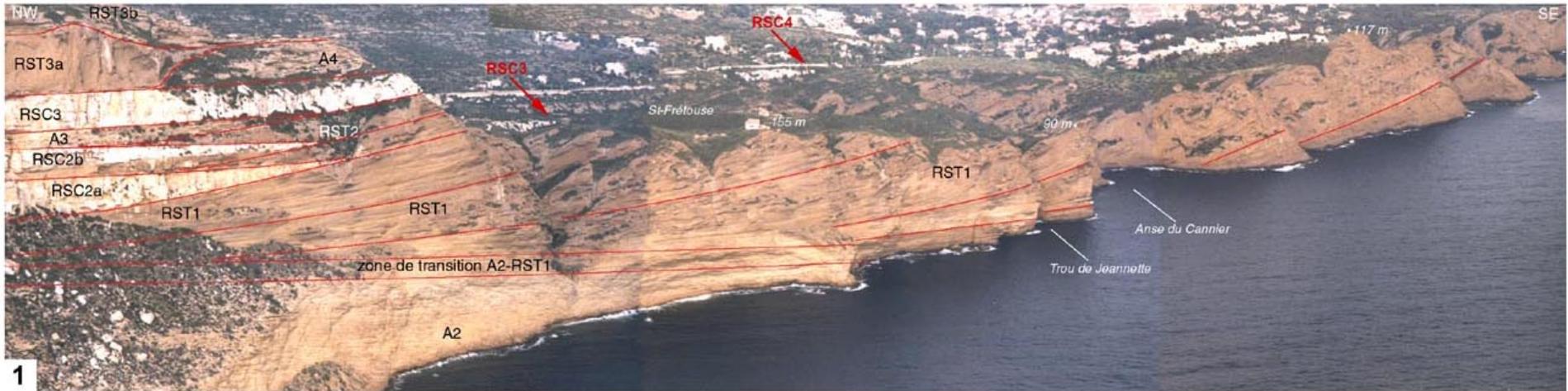


PLANCHE 34

Evolution des écoulements gravitaires sur un profil synthétique Sud-Nord du Bassin Sud-Provençal

La figure en bas de planche représente une section synthétique du Bassin Sud-Provençal suivant la direction Sud-Nord au Turonien supérieur. Le Bassin est bordé au Sud par le Massif Méridional émergé, et au Nord par la plate-forme carbonatée. Les séismes liés à l'intense activité tectonique synsédimentaire décrite en Chap. 4, et probablement aussi la mise en place des écoulements gravitaires sous-marins, ont sans doute généré des tsunamis sur les bordures du Bassin Sud-Provençal. La largeur du Bassin est ici de 10 à 15 km et la profondeur d'eau n'excède pas 150 à 200 m.

Depuis la bordure Sud jusqu'au centre du Bassin, les mécanismes d'écoulements gravitaires sont :

- les avalanches et les glissement sur les *foresets* deltaïques (1), caractérisées par des séquences de dépôts à granoclassement fruste, épaisses au maximum de 1 m et à suivi latéral de quelques dizaines de mètres, et présence de blocs et olistolithes en pied de delta ;

- les courants de turbidité haute densité développés par incorporation de fluides à partir de la rupture de pente. Ces écoulements, érosifs (2), ont donné des dépôts depuis les *bottomsets* (2) jusqu'au centre du bassin. Ces dépôts sont généralement bien granoclassés (à granoclassement normal et inverse). Les courants de turbidité haute densité ont pu évoluer en courants de turbidité basse densité par incorporation de fluides au cours de l'écoulement.

Depuis la bordure Nord jusqu'au centre du Bassin, les mécanismes d'écoulements gravitaires sont :

- les chutes de blocs conduisant au dépôts de brèches de pentes contre et en pied d'escarpement de bordure de plate-forme (6) ;

- les glissement d'olistolithes et de blocs sur la pente en pied d'escarpement (7). Le front de ces olistolithes pouvant se déformer et se rebrousser par blocage en aval ;

- les coulées de débris perdant en cohésion au cours de l'écoulement par incorporation de fluides (3) ;

- les courants de turbidité haute densité donnant des brèches grossières inorganisées à organisées (5), évoluant en courants de turbidité basse densité donnant des turbidites microbréchiqque à silteuses (4).

Tous ces écoulements pouvant se succéder latéralement et passer des uns aux autres par incorporation de fluides au cours du déplacement, les dépôts résultant gagnant en organisation et en granoclassement et perdant en granulométrie.

1. RST1 au Bec de l'Aigle (La Ciotat) : *foresets* deltaïques.

2. RST3 dans l'Anse du Mugel (La Ciotat) : *bottomsets* deltaïques.

3. Base de RSC2 dans les Falaises Soubeyrannes : brèche grossière inorganisée de coulée de débris.

4. Sommet de RSC3 ("safre") dans la Carrière Cidale : turbidites basse densité à rides de courant.

5. Base de la partie organisée de RSC3 (Carrière Cidale) : Brèche de courant de turbidité haute densité.

6. Escarpement de SPF3 moulé par les brèches de pentes de RSC3 (environs du Circuit du Castellet).

7. RSC3 (Roche Redonne): olistolithe à tête rebroussée mis en place par glissement en pied d'escarpement.

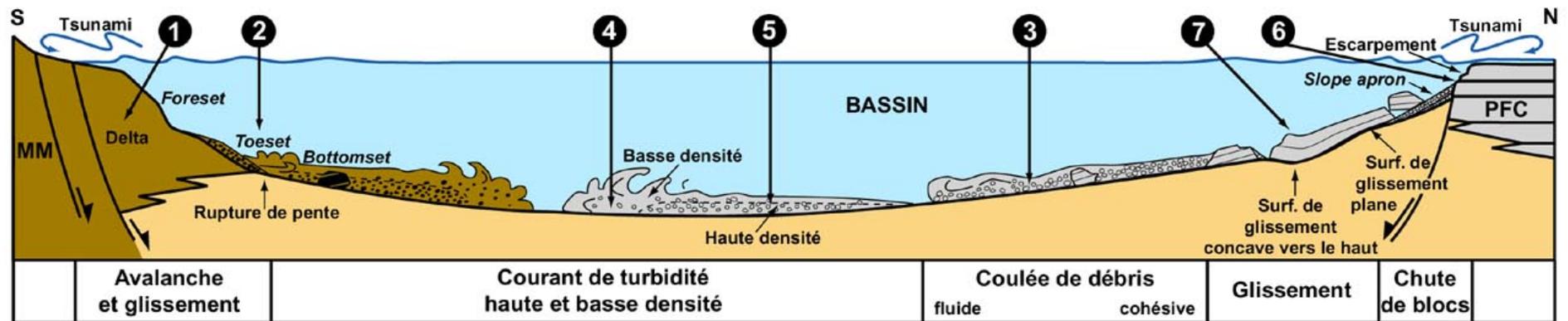
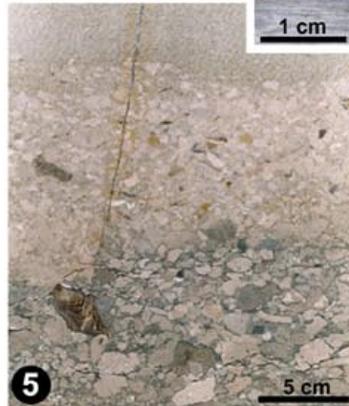
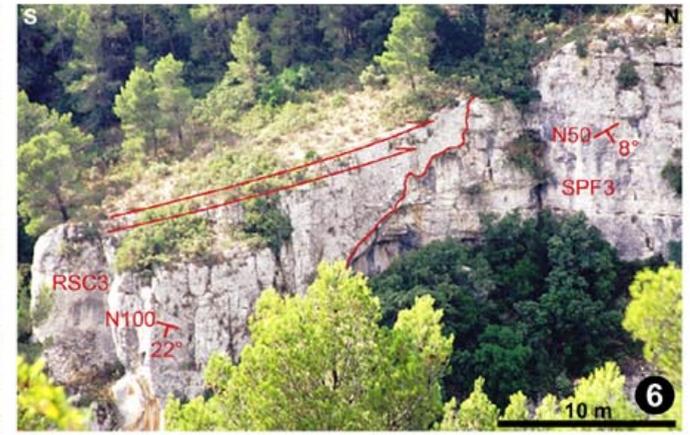
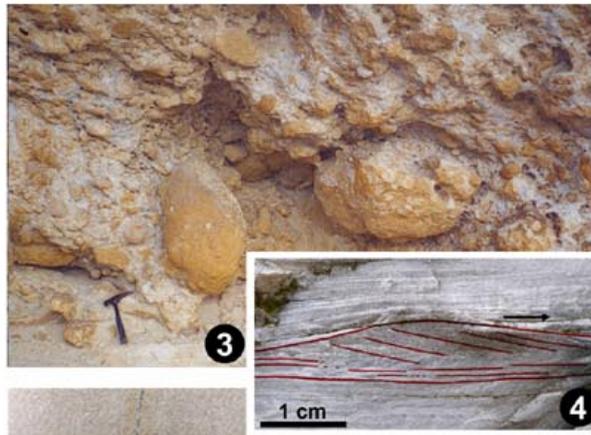


PLANCHE 35

Mécanismes d'écoulement et dépôts résultants en pied de deltas

1. Coupe schématique d'un pied de delta de type Gilbert (d'après Sohn *et al.*, 1997, modifié). Sont localisés les milieux de dépôts des boues, des sables, des galets et des blocs.

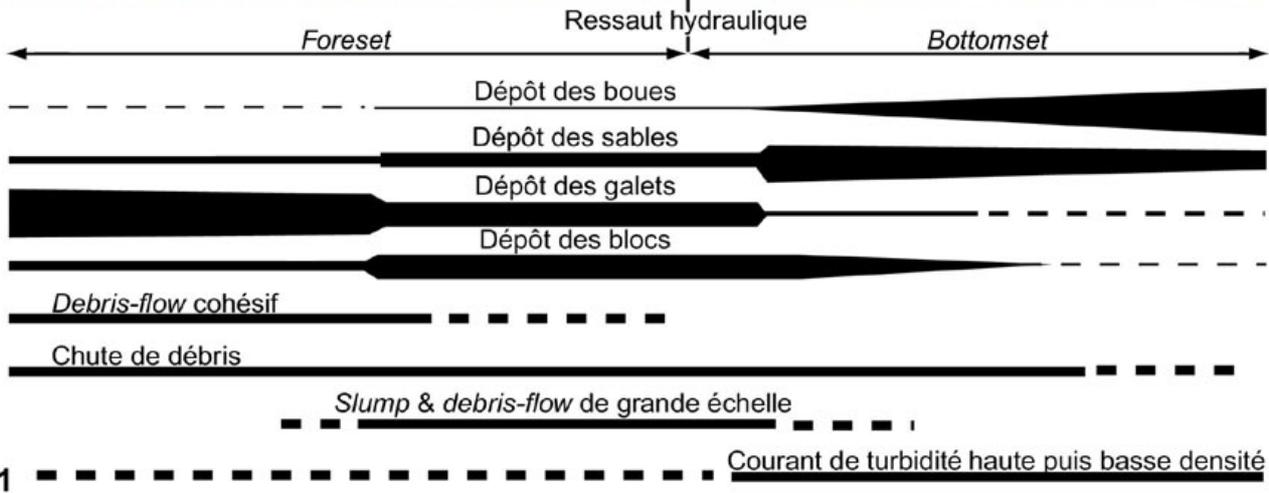
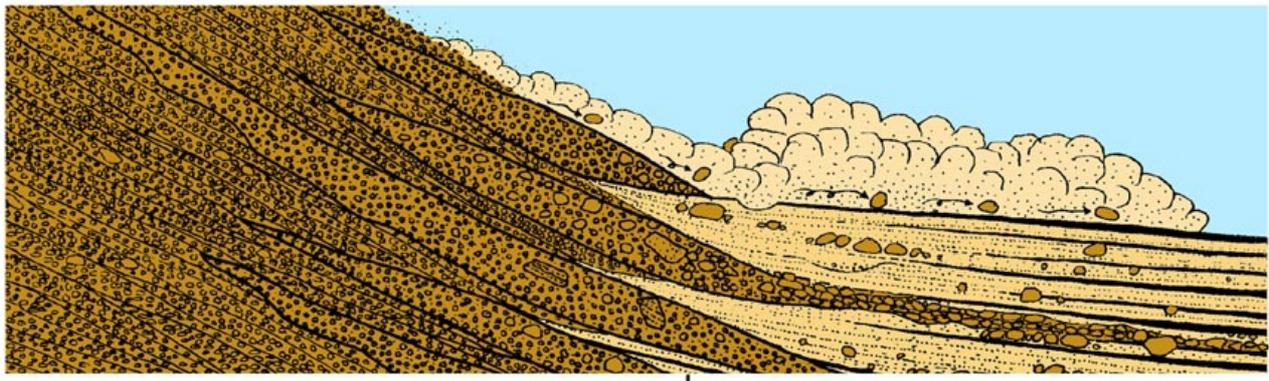
En terme d'écoulement :

- les coulées de débris cohésives sont limitées aux *foresets* deltaïques, jusqu'à la rupture de pente ;
- les chute de débris sont localisées sur les *foresets* et à la partie supérieures de *bottomsets* ;
- les *slumps* et coulées de débris de grande échelle sont limités au pied du delta (sur le *toeset*) ;
- les courants de turbidité haute puis basse densité se développent en aval du ressaut hydraulique (rupture de pente).

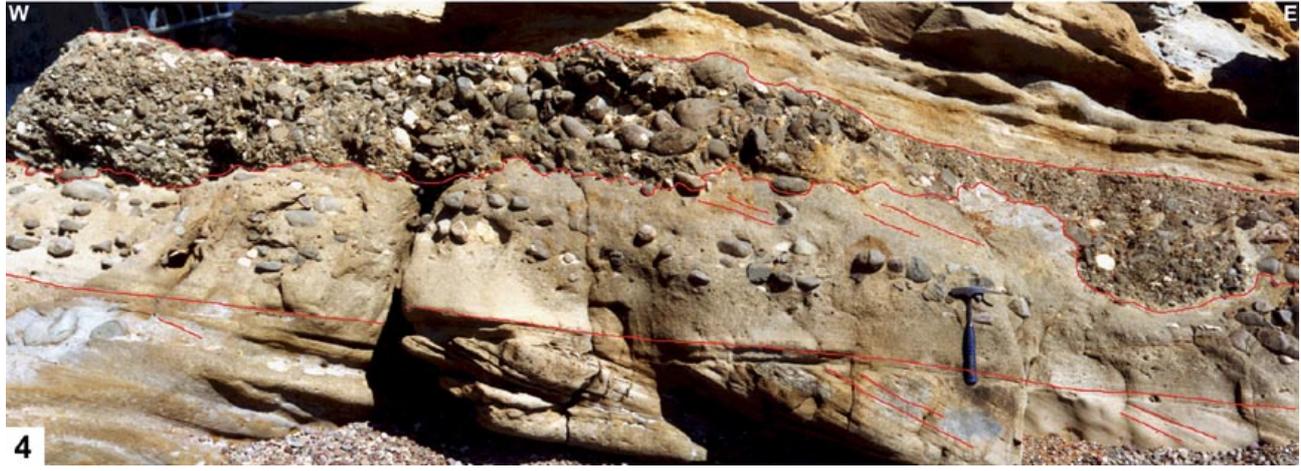
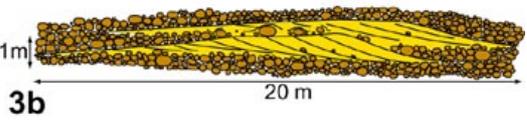
2. Exemple de dépôts de *foresets* (Bec de l'Aigle, La Ciotat).

3a et b. Corps calcarénitico-quartzeux haut de 1,5 m et long d'environ 20 m, formé de l'empilement de rides et de mégarides parfois recoupées par des arrivées gravitaires de poudingues. Ce corps est intercalé dans les poudingues de pied de *foresets* de RST1. Trou de Jeannette (Falaises Soubeyrannes).

4. Exemple d'intercalation de dépôts de courants gravitaires (poudingues) et de dépôts calcarénitiques sous régime tractif, en *bottomsets*. RST3, Anse du Mugel, La Ciotat.



1



4

PLANCHE 36

Escarpement de SPF1 : Couronne de Charlemagne

- 1.** Vue aérienne du bord sud-ouest de la Couronne de Charlemagne, véritable paléo-escarpement de SPF1, haut d'une trentaine de mètres, au pied duquel se développe RSC1.
- 2.** Paléo-escarpement du bord sud-ouest de la Couronne de Charlemagne (souligné par les traits bleus) de direction N110, parallèle à la direction moyenne de fracturation de la bordure de plate-forme.
- 3.** Reconstitution de la bordure de SPF1 aux environs de la Couronne de Charlemagne pendant le dépôt de l'unité calcarénitique quartzreuse A2.

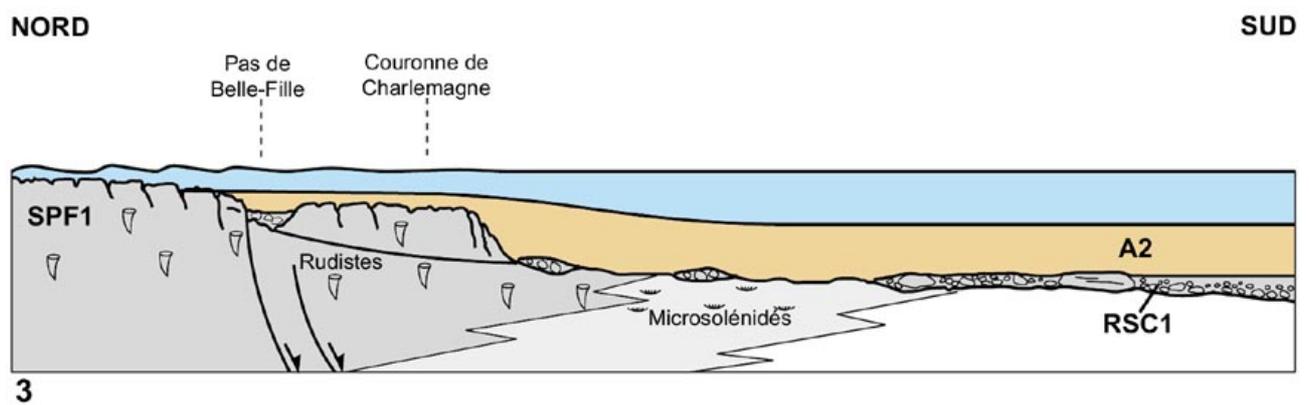
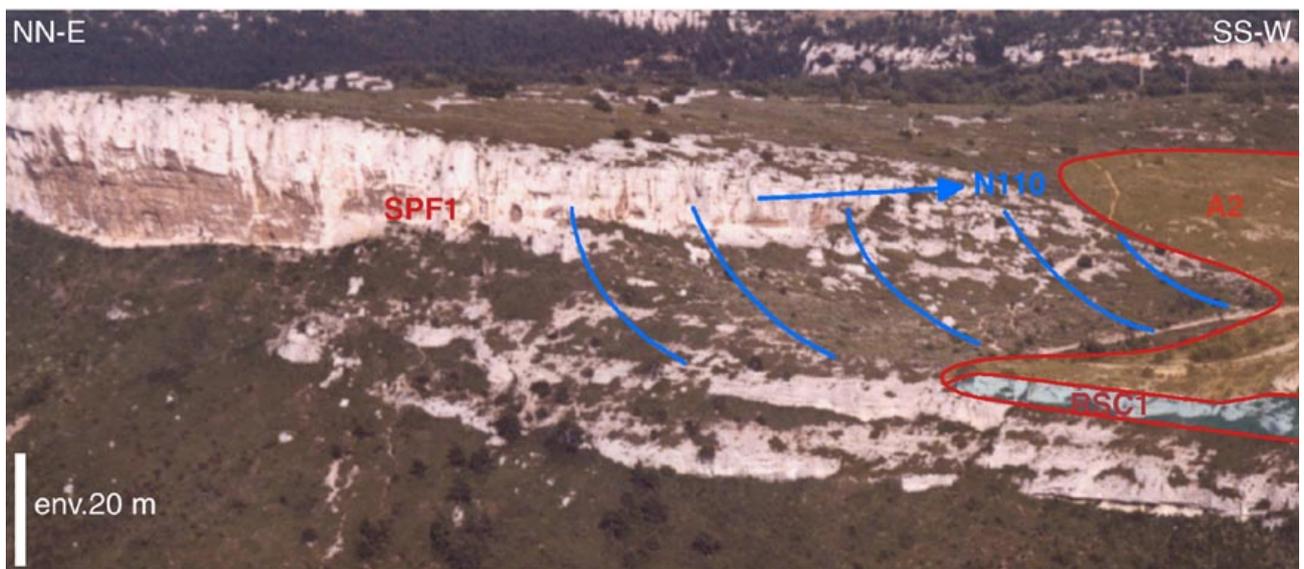


PLANCHE 37

Escarpement de SPF3 et dépôts de pied d'escarpement

1. Vue panoramique vers le Sud-Est, le Sud et le Sud-Ouest sur le contrebas d'un escarpement de bordure de plate-forme. Une accumulation d'olistolithes de toutes tailles rattachés à RSC3 au fond du vallon et à RSC4 au sommet s'est faite en contrebas de la bordure de plate-forme (correspondant à SPF3 supposée). Ces olistolithes sont disposés de manière chaotique (les pendages sont indiqués sur le panorama). Affleurements de la Roche Redonne.

2. Olistolithe calcaire déformé au sein des brèches de RSC3, à proximité de la bordure d'escarpement décrite avec la photographie précédente. Sud du village du Camp, visible depuis la route de Sainte Anne du Brûlat.

3. Vue d'ensemble d'un des plus gros olistolithes de RSC4, long d'environ 250 m et haut d'une vingtaine de mètres, en contrebas de l'escarpement décrit à la photographie 1 pour la Roche Redonne. Le front de cet olistolithe est rebroussé, probablement par blocage en aval lors de sa mise en place. Il est constitué de séquences biosédimentaires caractéristiques de bordure externe de plate-forme carbonatée, avec coraux, algues rouges, grands *Vaccinites* et gerbes d'*Hippurites* ...

4a. Escarpement de SPF3 (surligné de rouge), moulé par les brèches (Br.) calcaires de pente à olistolithes (Ol.) de RSC3, au Sud du Circuit du Castellet. L'ensemble est scellé par les calcarénites quartzieuses de A4. SPF3 a un pendage de direction N50 et de pente de 8° vers le SE ; les séquences de dépôts bréchiqes de RSC3 ont un pendage de direction N100 et de pente de 22° vers le SW.

4b. Détail de l'escarpement de SPF3 de la photographie précédente.

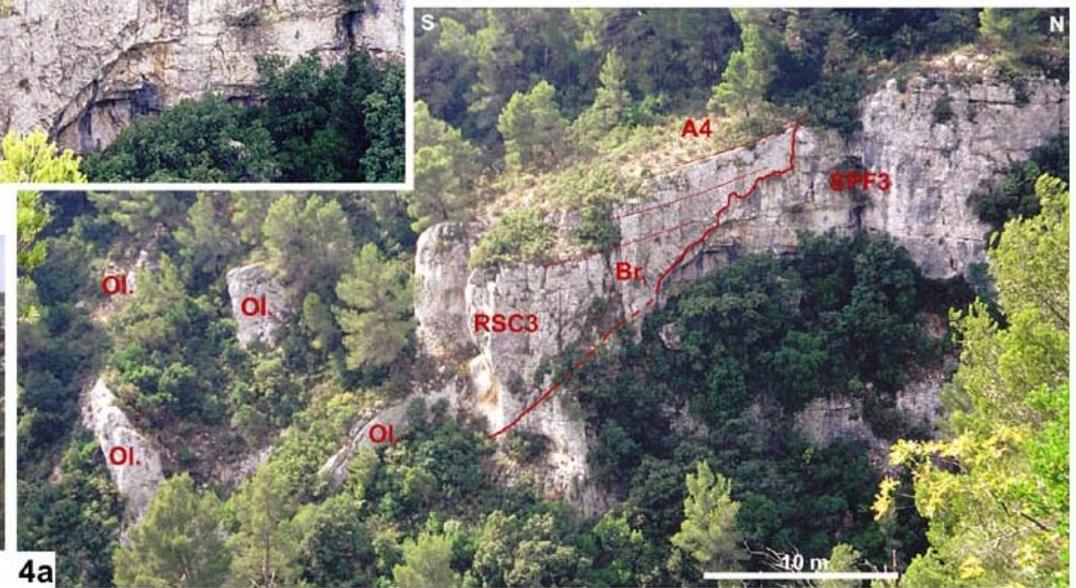
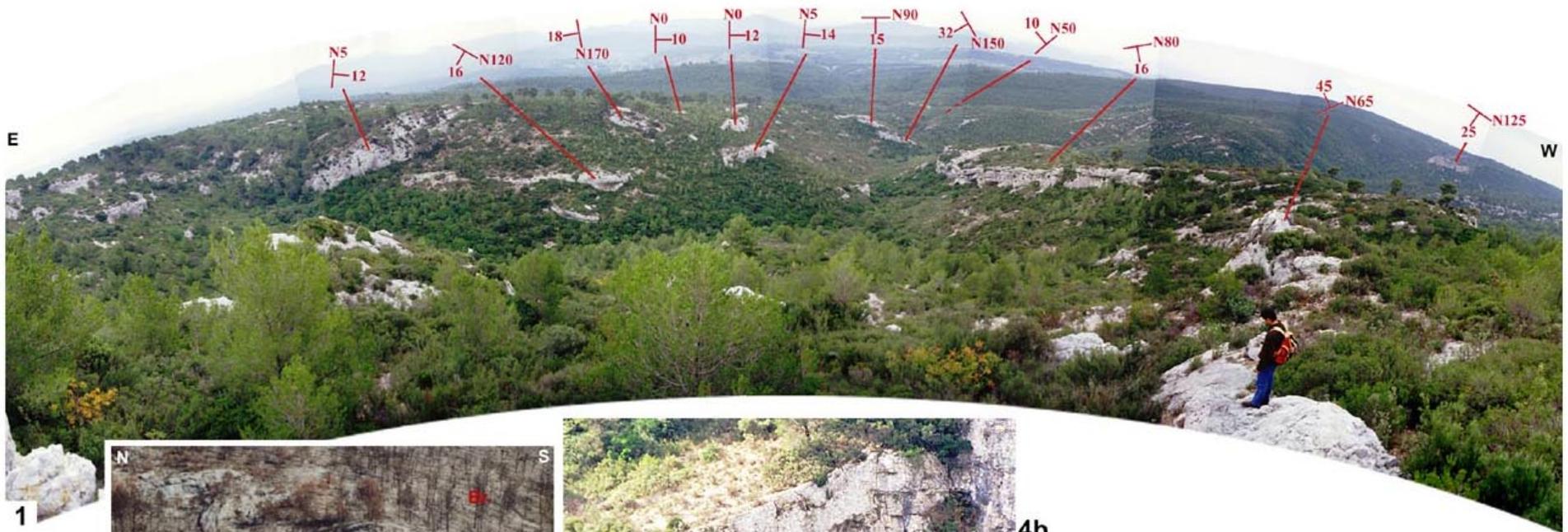


PLANCHE 38

Relation entre D1, au toit de SPF1, et RSC1

1. Section longitudinale d'une nérinée (*Plesioptygmatis schiosensis*) issue de RSC1, en lame mince colorée avec la méthode de Dickson modifiée. Le test de cette nérinée a été en partie dissout et des ciments se sont développés dans les cavités issues de cette dissolution. Echantillon 00HN-4.

Sur cette section, il apparaît clairement : un remplissage partiel de la cavité générale d'habitation et de la columelle par une calcarénite quartzeuse (Sed.1) ; une couche isopaque de calcite non ferreuse (teinte rouge) ourlant les parois de la cavité générale (C2) ; un ciment ferreux (teinte bleutée) (C3) à la périphérie de la cavité de dissolution du test ; une épaisse couche de grands cristaux scalénoédriques (C4), non ferreux (teinte rouge), à croissance centripète dans la cavité de dissolution du test ; une épaisse couche de cristaux scalénoédriques ferreux (C5) faisant suite à C4 ; un ciment de blocage des cavités restantes (cavité générale et de dissolution) à teneur en fer variable (C6-7).

Sur cette photographie sont localisées les vues de détail des photographies 2, 3 et 4.

2. Détail des ciments C3, C4, C5 et C6-7 (indifférenciés) de la photographie 1. La plage brune ("sale") associée au ciment C3 correspond à des fantômes des lamelles constituant le test initialement aragonique de la nérinée. C4 se développe de façon centripète à partir des parois de la cavité de dissolution du test, c'est-à-dire depuis C3 englobant les fantômes du test. C5 montre des variations des teneurs en fer et en inclusion.

3. Succession des ciments C3, C4, C5 et C6-7 à partir des parois dans la cavité de dissolution du test. La dissolution du test a ici été totale, C3 étant en contact avec le sédiment calcarénitico-quartzeux Sed.1 (moulage interne de la columelle).

4. Cavité générale au sommet d'un pli columellaire. La fine couche isopaque de calcite fibreuse C1 est ici discernable par sa teinte bleutée liée à son caractère ferreux. C2 fait suite à C1. Les ciments C6-7 bloquant la cavité générale. Sont aussi bien visibles les fantômes de la structure lamellaire du test dissout (couleur brune) et C3 de calcite équigranulaire dans la cavité de dissolution du test.

5. Exemple d'une cavité secondaire, issue de la dissolution moldique du test d'une nérinée, comblée par le sédiment marin (Sed.2). La cavité générale a elle aussi été comblée par un sédiment marin (Sed.1) fortement recristallisé. Le test (ici entre 2 tours de la cavité générale) a subi la dissolution et a été ourlé par Cm à grands cristaux calcitiques pauvres en fer (teinte rose) avant d'être comblé par Sed.2, à matrice micritique contenant des quartz (q), des foraminifères benthiques (ici un textulaire : text.) et des débris d'échinides (ech.). Echantillon 00HN-2.

6. Vue en cathodoluminescence des ciments C5, C6 et C7 dans une cavité issue de dissolution du test d'une nérinée. C5 présente une luminescence marbrée d'intensité variable (de terne à orange foncé). C6 a une luminescence marbrée d'intensité moyenne orangée. C7 présente une alternance de bandes peu contrastées de couleur brun foncé à orange foncé. Echantillon 00HN-1.

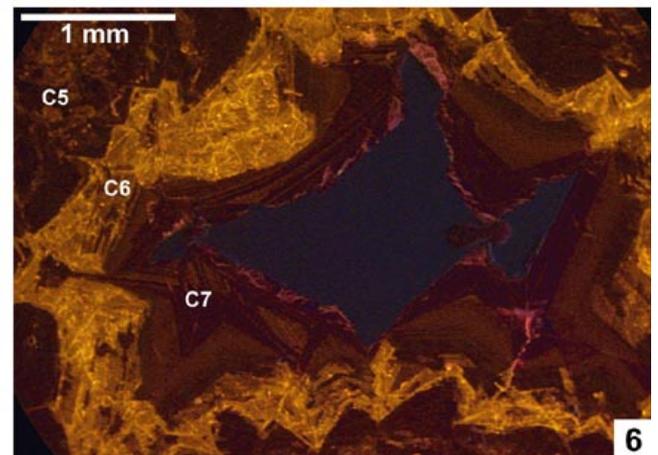
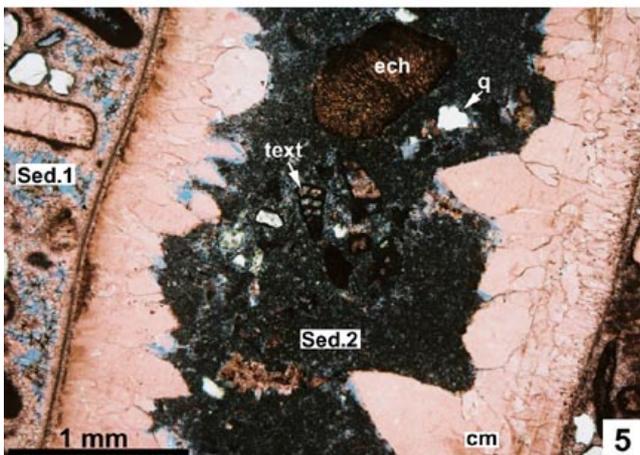
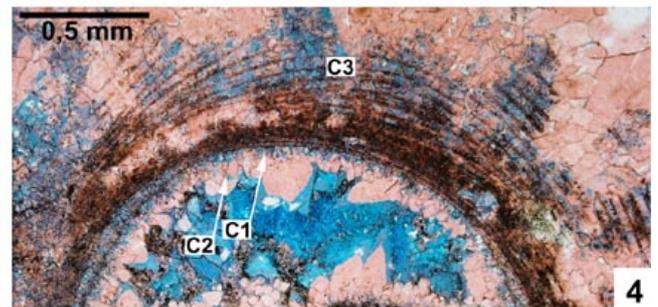
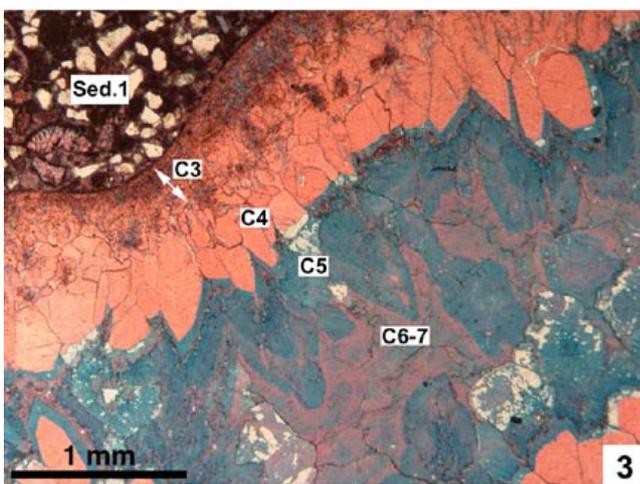
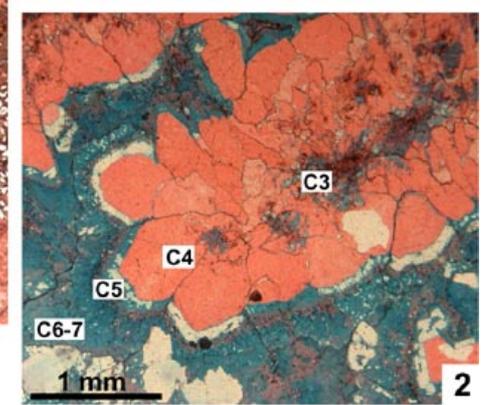
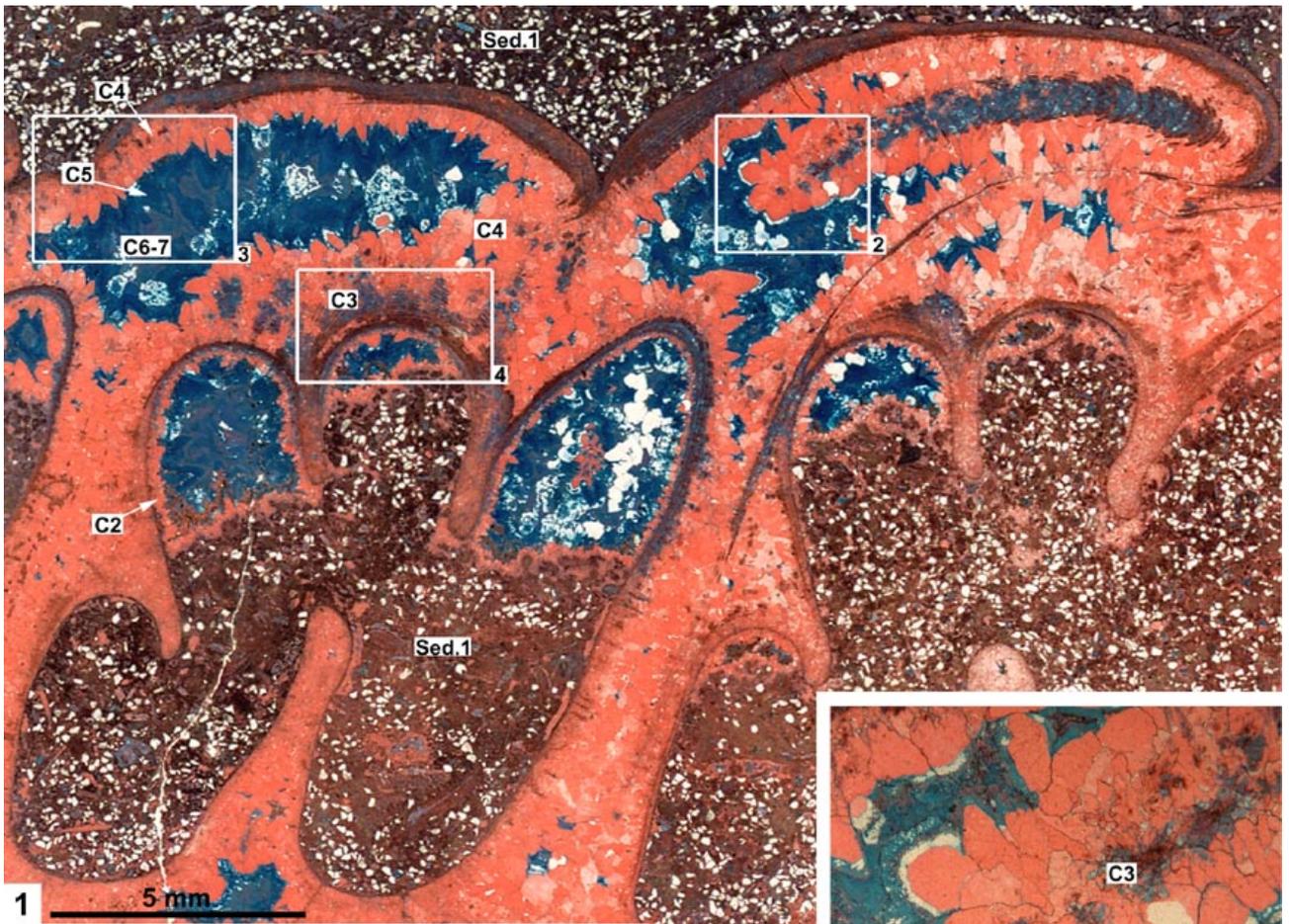


PLANCHE 39

Relation entre D2, au toit de SPF2, et RSC2

1. Surface polie de la section longitudinale d'une nérinée (*Plesioptygmatis schiosensis*) récoltée dans RSC2 (échantillon RSC2-D). Sont visibles : une section de la cavité générale à remplissage sédimentaire partiel par Sed.1 ; des sections tangentielles de la columelle (col.) ; C1 formant une couche de couleur brune sur les parois de la cavité générale après le remplissage par Sed.1 ; le blocage de la cavité générale par les ciments C6 puis C7 ; le ciment C2b de couleur blanche dans la cavité de dissolution du test ; C3 de couleur brun foncé dans la cavité de dissolution ; C4 bloquant la cavité de dissolution.
2. Surface polie de la section transversale d'un *Vaccinites* récolté dans RSC2 (échantillon RSC2-C). Sur cette section apparaissent : le remplissage sédimentaire Sed.1 de la cavité générale d'habitation ; C1 de couleur blanchâtre autour des planchers dans la cavité générale ; C2a de forme pendulaire sous un des deux pilier (la polarité de la surface est indiquée par l'épaisse flèche noire), sous l'autre pilier C2a est anisopaque mais non pendulaire ; C6 entre les deux piliers ; C7 en grands cristaux translucides.
3. Croûte micritique finement laminée de couleur brune, interprétée comme un calcrète. Ce calcrète, moulant les irrégularités et ourlant les fractures de la surface D2 au sommet de SPF2, est attribué à l'activité microbienne en domaine météorique.
4. C2b en cristaux équigranulaires se développant dans la cavité générale d'un rudiste (échantillon RSC2-C) à partir de la couche externe calcitique du test (T.c.). La couche interne aragonitique (T.a.) est encore visible en fantôme. La coloration par la méthode de Dickson modifiée permet de bien différencier la calcite équigranulaire de C2b de teinte rose-mauve de la calcite de C6, plus riche en fer, de teinte bleue.
5. Détail de RSC2-C en coloration. Sont nettement visibles : la morphologie pendulaire de C2a (la polarité de la lame mine est indiquée par la flèche) ; C4 ourlant C2a et les planchers de la cavité générale ; C6 fortement ferreux (bleu foncé) ; et C7 bloquant la cavité. A noter aussi la fracture appartenant à la phase de fracture Fract., affectant les ciments jusqu'à C4 et n'affectant pas C6 et C7.
6. Cavité secondaire issue de la dissolution de la couche externe calcitique du test d'un rudiste. Sont bien visibles dans cette cavité : C3 (terne) développé à partir de la parois de la cavité ; C4 de calcite scalénoédrique pauvre en fer (teinte rose) ; Le remplissage sédimentaire Sed.2 moulant les cristaux de C4 ; le blocage des cavité par C6-7 indifférenciés. Des fractures ont affecté les ciments C3 et C4, C6-7 semble s'être développé après.
7. Vue en cathodoluminescence d'une cavité similaire à celle de la photographie précédente. C5 en étroites bandes luminescentes peu contrastées se distingue, ourlant les cristaux de C4.

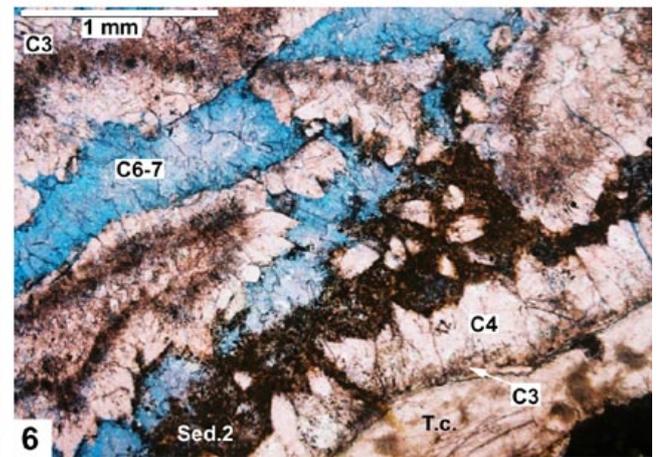
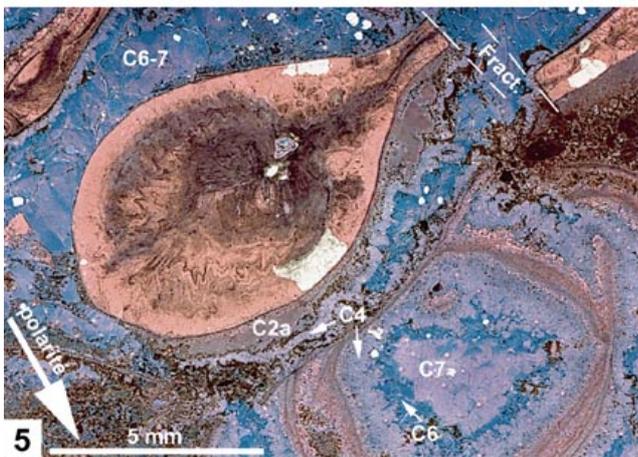
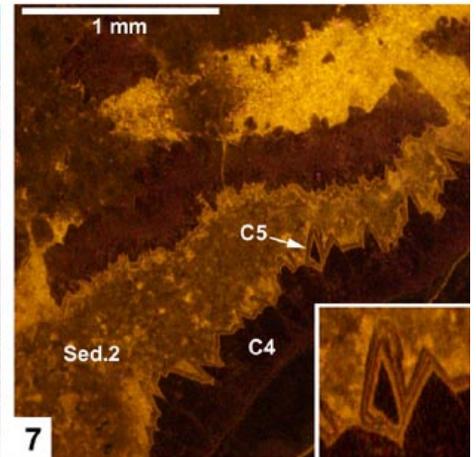
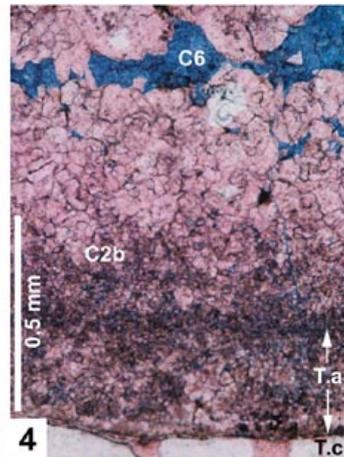
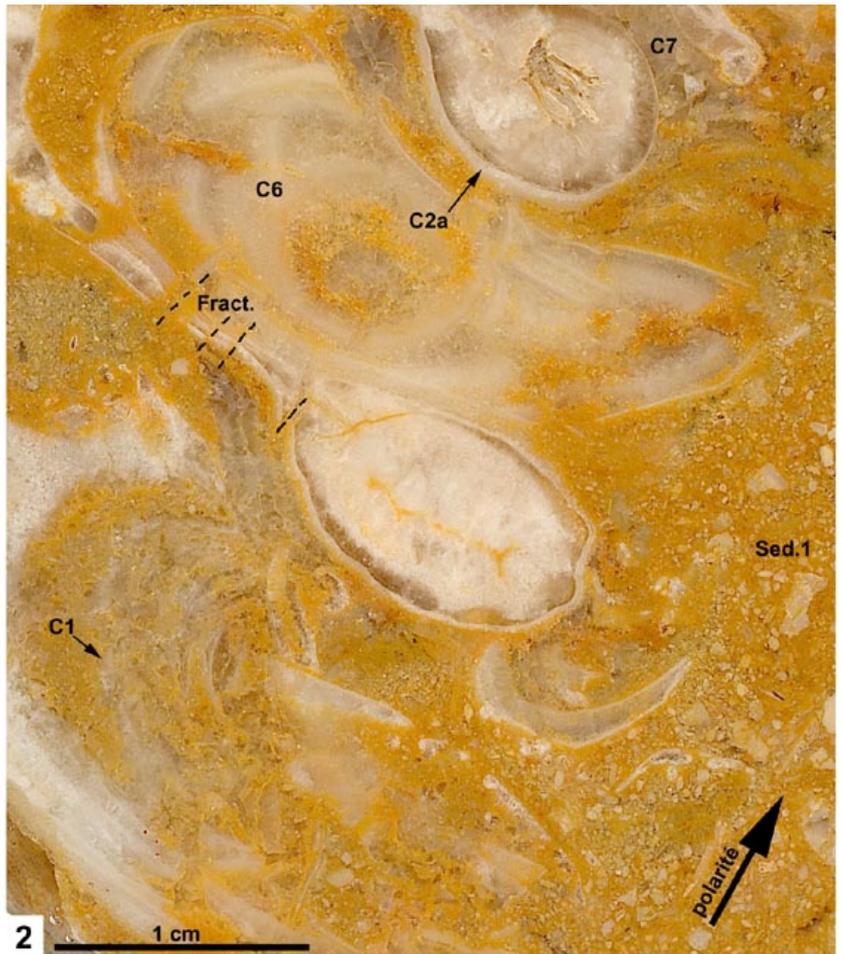
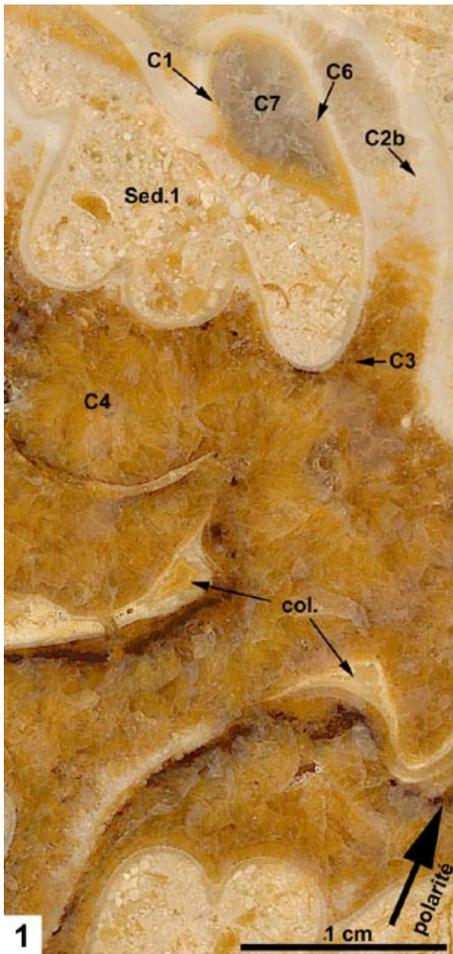


PLANCHE 40

Relation entre D3, au toit de SPF3, et RSC3

1. Surface polie de l'échantillon RSC3-A. Il s'agit d'une brèche polygénique à éléments calcaires de différentes textures. Les éléments ont subi des dissolutions. Ainsi, le test initialement aragonitique d'une nérinée (N) a été presque entièrement dissout et a lui-même subi une diagenèse précoce avec plusieurs phases de cimentation avant la bréchification des calcaires. D'autres dissolutions (phase Dissol.), sans doute plus tardives, sont géopétales et ont affecté les surfaces inférieures d'éléments calcaires (flèches rouges verticales). Tous ces éléments ont été liés par un épais ciment roux (C1). Après la phase C1, des cavités ont subsisté puis ont été comblées par différents remplissages sédimentaires et cimentations. Dans une de ces cavités (partie supérieure droite de la photo), apparaissent : un remplissage sédimentaire micritique laminé (Sed.int.); une couche calcitique anisopaque blanche (C2) ; une couche clacitique isopaque orangée (C3-4) ; un ciment translucide en gros cristaux (C5) bloquant la cavité.
2. Détail du sommet de la cavité décrite en 1 en lame mince. Une fine couche micritique (Micrit.) sépare les ciments C1 et C2. Le ciment C2 s'est développé concurremment au remplissage sédimentaire micritique laminaire (Sed.int.) d'où son caractère anisopaque. C3, d'aspect "sale", est fait de calcite fibreuse riche en inclusions. C4 se développe après C3 vers le centre de la cavité, il s'agit d'une calcite en cristaux équidimensionnels. C5, formé de larges et grands cristaux trapus bloque la cavité.
3. Vue similaire à 2, avec coloration par la méthode de Dickson modifiée. Tous les ciments sont calcitiques. C1 est non ferreux à faiblement ferreux, C2 et C3 sont faiblement ferreux, C4 est ferreux (bande bleutée au sommet de C3) et C5 est dans son ensemble faiblement ferreux.
4. Détail en lumière naturelle du bord droit de la cavité décrite avec les photographies précédentes.
5. Vue en cathodoluminescence de 4. C1 présente une luminescence marbrée orange foncé. La micrite est moins marbrée et plus terne que C1. C2 présente une luminescence composite à plus forts contrastes que C1. C3 a une luminescence marbrée de couleur orange vif. C4 a aussi une luminescence composite d'intensité variable, terne à orangée. C5 a une luminescence terne foncé dans son ensemble.
6. Autre vue en lumière naturelle de la cavité décrite précédemment.
7. Vue en cathodoluminescence de 6. A noter que C4 a une luminescence terne pâle et que C5 se termine par une épaisse bande terne pâle et ne bloque pas totalement la cavité.
8. Vue en lame mince en lumière naturelle du sédiment micritique Sed.int. Ce sédiment contient essentiellement des valves d'ostracodes de forme globuleuse, sans ornementation, parfois en connexion (coin supérieur droit).

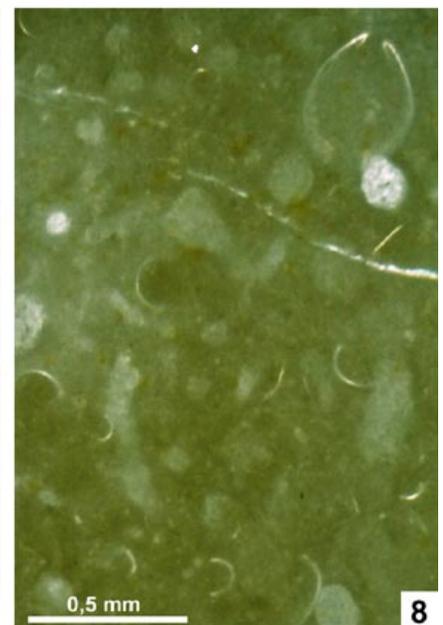
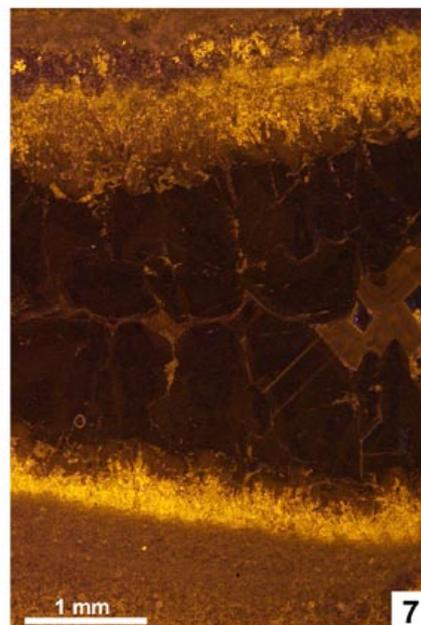
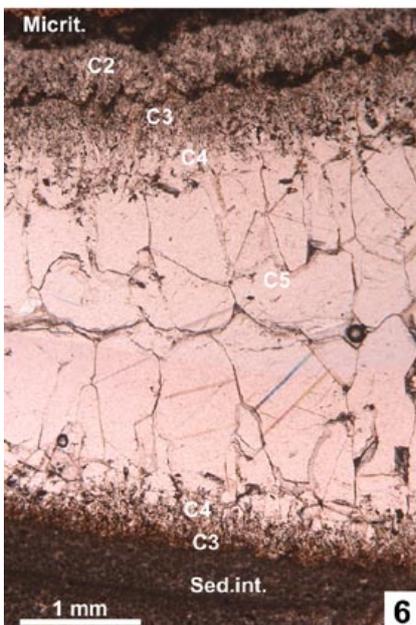
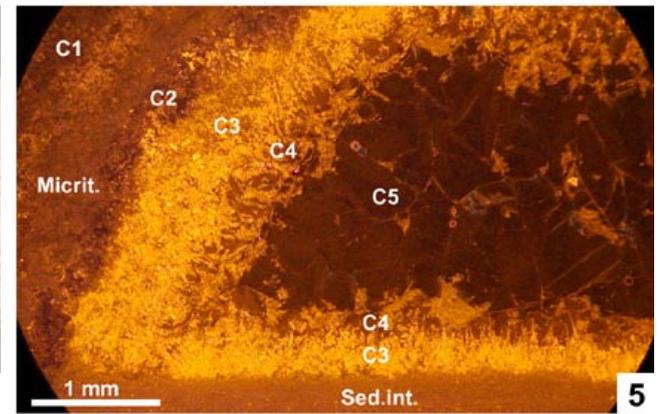
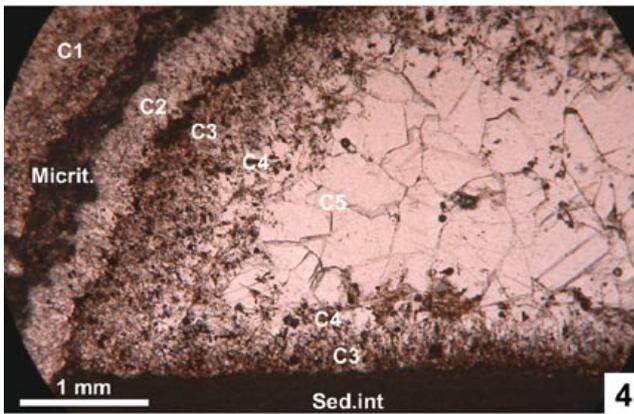
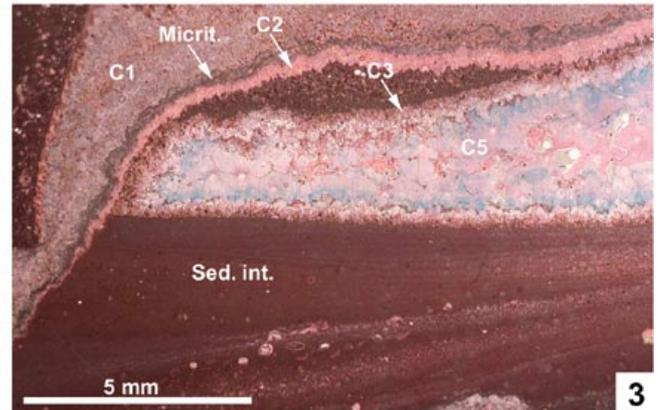
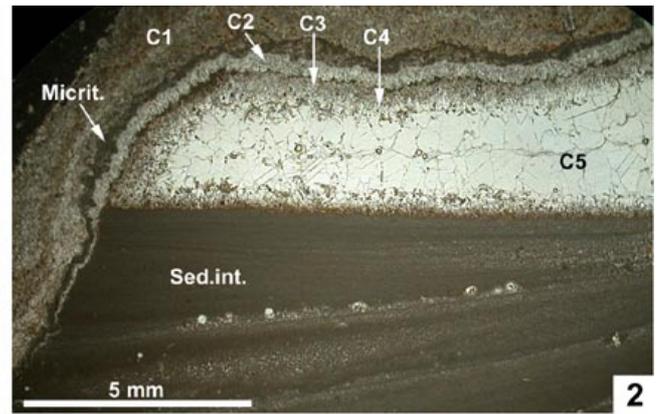
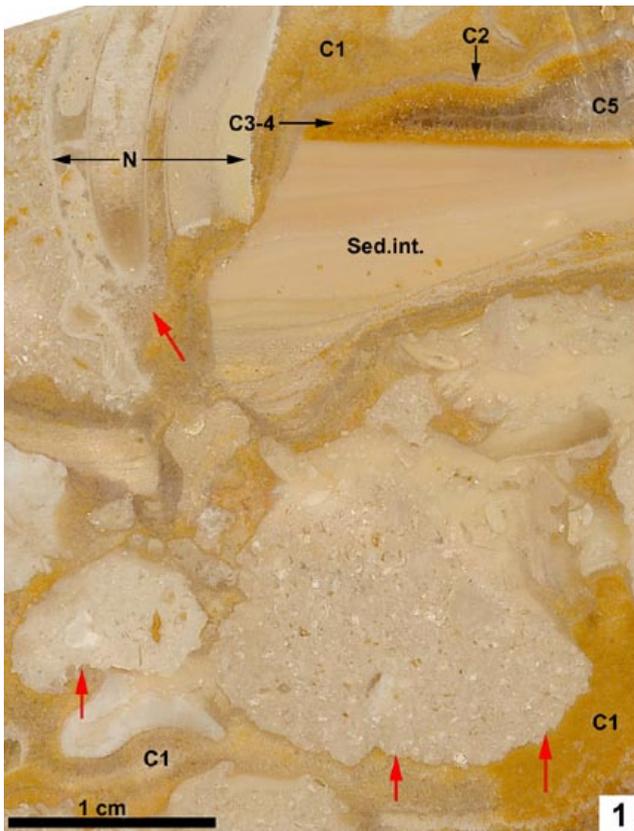


PLANCHE 41

Relation entre D4, au toit de SPF4, et RSC4

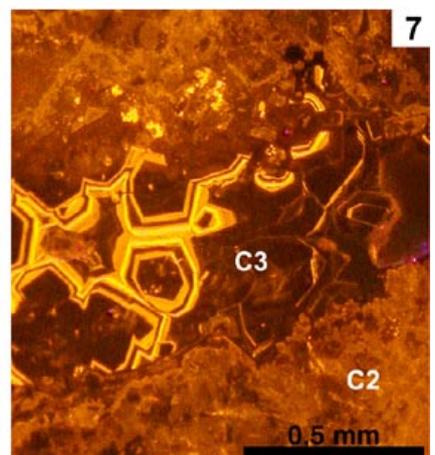
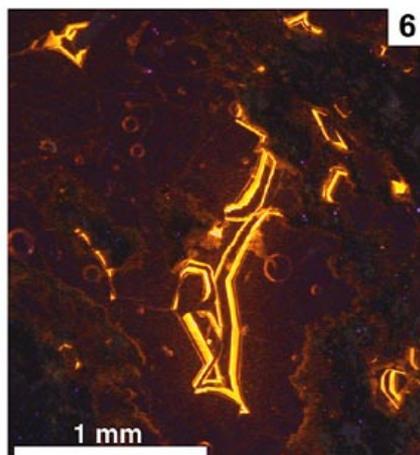
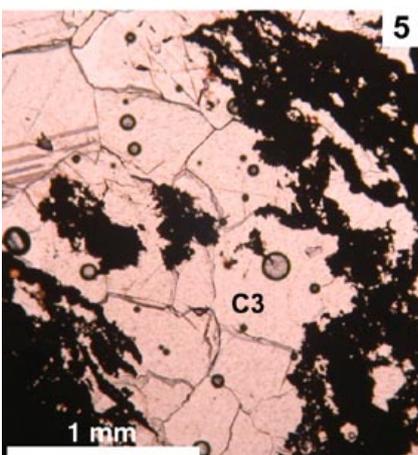
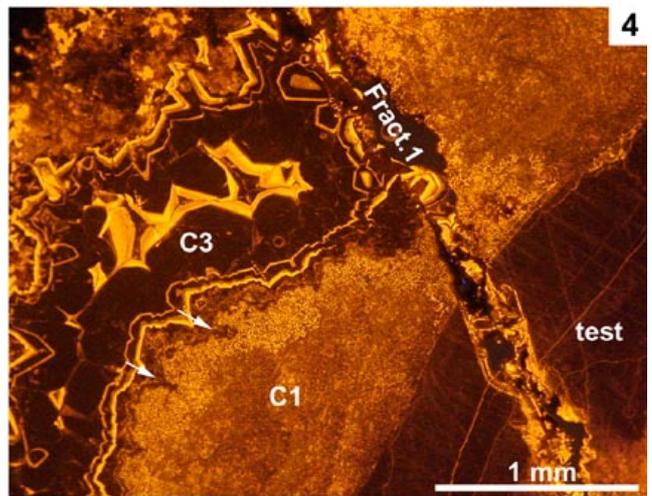
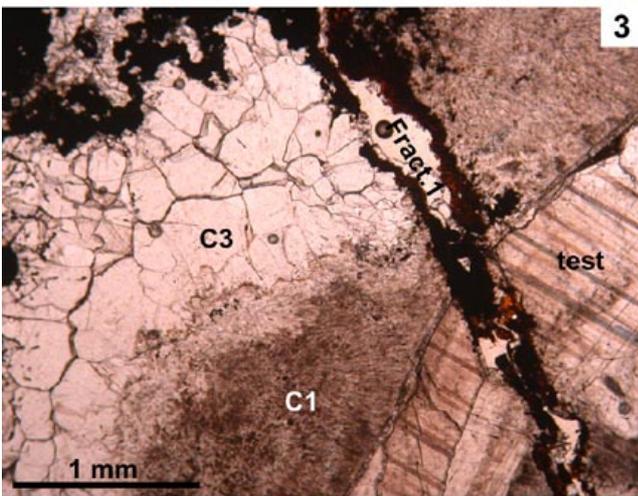
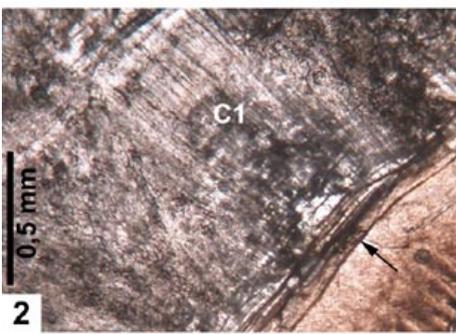
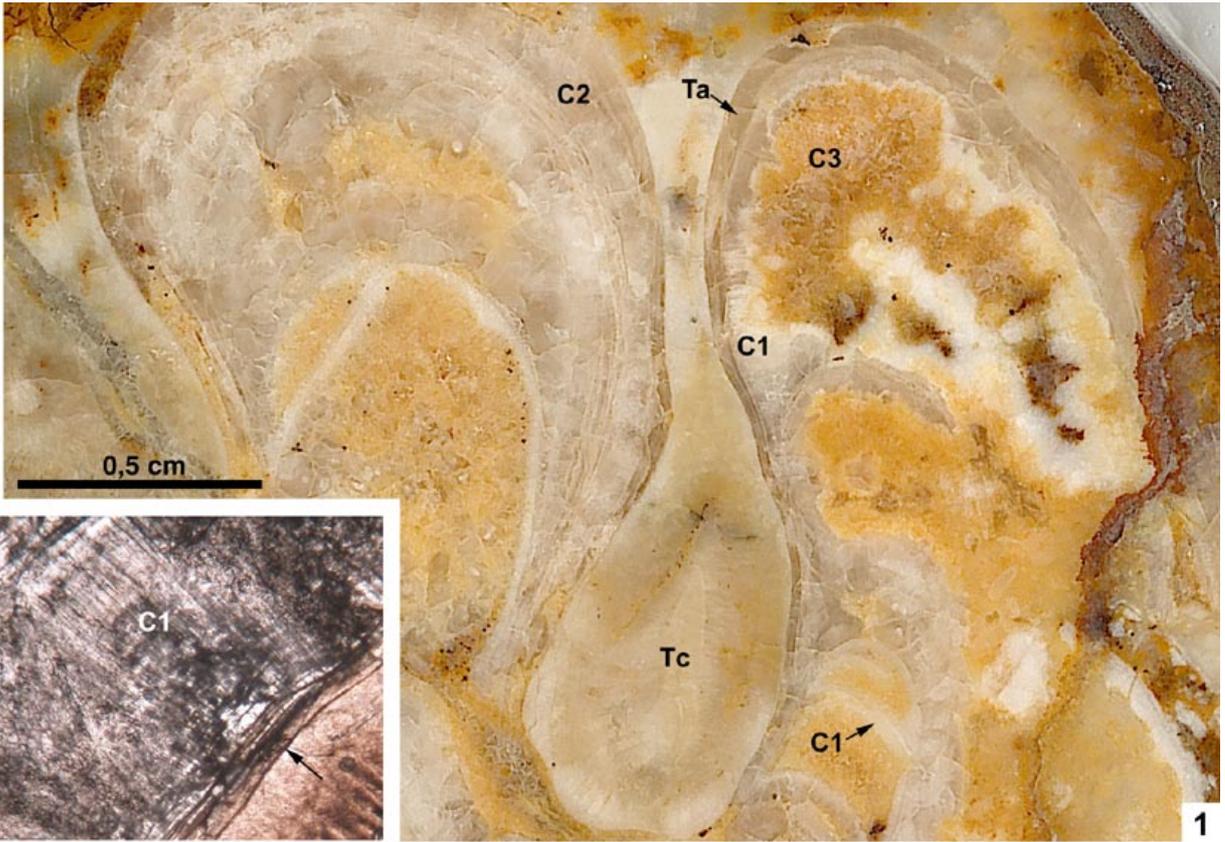
1. Section transversale d'un *Vaccinites* issu de RSC4 (échantillon RSC4-A). Au centre la section du pilier E. Sont localement encore bien visibles, malgré de fortes dissolutions, la forme fibreuse de la calcite de la couche externe du test (T.c.) et la couche interne (T.a.). Se distinguent : C1 de calcite fibreuse de couleur beige à blanche, développé à partir des parois de la cavité générale et autour des planchers ; C2 en larges cristaux calcitiques trapus ; C3 de couleur rousse en blocage des cavités.

2. Détail de C1 constitué de cristaux de calcite fibreuse regroupés en faisceaux, développé à partir de la parois interne de la cavité générale d'habitation du *Vaccinites* correspondant à l'échantillon RSC4-A.

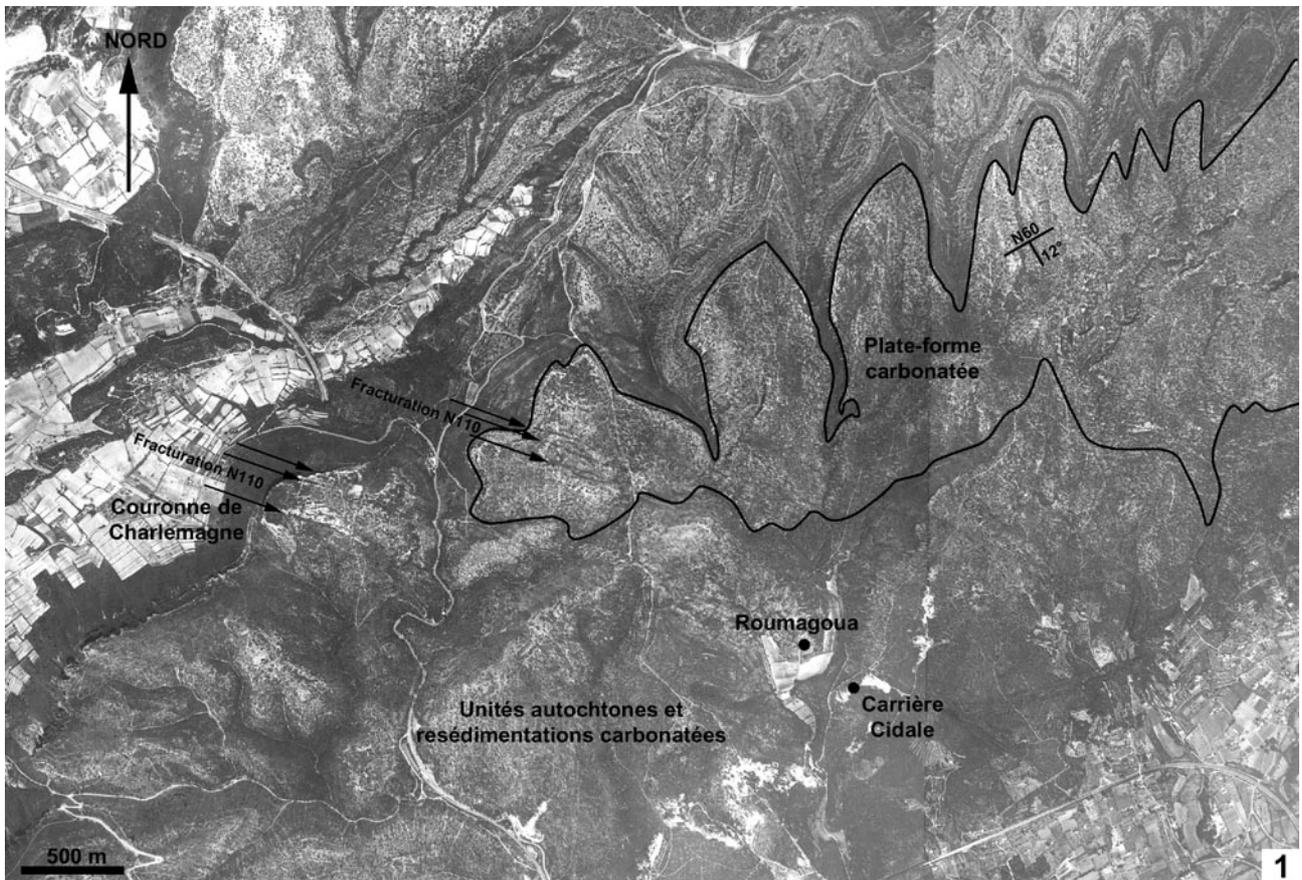
3 et 4. Détails en lumière naturelle (3) et en cathodoluminescence (4) des ciments développés en bordure du test du *Vaccinites* précédemment cité. C1, à luminescence marbrée indicatrice d'une altération, présente à son sommet des figures de corrosion (flèches blanches) attestant d'une dissolution. C3 présente à sa base (près de C1) 2 fins liserés fortement luminescents. Les fluides qui ont précipité ces liserés sont probablement responsables de l'altération de C1. La fracture affectant le test et C1 mais n'affectant pas C3 puisque que celui-ci se développe à partir des parois de la fractures, correspond à la phase Fract.1 (cf. texte).

5 et 6. Vues en lumière naturelle (5) et en cathodoluminescence (6) de C3 en larges cristaux trapus de calcite néomorphique. C3 présente des bandes à luminescence de forte intensité. Les plages noires en lumière naturelle correspondent à des zones de fortes concentrations en oxydes de fer.

7. Détails de C3 à luminescence zonée de forte intensité, en remplissage d'une fracture affectant C2.



Tectonique synsédimentaire



1. Photographie aérienne de la partie NW du secteur occidental du synclinal du Beausset. La plate-forme carbonatée, dont les contours sont représentés par un trait noir, est bien individualisée par sa très nette stratification. La bordure sud de la plate-forme et la Couronne de Charlemagne sont fracturées selon une direction N110. Les fractures de la Couronne de Charlemagne sont remplies par A2 (cf. 2.2.2. Chap. 2).

2. Faille normale affectant RSC2, A3 et l'extrême base de RSC3. Le jeu synsédimentaire de la faille a été maximum au moment du dépôt de A3. Le surépaississement induit se fait dans le compartiment SE, du côté du bassin, alors que le biseau se fait du côté NW, vers la plate-forme carbonatée. Tranchée de la voie ferrée à 500 m environ de la route D559.

3, 4 et 5. Système de failles normales affectant A1 et la partie inférieure de RSC1 au pied des Falaises Soubeyrannes. La partie inférieure de RSC1 remplit le graben créé par le jeu des failles encore sensible. La partie supérieure de RSC1 scelle ce remplissage.

6. et 7. Deux cicatrices d'arrachements affectant la partie supérieure de RSC3 dans le coin SE de la Carrière du Loin. Les creux laissés par ces arrachements sont comblés par les poudingues de RST3. Ils sont situés sur le réseau de failles normales décrit dans le texte (cf. 2.2.6. Chap.2).

