L'Homme ou le Climat ?

Multi-temporalités et incertitudes dans l'analyse des interactions société-milieu

Frédérique Bertoncello
CEPAM – UMR 7264, Nice

Ecole Thématique MoDys, Fréjus, 8-12 octobre 2012

La morphologie du littoral de *Forum Iulii*

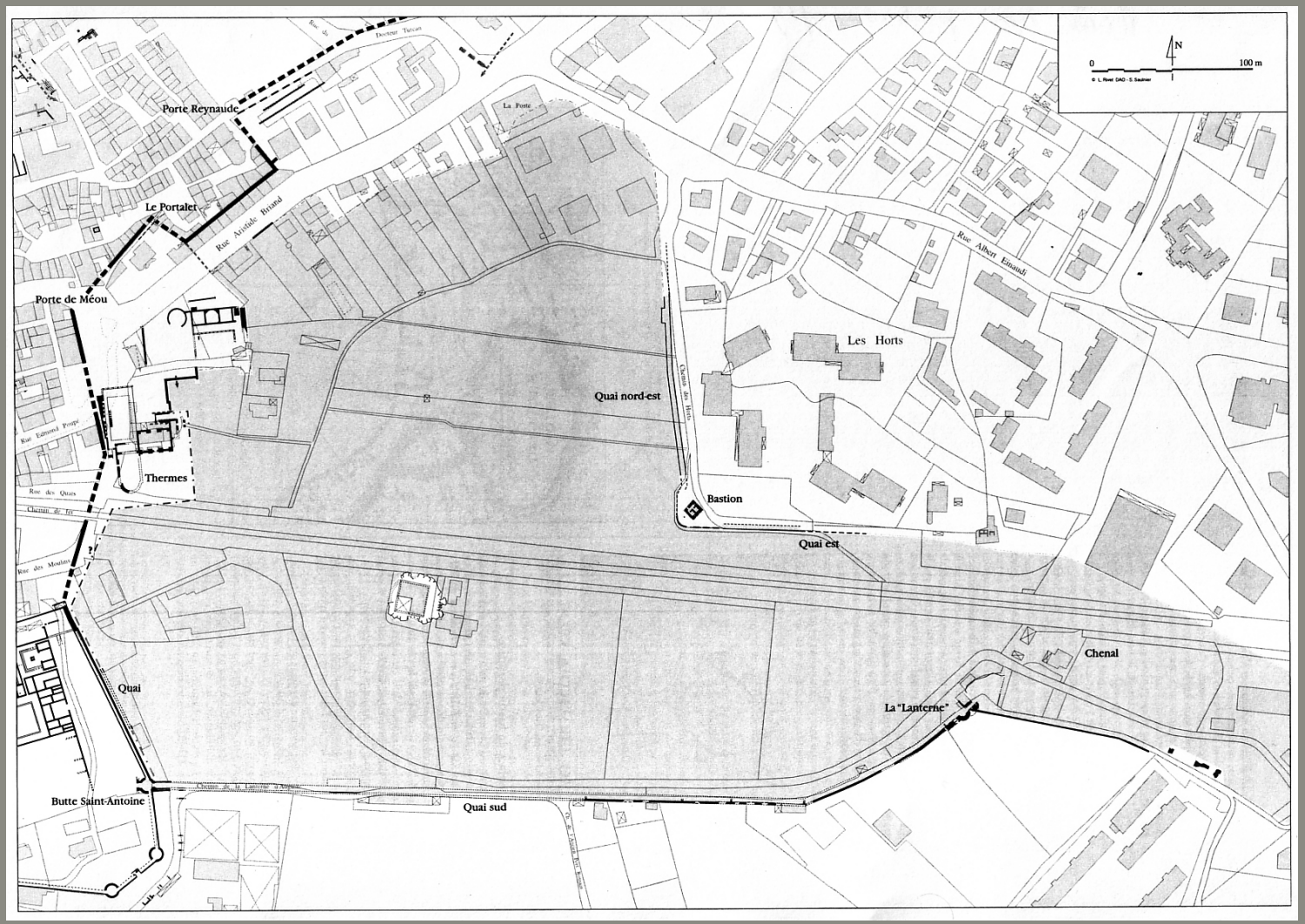
Vue générale de l'entrée du port (cl. C. Hussy, *in* Gébara *et al*., 2010)

La morphologie du littoral de *Forum Iulii*

Fréjus dans son environnement avec le tracé supposé de la ligne de rivage antique, L. Rivet *et al.* 2000

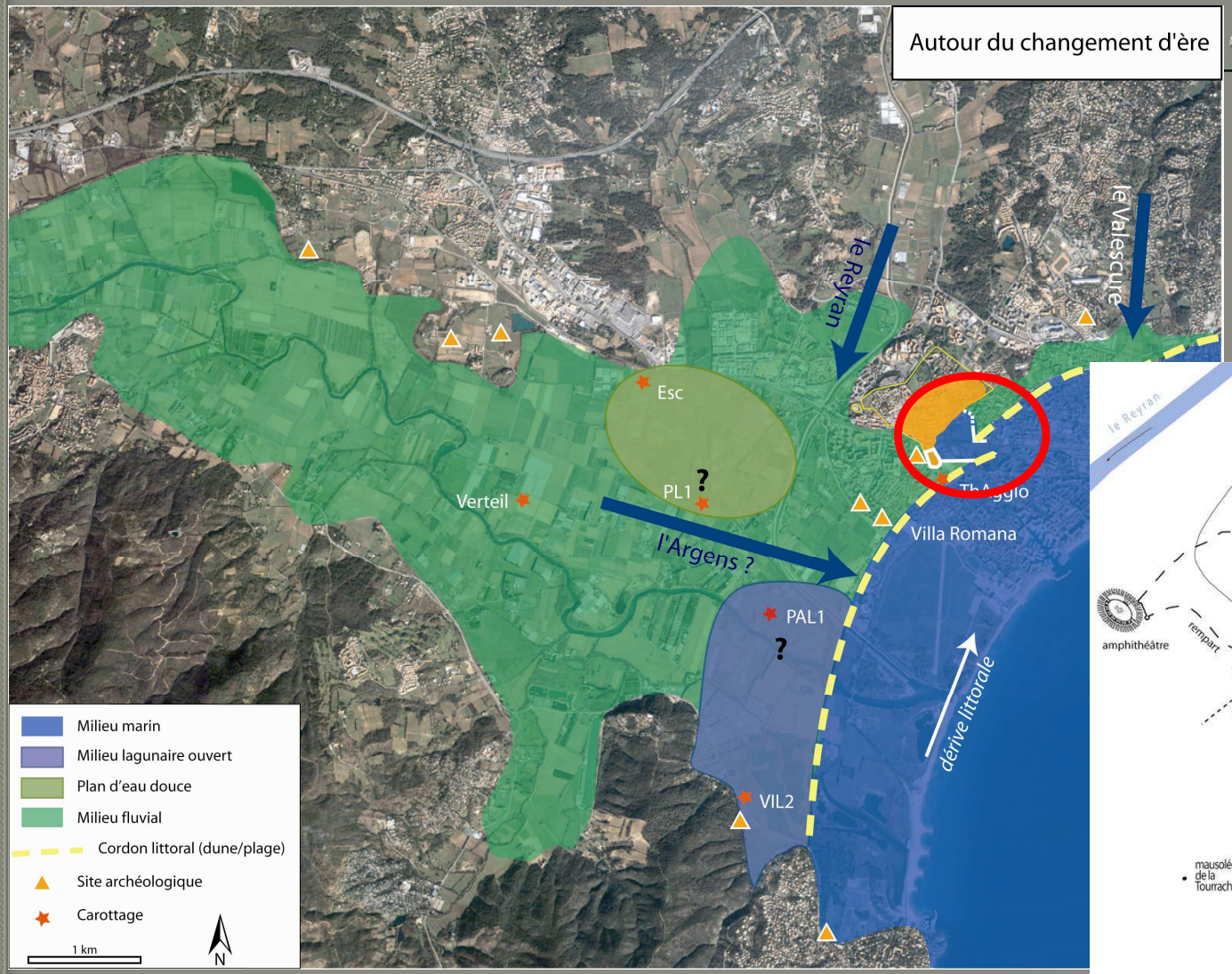
Evocation de la ville et du port de Fréjus, J.-C. Golvin, 2002

La morphologie du littoral de *Forum Iulii*

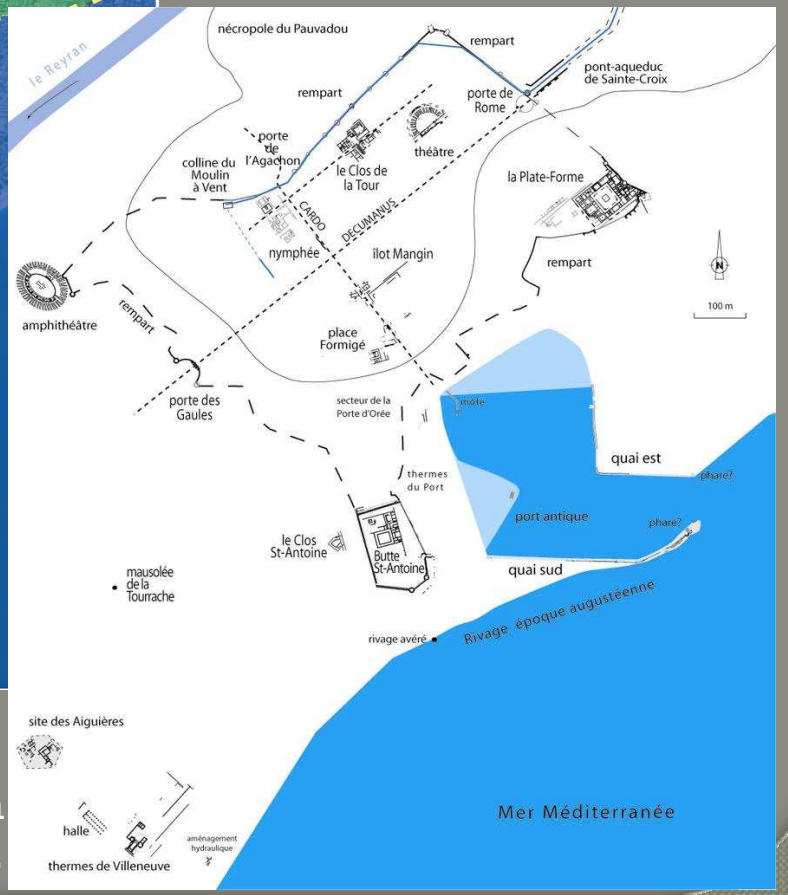


Plan du port de Fréjus (Rivet 2010)

La morphologie du littoral de *Forum Iulii*

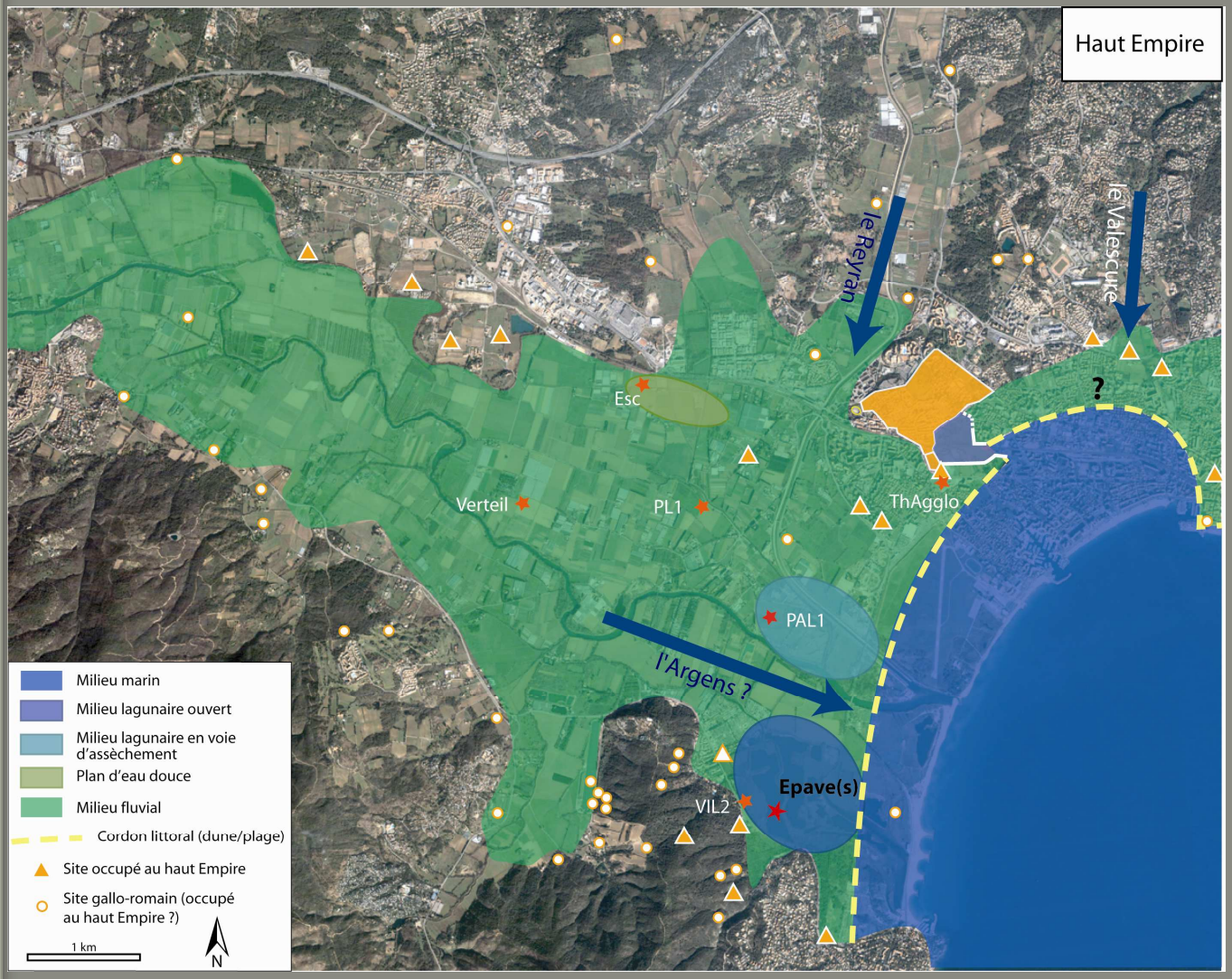


Autour du changement d'ère

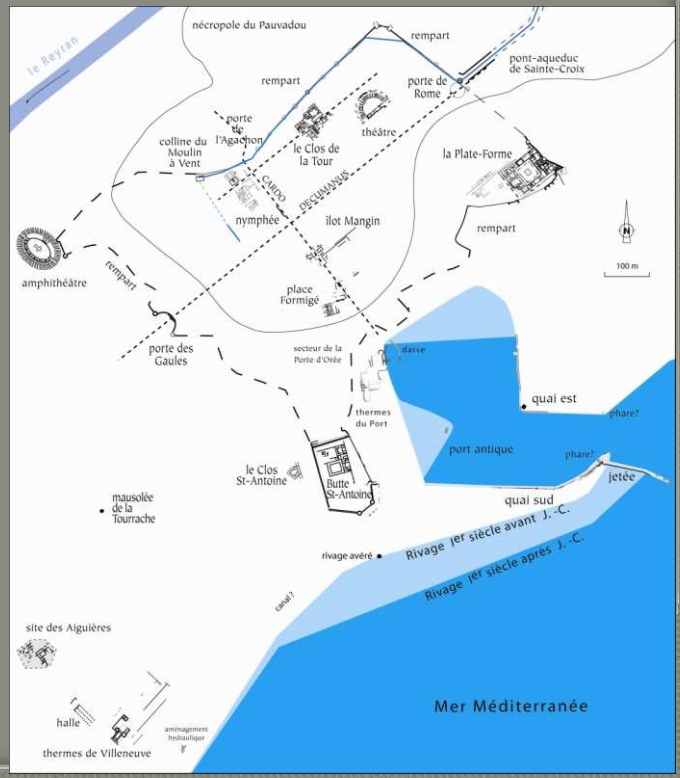


Proposition de restitution de la configuration du port à l'époque augustéenne (Gébara et al. 2010, Bertoncello *et al.* 2011)

La morphologie du littoral de *Forum Iulii*



Au haut Empire

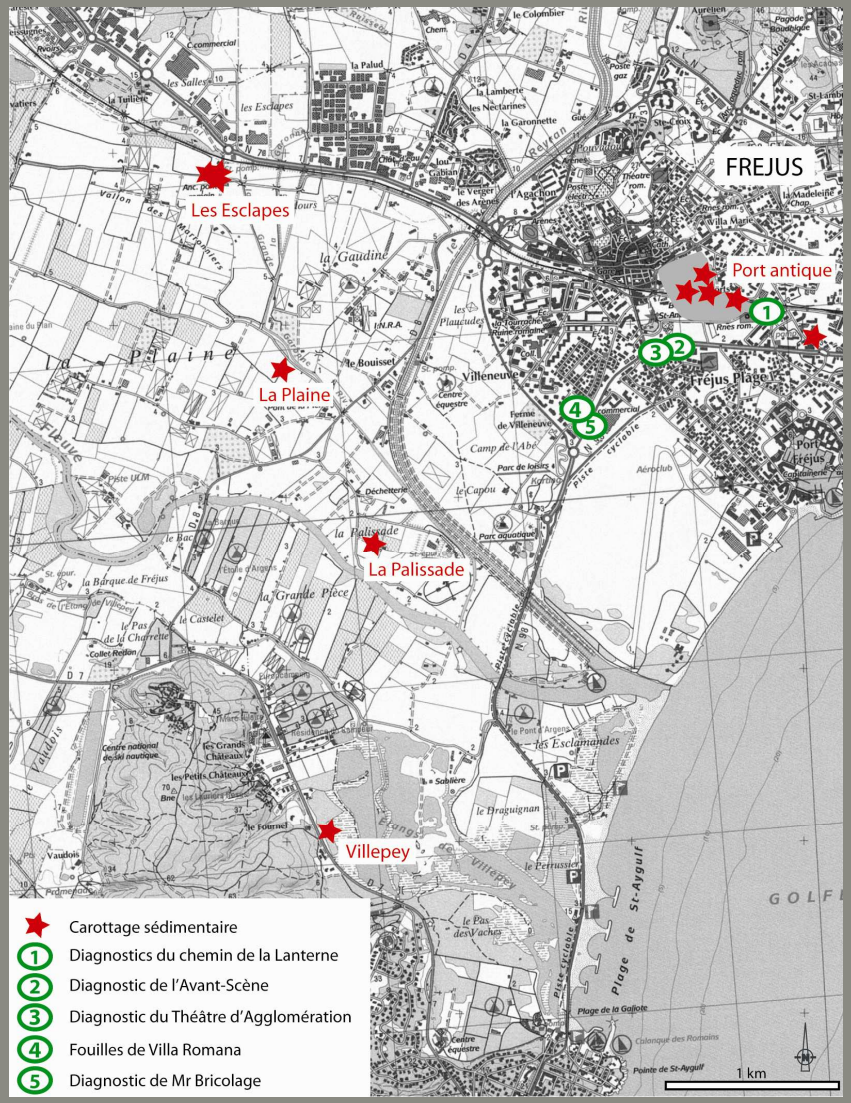


Proposition de restitution de la configuration du port au Ier s. de n. è. (Gébara et al. 2010, Bertoncello *et al*. 2011)

Des données hétérogènes

- Enregistrements sédimentaires :
  - carottages (hors site)
  - tranchées (contexte archéologique)
- Vestiges archéologiques :
  - repérés en prospection de surface
  - repérés en fouille
  - conservés en élévation

Enregistrements sédimentaires

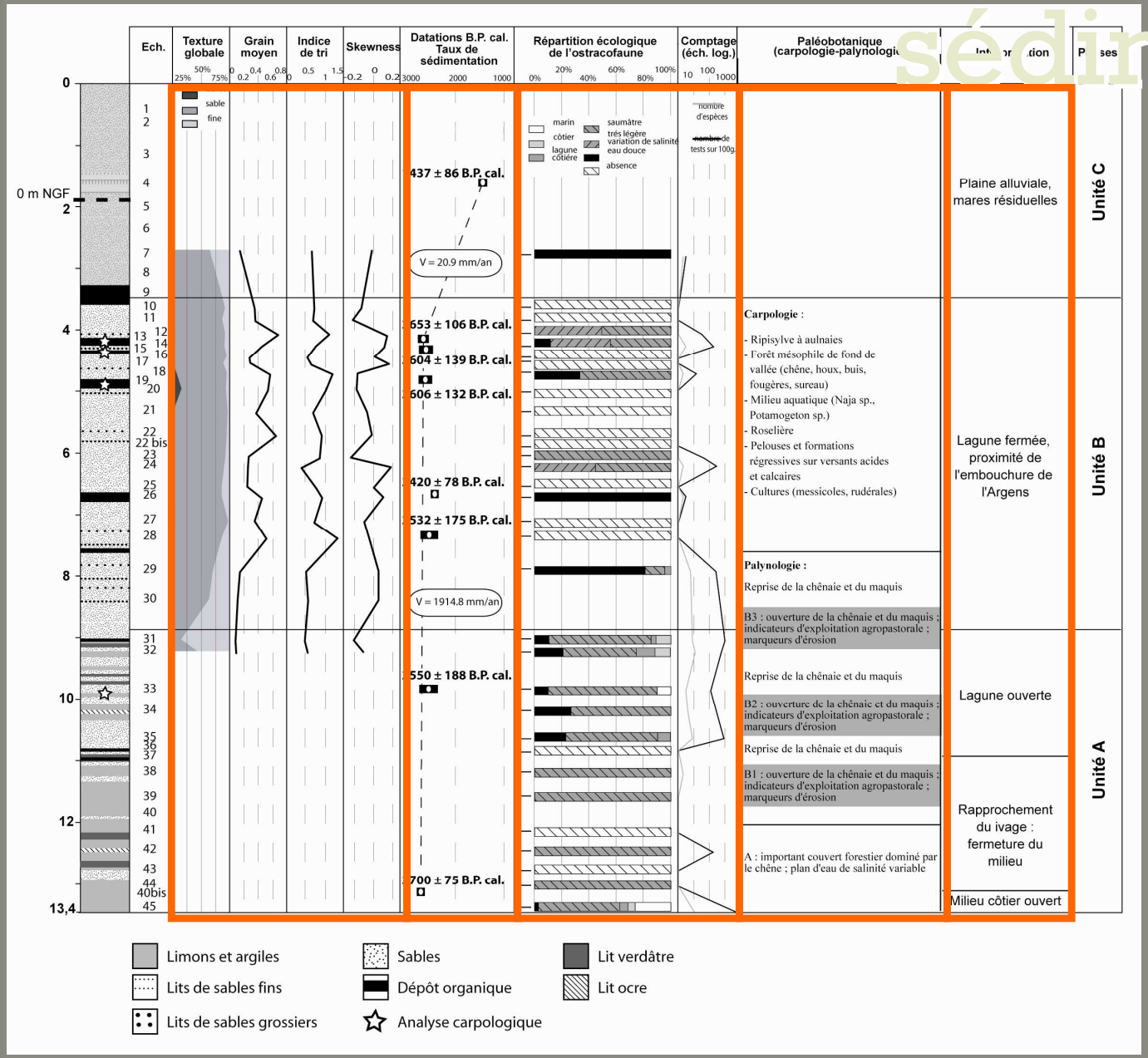


Localisation des carottages et des chantiers d'archéologie préventive

Carotte de Villepey, 2004

Coupe du chantier de Villa Romana, 2006

Enregistrements sédimentaires



Reconstitution paléo-environnementale à l'emplacement du carottage de La Plaine

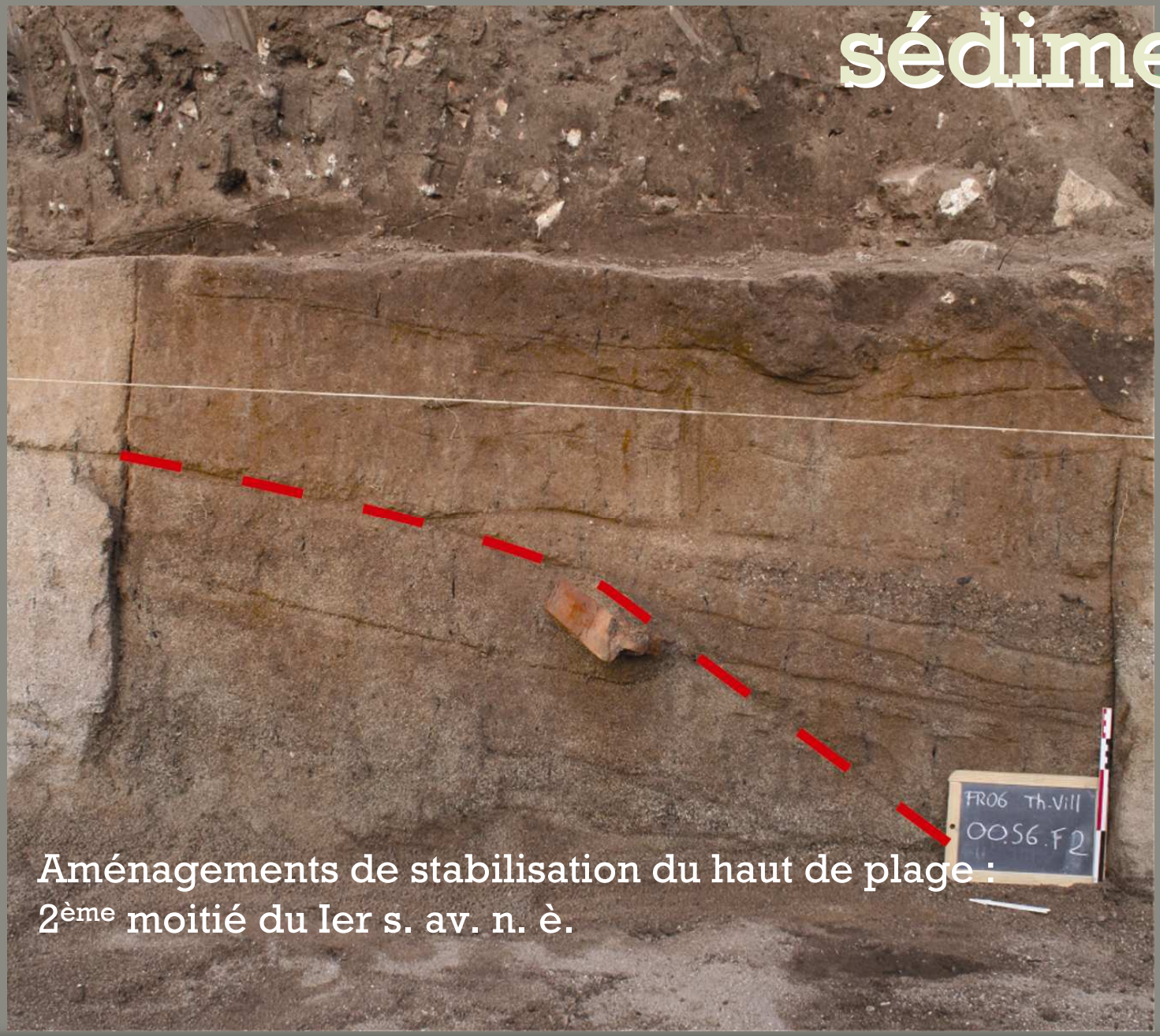
Détermination des dynamiques hydro-sédimentaires :
-Sédimentologie
-Granulométrie

Identification des milieux humides/aquatiques :
-Micropaléontologie (ostracodes)
-Malacofaune marine
-Carpologie
-Palynologie

Détermination de la nature du couvert végétal :
-Carpologie
-Palynologie

Datation des milieux :
- Par le radiocarbone
-Archéologique

Enregistrements sédimentaires



Aménagements de stabilisation du haut de plage : 2ème moitié du Ier s. av. n. è.

Paléotopographie littorale : tegulae fossilisant le bas de la plage

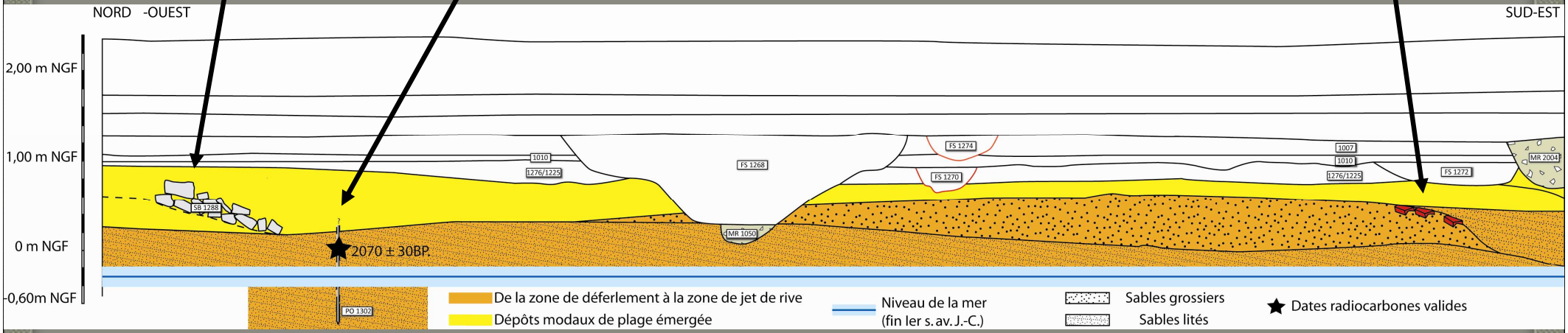
Fouilles de Villa Romana (P. Excoffon, Service du Patrimoine Ville de Fréjus)

Enregistrements sédimentaires

Amas de blocs et fragments d'amphore de Bétique (type Haltern 70 : à p. milieu Ier s. av.)

Palissade : datation 14C d'un pieu : 2070 ± 30 BP :
- 95,4 % probability : 180 cal. BC – 0 cal. AD
- 68,2 % probability :
  - 160 – 130 cal. BC (12,6 %) ;
  - 120 – 40 cal BC (55,6 %)

Tegulae : époque romaine



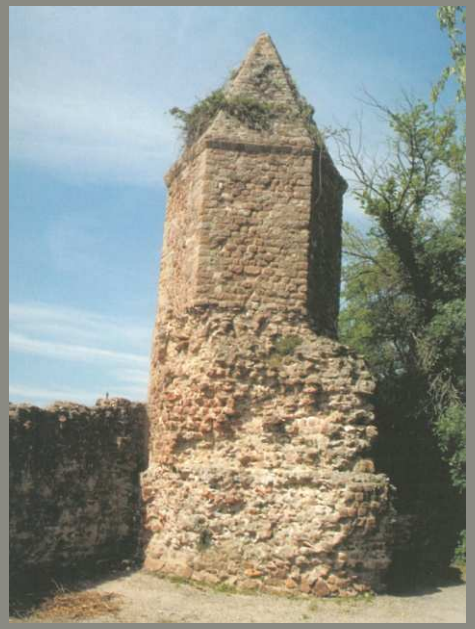
Aménagements de stabilisation du haut de plage : 2ème moitié du Ier s. av. n. è.

(P. Excoffon, Service du Patrimoine Ville de Fréjus)

Vestiges archéologiques

Datation absolue

Datation relative + analogies architecturales



Mobilier repéré en prospection de surface (cl. C. Gandini)

Vestiges du port antique en élévation : la « Lanterne d'Auguste » (cl. C. Hussy, *in* Gébara *et al*. 2010)

Datations relative + absolue

Dépôt d'amphores sur le site de Villa Romana (Excoffon 2011)

Datations archéologiques

- Les chrono-typologies céramiques : un échafaudage précaire
- Production, diffusion, utilisation : des décalages spatiaux et temporels
- Des connaissances inégales selon les périodes/régions
- Résolution des datations par la céramique :
  - Prospection : siècle (voire ½ siècle)
  - Fouille : décennie

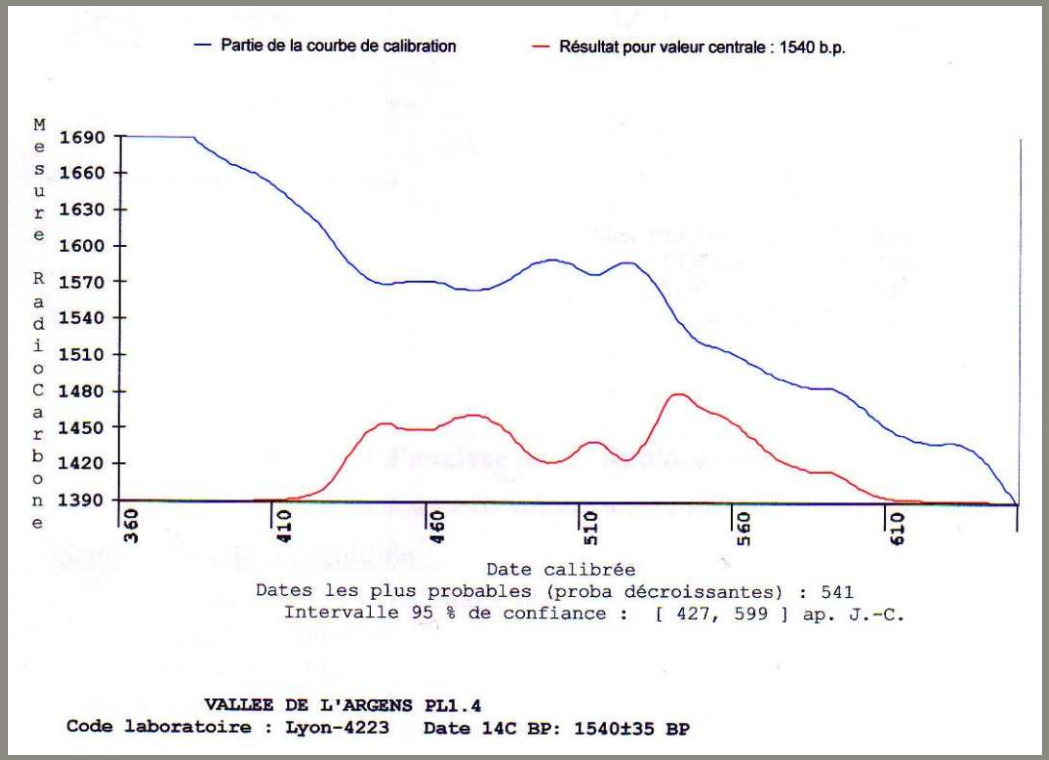
Datations par le radiocarbone

- Détermination de l'âge basée sur la mesure de la teneur en 14C résiduelle dans un échantillon, qui dépend :
  - de la teneur en 14C que l'organisme avait de son vivant (= teneur en 14C de l'atmosphère)
  - et du temps écoulé depuis sa mort (cf. période de décroissance du 14C)

- Variations de la teneur en 14C de l'atmosphère

  => correction des âges radiocarbone par référence à une courbe dendrochronologique = calibration

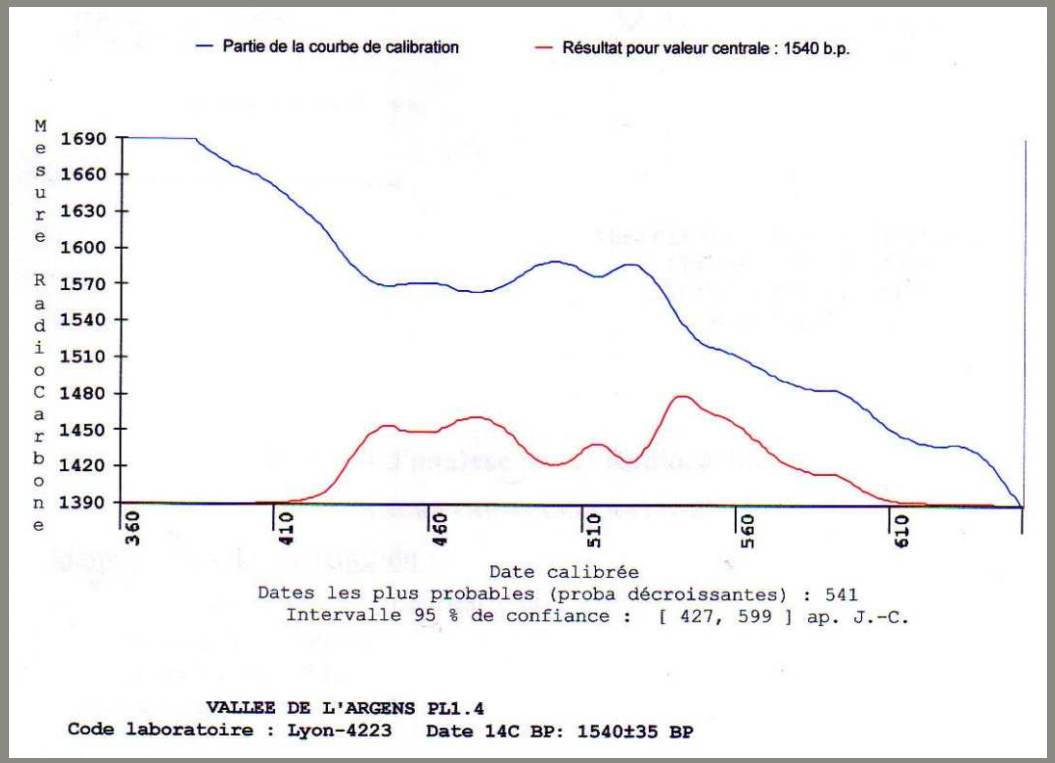
Datations par le radiocarbone



- Mesure de l'âge 14C : un intervalle (déviation standard) autour d'une valeur moyenne : 1540 ± 35 BP => 1575 – 1505 BP
- Intervalle rend compte de la marge d'erreur inhérente à la mesure du processus aléatoire de décroissance du 14C

- Niveau de confiance : probabilité que l'intervalle centré sur l'âge moyen contienne l'âge vrai de l'échantillon :
  - 68 % de probabilité : 1540 ± 35 BP : 1575 – 1505 BP
  - 95 % de probabilité : 1540 ± (2 x) 35 BP : 1610 – 1470 BP

Datations par le radiocarbone



- Calibration : une courbe de probabilité de dates calendaires : 1540 ± 35 BP

427 – 599 cal. AD (ap. J.-C.)

- « Densité de probabilité de date » = une distribution de dates avec des zones de haute et de basse probabilité :
  - 430 – 480 cal. AD
  - **541 cal. AD**

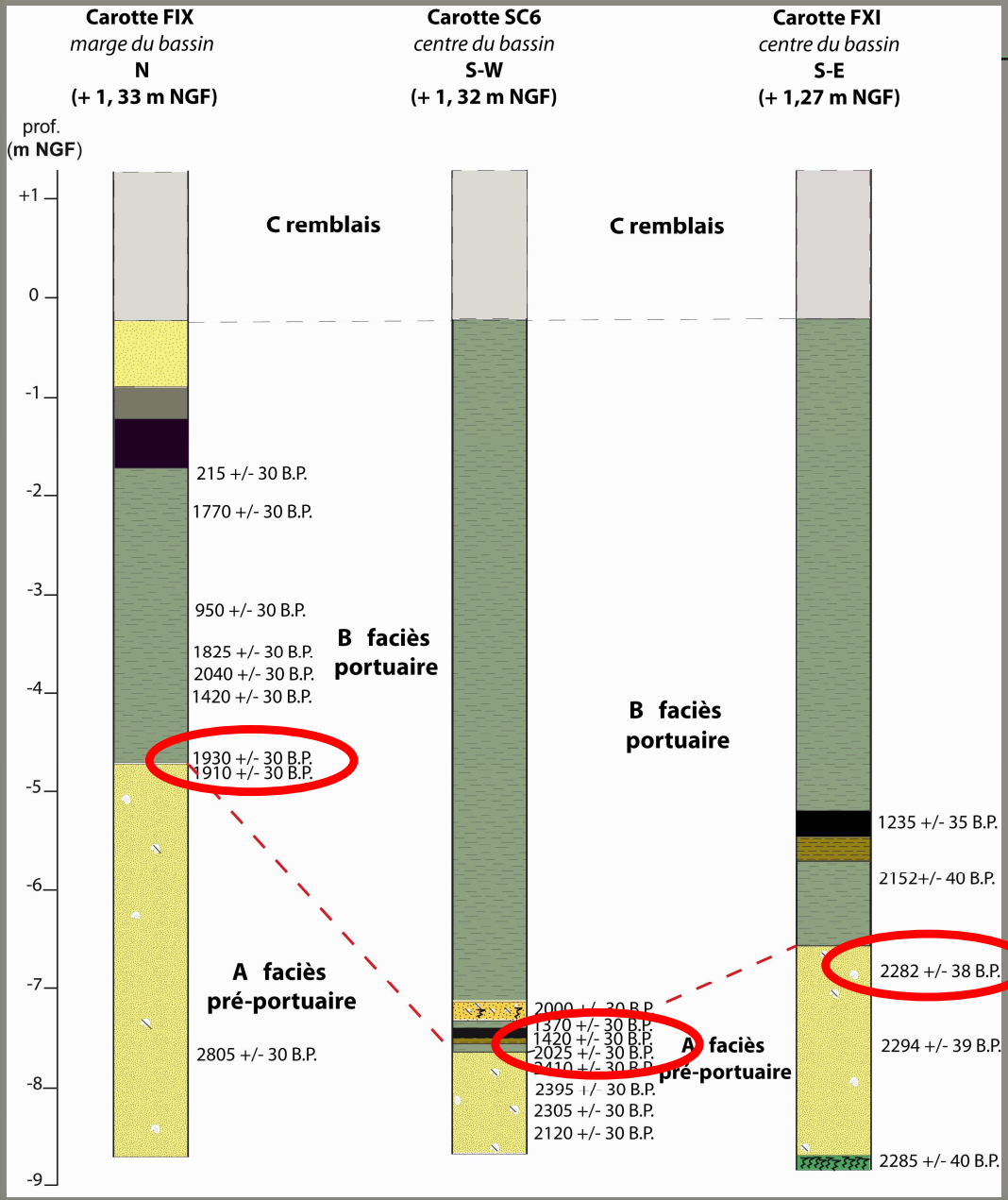
- Probabilité d'appartenance de la date réelle à un intervalle de plus forte densité de probabilité :
  - 95 % de probabilité : 427 – 599 cal. AD
  - dont : 25 % : 541 cal. AD et 70 % : 430 – 480 cal. AD.

Datations par le radiocarbone

Quatre types d'incertitude :

- **Précision** de la mesure de l'âge BP : dev. stard / moyenne (35/1540 = 0,02 % = faible précision)
- **Qualité** de la courbe de calibration dendrochronologique : perte de résolution chronologique pour certaines périodes (ex. Âge du Fer)
- **Probabilité** que la date réelle de l'échantillon se trouve à l'intérieur de l'intervalle (âge BP) et dans une zone de forte probabilité de date (date calibrée) : haute résolution = faible probabilité
- **Crédibilité** d'une date : cohérence avec les autres indicateurs chronologiques (en datation absolue ou relative)

Hétérogénéité et incertitudes des données



Faciès A : dépôt dynamique (sables), milieu de baie marine **=> pré-portuaire**

Faciès B : dépôt calme, protégé, (limons), milieu lagunaire **=> portuaire**

Datations 14C de la transition unités A/B :

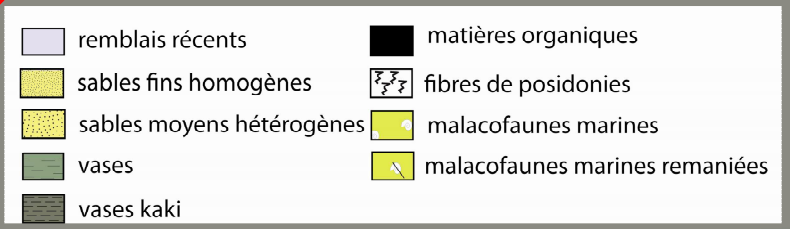
-153 cal. BC – 55 cal. AD

- 47 cal. BC – 161 cal. AD

-21- 210 cal. AD

= **mil. IIe s. av. -> début IIIe s. de n. è.**

Imprécision incompatible avec les données historiques



Hétérogénéité et incertitudes des données

427- 599 cal. AD

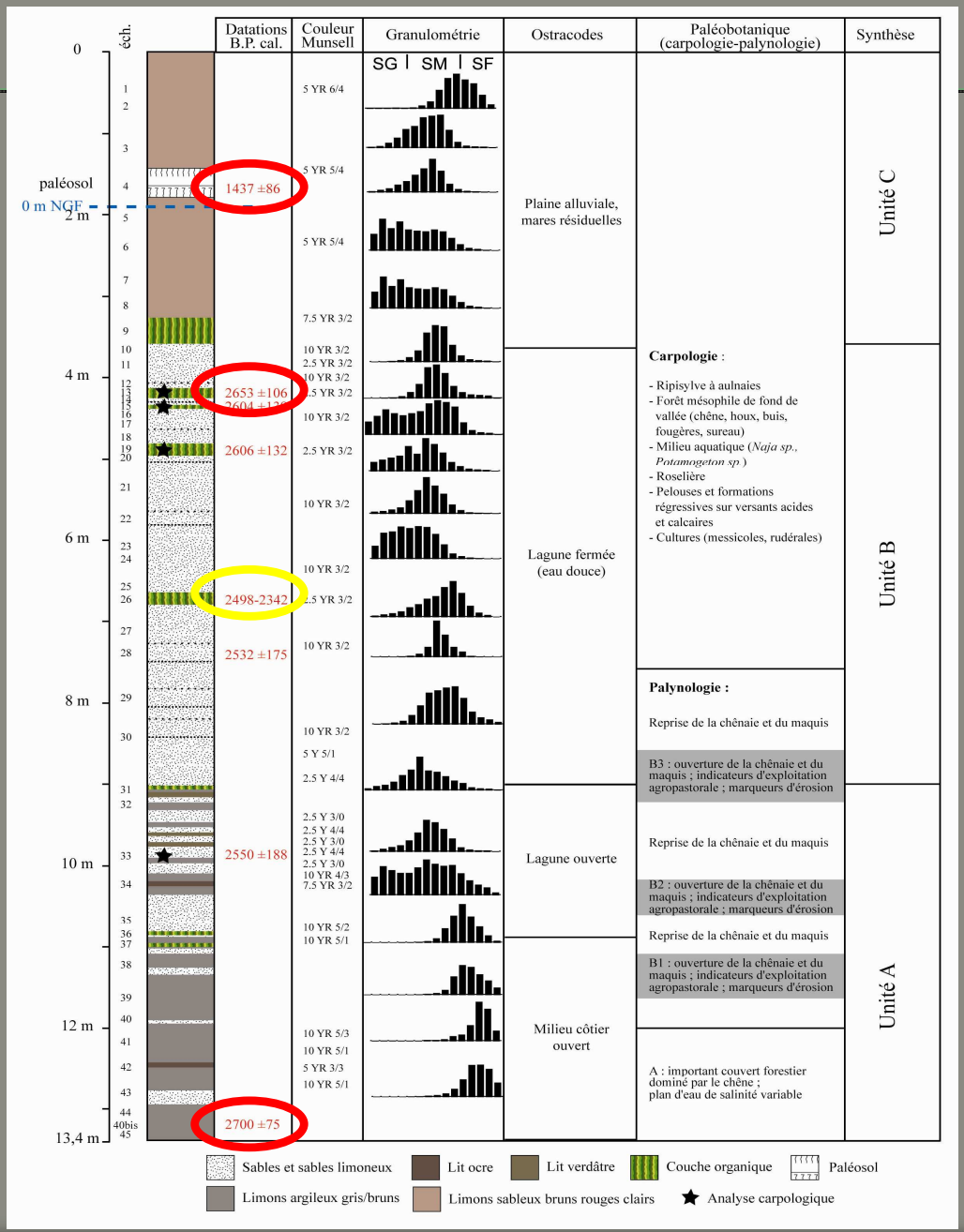
Fer 2 + Antiquité

793-515 cal. BC

1448-1315 cal. BC

Fer 1

825 – 675 cal. BC



- Jalons chronologiques aléatoires : masque les rythmes et évolutions

- Matériel redéposé / résiduel

Hétérogénéité et incertitudes des données

Qu'est-ce qu'on date ? Processus *vs* évènement

Coupe stratigraphique de la Tranchée 2, chantier du Théâtre d'Agglomération : les dépôts sableux correspondant à la progradation du rivage (cl. P.Excoffon)

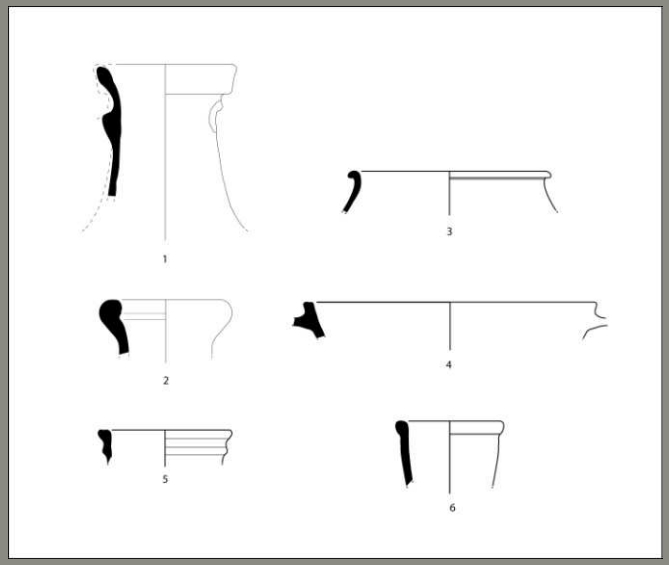


Planche des céramiques provenant du comblement de la fosse FS2100, chantier du Théâtre d'Agglomération (d'après Excoffon, Devillers 2006)

Multi-temporalités et incertitudes des processus

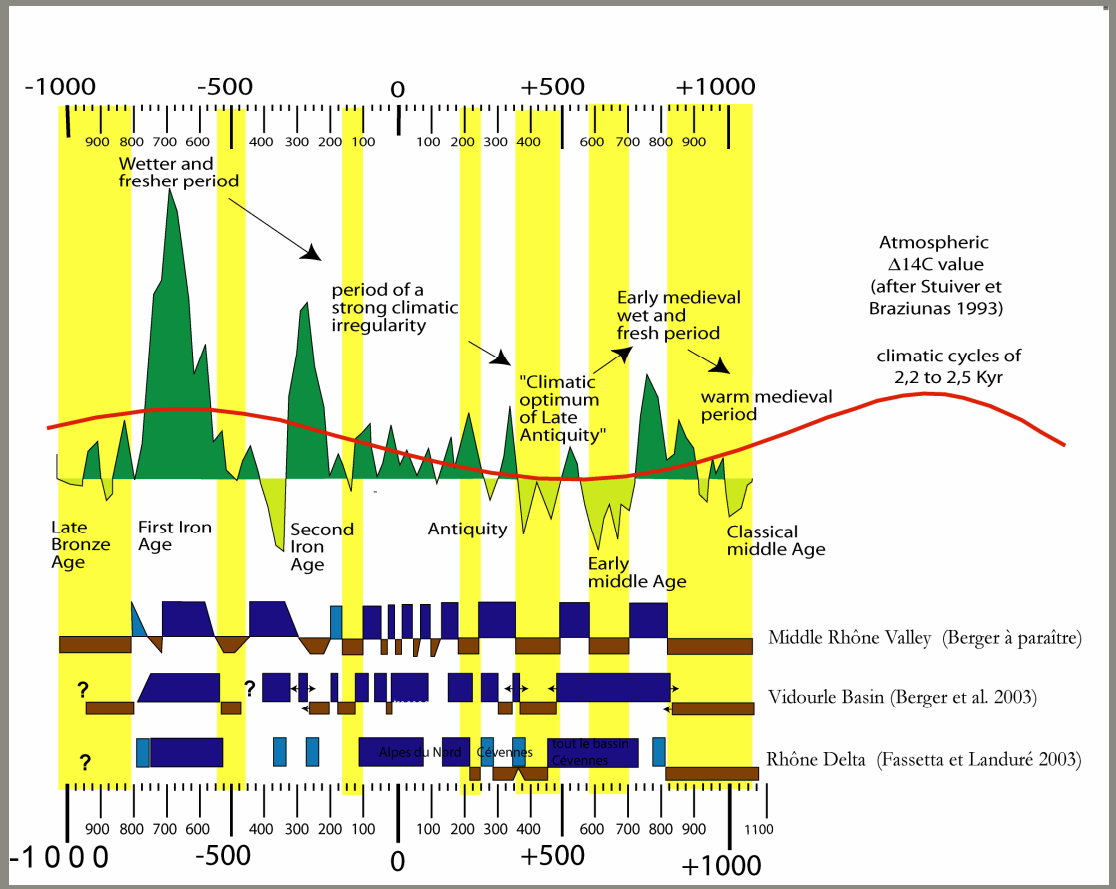
- L'Ambiguïté des « signatures » environnementales :
  - Les mêmes causes peuvent avoir des effets différents sur l'environnement
  - Des causes différentes peuvent produire les mêmes effets

-Variabilité des conditions locales

- multi-temporalité des processus

Multi-temporalités et incertitudes des processus

- Temps long du climat : cycles de 1000 à 2500 ans
- Temps court de l'action humaine



Berger 2003

- Succession de fluctuations climatiques séculaires

Multi-temporalités et incertitudes des processus

- Temporalités des effets des phénomènes climatiques / anthropiques sur les environnements
- Effets différés
- Seuils
- Rétroactions

Les interactions société-milieux : une question de temps, d'espace et d'incertitudes

- Imbrication du temps et de l'espace dans les processus en jeu

- Importance de l'échelle d'observation des données (résolution spatiale) et de leur résolution temporelle :

  - Petite échelle et faible résolution chronologique favorisent le repérage de traits communs et de synchronisme => signal climatique
  - Grande échelle et haute résolution chronologique favorisent le repérage de spécificités et de discontinuités => impacts anthropiques

Les interactions société-milieux : une question de temps, d'espace et d'incertitudes

- Etudes diachroniques
- Recherche de la haute résolution spatiale et temporelle
- Approche systémique : les anthroposystèmes
- Modélisation : prise en compte de l'incertitude des données et des processus