

EPREUVE DE GEOLOGIE

Il était proposé aux candidats d'étudier en détail la sédimentation actuelle et très récente d'une partie de la côte malgache occidentale.

Un préambule d'une demi-page présentait le cadre général de la région étudiée ; deux cartes (figures 1 et 2) situaient la zone dans le contexte de Madagascar.

Une grande partie des questions était basée sur l'examen d'une photographie aérienne au 1/40000^{ème} environ reproduite figure 3.

La photo, très riche permettait une approche des phénomènes de transport et de sédimentation.

L'ensemble des réponses est décevant. La majorité des candidats semble n'avoir jamais pris conscience des possibilités d'utilisation d'une photographie aérienne, à l'heure où les médias présentent régulièrement des clichés pris par divers satellites et où la télédétection trouve des applications dans de très nombreux domaines.

Voilà, brièvement, les grandes lignes de ce que nous attendions, question par question.

Question 1 - Première analyse :

On voit nettement, sur la figure 3, une côte linéaire séparant une plaine fluviale (à l'Est) de la mer (à l'Ouest). La linéarité de la côte est rompue au niveau d'une embouchure formant un petit delta. C'est une côte basse d'accumulation, non construite et non d'érosion/émersion.

Avec un peu plus en détail, on distingue 4 domaines correspondant à 4 environnements différents : la plaine alluviale, la plage, l'avant plage et l'embouchure.

- La plaine alluviale dans laquelle divaguent le fleuve et ses affluents, traçant de nombreux méandres, les uns actifs (fleuve actuel avec ses migrations, ses recoupements, et ses affluents), les autres abandonnés (fleuve ancien, certains blancs donc sans végétation – marais ? sables ?).
- La côte sableuse (plage + arrière plage) ; l'arrière plage est constituée d'une bande large de 1000 à 1500 mètres, formée de cordons littoraux étroits (50 mètres) et rectilignes, obliques sur la ligne de côte ;

La plage, large de 200 environ est très rectiligne.

- L'avant plage est marquée par une barre sableuse (en blanc sur la photographie, en noir sur la figure 4) en bas de plage. Au-delà de cette barrière, l'eau de mer a un aspect nuageux dû à la dispersion de matériaux fins en suspension.
- L'embouchure est constituée d'un petit delta (1500 m X 4500 m) à deux bras, submergés à marée haute. On remarque que la barre et la plage semblent entourer le delta.

Peu de candidats ont décrit la photographie de façon satisfaisante : 20% environ se sont contentés de faire, au mieux, un résumé, voire un plagia du préambule. Le mot **plage** n'a été utilisé que par **38** candidats ! et, trop souvent, la photographie a été décrite d'ouest en est, ce qui ne facilitait pas la tâche dans cette logique de transport puis de dépôt.

Question 2 - Etude de la dynamique sédimentaire **actuelle** :

2.1 – 4 : De la même façon que nous avons distingué 4 parties dans le paysage, nous pouvons distinguer quatre parties dans le système actuel de transport-dépôt.

- Une partie continentale, représentée par le lit majeur du fleuve et les chenaux du delta. Les particules transportées, si l'on se réfère aux sources indiquées dans le préambule, sont des sables grossiers et des particules argileuses. Sur l'image, le fond des chenaux et la partie aval du lit du fleuve paraissent particulièrement encombrés : les apports sont donc importants.
- le delta où se sont déposés des sables et des vases, formant trois corps sédimentaires ; un examen attentif montre des petits chenaux de marée.
- La plage et la barre, où les dépôts sont sableux, remaniés par les vagues et les marées. Au sud de l'embouchure, il y a possibilité de petites dunes (?).
- Au-delà de la barre, les particules fines en suspension sont largement exportées, donnant l'aspect nuageux bien visible sur la photographie.

En conclusion, les dépôts sont principalement sableux, les particules fines étant largement exportées.

Un tiers des candidats a donné, sinon une réponse correcte à cette question, du moins des éléments de réponse.

Ils se sont presque tous attachés à détailler les différents types de transport (fluvial, marin, éolien...), insistant particulièrement sur le transport éolien, mettant souvent en avant l'action érosive de ces agents de transport.

Beaucoup ont insisté sur l'origine et la nature des roches mères sans pour autant donner le résultat de l'altération sur les dites roches.

Enfin, trop de candidats se sont focalisés sur les lapiez géants des Tsingy : les éléments transportés ne sont pour eux que des particules carbonatées ou des ions issus de la dissolution de ces carbonates.

Quant aux milieux de dépôts, les réponses citent généralement, sans explication :

- le domaine deltaïque (mais pas toujours),
- la mer (les nuages de fines étant dans leur esprit des dépôts),
- le fleuve lui-même, (mais beaucoup plus rarement, même chez ceux qui avaient décrit en détail, dans la première partie, les phénomènes liés aux méandres)

2.2 : Causes expliquant la morphologie actuelle :

Il était écrit, dans le préambule :

« Un certain nombre de fleuves côtiers descendent des Hautes Terres bien arrosées, très altérées et vigoureusement érodées.très chargés en matériaux solides ».

Ceci indique à l'évidence que les apports sédimentaires sont très importants.

Plus loin, on lit :

« les marées sont modérées (marnage de 3 m environ) mais, en revanche, la houle et les vagues sont très fortes ... »

Il y a donc un fort remaniement et une redistribution, par les courants côtiers et les vagues, des sédiments déposés à l'embouchure.

Ces deux constatations permettent d'expliquer :

- la taille modeste du delta, les apports solides ne restant pas au niveau de l'embouchure, mais étant largement redistribués par les courants,

- le développement de la plage, identique le long du delta et loin de celui-ci, ce qui met en évidence une forte influence des courants littoraux (notamment de la dérive littorale) responsables de la redistribuant des apports continentaux ;
- l'importance des matériaux en suspension dans la mer.

En général, les candidats ont partiellement répondu à cette question. Par contre, peu en tirent toutes les conclusions attendues.

2.3 – Les Hautes Terres d'où descendent les fleuves côtiers sont essentiellement constituées de « gneiss et granites précambriens » ; ces fleuves traversent ensuite des terrains appartenant au Permo-Trias, constitué de « grès et de marnes » ...

Les matériaux transportés jusqu'au Canal du Mozambique sont donc essentiellement silico – détritiques. Les dépôts qui en résultent sont probablement des sables propres parce que remaniés (fleuve, plage) ou plus ou moins vaseux (dans le domaine deltaïque).

Les roches qui pourront être formées à partir de tels sédiments sont des grès plus ou moins propres (on dit aussi qu'ils sont matures) et plus ou moins poreux.

Plus au large, les dépôts peuvent être plus vaseux :

1. si les courants côtiers, depuis la surface jusqu'au fond (il peut y avoir de grandes différences), sont peu actifs, ce qui permet aux argiles de se déposer,
2. si la profondeur est suffisante pour que le fond ne soit pas soumis aux vagues de tempête (du moins pas à toutes les tempêtes).

Les réponses à cette partie de la question sont souvent brèves, sinon lapidaires. Si certains citent les grès, une majorité ne propose que la formation de roches argileuses (à cause de la kaolinisation des granites) ou de marnes. Les carbonates des marnes proviennent de la zone des Tsingy, ..., tandis que d'autres (est-ce une distraction ?) ont retenu du préambule qu'il y a « un marnage de 3 mètres environ » !

Enfin, beaucoup de candidats ont affirmé que les roches formées étaient des calcaires à foraminifères : Dans leur raisonnement, comme l'eau du Canal du Mozambique est chaude, donc propice à la vie, il y a beaucoup de carbonate dissous (voir plus haut). Les mêmes citent également des calcaires construits (en particulier, la barre sableuse est souvent vue comme une barrière de récifs coralliens). Les mangroves évoquées dans le préambule permettent à certains de proposer la formation de charbon.

Quelques copies évoquent la formation de gypse, de roches salines, de calcaires à entroques ...

En résumé, les réponses sont souvent fantaisistes, peu ou pas étayées.

La deuxième partie de la question a été traitée de la même manière, c'est-à-dire sans argumentation et de façon particulièrement lapidaire.

On pouvait prendre pour exemples deux embouchures de fleuves français à charge solide importante, le Rhône (et son delta) et la Garonne (et son estuaire).

Ils débouchent respectivement :

- dans la Méditerranée, mer sans marée mais avec une houle parfois importante, ce qui permet la construction d'un delta important (Camargue), avec un petit cordon littoral,
- dans l'Atlantique, océan à fortes marées, forts courants côtiers et forte houle. Dans ce cas, il n'y a pas de delta possible, mais un estuaire vaseux (la Gironde) lié à l'importance du marnage. On remarquera également la construction de la côte landaise, très linéaire, par redistribution des sables apportés par la Garonne. Les vents d'ouest, dominants, participent à la formation de dunes.

Le Manambolo représenterait une situation intermédiaire.

Beaucoup de candidats ont préféré choisir des exemples anciens, notamment :

- les *Grès Vosgiens* (qui se sont déposés en milieu continental, ce sont des dépôts fluviatiles)
- les gisements paraliques sarro-lorrains (avec pour seule argumentation la présence de mangroves)
- le Bassin parisien au Crétacé supérieur (pour ses accumulations de coccolites et la fréquence des foraminifères)
- les côtes crayeuses de Normandie (toujours les coccolites ...)

Parfois les réponses sont surprenantes. Quelques exemples : « ... formation d'accumulation de roches détritiques (gneiss, granit (sic) et sûrement grès et marnes) » ; « il se dépose des chaos granitiques » ; « au niveau des lagunes on peut observer la formation de gneiss »...

Question 3 – Les étapes antérieures :

Un examen, même rapide, permet de distinguer deux grands ensembles dans la partie continentale de la photographie aérienne, repris et recoupés tous deux par la dynamique actuelle :

- à l'est, un ensemble fluviatile qui montre un beau système de distributaires méandriques, se recoupant mutuellement.
- à l'ouest, un ensemble littoral sous forme de cordons sableux parallèles (cordons littoraux, anciens dépôts de plage probablement).

Cet ensemble littoral est recoupé : (1) obliquement par la plage actuelle et (2) par le système fluviatile. Il est facile de raccorder les parties nord et sud du système ancien de cordons littoraux de part et d'autre des systèmes fluviatiles ancien et actuel.

L'ensemble fluviatile ancien est largement recoupé par la côte actuelle (bien visible au sud où d'anciens méandres sont partiellement détruits par la plage). Ces anciens méandres sont par ailleurs drainés par de petits ruisseaux qui semblent prendre leur source sur la plage.

Cet ensemble se prolongeait vers l'Ouest et il n'existe plus rien de ce qui était l'embouchure du Paléo-Manambolo.

En résumé, on distingue trois phases :

1. une phase ancienne = côte sableuse linéaire (cordons de plage successifs) ;
2. une phase intermédiaire = recoupement de ce système par un fleuve dont l'embouchure se situait beaucoup plus à l'ouest de l'embouchure du Manambolo actuel ;
3. la phase actuelle.

Plus du tiers des candidats a inversé la chronologie des événements, un tiers a sensiblement la moyenne, les autres n'apportent que quelques éléments de réponse disparates.

Le nombre de candidats ayant noté l'obliquité de la côte actuelle sur les cordons littoraux anciens est très faible. Beaucoup semblent regretter, pour expliquer ces « sillons » parallèles, que la région soit si peu peuplée !

Le complexe fluviatile n'a souvent pas été bien compris et beaucoup, par exemple, ont fait une mauvaise utilisation du préambule pour voir dans ce complexe des épanchements volcaniques du Crétacé !

Question 4 – Interprétation :

4.2 : Le système fluviatile ancien, qui avançait loin vers l'ouest, peut correspondre à une période de bas niveau marin relatif, tandis que l'ensemble littoral ancien peut correspondre à une période de haut niveau marin relatif.

Cette dernière phase pourrait correspondre au dernier interglaciaire (Riss/Würm) car la dernière période glaciaire a été marquée par une baisse sensible du niveau marin.

Dans ce modèle, l'histoire de la côte serait retracée sur environ 100 000 ans.

Beaucoup de candidats ont des problèmes d'échelle temporelle. 10% voient Madagascar comme un îlot granitique et gneissique au Précambrien ; ensuite, une régression depuis le Précambrien jusqu'au Tertiaire nous amène à l'état actuel ! A peu près le même pourcentage commence l'histoire de cette régression au Permien.

4.3 : Les réponses attendues étaient simples :

- variations locales dues à des phénomènes tectoniques ou de subsidence, par exemple ;
- variations globales (eustatisme) et notamment glacio-eustatisme (amplitude de 100 m et périodicité de 100 000 ans).

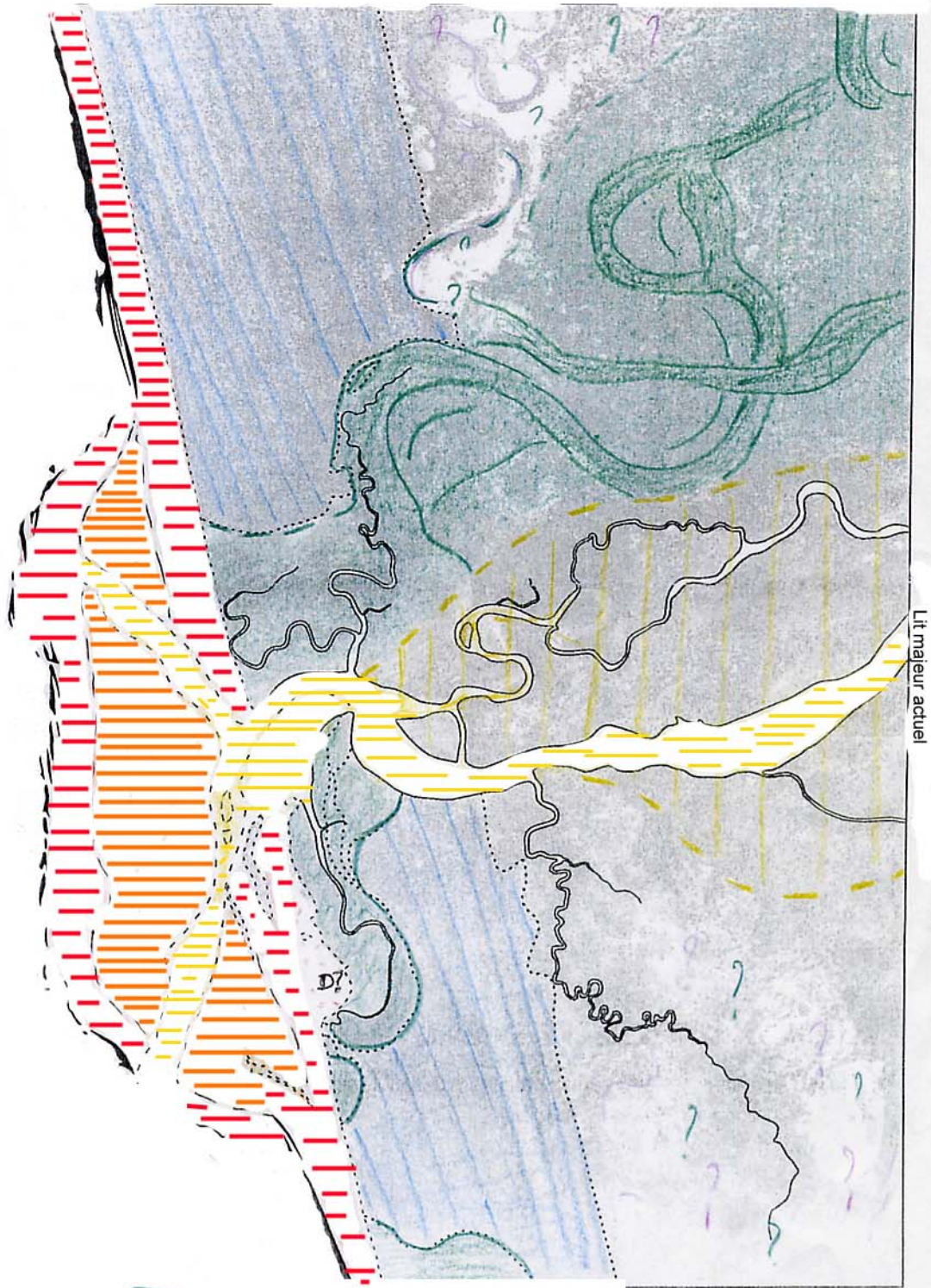
Le préambule précisait « d'étudier en détail la sédimentation actuelle et très récente... ». L'eustatisme lié aux fonctionnements des dorsales et autres phénomènes associés à la tectonique globale implique de plus longues périodes. Y faire appel était donc une faute de raisonnement, et tous les développements associés ont été considérés comme hors sujet.

Beaucoup de candidats ont abordé le glacio-eustatisme, de façon satisfaisante mais souvent brève, sans faire la relation avec la question précédente, qui est donc restée sans réponse. Ceux, assez nombreux, qui ont traité des phénomènes liés à la tectonique globale ont été souvent prolixes... et hors sujet, comme il a été dit précédemment. Les concepts de la tectonique des plaques semblent très appréciés des candidats, certains les ayant utilisés dès la question 1...

4.4 : Juste une remarque : hormis une certaine maladresse dans le dessin, un nombre significatif de candidats (près de 10%) ne semble pas connaître la signification du mot « carte » et trace soient des diagrammes, soit des coupes.



CONCLUSION

Il apparaît que le sujet proposé a surpris un grand nombre de candidats. Pourtant, celui-ci ne faisait appel qu'à des notions simples de géologie et de géomorphologie, notions supposées acquises dès la classe de première. Beaucoup de candidats avaient probablement les connaissances requises pour traiter correctement le sujet, mais ils n'ont pas su les utiliser à bon escient. Ainsi, des éléments de réponse à la première question peuvent se retrouver, à contre temps, dans les réponses aux questions suivantes. Il ressort de l'épreuve 2003 que ce qui a pénalisé les candidats, c'est davantage un manque de maîtrise dans la réflexion qu'un manque de culture scientifique. C'est une erreur de jeunesse dont ils devront rapidement se corriger.




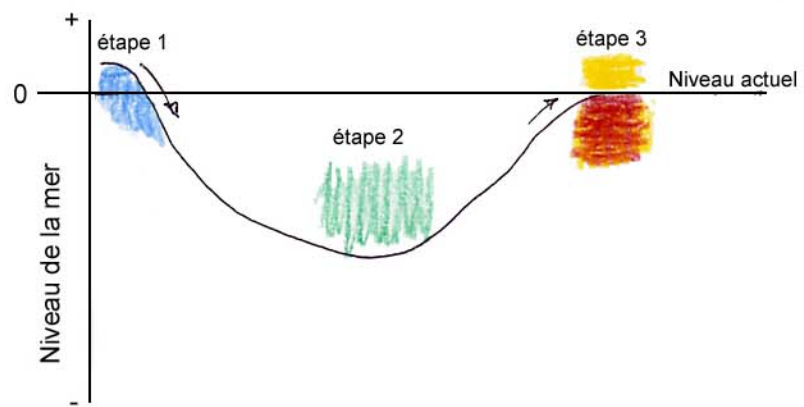
Lit majeur actuel

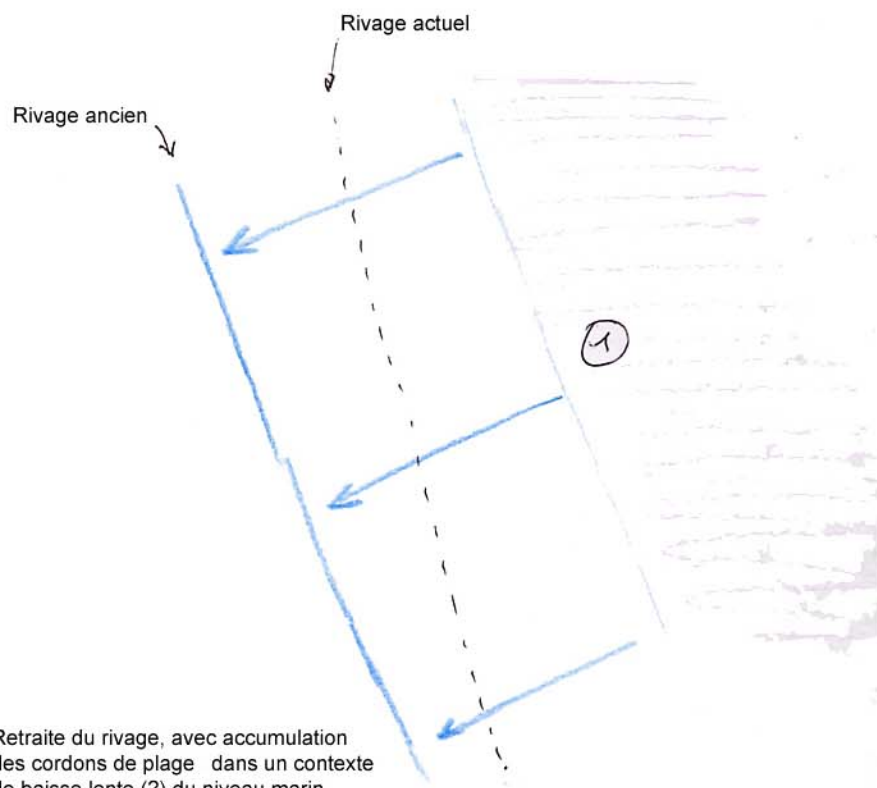
- Fluviale 
- Deltaïque 
- Marin littoral 

- Intermédiaire (fluviale) 
- Ancien (Marin littoral) 

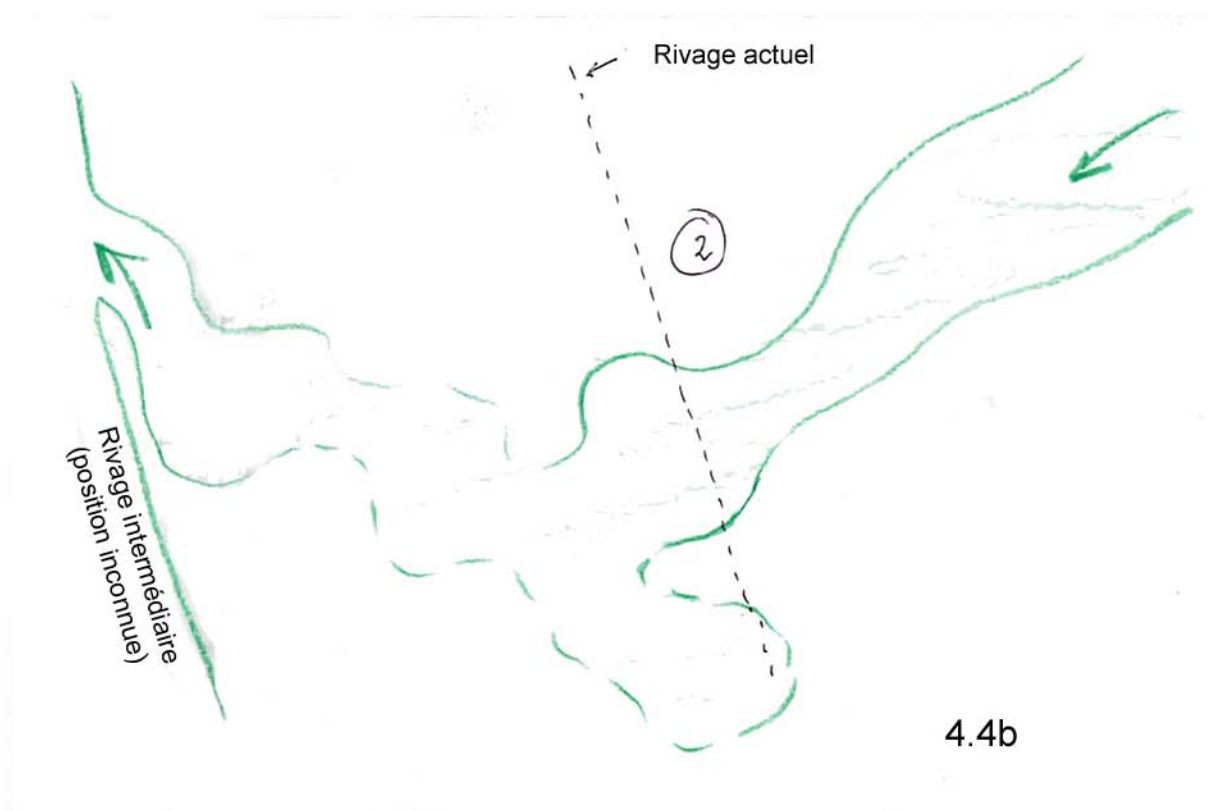


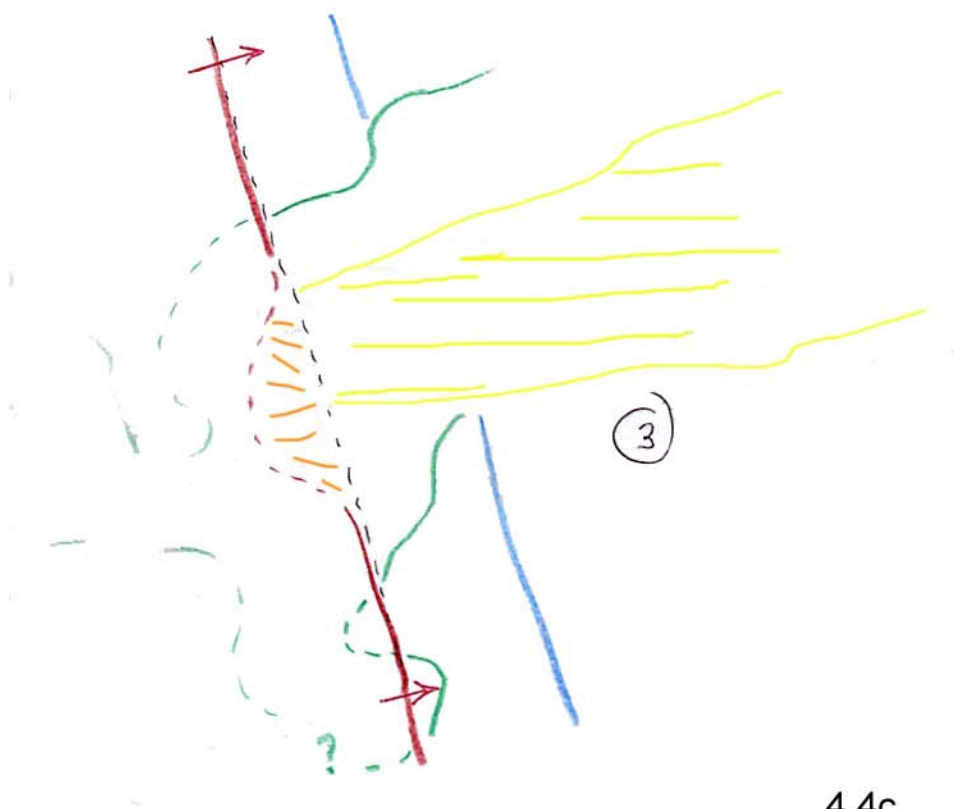
env. 1/40.000

 (1 cm = m)





4.4a





4.4c