



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

FACULTÉ DES SCIENCES
Département des sciences
de la Terre



Swiss National Science
Foundation
grant nr: 200021-121666/1

Tsunamis dans le Léman?

Les sédiments du lac: Archive d'évènements géologiques

Katrina Kremer

katrina.kremer@unige.ch

Kremer et al, 2012, *Giant Lake Geneva Tsunami in AD 563*, Nature Geoscience, 5, 756-757

Kremer et al, in press, *Lake dwellers occupation gap in Lake Geneva (France-Switzerland) possibly explained by an earthquake – mass movement – tsunami event during Early Bronze Age*, Earth and Planetary Science Letters



Club de Plongée de Plan-Les-Ouates - 28.10.2013

Exemples de causes de tsunamis dans les lacs suisses

- Tremblement de terre (Lac de Lucerne 1601, *Schnellmann et al, 2002*)
- Eboulement rocheux (Lake Lauerz 1806, *Bussmann and Anselmetti 2010*)
- Mouvement de masse spontané (Lake de Brienz, *Girardclos et al, 2007*)
- Collapse de delta (Lac de Lucerne, *Anselmetti et al*)

Et dans le Léman???

1. Marius d' Avenches

36

MÉMOIRES

sous les yeux du lecteur des versions littérales en regard des textes originaux, et non pas d'essayer une description, de lecture plus facile peut-être, mais qui risquerait de conduire plus tard à des malentendus.

Voici le texte latin de Marius, évêque d'Avenches, provenant du *Marii aventicensis seu lausannensis episcopi Chronicon*..... usque ad annum vulgaris aerae 581, et en regard la version littérale :

(563). — P. C. Basilii anno XXII. Ind. XI. — Hoc anno mons validus Tauretunensis, in territorio Vallensi, ita subito ruit, ut castrum cui vicinus erat et vicos cum omnibus ibidem habitantibus oppressisset, et lacum in longitudine LX millium et latitudine XX millium, ita totum movit ut egressus utraque ripa, vicos antiquissimos cum hominibus et pecoribus vastasset, etiam nulla sacra sancta loca cum eis servientibus demolisset, et pontum Genevacum, molinas et homines per vim dejecit, et Genava civitate ingressus plures homines interfecit.¹

(563). — 22^{me} année après le consulat de Basile, Indiction XI. — En cette année, l'imposante montagne de Tauretunum, dans le territoire du Valais, se précipita si subitement qu'elle engloutit un fort qui était proche, ainsi que des villages avec tous leurs

habitants, et elle agita tellement le lac, dans une longueur de 60 milles et une largeur de 20 milles, que, sorti de ses deux rives, il dévasta de très anciens villages avec hommes et troupeaux ; il détruisit même beaucoup de lieux saints avec leurs desservants et il enleva avec furie le pont de Genève, des moulins et des hommes, et étant entré dans la cité de Genève, il y fit périr plusieurs personnes.

¹ La chronique entière de Marius a été reproduite, avec l'indication précise des sources, dans les *Mémoires et Documents de la Société d'histoire de la Suisse romande*, en 1863, t. XIII, p. 19 à 56.

penant plus de soixante jours
cette montagne se précipita
et se séparant d'un autre mont
contigu, se précipita dans le
fleuve avec les hommes, les
églises, les richesses et les
maisons, et, lui barrant le
passage entre ses rives qu'elle
obstruait, refoula ses eaux en
arrière ; car cette région
était enfermée de part et
d'autre par les montagnes,
du défilé desquelles s'échappe
sortent.

2. Grégoire de Tours

Inundans ergo superiorem partem, quae ripae insidebat, operuit ac delevit. Adcumulata enim aqua erumpens deorsum, inopinatos reperiens

Alors, inondant la partie supérieure, ce dernier recouvrit et détruisit tout ce qui était sur ses rives. Puis l'eau accumulée, se précipitant

38

MÉMOIRES

homines, ut desuper fecerat, ipsos enecavit, domos evertit, jumenta delevit, et quae cuncta littoribus illis insidebant, usque ad Genevam civitatem, violenta atque subita inundatione diripuit atque subvertit. Traditur a multis tantam congeriem inibi aquae fuisse, ut in ante dictam civitatem super muros ingrederetur.

dans la partie inférieure, surprit inopinément les habitants, comme elle l'avait fait plus haut, les tua, renversa les maisons, détruisit les animaux ; et elle emporta et entraîna tout ce qui se trouvait sur ces rivages, jusqu'à la cité de Genève, par suite de cette subite et violente inondation. Il est rapporté par plusieurs personnes que là l'eau s'amoncela de telle façon qu'elle entra dans la dite ville par dessus les murs.

1. Marius d' Avenches

- Eboulement rocheux dans la vallée du Rhone en 563

- Un tsunami

(563). — P. C. Basili
anno XXII. Ind. XI. — Hoc
anno mons validus Tauretunensis, in territorio Vallensi, ita subito ruit, ut castrum cui vicinus erat et vicos cum omnibus ibidem habitantibus oppressisset, et lacum in longitudine LX millium et latitudine XX millium, ita totum movit ut egressus utraque ripa, vicos antiquissimos cum hominibus et pecoribus vastasset, etiam nulla sacra sancta loca cum eis servientibus demolisset, et pontum Genevacum, molinas et homines per vim dejecit, et Geneva civitate ingressus plures homines interfecit.¹

¹ La chronique entière de Marius a été reproduite, avec l'indication précise des sources, dans les *Mémoires et Documents de la Société d'histoire de la Suisse romande*, en 1853, t. XIII, p. 19 à 56.

(563). — 22^{me} année après le consulat de Basile, Indiction XI. — En cette année, l'imposante montagne de Tauretunum, dans le territoire du Valais, se précipita si subitement qu'elle engloutit un fort qui était proche, ainsi que des villages avec tous leurs

habitants, et elle agita tellement le lac, dans une longueur de 60 milles et une largeur de 20 milles, que, sorti de ses deux rives, il dévasta de très anciens villages avec hommes et troupeaux ; il détruisit même beaucoup de lieux saints avec leurs desservants et il enleva avec furie le pont de Genève, des moulins et des hommes, et étant entré dans la cité de Genève, il y fit périr plusieurs personnes.

2. Grégoire de Tours

Inundans ergo superiorem partem, quæ ripæ insidebat, operuit ac delevit. Adcumulata enim aqua erumpens deorsum, inopinatos reperiens

¹ Ce passage de l'Histoire des Francs a été entre autres reproduit par les *Mémoires et Documents*, à la suite de la *Chronique de Marius*. et nar

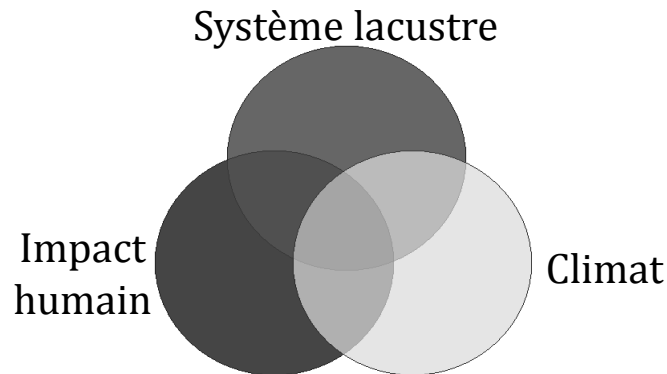
homines, ut desuper fecerat, ipsos enecavit, domos evertit, jumenta delevit, et quæ cuncta littoribus illis insidebant, usque ad Genevam civitatem, violenta atque subita inundatione diripuit atque subvertit. Traditur a multis tantam congeriem inibi aquæ fuisse, ut in ante dictam civitatem super muros ingrederetur.

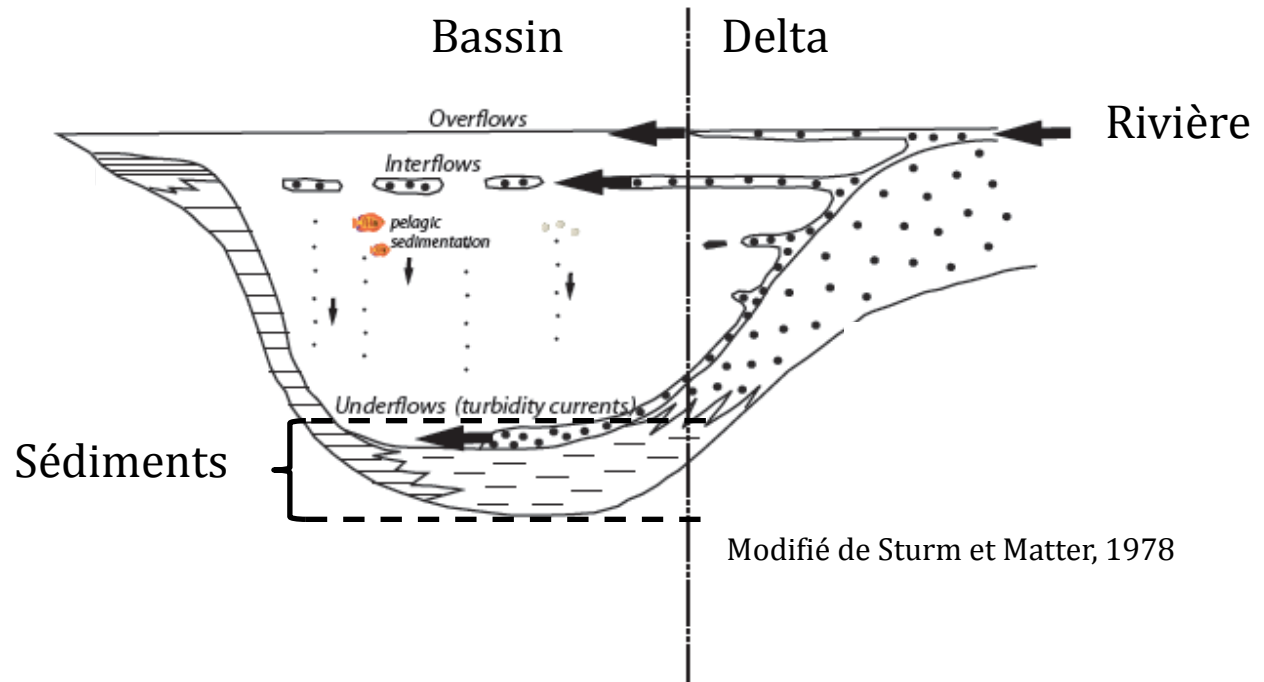
dans la partie inférieure, surprit inopinément les habitants, comme elle l'avait fait plus haut, les tua, renversa les maisons, détruisit les animaux ; et elle emporta et entraîna tout ce qui se trouvait sur ces rivages, jusqu'à la cité de Genève, par suite de cette subite et violente inondation. Il est rapporté par plusieurs personnes que l'eau s'amoncela de telle façon qu'elle entra dans la dite ville par dessus les murs.



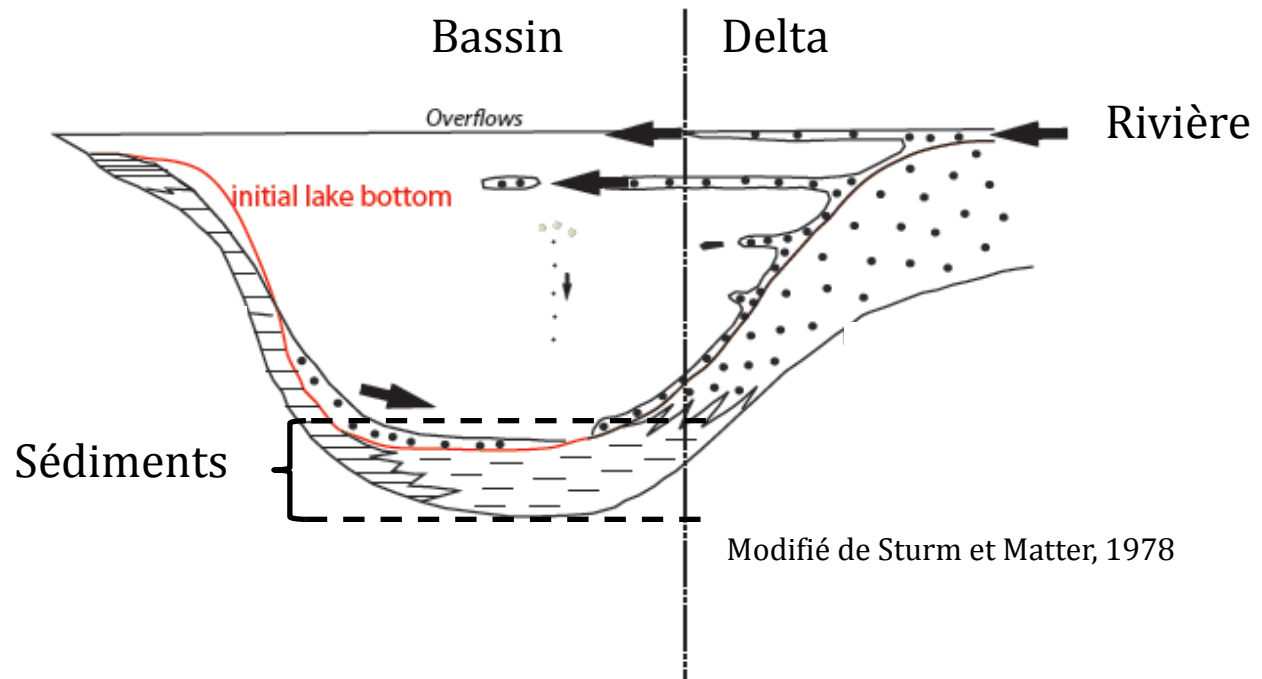
Etude de l'enregistrement des sédiments lacustres :

- Reconstruire l'histoire géologique d'un système lacustre
- Mieux comprendre les processus sédimentaires
- Evaluer l'impact humain (passé) sur les systèmes aquatiques

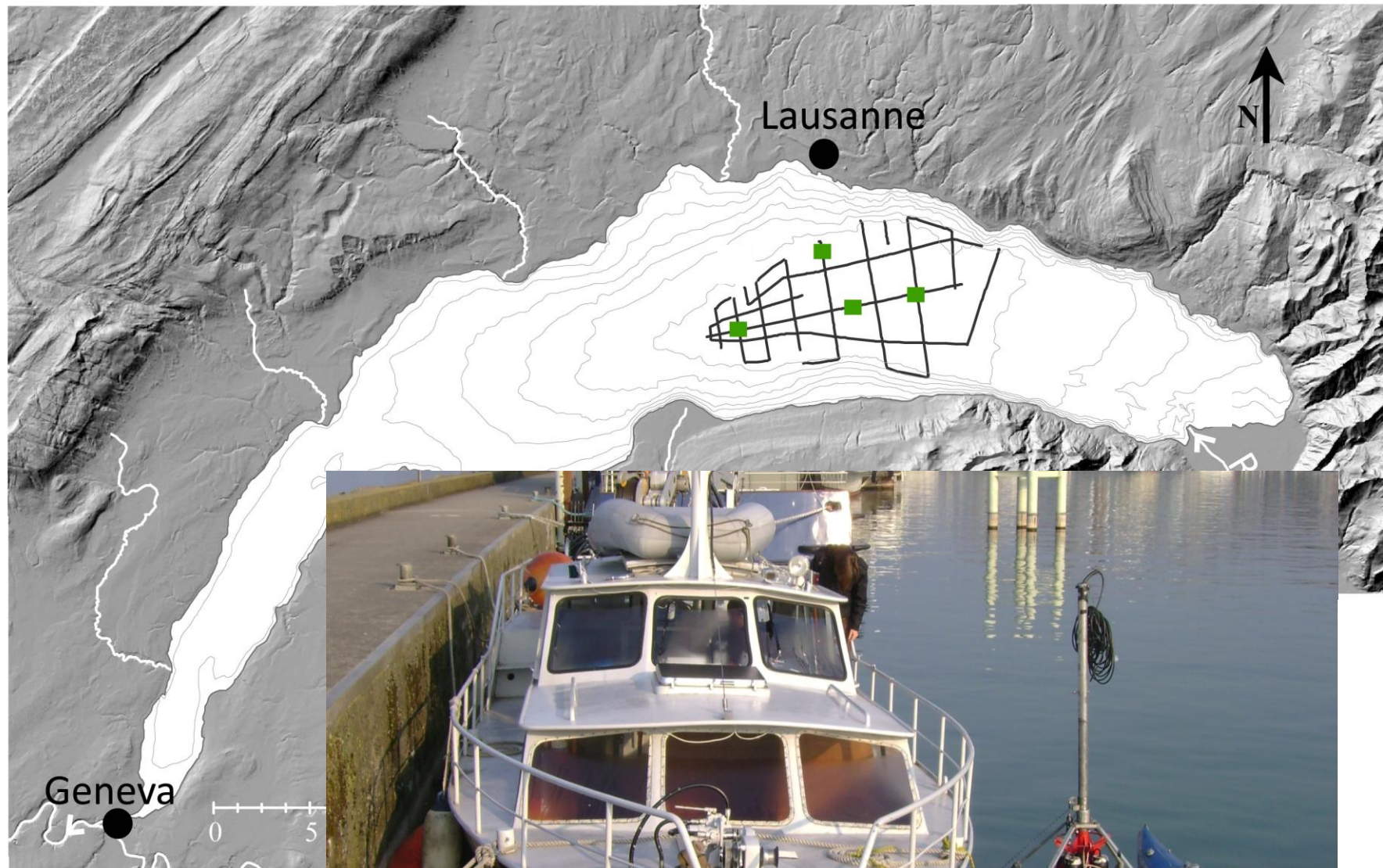




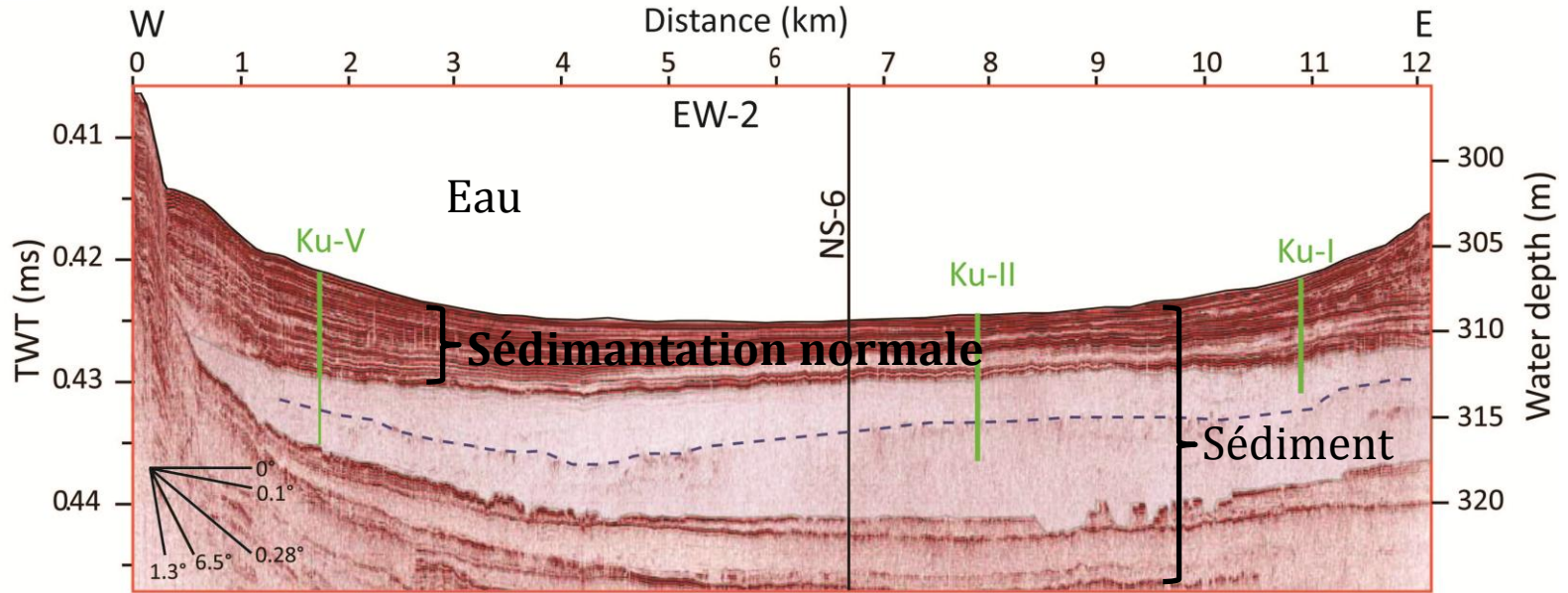
Sédimentation normale



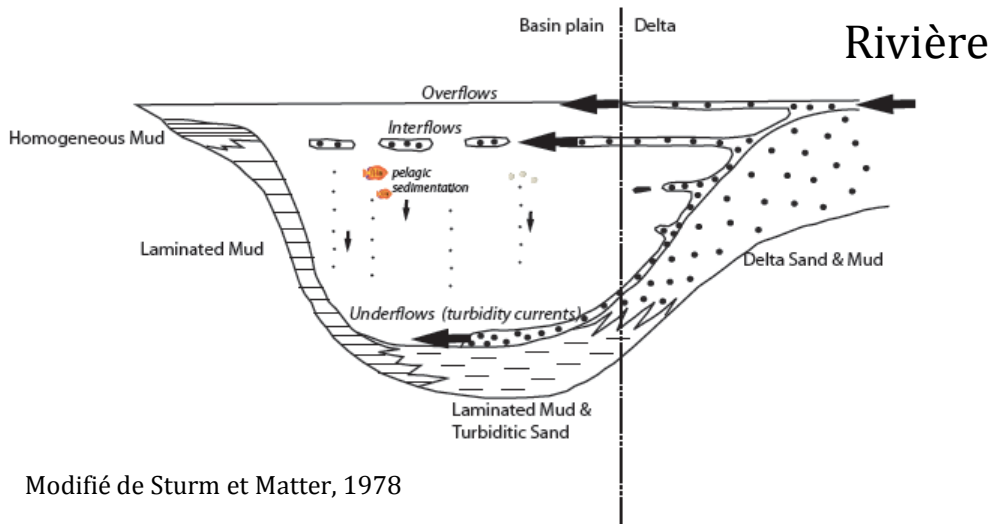
Sédimentation dû à un évènement
(mouvement de masse sous-lacustre)



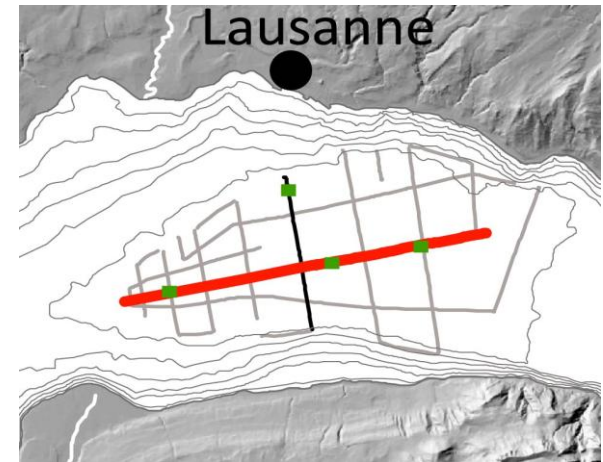
Reflexion sismique



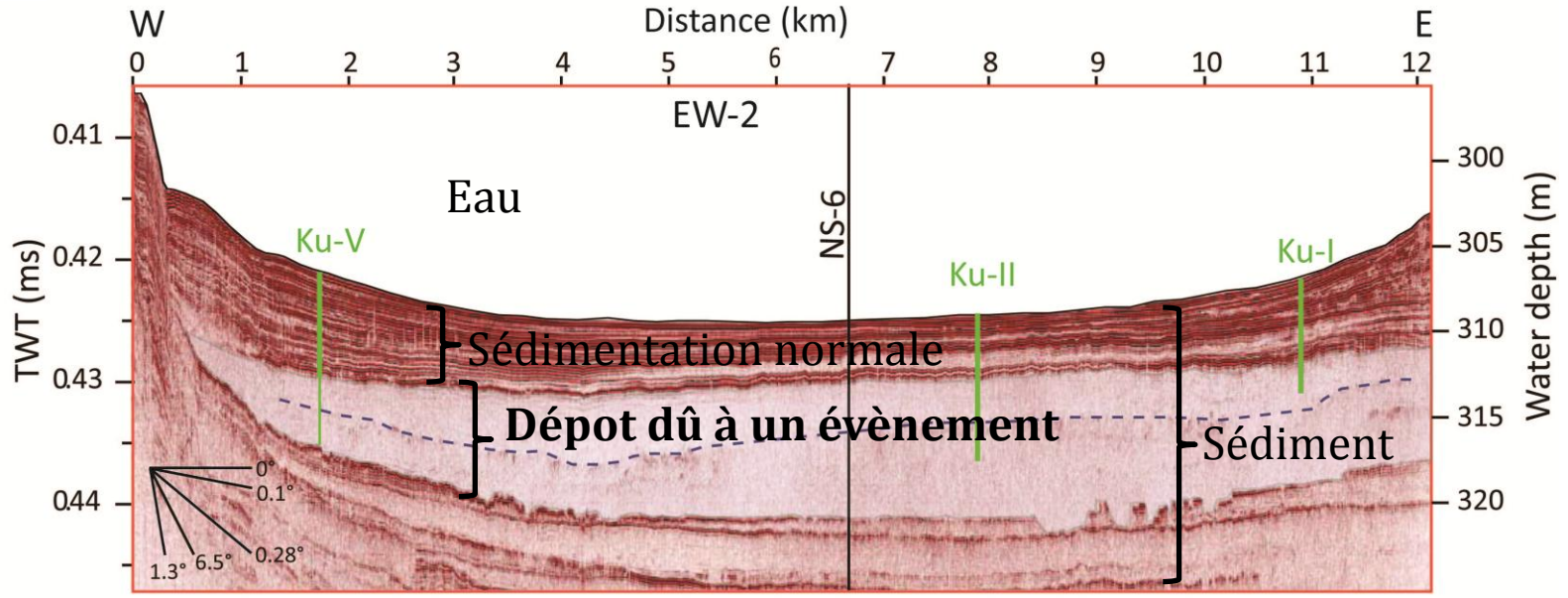
Sédimentation normale



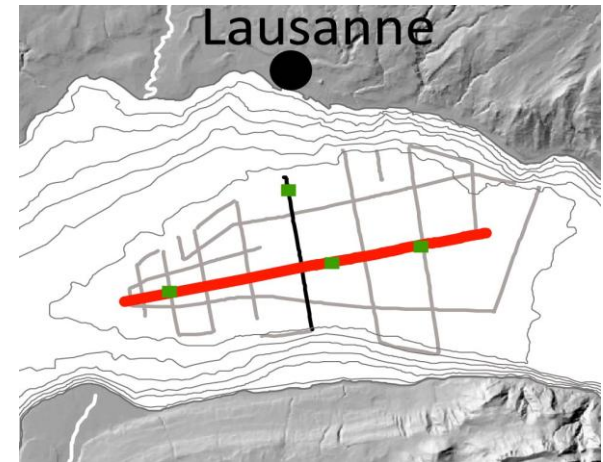
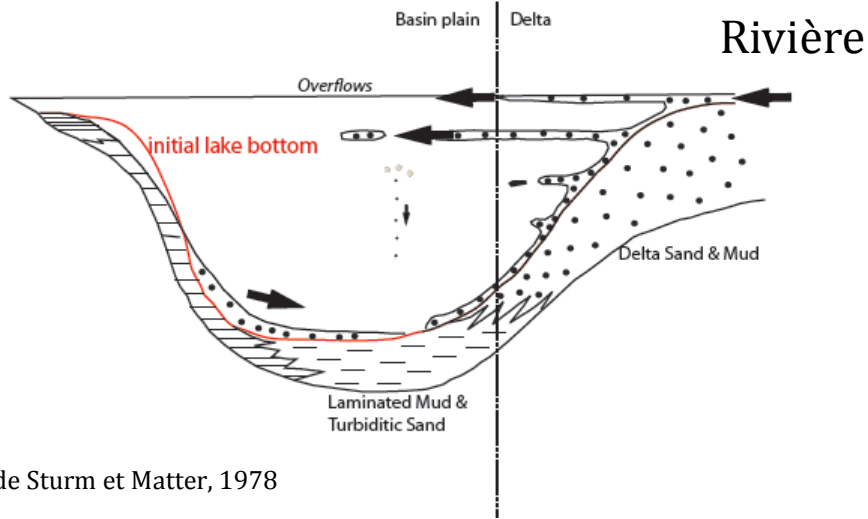
Modifié de Sturm et Matter, 1978



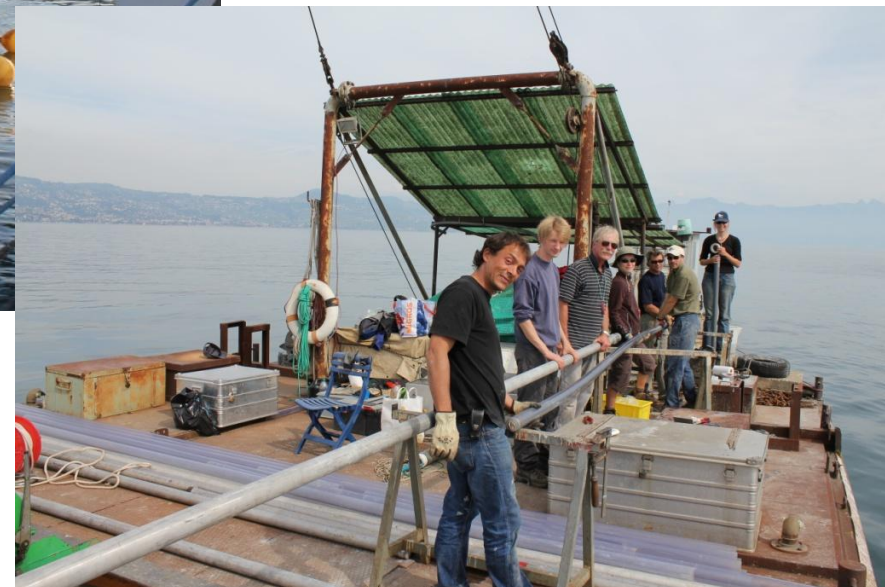
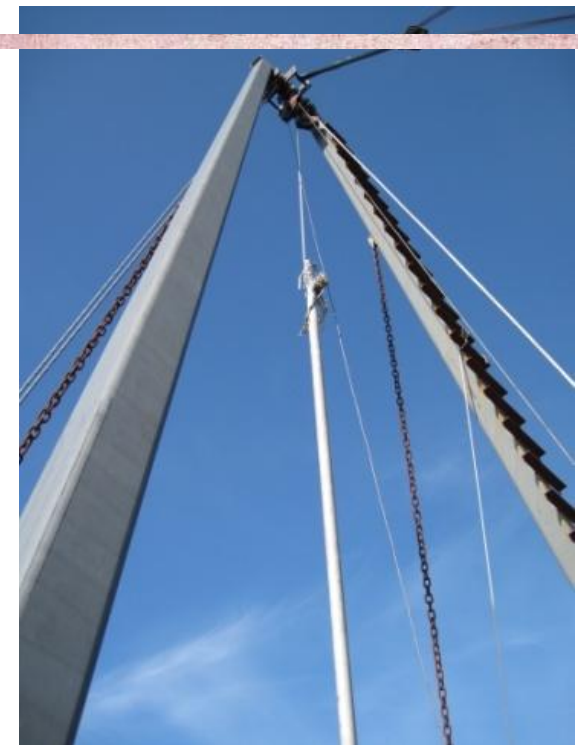
Reflexion sismique



Depot de mouvement de masse sous-lacustre

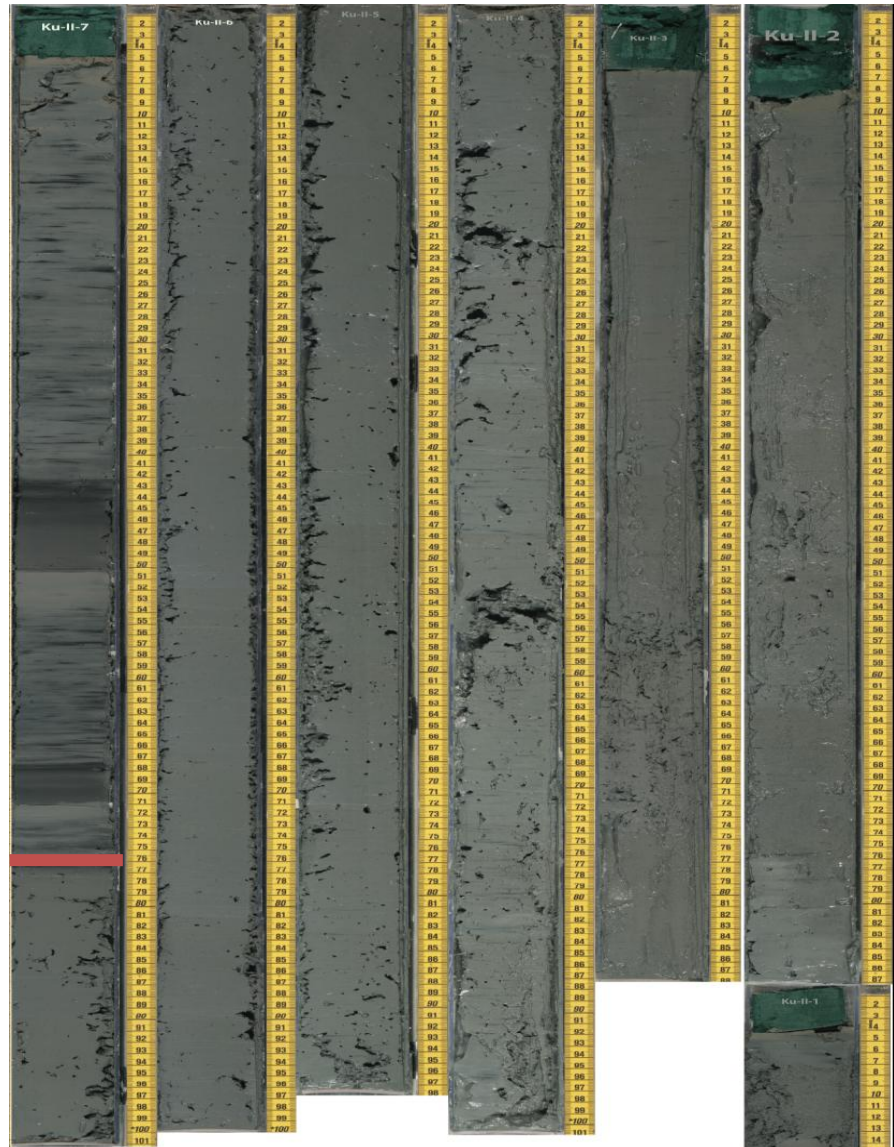


Carottage de sédiments depuis une plateforme flottante



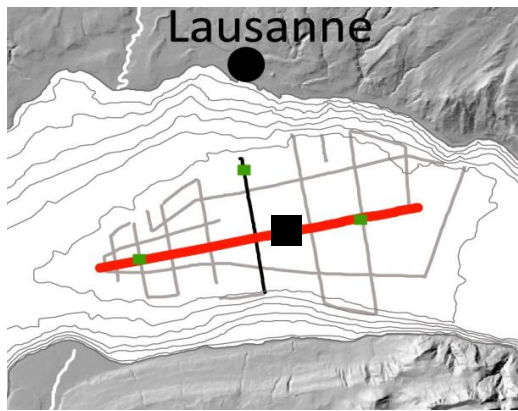
Photos de Stéphanie Girardclos

Description des sédiments



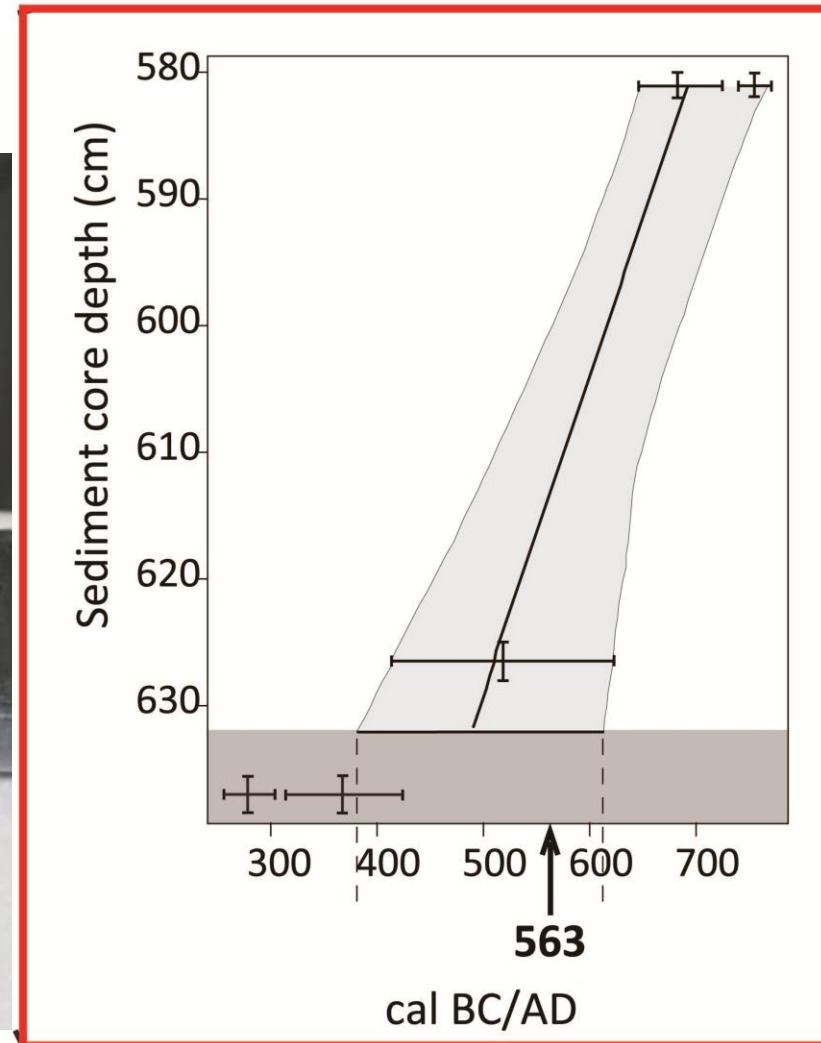
Sédimentation normale
 (environ 1mm/a)

Dépot dû à un seul évènement



Volume minimum de sédiment déposé de 0.25 km³

Datation par carbone 14



563 ap JC dans l'intervalle de datation de l'évènement

1. Marius d'Avenches

- Première preuve d'un dépôt lié à l'éboulement rocheux

Mais comment lier les différents éléments: éboulement rocheux dans la vallée du Rhône –dépôt dans le bassin central du lac – tsunami??

36
...antibus oppressisset, et lacum in longitudine LX millium et latitudine XX millium, ita totum movit ut egressus utraque ripa, vicis antiquissimos cum hominibus et pecoribus vastasset, etiam nulla sacra sancta loca cum eis servientibus demolisset, et pontum Genevacum, molinas et homines per vim dejecit, et Genava civitate ingressus plures homines interfecit.

¹ La chronique entière de Marius a été reproduite, avec l'indication précise des sources, dans les *Mémoires et Documents de la Société d'histoire de la Suisse romande*, en 1853, t. XIII, p. 19 à 56.

même beaucoup de lieux saints avec leurs desservants et il enleva avec furie le pont de Genève, des moulins et des hommes, et étant entré dans la cité de Genève, il y fit périr plusieurs personnes.

...nescio quem
... pendant plus de soixante jours,
... gence de mugissement,
... et se séparant d'un autre mont
contigu, se précipita dans le
fleuve avec les hommes, les
selises, les richesses et les
... rant le

37
... mugitum daret, tandem scissus
atque separatus mons ille ab
alio monte sibi propinquo, cum
hominibus, ecclesiis opibusque
... in fluvium ruit,

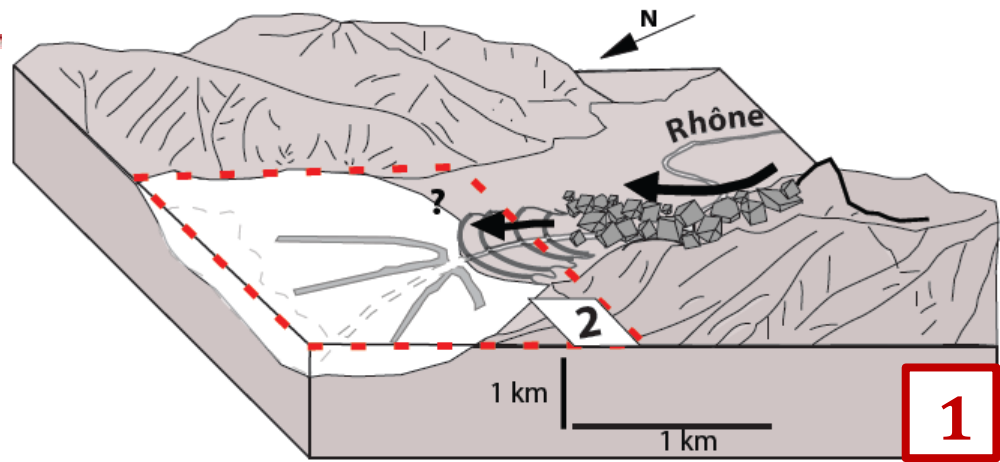
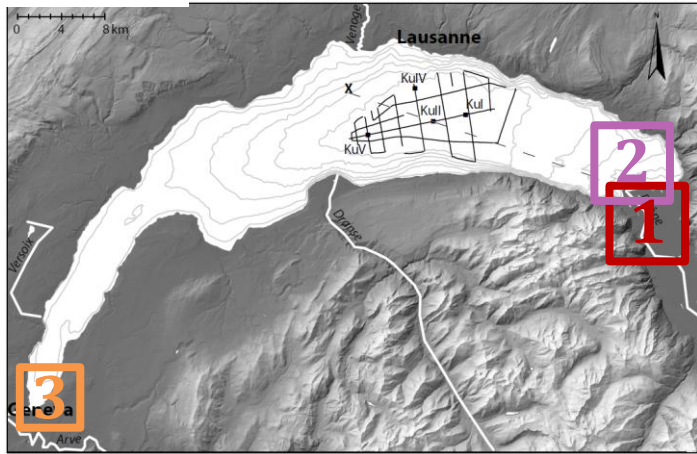
38
lata enim aqua
deorsum, inopinatos reperiens

¹ Ce passage de l'Histoire des Francs a été entre autres reproduit par les *Mémoires et Documents*, à la suite de la *Chronique de Marius*, et nar

38
homines, ut desuper fecerat, ipsos enecavit, domos evertit, jumenta delevit, et quae cuncta littoribus illis insidebant, usque ad Genevam civitatem, violenta atque subita inundatione diripuit atque subvertit. Traditur a multis tantam congeriem inibi aquae fuisse, ut in ante dictam civitatem super muros ingrederetur.

MEMOIRES
dans la partie inférieure, surprit inopinément les habitants, comme elle l'avait fait plus haut, les tua, renversa les maisons, détruisit les animaux; et elle emporta et entraîna tout ce qui se trouvait sur ces rivages, jusqu'à la cité de Genève, par suite de cette subite et violente inondation. Il est rapporté par plusieurs personnes que là l'eau s'amoncela de telle façon qu'elle entra dans la dite ville par dessus les murs.

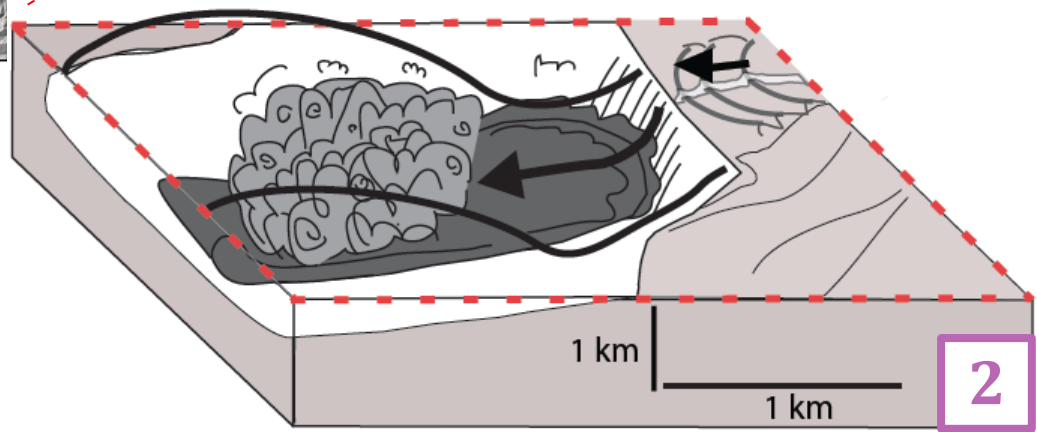
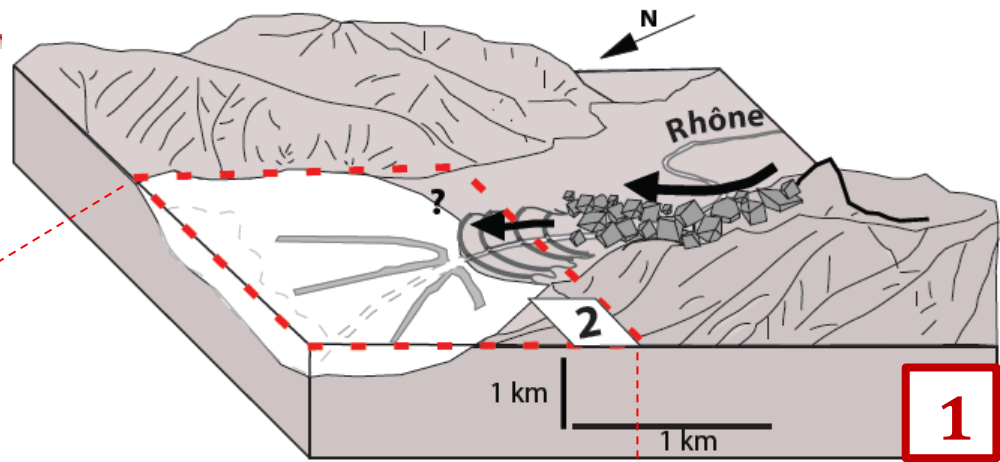
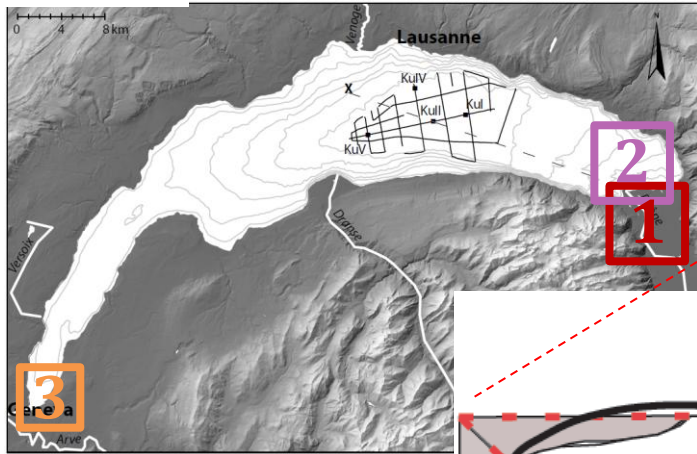
Evènement géologique



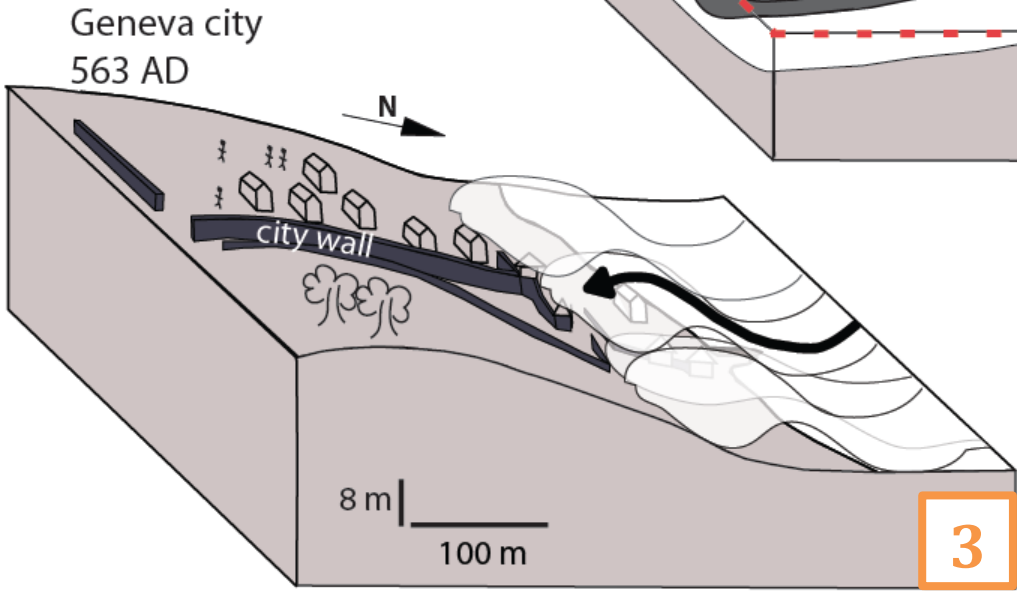
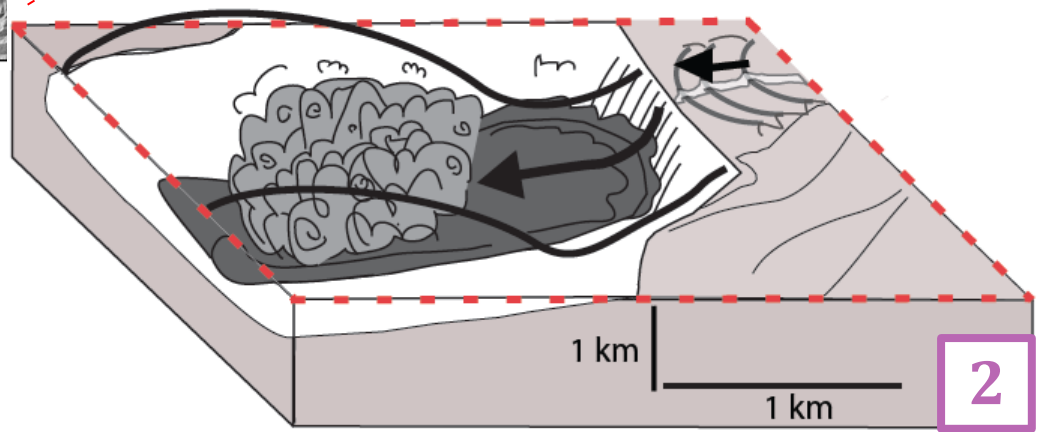
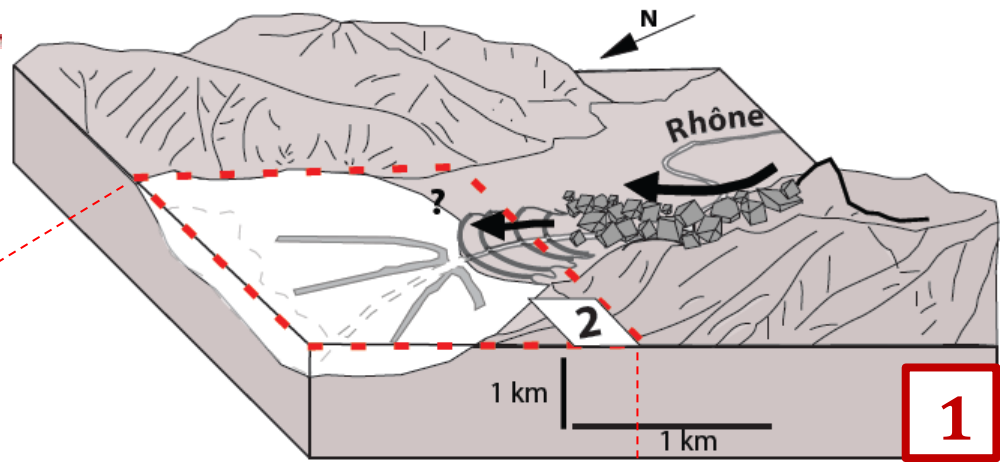
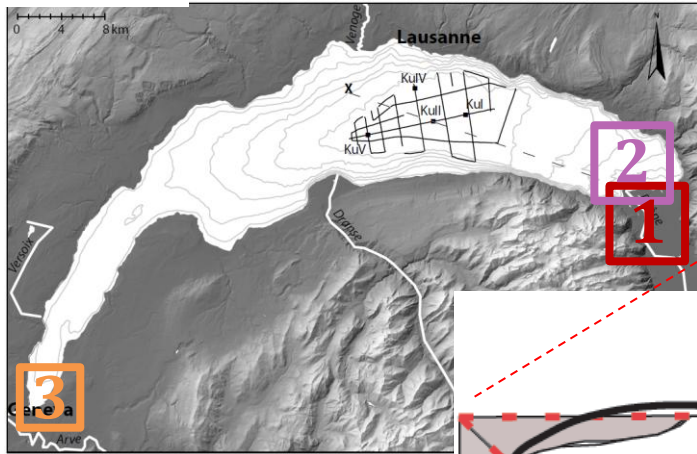
2

3

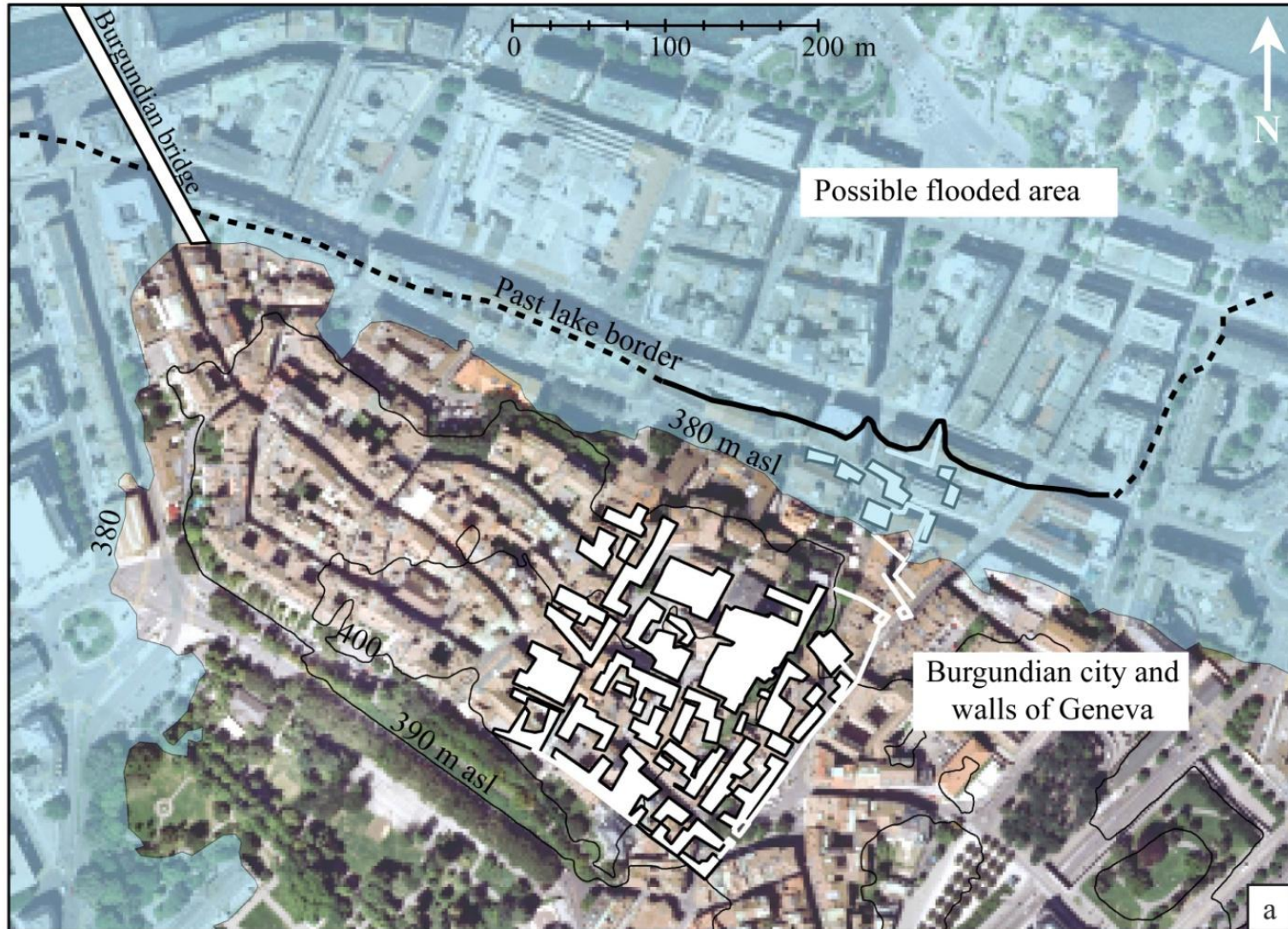
Evènement géologique



Evènement géologique



Modélisation de la vague de tsunami



1. Marius d' Avenches

36 MÉMOIRES
sous les yeux du lecteur des versions littérales en regard des textes originaux, et non pas d'essayer une description, de lecture plus facile peut-être, mais qui risquerait de conduire plus tard à des malentendus.

Voici le texte latin de Marius

pendant plus de soixante jours
cette montagne se séparant
et se séparant d'un autre mont
contigu, se précipita dans le
fleuve avec les hommes, les
églises, les richesses et les
maisons, et, lui barrant le
passage entre ses rives qu'elle
obstruait, refoula ses eaux en

L'eboulement rocheux de 563 ap JC suivi d'un tsunami n'est pas une légende

anno XXII. Ind. XI. — Hoc anno mons validus Tauretunensis, in territorio Vallensi, ita subito ruit, ut castrum cui vicinus erat et vicos cum omnibus ibidem habitantibus oppressisset, et lacum in longitudine LX millium et latitudine XX millium, ita totum movit ut egressus utraque ripa, vicos antiquissimos cum hominibus et pecoribus vastasset, etiam nulla sacra sancta loca cum eis servientibus demolisset, et pontum Genevacum, molinas et homines per vim dejecit, et Genava civitate ingressus plures homines interfecit.¹

(563). — 22^{me} année après le consulat de Basile, Indiction XI. — En cette année, l'imposante montagne de Tauretunum, dans le territoire du Valais, se précipita si subitement qu'elle engloutit un fort qui était proche, ainsi que des villages avec tous leurs

habitants, et elle agita tellement le lac, dans une longueur de 60 milles et une largeur de 20 milles, que, sorti de ses deux rives, il dévasta de très anciens villages avec hommes et troupeaux ; il détruisit même beaucoup de lieux saints avec leurs desservants et il enleva avec furie le pont de Genève, des moulins et des hommes, et étant entré dans la cité de Genève, il y fit périr plusieurs personnes.

¹ La chronique entière de Marius a été reproduite, avec l'indication précise des sources, dans les *Mémoires et Documents de la Société d'histoire de la Suisse romande*, en 1853, t. XIII, p. 19 à 56.

2. Grégoire de Tours

Inundans ergo superiorem partem, quæ ripæ insidebat, operuit ac delevit. Adcumulata enim aqua erumpens deorsum, inopinatos reperiens

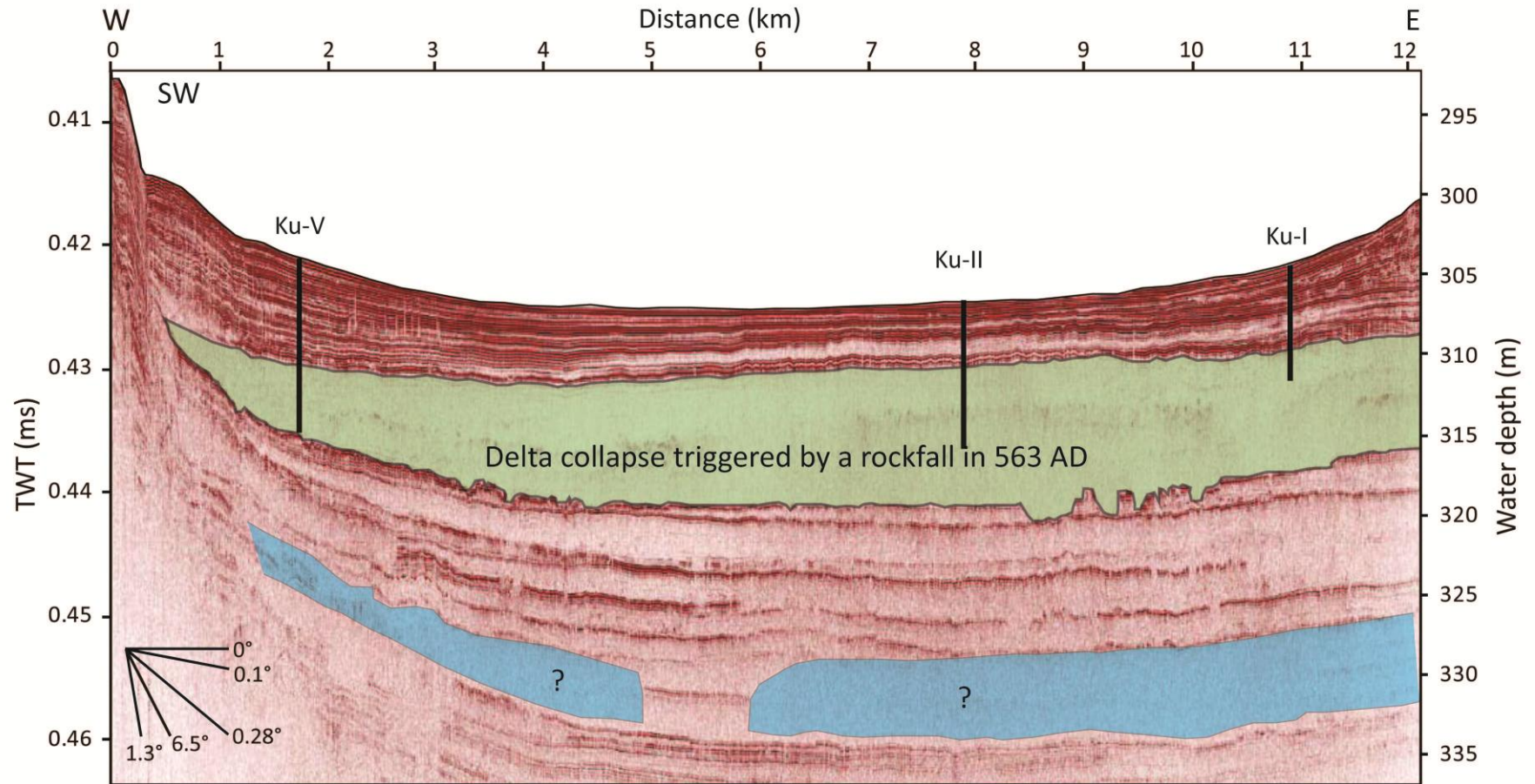
Alors, inondant la partie supérieure, ce dernier recouvrit et détruisit tout ce qui était sur ses rives. Puis l'eau accumulée, se précipitant

38 MÉMOIRES
homines, ut desuper fecerat, ipsos enecavit, domos evertit, jumenta delevit, et quæ cuncta littoribus illis insidebant, usque ad Genevam civitatem, violenta atque subita inundatione diripuit atque subvertit. Traditur a multis tantam congeriem inibi aquæ fuisse, ut in ante dictam civitatem super muros ingrederetur.

dans la partie inférieure, surprit inopinément les habitants, comme elle l'avait fait plus haut, les tua, renversa les maisons, détruisit les animaux ; et elle emporta et entraîna tout ce qui se trouvait sur ces rivages, jusqu'à la cité de Genève, par suite de cette subite et violente inondation. Il est rapporté par plusieurs personnes que là l'eau s'amoncela de telle façon qu'elle entra dans la dite ville par dessus les murs.

Une nouvelle étude montre qu'un autre évènement a eu lieu durant le Bronze ancien et a généré une vague de tsunami.

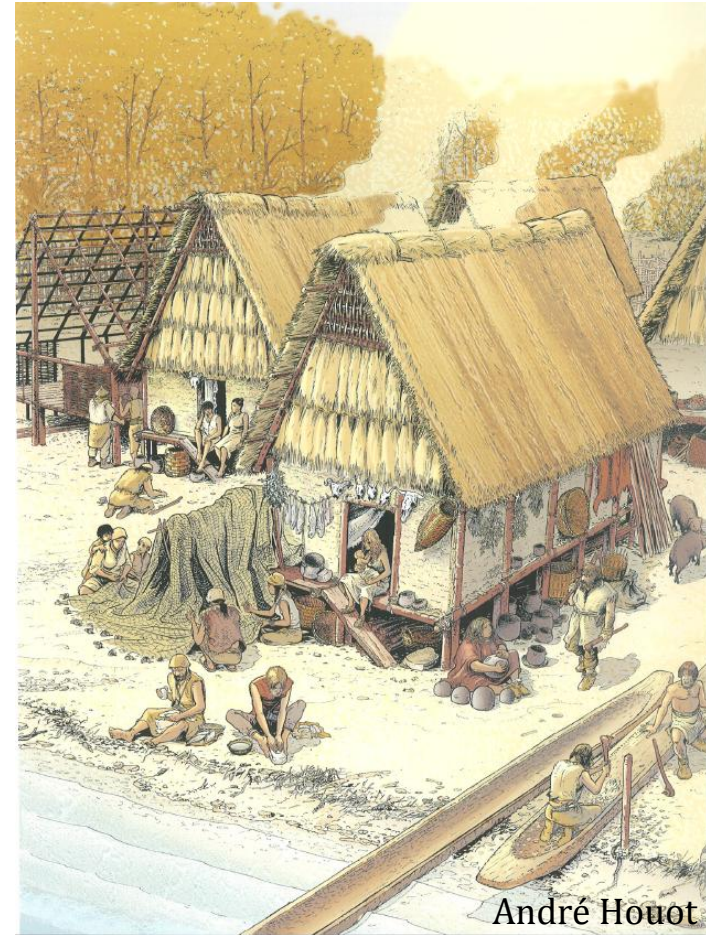
Un impact pour les lacutres?



Pile dweller on the shore of Lake Geneva



- Les Lacustres: Civilisation palafitte (préhistorique) autour des Alpes
- Sites classés 'Patrimoine Mondial' en 2011 (UNESCO)



Sites Palafittiques

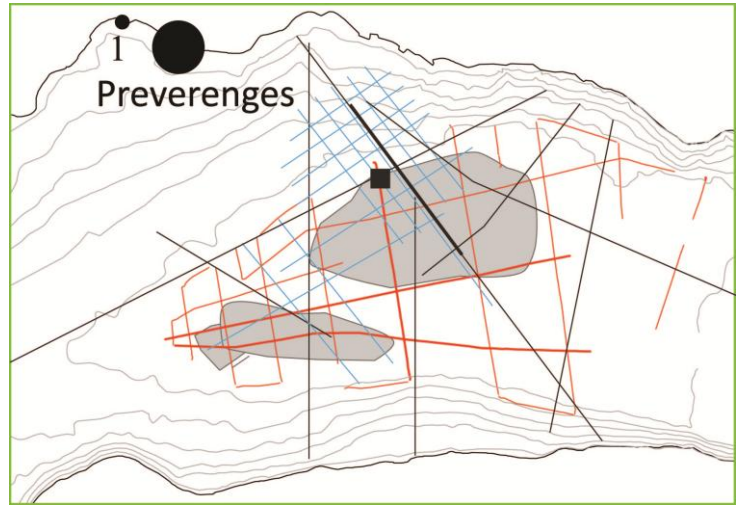
Période d'occupation datée par dendrochronologie

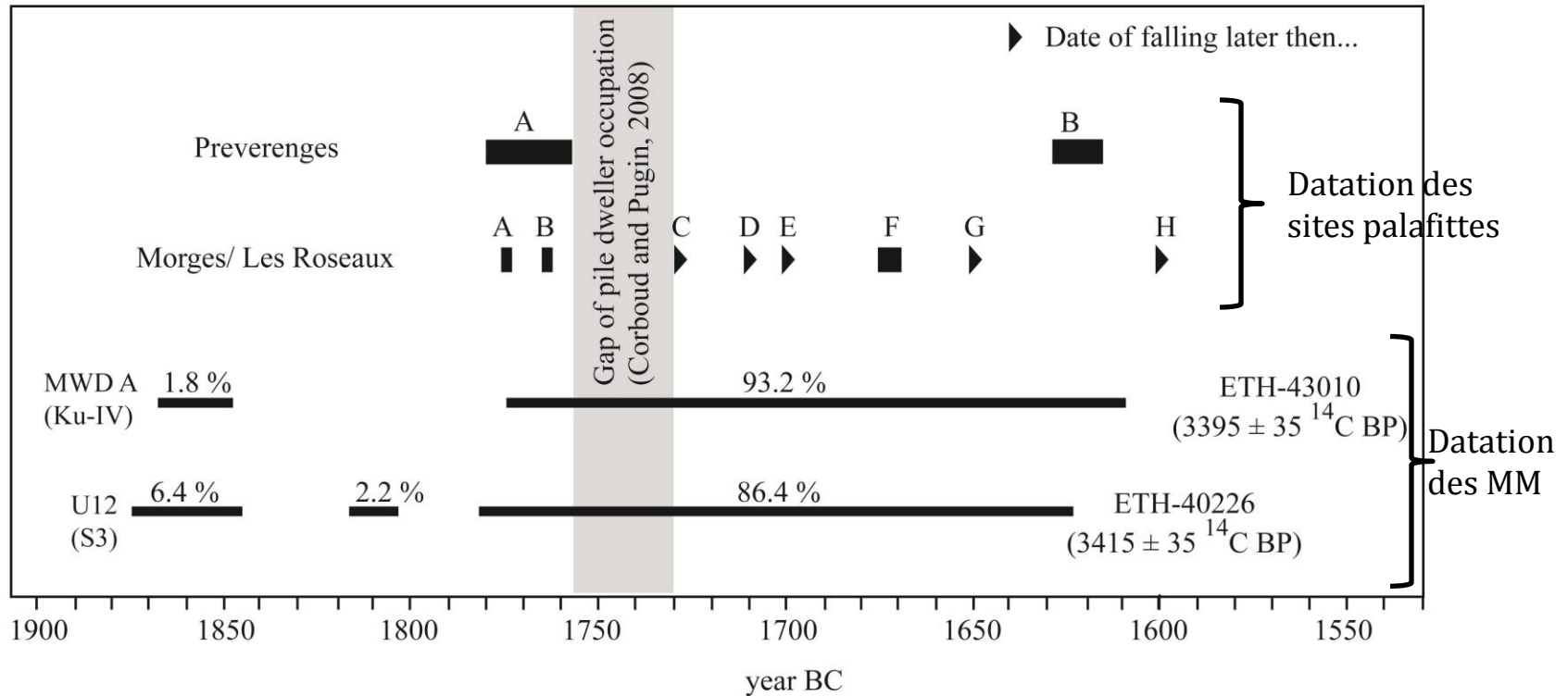


Institut Forel



Institut Forel



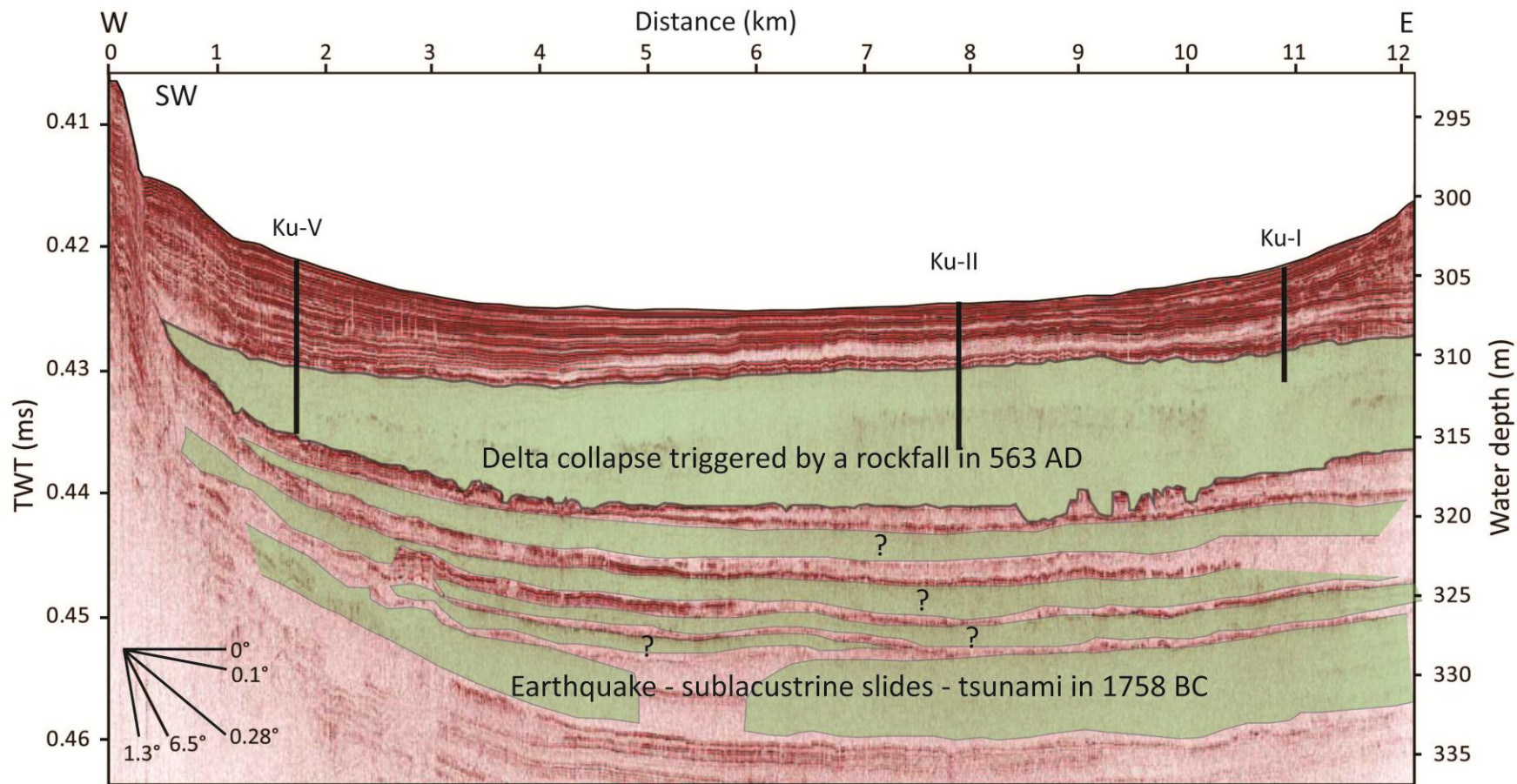


Abandon des sites palafittiques pendant 28 ans (Préverenges et Morges, Corboud et Pugin 2008)

Evénement de tremblement de terre – tsunami en 1758 av JC ?



Future work



Plusieurs autres évènements sédimentaires ont lieu au cours des derniers 4000 ans. Etude en cours



Conclusions :

L'événement du Tauredunum n'est pas une légende. Il a bien eu lieu.

Il y a eu plusieurs tsunamis sur le Léman au cours des 4000 derniers ans.

Les sédiments lacustres, utilisés comme archives des évènements exceptionnels, permettent d'améliorer nos connaissances de la fréquence des évènements catastrophiques.



Stéphanie Girardclos



Merci beaucoup!!



Stéphanie Girardclos