

La caractérisation structurale des massifs rocheux

Pierre Pothérat

CETE de Lyon

Groupe mécanique des Roches

La caractérisation structurale des massifs rocheux

Recommandations:

- Avant de bâtir un modèle de comportement d'un versant rocheux instable il importe d'en étudier la structure;
- La connaissance de la structure passe par deux étapes:
 - La bibliographie + la photo-interprétation
 - Les levés de terrain
- En utilisant les projections stéréographiques il est possible mettre en évidence des structures non visibles sur le terrain

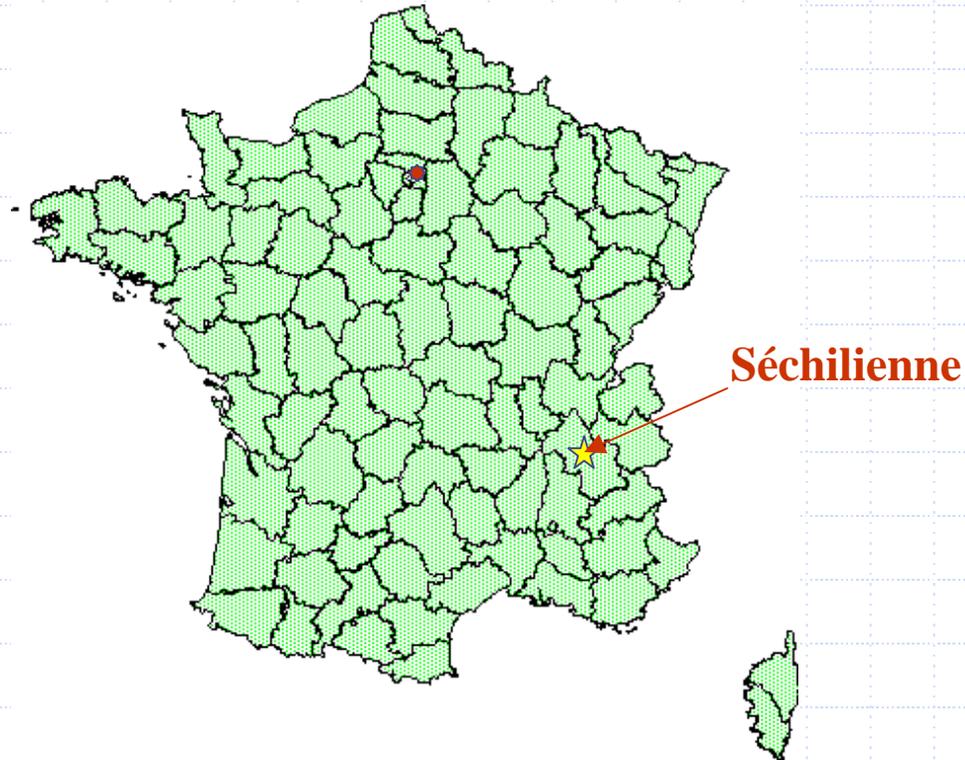
La caractérisation structurale des massifs rocheux

Etude de cas:

Le versant instable de Séchilienne (38)

Le versant instable de Séchilienne

Situation géographique



Le versant instable de Séchilienne

Vue depuis la station de surveillance de Mont Falcon

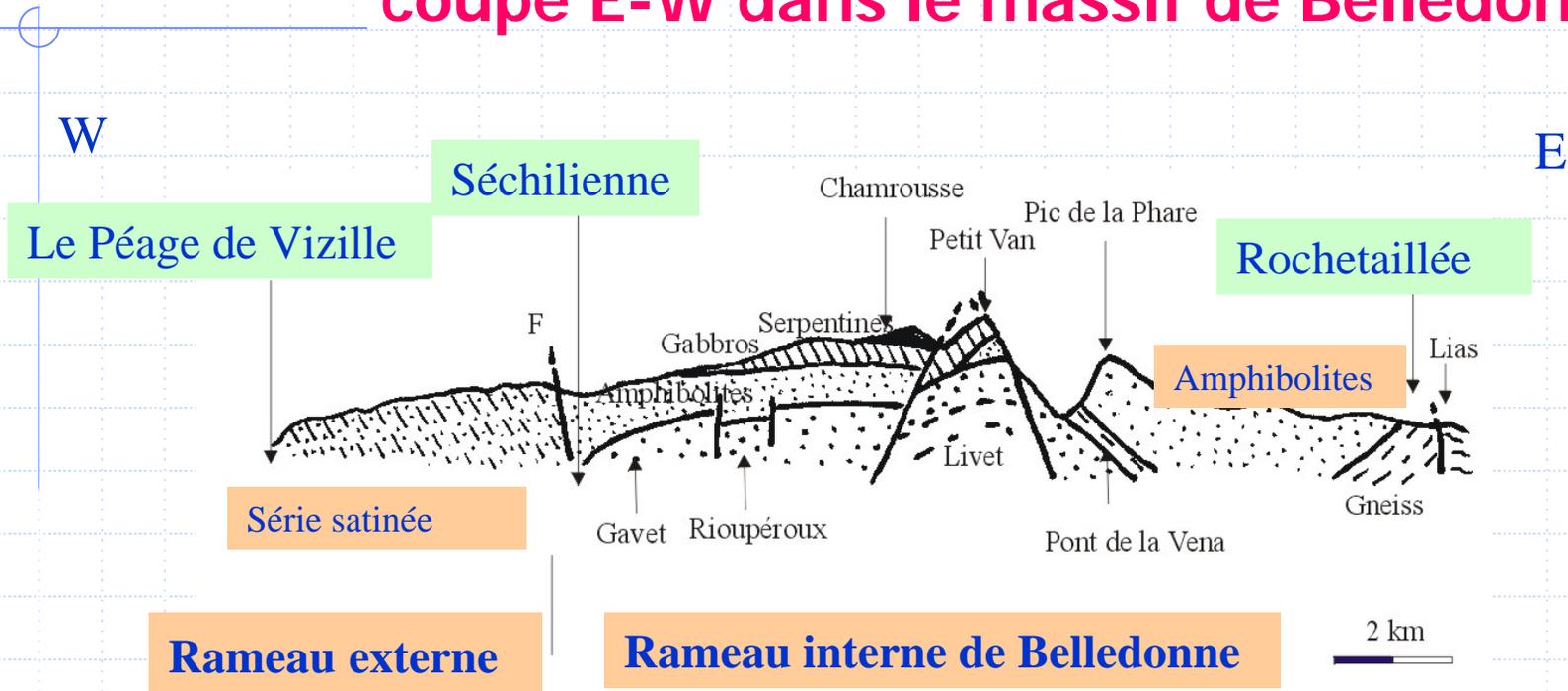


Le versant instable de Séchilienne

Le cadre géologique

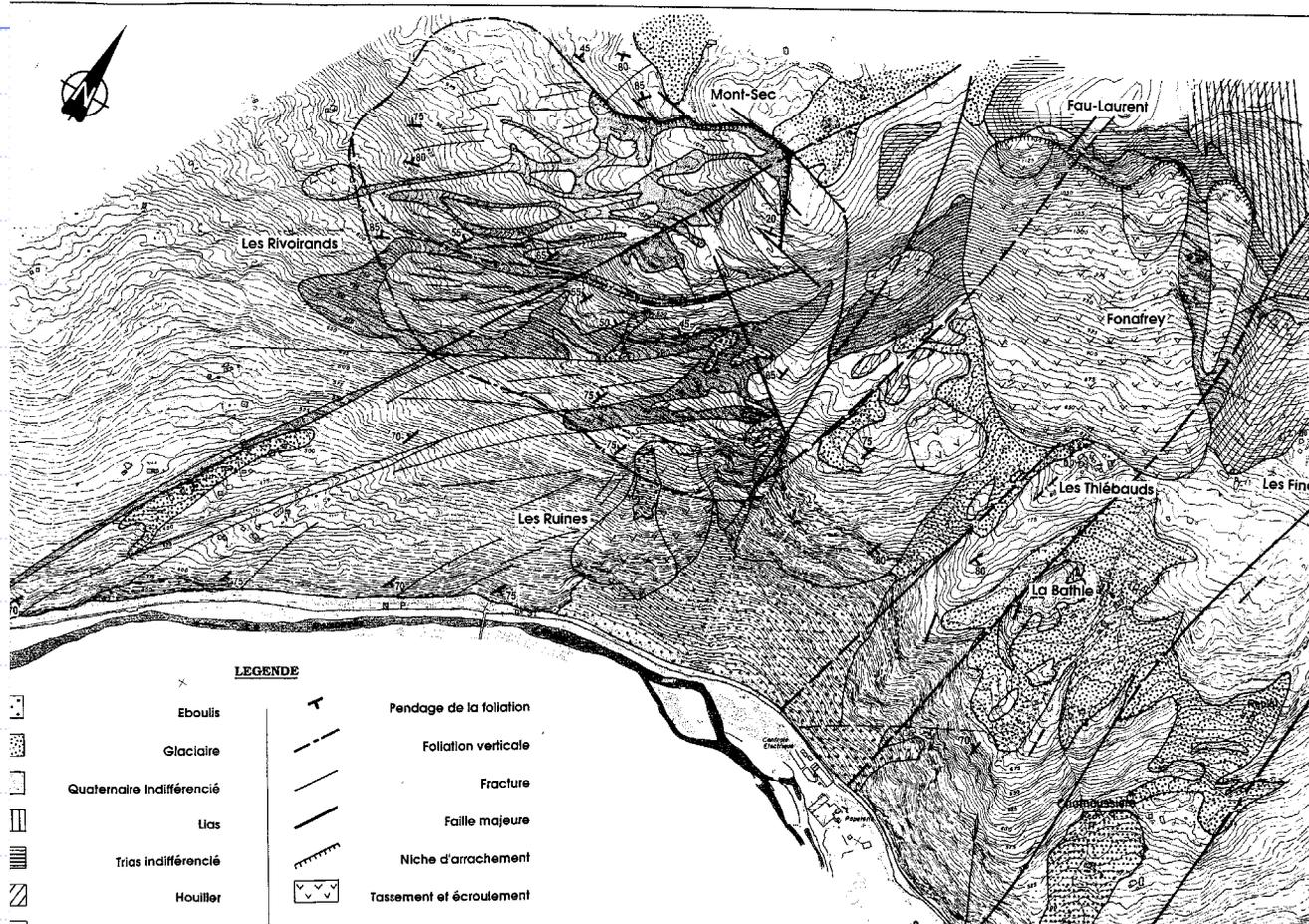
Le versant instable de Séchilienne

coupe E-W dans le massif de Belledonne



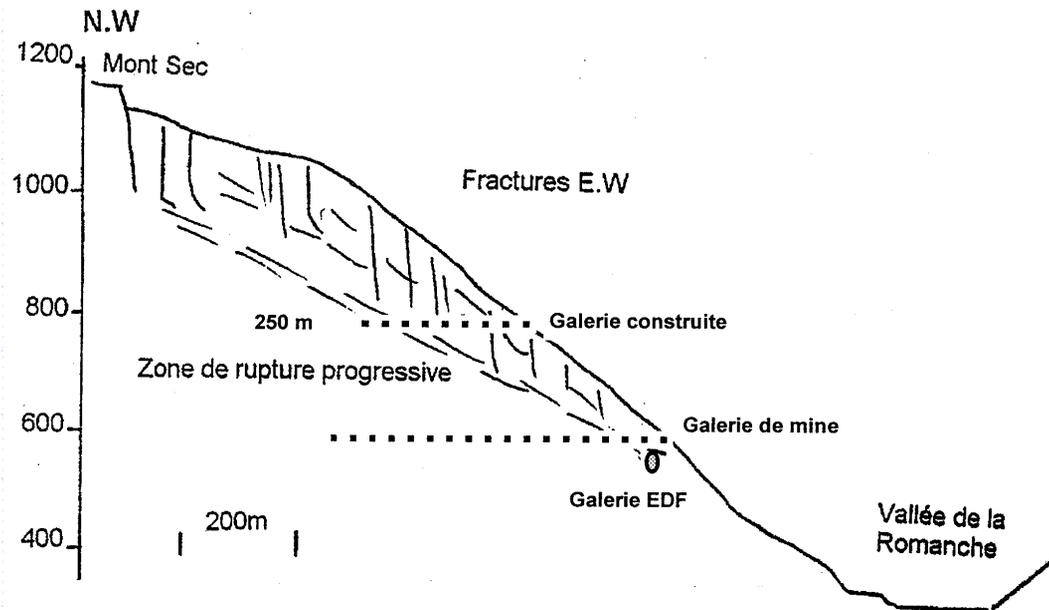
Coupe du massif de Belledonne par la vallée de la Romanche (entre Vizille et Rochetaillée)

Le versant instable de Séchilienne



La carte géologique en 1990

Le versant instable de Séchilienne



Coupe transversale des « Ruines » de Séchilienne (1990)

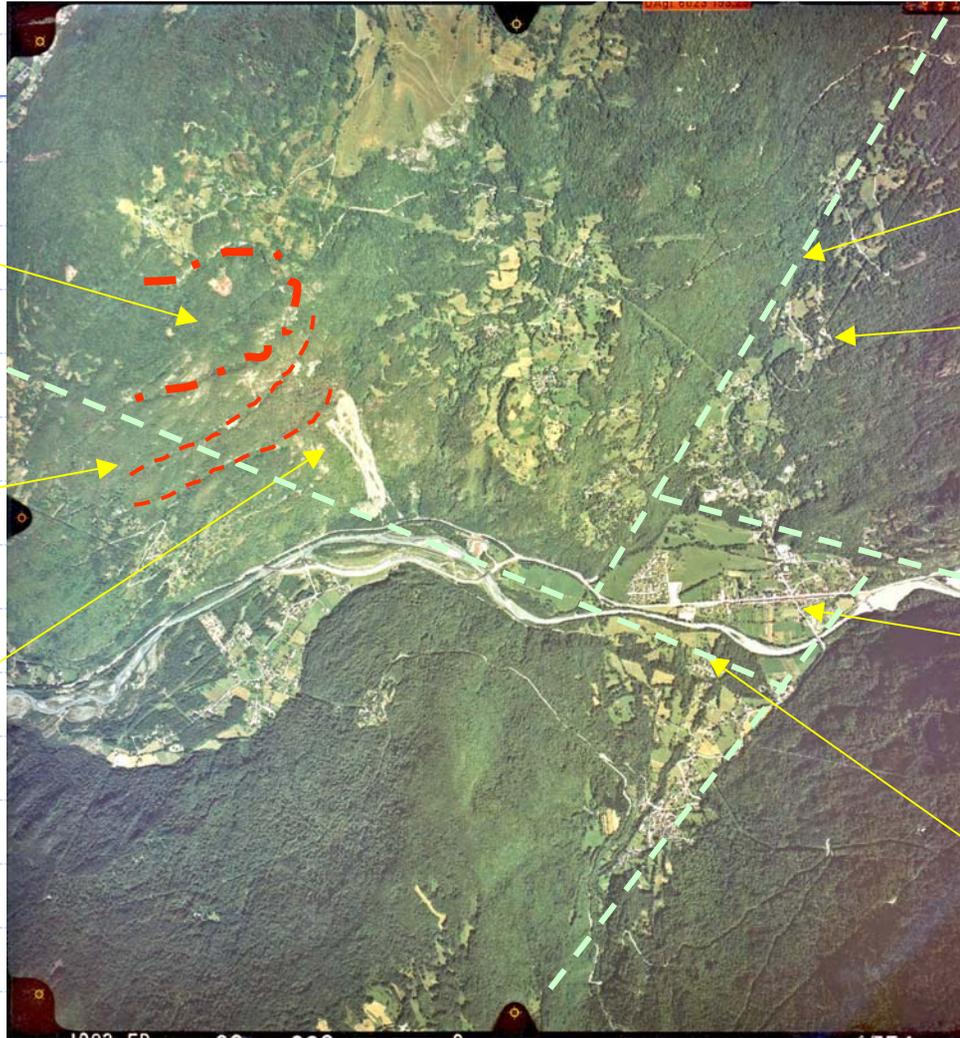
La photo-interprétation

Le versant instable de Séchillienne

Affaissement
sommital

Série
Satinée

Couloir des
« Ruines »



« synclinal médian »

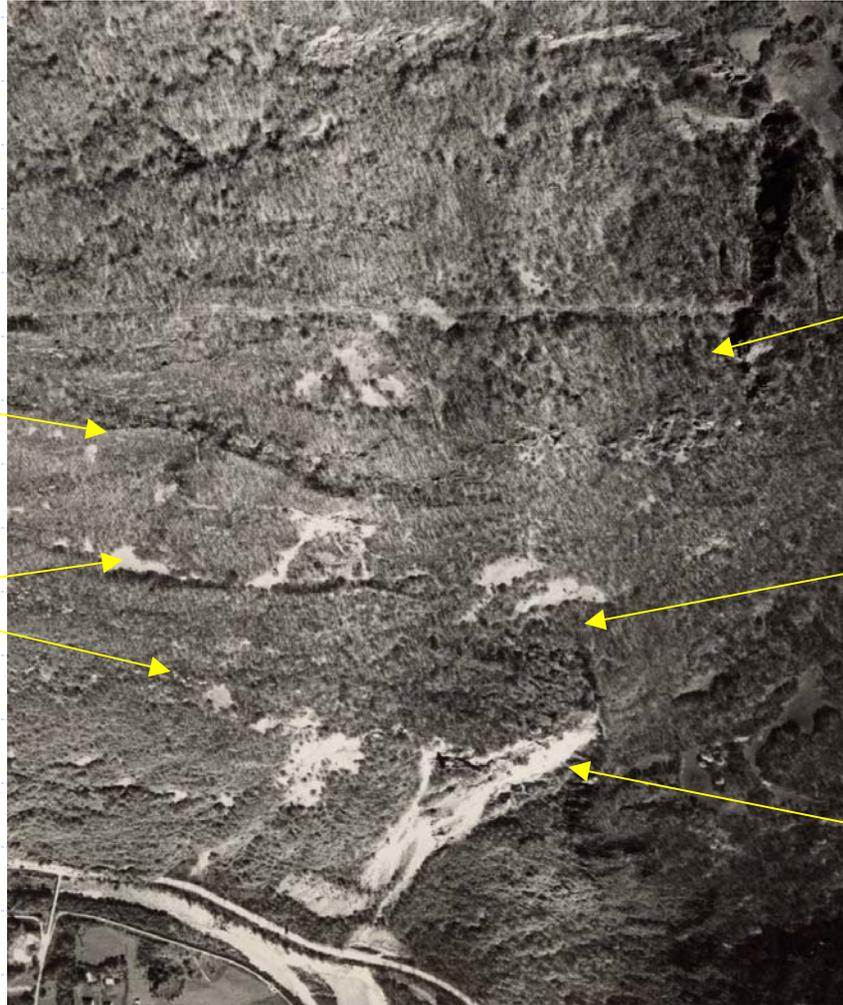
amphibolites

Bassin losangique
« pull apart »

Faille de la
Romanche

Vue aérienne générale (Photo IGN, 1993)

Le versant instable de Séchillienne



Sillon de la
Grande Combe

Fractures à
regard amont

Bordure
elliptique de
l'affaissement
sommital

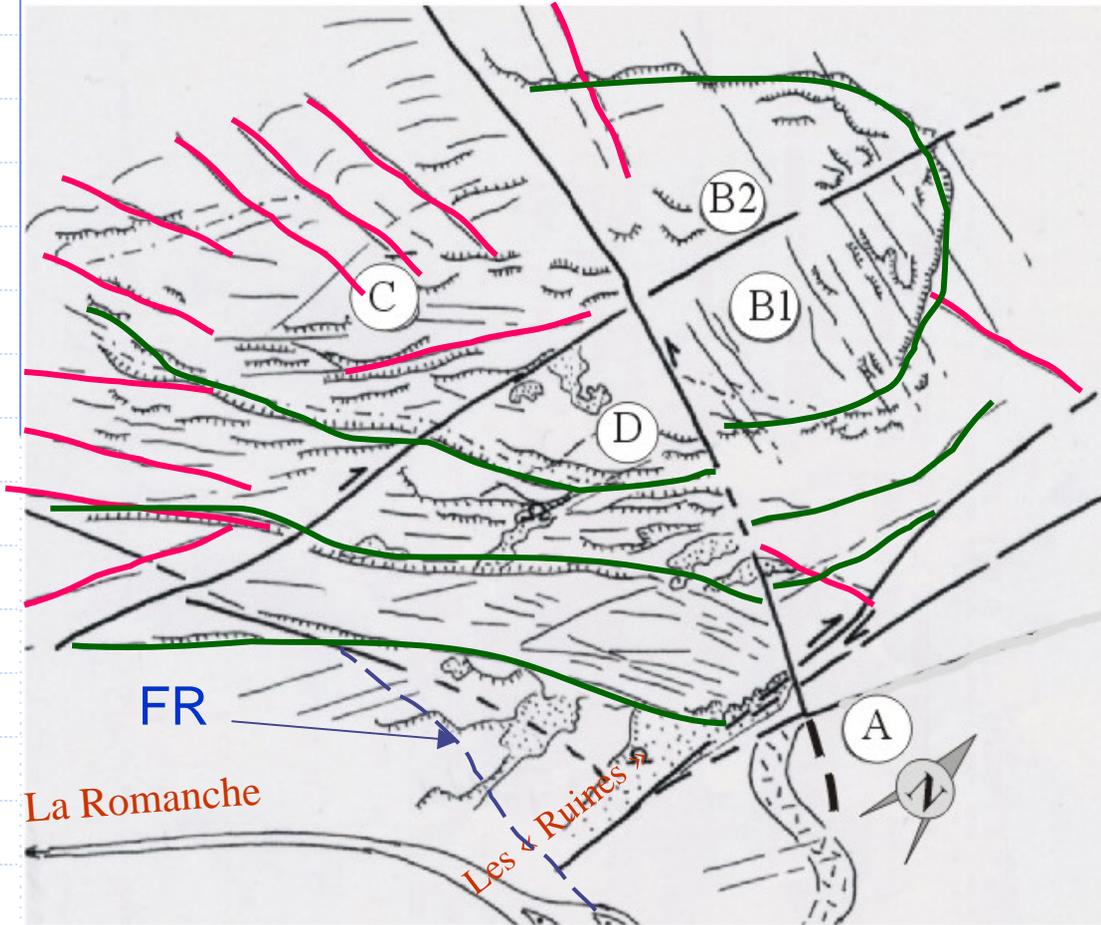
Fracture N 140°
du sommet des
« Ruines »

Couloir des
« Ruines »

Vue aérienne du « Mont Sec » (Photo Sintégra, 1986)

Le versant instable de Séchilienne

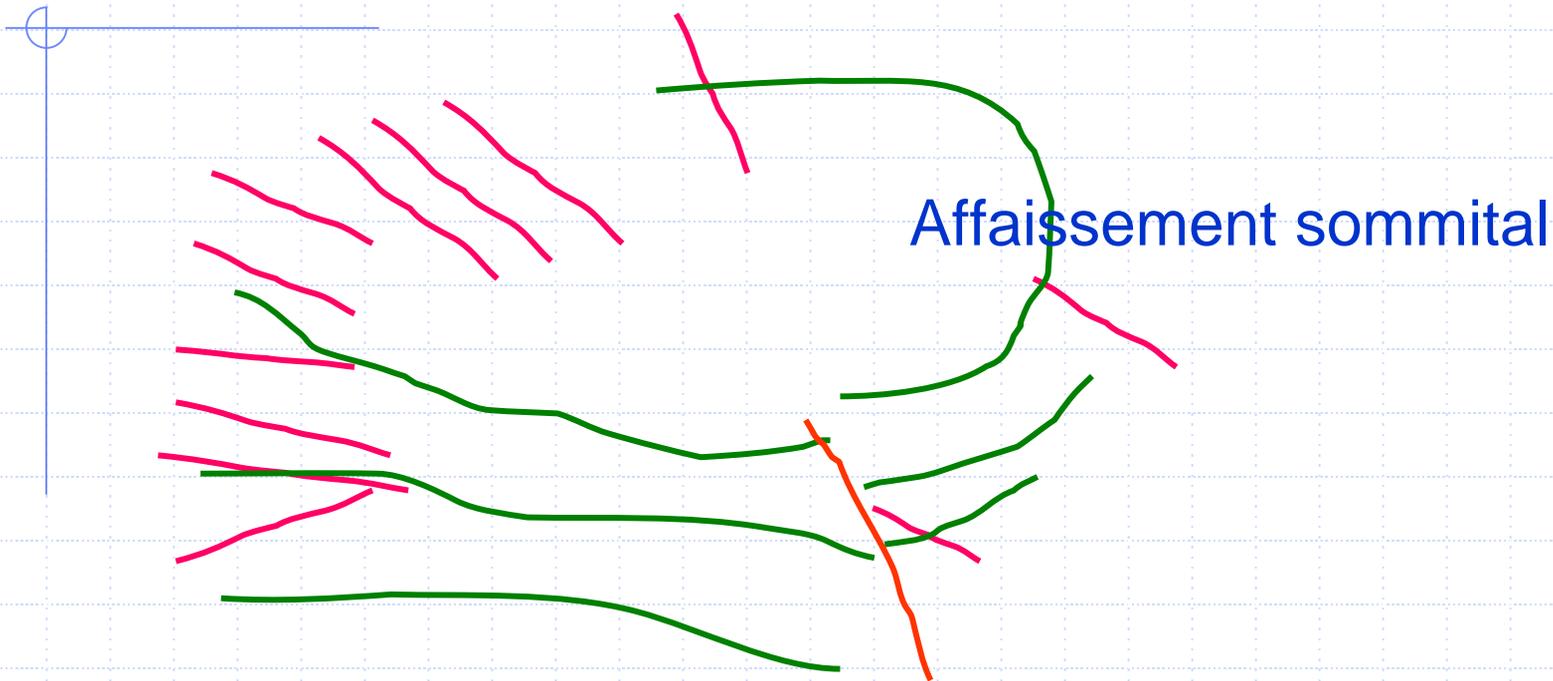
Photo-interprétation



Esquisse structurale

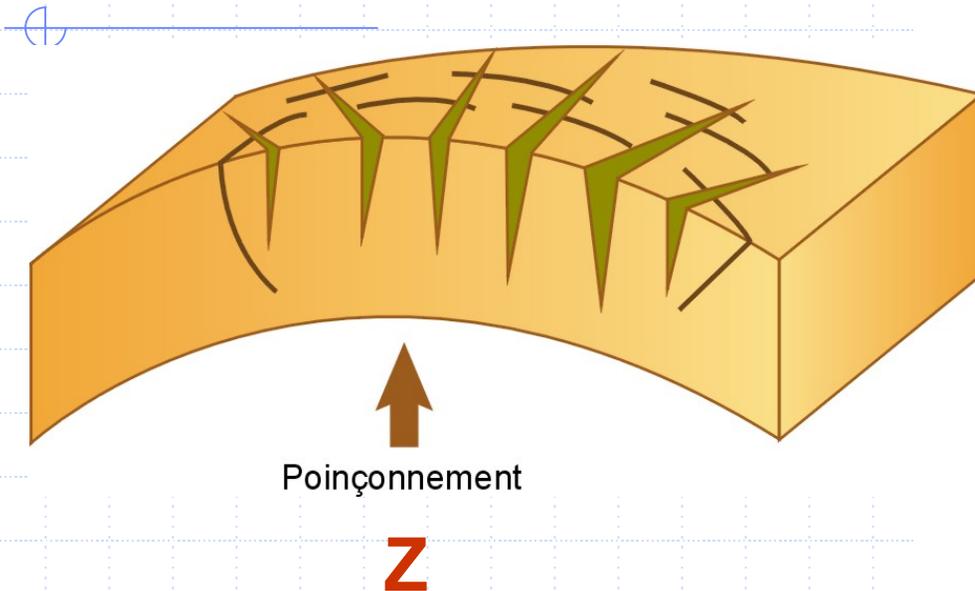
(Les lettres entourées d'un cercle désignent des panneaux à cinématique variable)

Photo-interprétation



Fractures à disposition radiale (en rouge)
et concentrique (en vert)

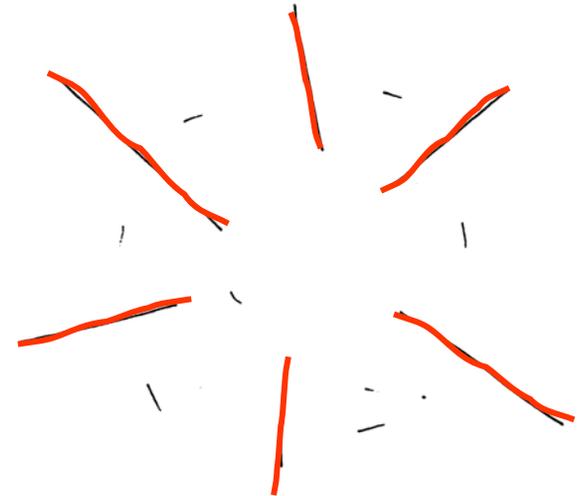
Poinçonnement vertical



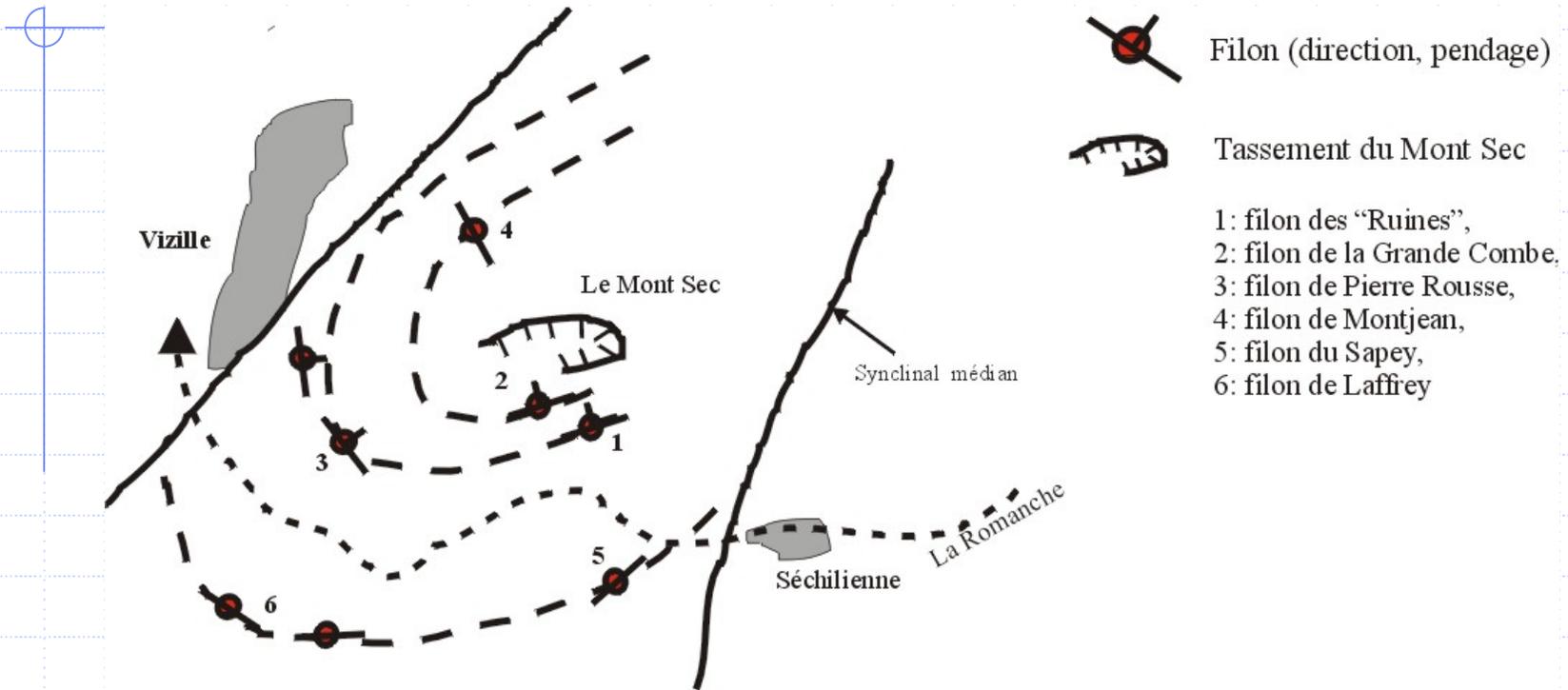
Failles rayonnantes
et concentriques:

Intrusion

Failles rayonnantes:
diapir sous-jacent

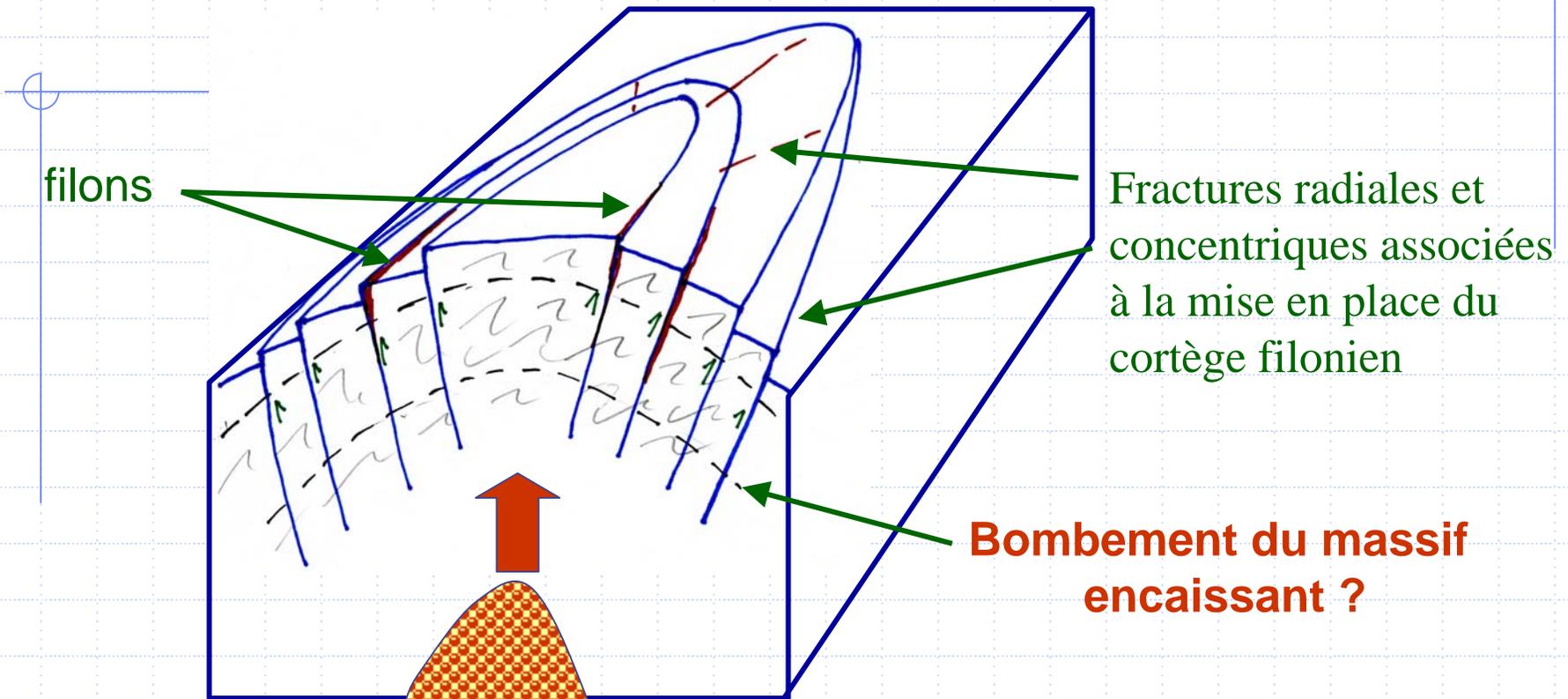


Le versant instable de Séchilienne



Relations spatiales entre le cortège filonien de Séchilienne et l'affaissement sommital du Mont Sec

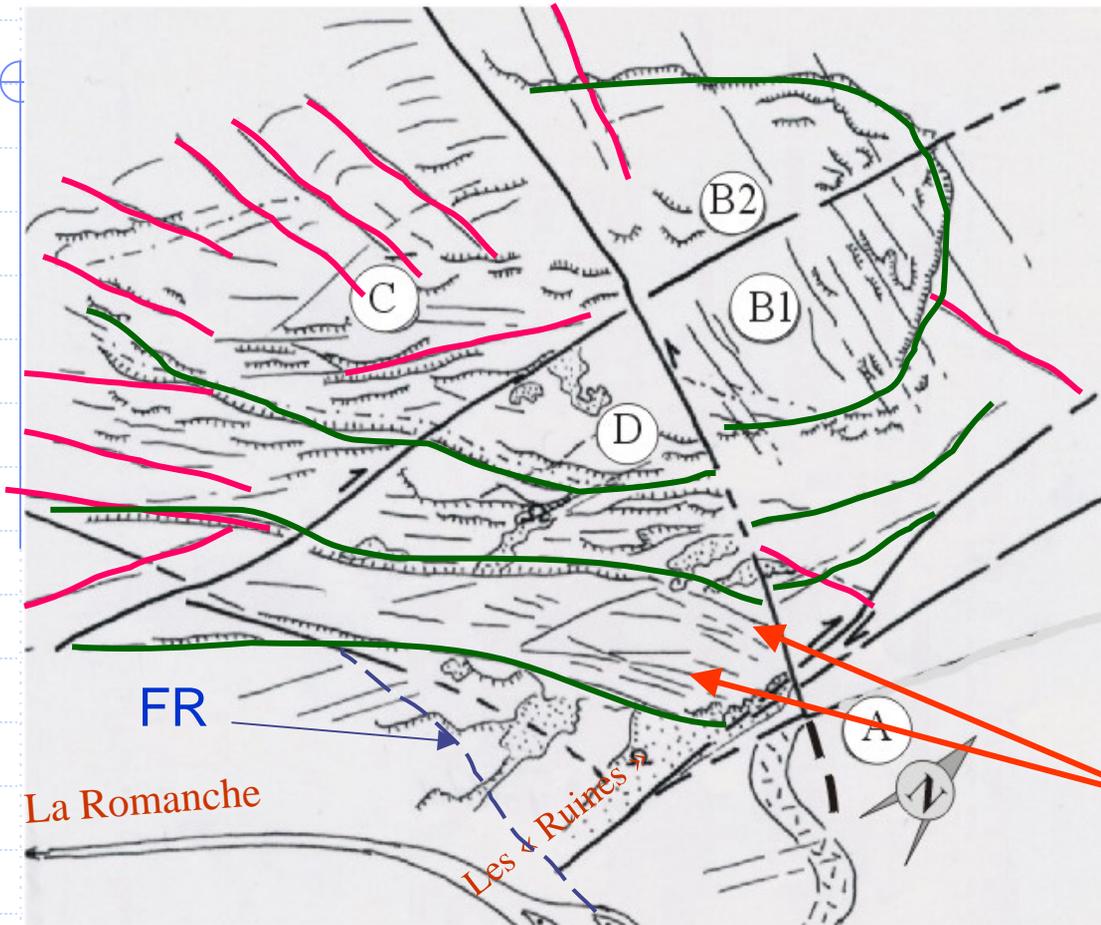
Le versant instable de Séchillienne



fracturation en « cone sheet » par poinçonnement vertical (magma)

Modèle de genèse des fractures radiales et concentriques par poussée verticale associée à la mise en place d'un champ filonien

Le versant instable de Séchilienne



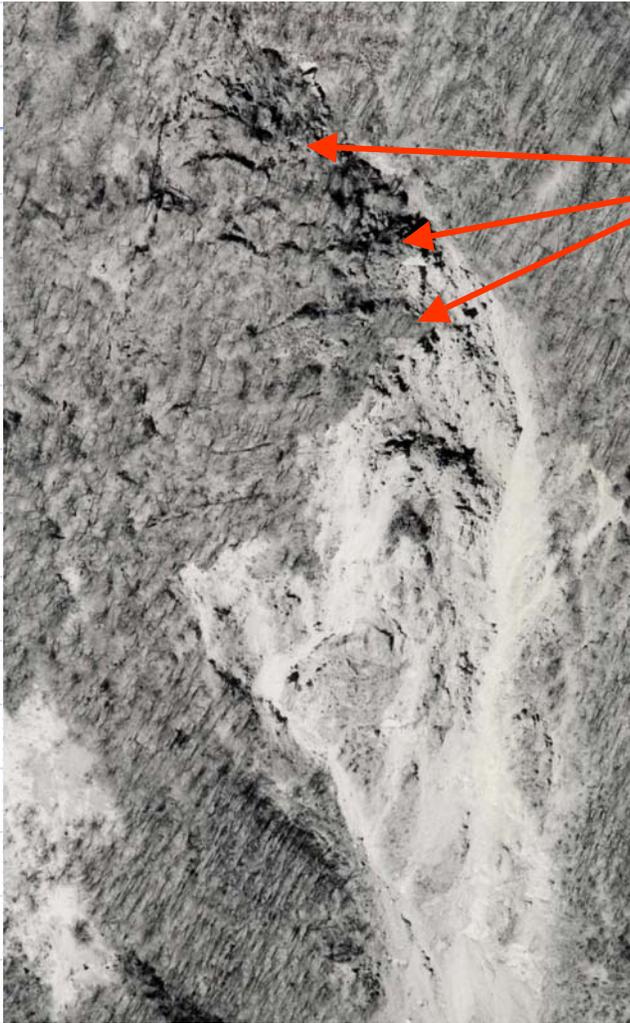
Esquisse structurale

(Les lettres entourées d'un cercle désignent des panneaux à cinématique variable)

Les lanières (N 70)

Photo-interprétation

Le versant instable de Séchilienne

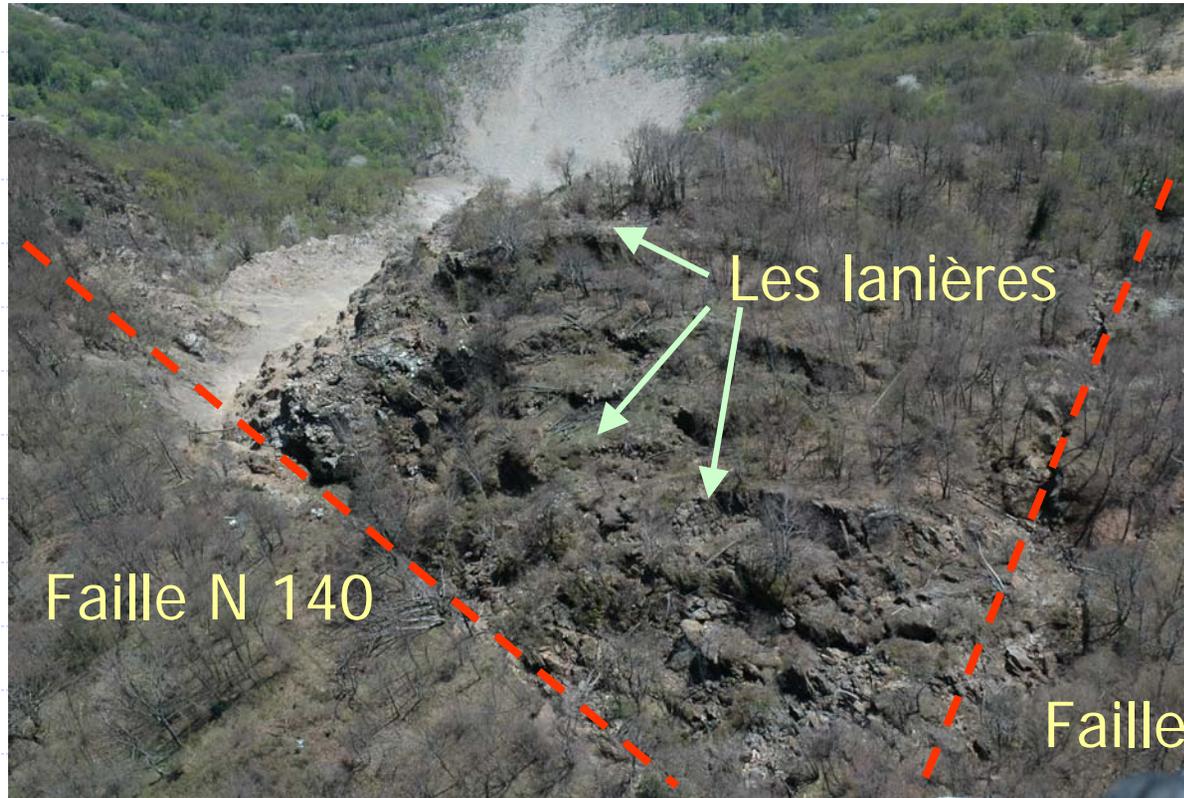


Les lanières

**Vue aérienne du
couloir des ruines**

La zone active - Les lanières

Le versant instable de Séchilienne



**Vue du
sommet des
ruines**

La zone active - Les lanières

Le versant instable de Séchilienne



**Section des
lanières au
sommet des
ruines**

La zone active - Les lanières

Le versant instable de Séchilienne



**Section des
lanières en
partie médiane
des ruines**

La zone active - Les lanières

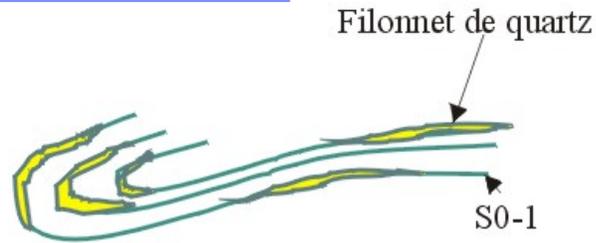
L'héritage structural

(Les différentes phases tectoniques)

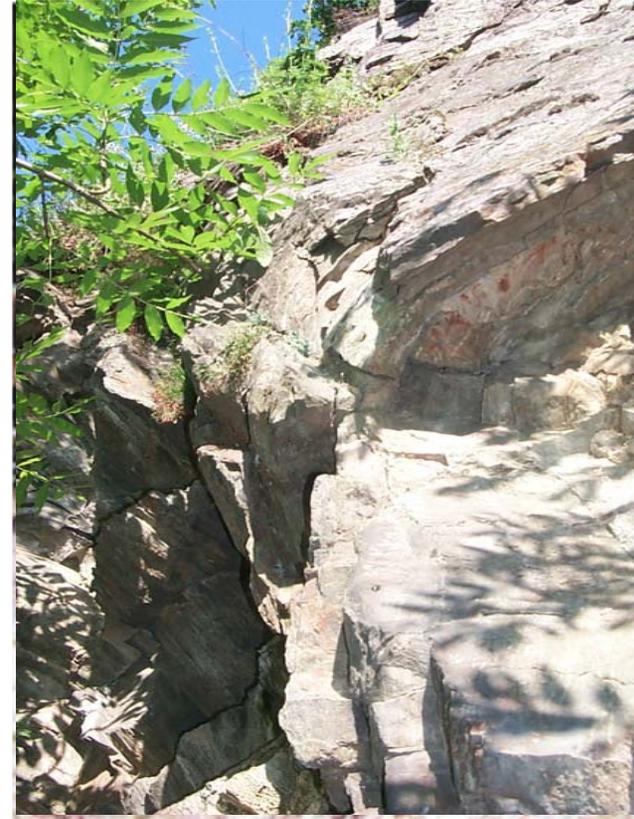
■ Les données de terrain

■ Les levés en galeries

Les données de terrain



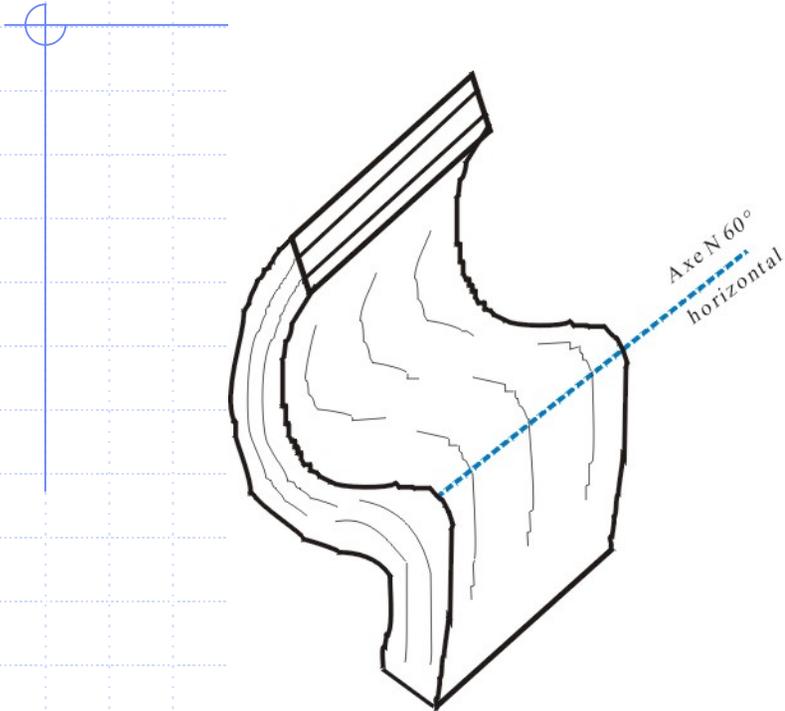
D1: plissement des quartz
d'exudation synschisteux



D2: verticalisation des plis synschisteux

Les phases de déformation 1 et 2

Les données de terrain



Plis P3 en genou, à vergence nord, axe N 60/70

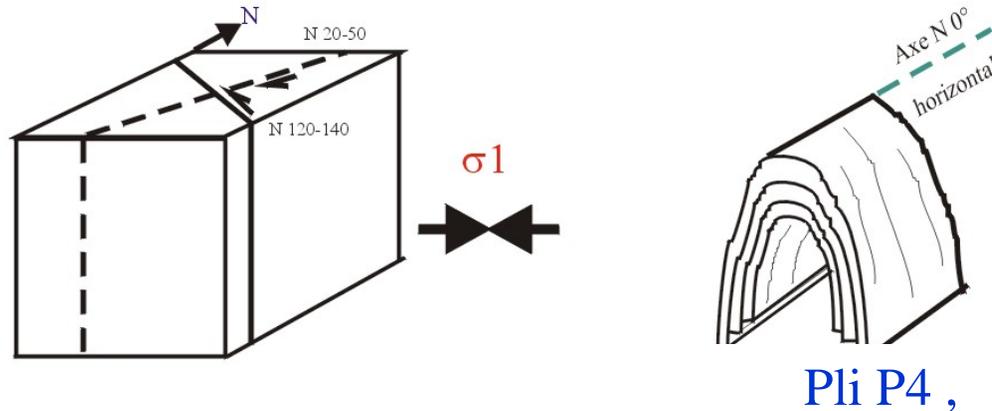
La phase de déformation 3 (hercynienne)

Les données de terrain



Axe du pli

Pli P4



Pli P4 ,

Système de décrochements conjugué

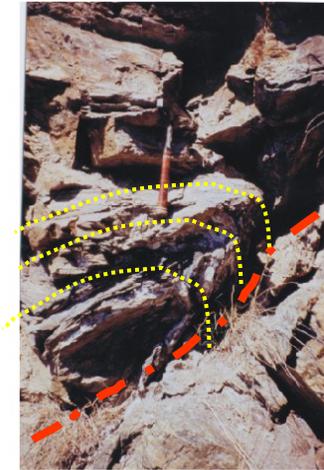
d'axe N 0 à N 20, penté 20° N

La phase de déformation 4 (tardi hercynienne)

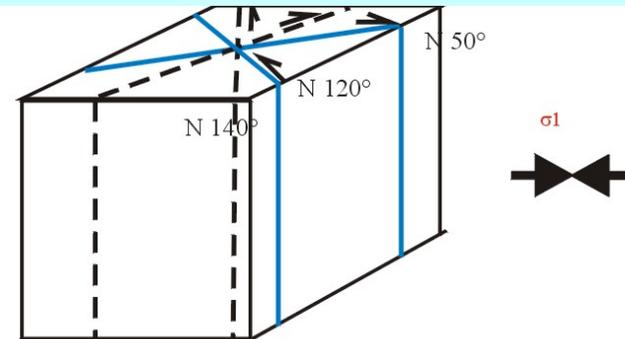
Les données de terrain



Pli d'entraînement en éventail sur décrochement dextre N140°



Pli d'entraînement sur décrochement senestre N20°



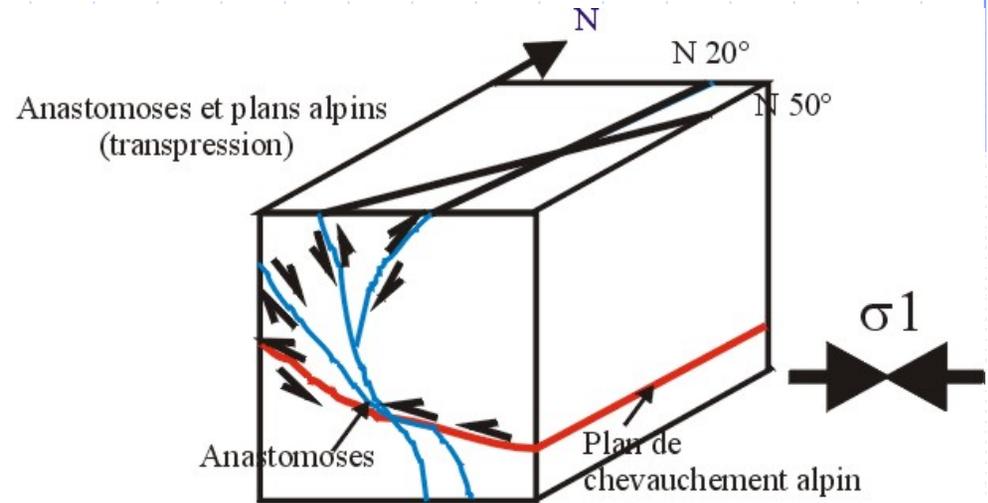
Système de décrochements conjugués

La phase de déformation 5 (alpine)

Les données de terrain



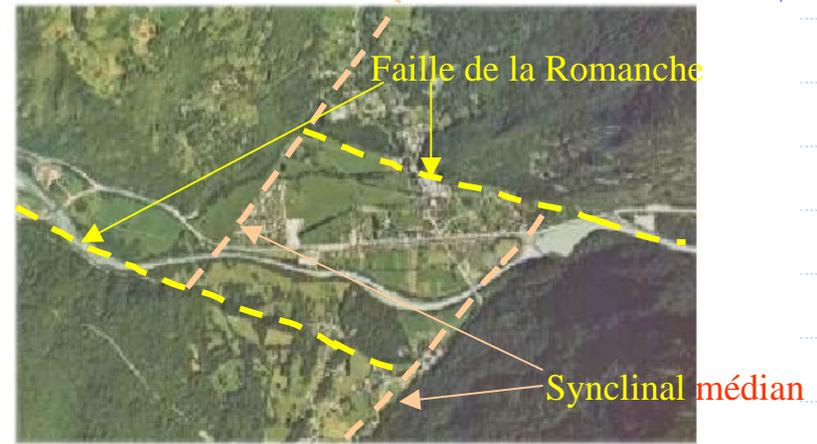
Anastomoses dans la galerie de reconnaissance



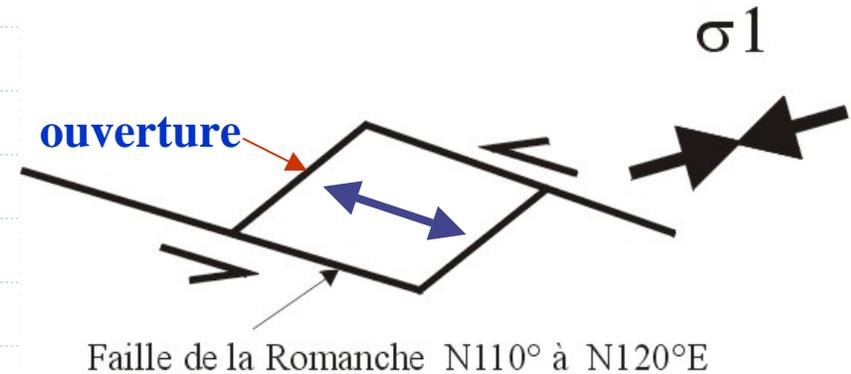
Interprétation structurale

Relations entre les plans de chevauchement alpins et les anastomoses

Les données de terrain



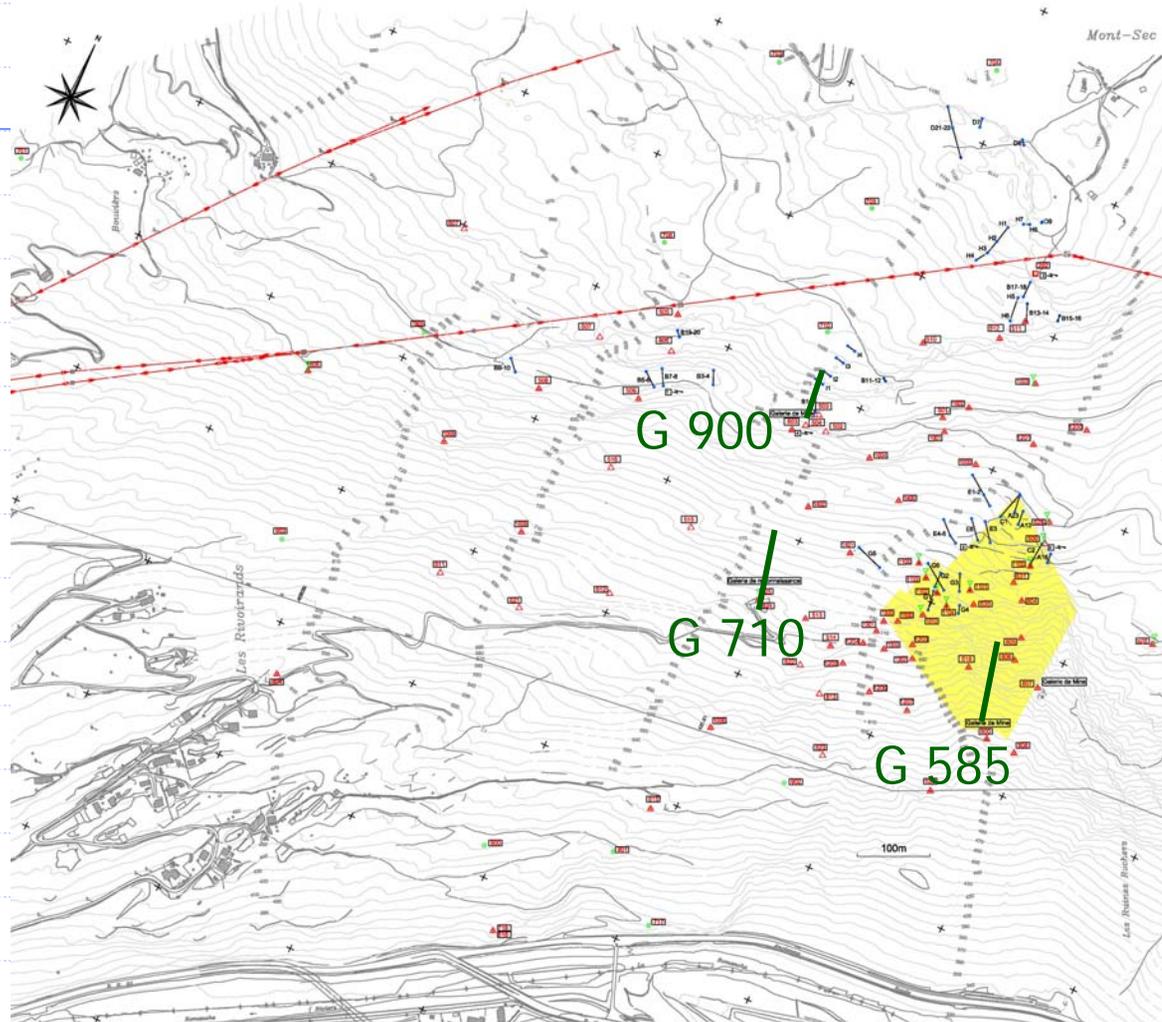
Vue aérienne du versant de Séschilienne



Interprétation structurale

Le bassin losangique de Séschilienne

Les levés en galeries



Plan de position des galeries

Les levés en galeries

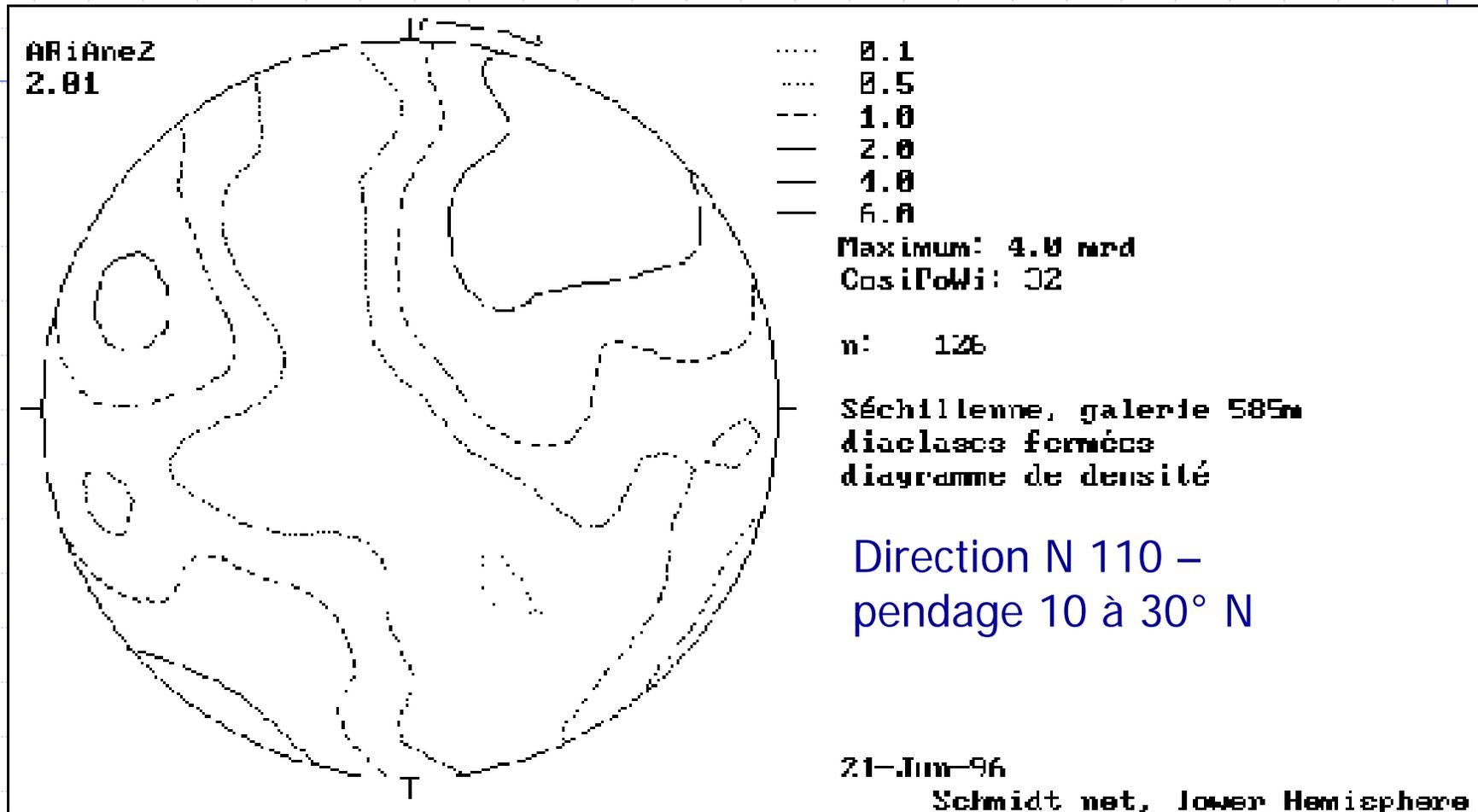
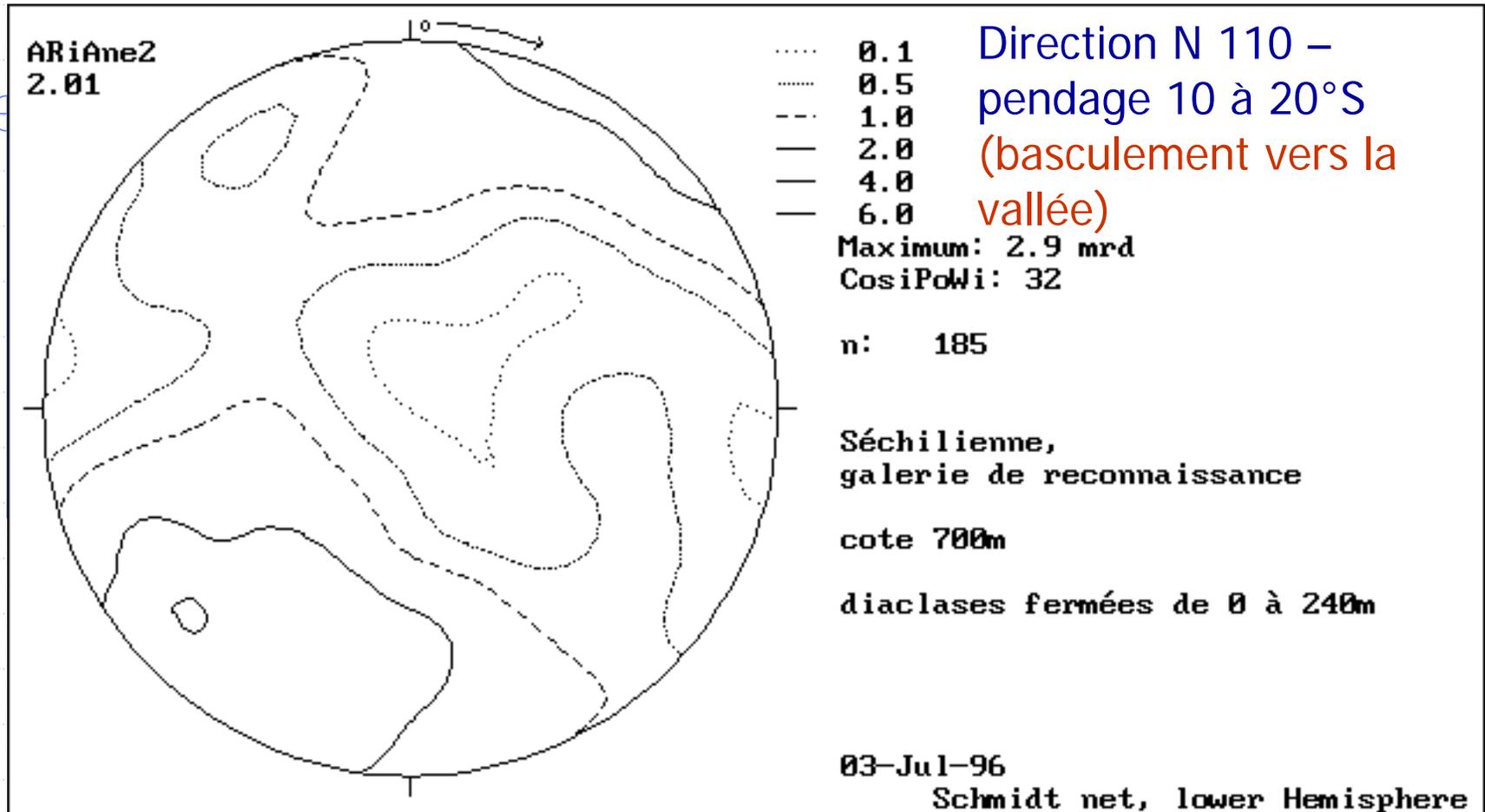


Diagramme de densité des fractures (galerie de mine 585)

Les levés en galeries



**diagramme de densité des poles de fractures
(galerie de mine 710)**

Les levés en galeries

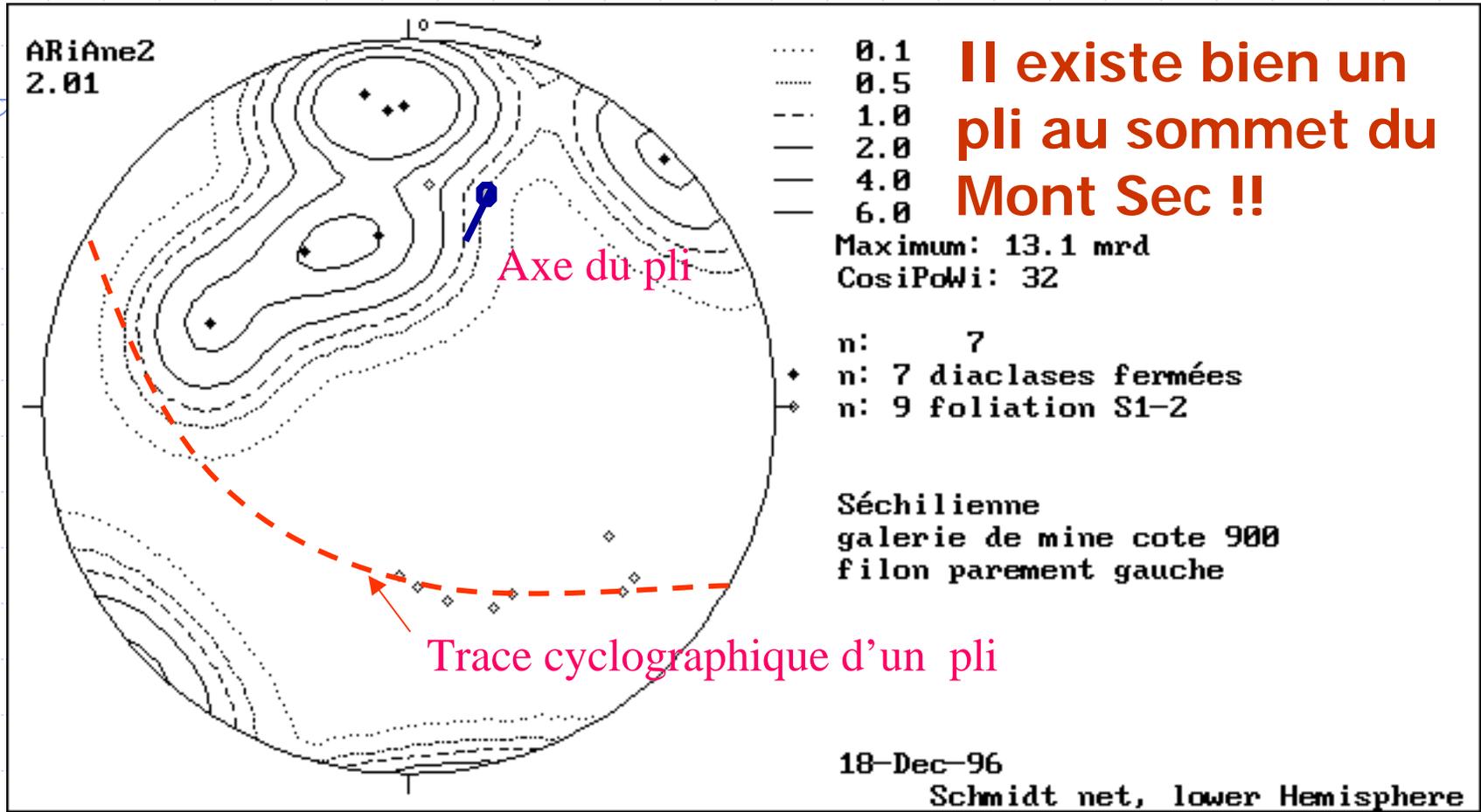


diagramme de densité des poles de plans de fractures et de foliation (galerie de mine 900)

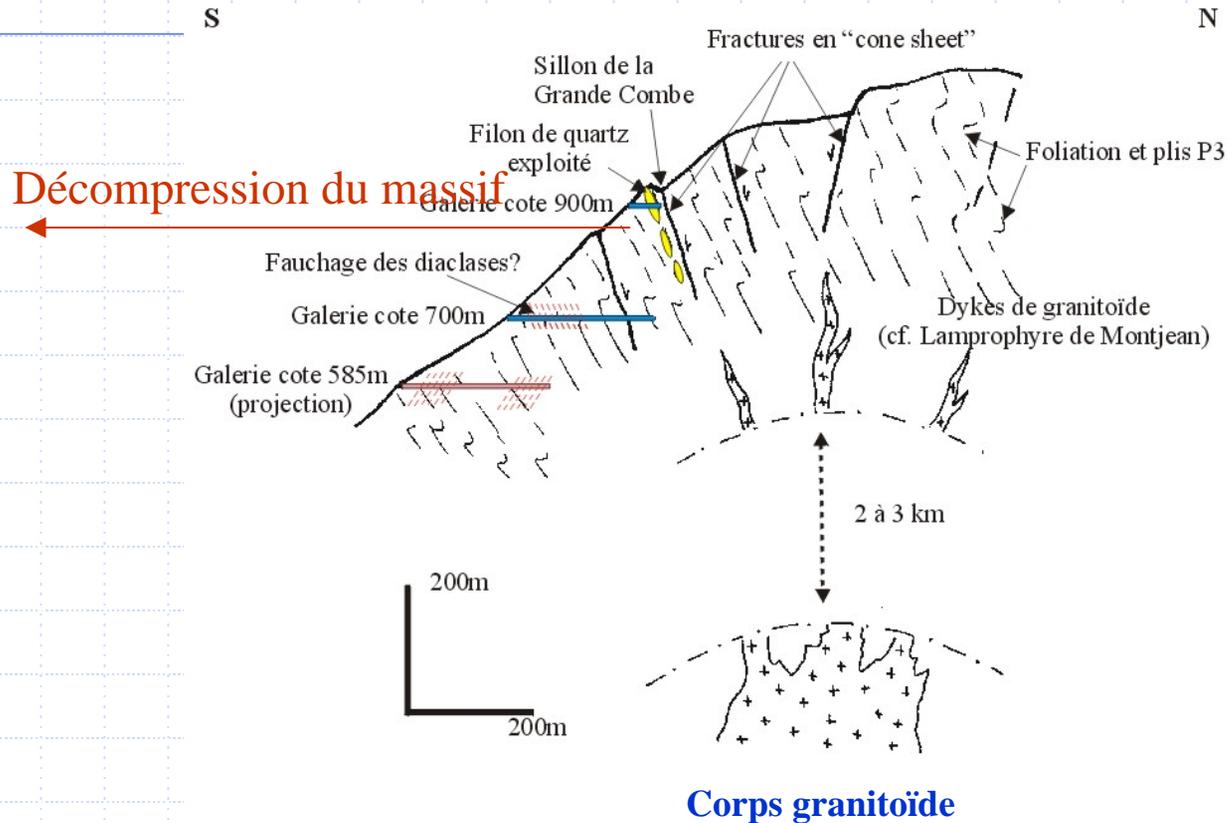
Le versant instable de Séchilienne



**Galerie de mine
(900m)**

**Le pli sommital du Mont Sec
(vue d'hélicoptère, 1998)**

Le versant instable de Séchilienne



Coupe interprétative passant par le centre de l'affaissement du Mont Sec et montrant l'effet de coin

Le versant instable de Séchilienne

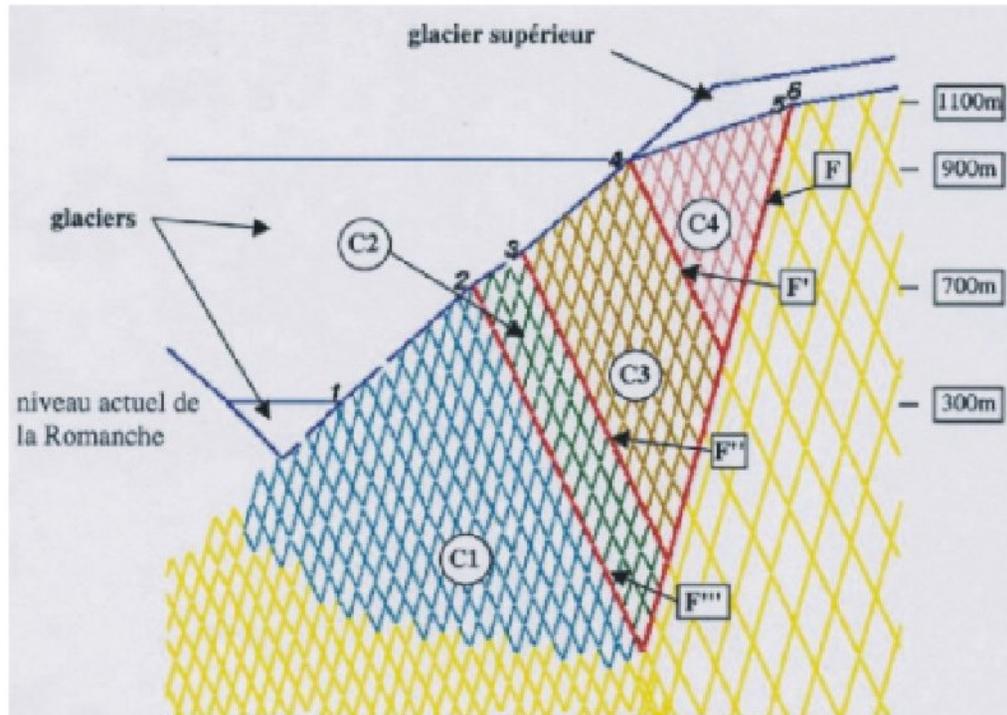
Le modèle de comportement

Le choix des discontinuités dans le maillage:

- Les fractures N 110 (diaclasses)
- Les fractures N 60-70 (lanières)
associées au pli sommital du Mont Sec

Le versant instable de Séchilienne

Le modèle de comportement



$$E_F = 5 \text{ GPa}$$

$$E_B = 10 \text{ GPa}$$

$$\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$$

$$\phi(\text{blocs}) = 20^\circ$$

$$\phi(\text{failles}) = 10^\circ$$

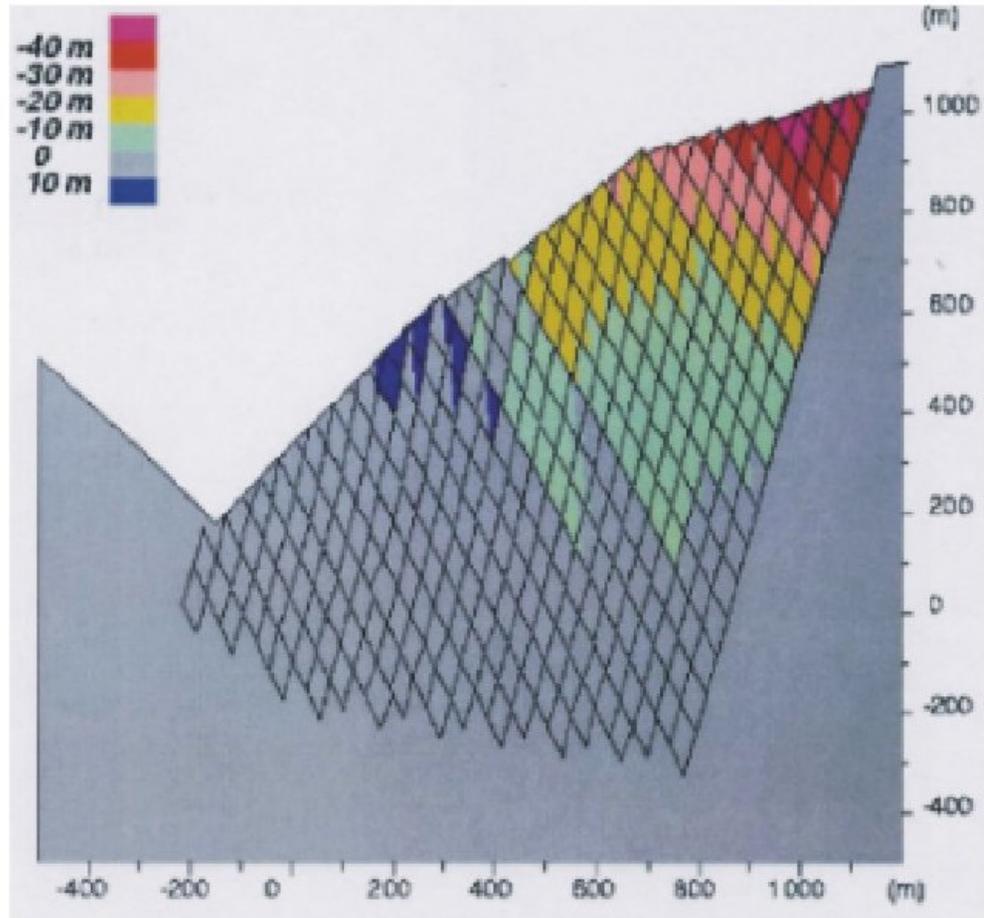
$$j_{\text{coh}} = 10 \text{ kPa}$$

$$j_{\text{tens}} = 1 \text{ kPa}$$

Modèle du versant de Séchilienne prenant en compte les différentes familles de discontinuités avec localisation des repères de déplacement (P. Alfonsi, LCPC)

Le mouvement de versant de Séchilienne (Isère)

**Le modèle de
comportement**



Iso déplacements verticaux dans le massif partiellement fracturé

(P. Alfonsi, LCPC)

Conclusions

Les schémas structuraux et les projections stéréographiques ont permis de mettre en évidence:

Un grand pli sommital

● le basculement (fauchage) des discontinuités de direction N 110

Les principales structures et discontinuités impliquées dans le mouvement de versant sont:

● Le grand pli sommital du Mont Sec,

● Le champ filonien et les fractures associées,

● Les décrochements conjugués N20° dextres et N140° sénestres

Les discontinuités utilisées pour le maillage du modèle de comportement du massif sont les suivantes:

diaclasses de direction N110

● discontinuités de direction N60-70 (lanières)

Je vous remercie