

MEGATOR : premiers résultats en photogrammétrie et interférométrie RSO

E. Trouvé[†], M. Gay^{*}, Ph. Bolon[†], G. Vasile[†], J.-M. Nicolas[‡],
J. Chanussot^{*}, P. Grussenmeyer[○], T. Landes[○],

Philippe.Bolon@univ-savoie.fr

[†] *LISTIC / ESIA – Université de Savoie*

[‡] *TSI – GET Télécom Paris*

^{*} *LIS – INP Grenoble*

[○] *MAP-PAGE – INSA Strasbourg*



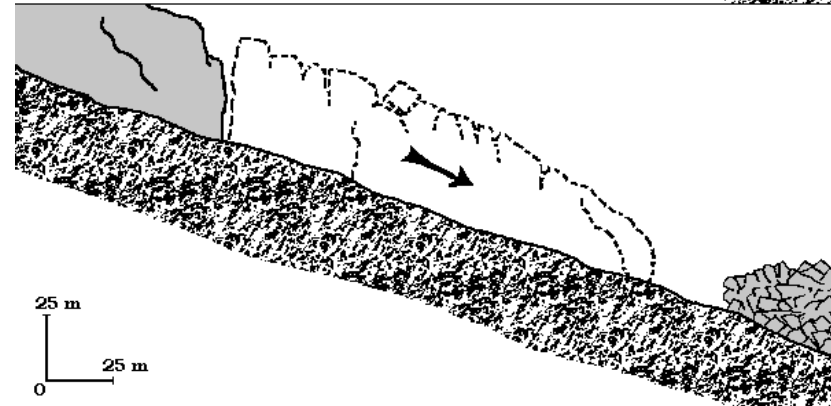
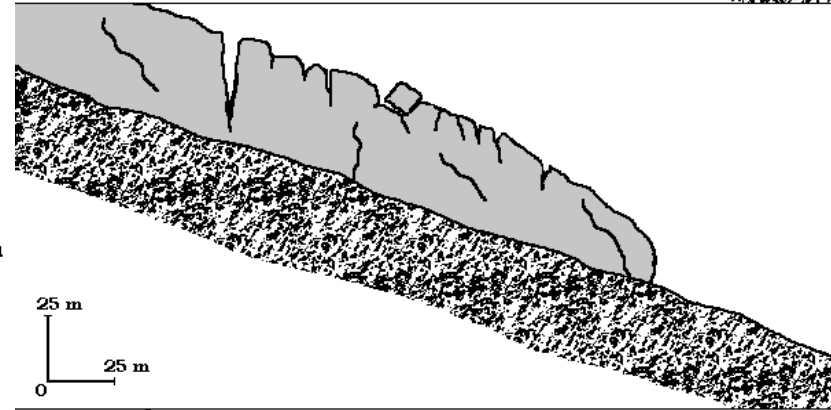
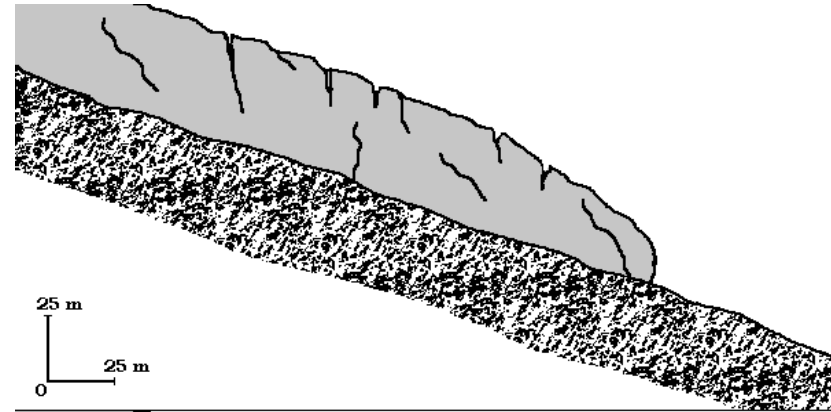
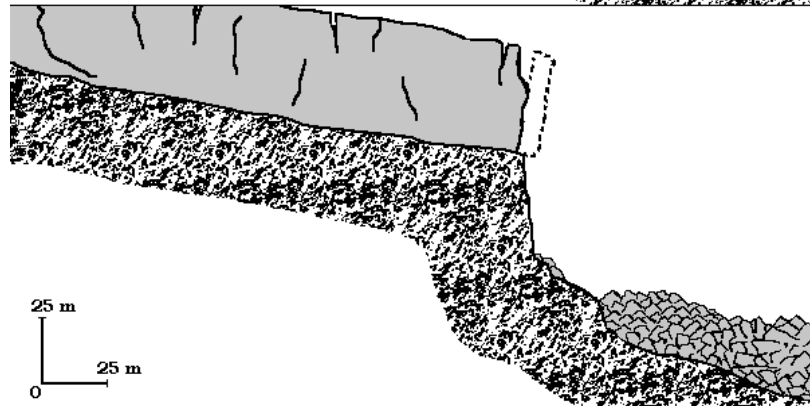
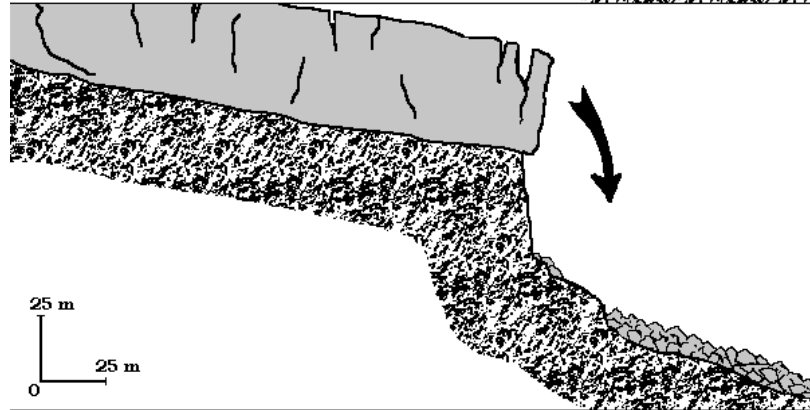
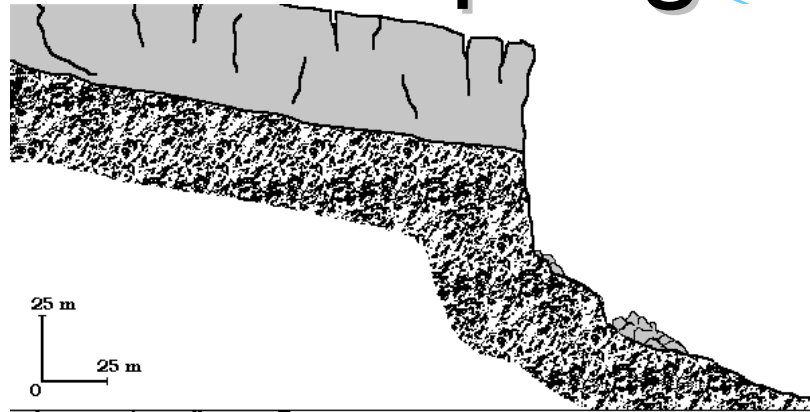
Glacier : évolution



Glacier de Sarennes, 1950 - 1998



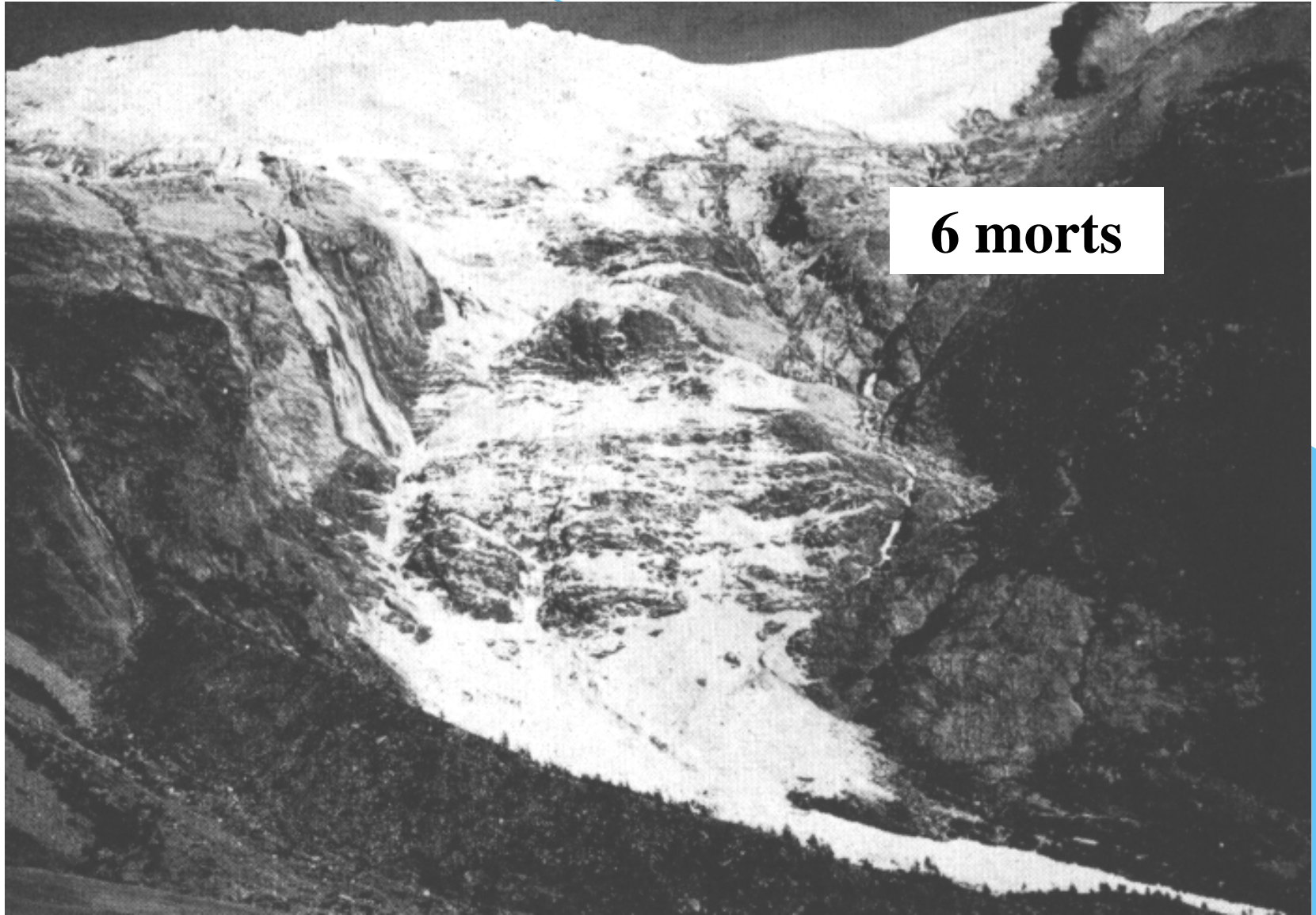
Risque glaciaire : séracs...



Légende :

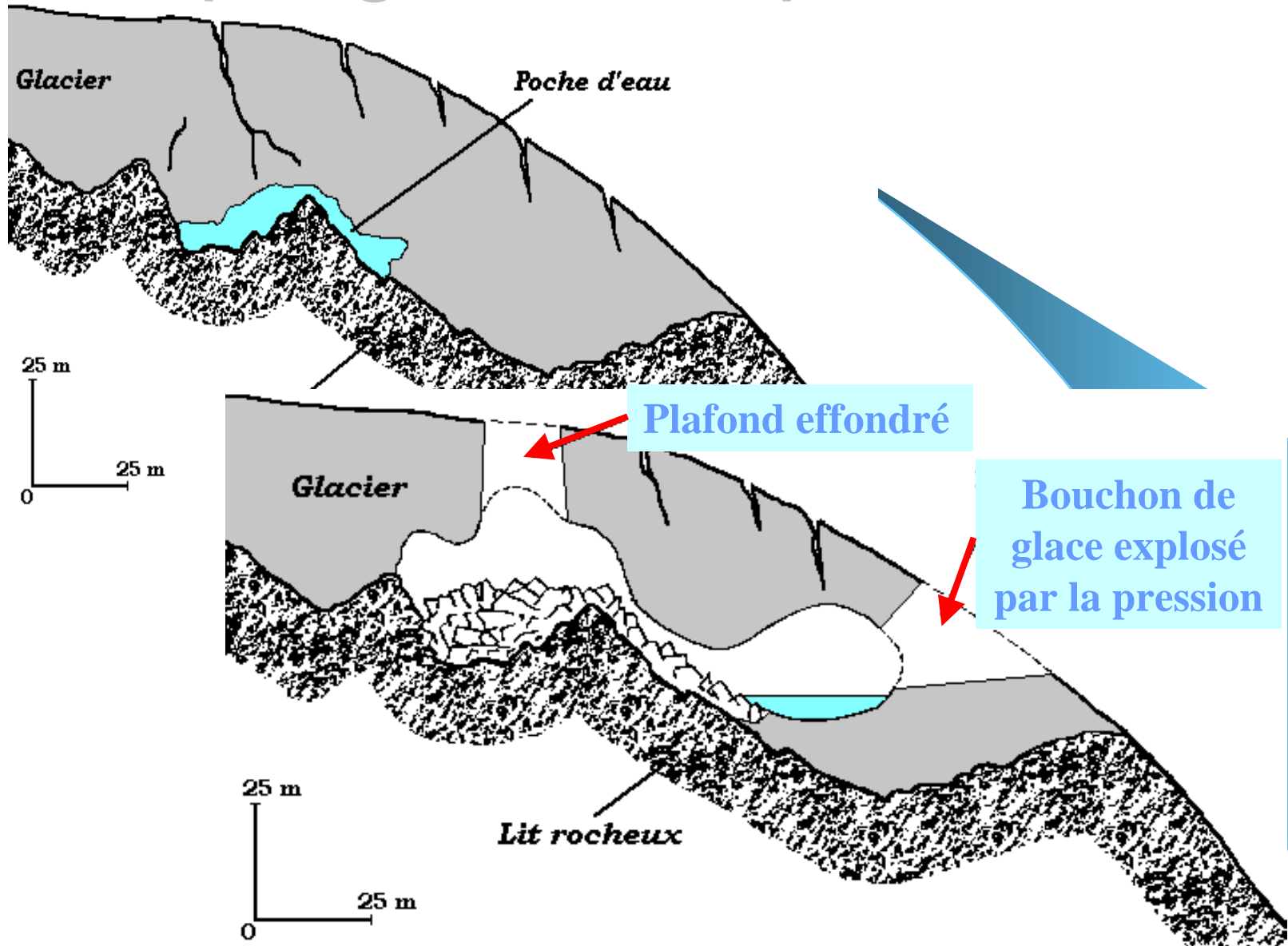
- Glace
- Substratum

Glacier du Tour, 14 Août 1949



6 morts

Risque glaciaire : poches d'eau

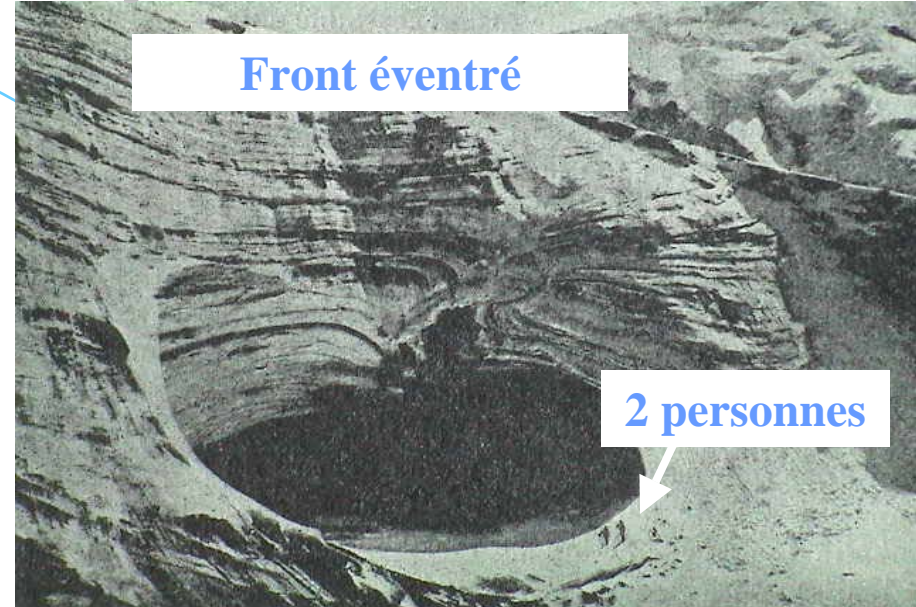


Tête rousse, 12 juillet 1892

Plafond sommital effondré



Front éventré



2 personnes



Hôtel thermal de Saint Gervais

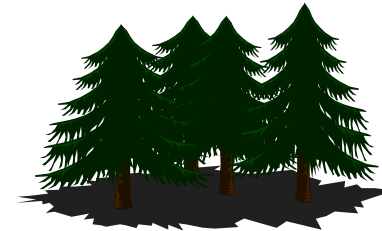
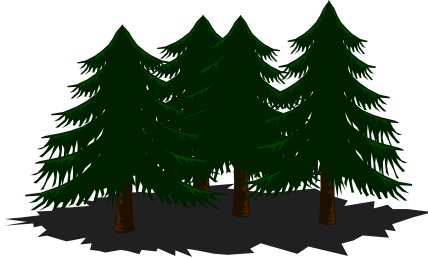
200 000 m³ d'eau

90 000 m³ de glace

Hôtel + 8 maisons détruits

~ 200 morts

Accroissement de la vulnérabilité



1900

2000

Plan

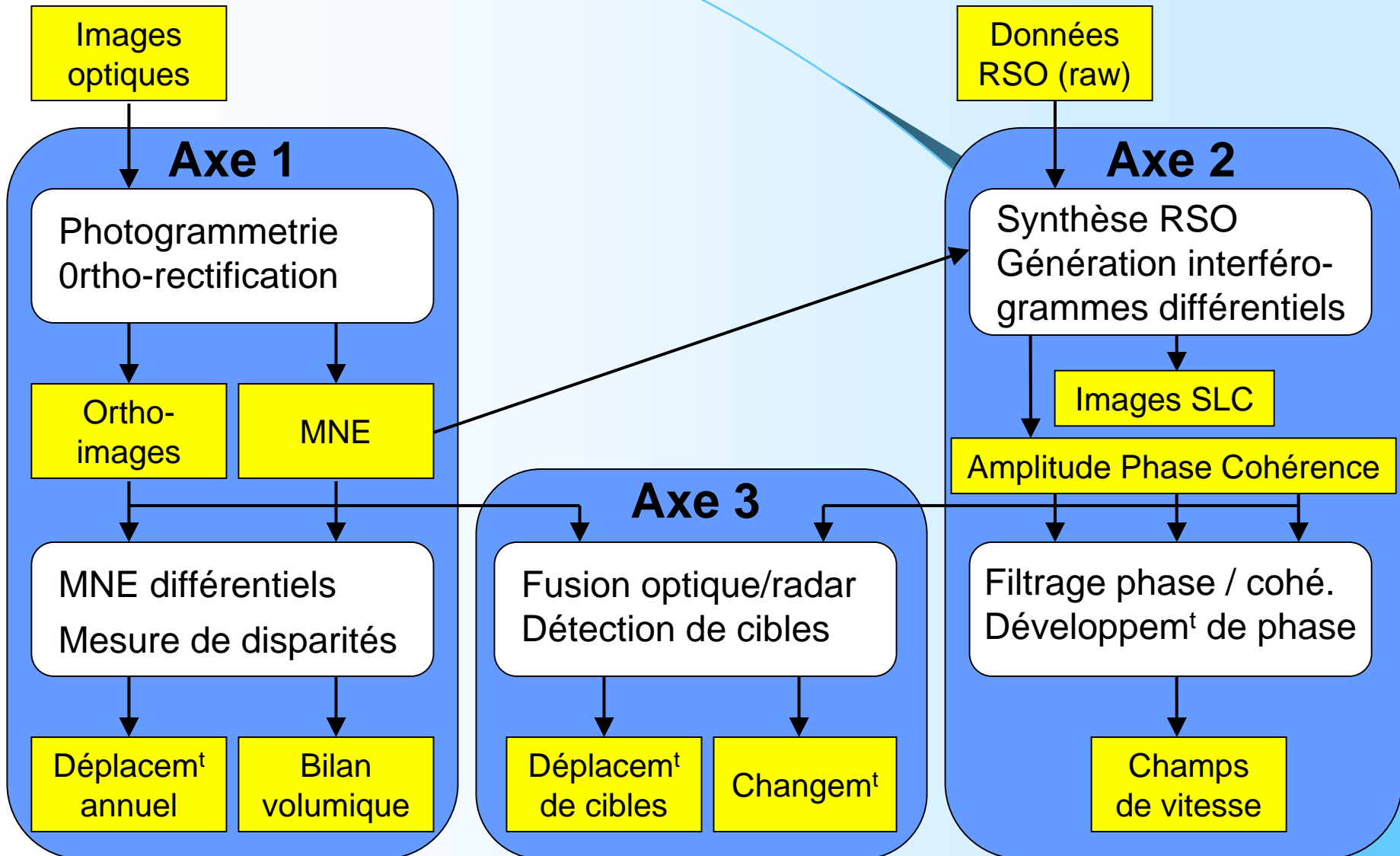
- **Projet MEGATOR**
- **Mesures de terrain**
- **Données Optiques**
- **Données RSO**
- **Perspectives de données HR**
- **Conclusions**

Projet MEGATOR

Mesure de l'Evolution des Glaciers Alpains par Télédétection Optique et Radar – Des archives à ORFEO

- Objectifs:
 - développer et combiner des méthodes de traitement des données optiques et radar pour le suivi de l'évolution des glaciers tempérés,
 - Préparer l'arrivée des données Haute Résolution à partir des données disponibles.
- 4 laboratoires:
 - LISTIC – Université de Savoie (Annecy)
 - LIS – INP Grenoble
 - TSI – GET Télécom Paris
 - MAP-PAGE – INSA Strasbourg
- 3 ans : 2004-2007

Axes de recherche



Zone d'étude

	Mer de Glace - Leschaux	Argentière
Localisation	45°55'15'' N / 6°55'45'' E	45°56'15'' N / 7°00'30'' E
Surface/Longueur	3,5 (km ²) / 4.7 (km)	15 (km ²) / 9 (km)
Pente moyenne	~ 9° (17%)	~14° (26%)



Mesures de terrain

- Quelques mesures ponctuelles, annuelles



Mesures de terrain

- Relevés GPS différentiels
 - Bords fixes (sept. 2004)
 - Surface, $\Delta t \sim 24h$ (sept. 2005)



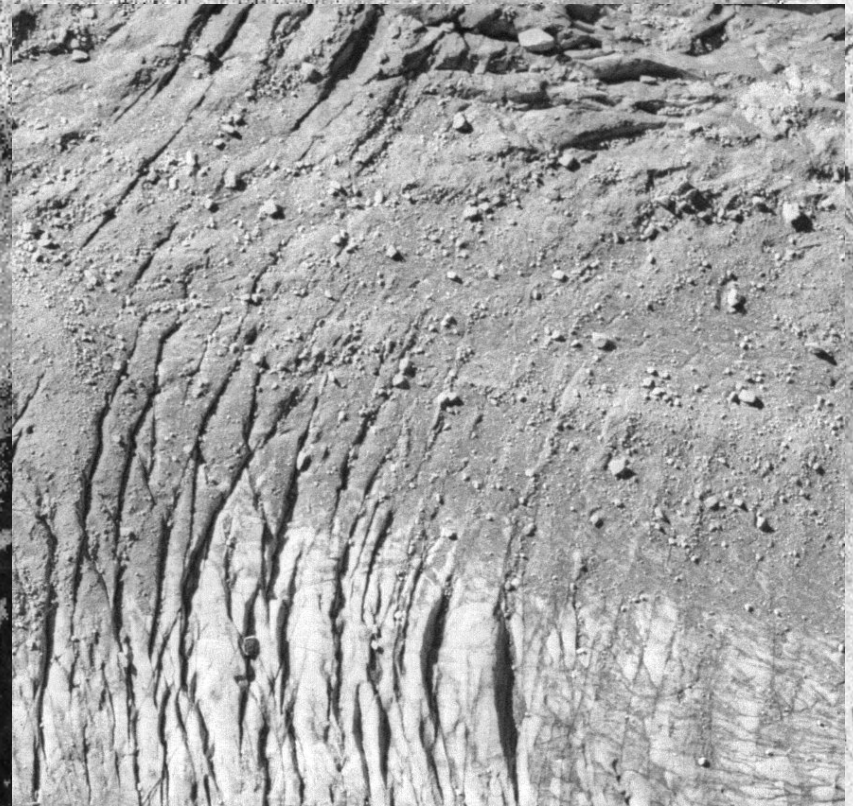
Données Optiques

- Campagnes de photographie aérienne

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	
Mont Blanc											
Savoie											
Oisans											
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Mont Blanc											
Savoie											
Oisans											

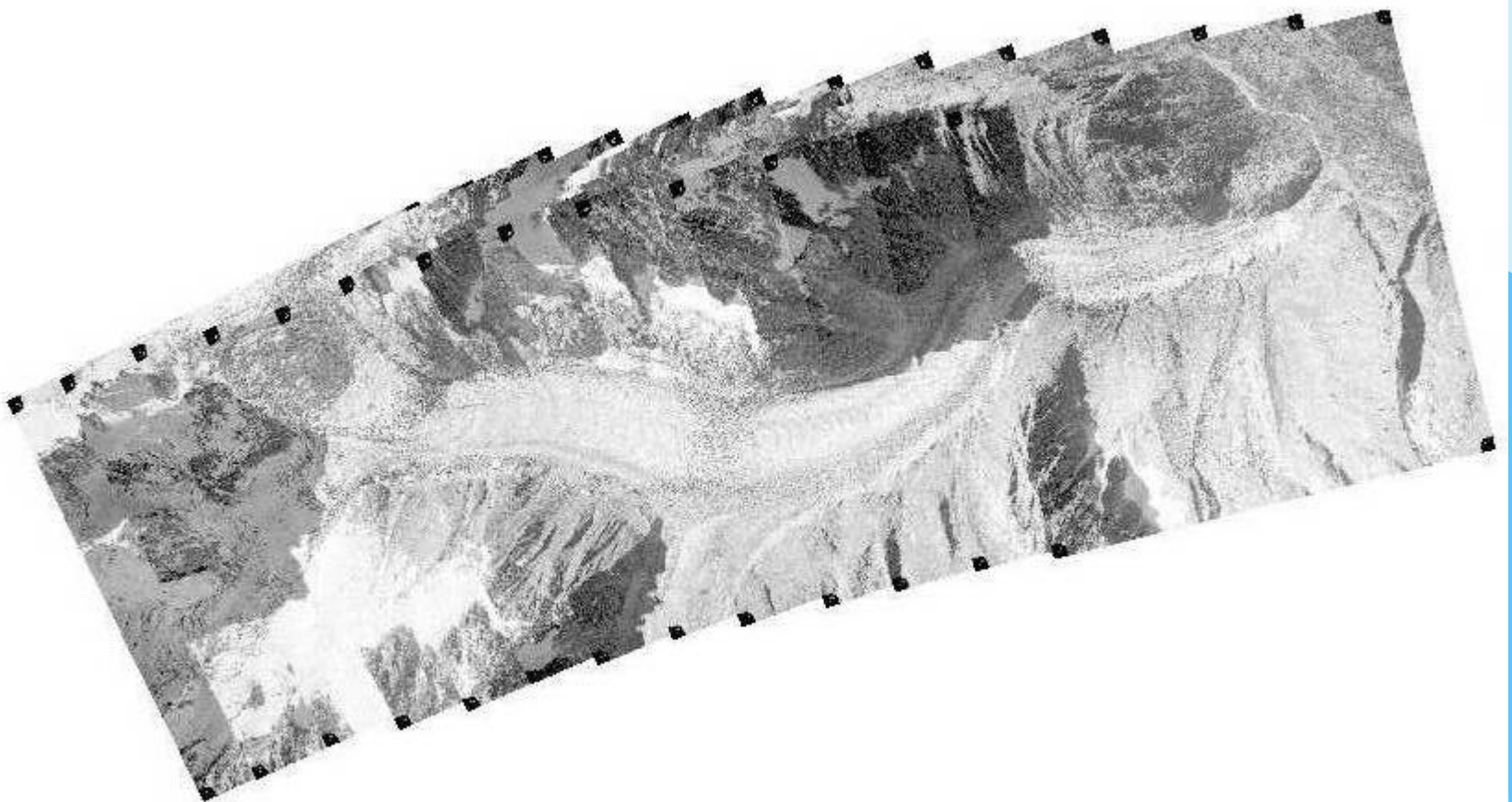
- Images SPOT multi-spectrales
 - 2000 : 20 m /10 m
 - 2004-05 : 2.5 m

Données optiques – Mer de Glace

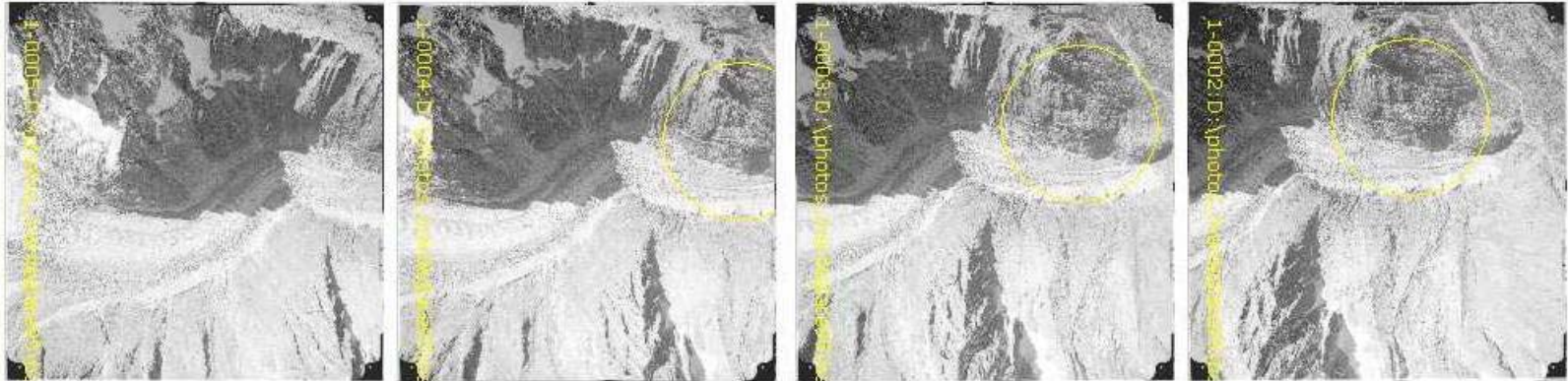


Données optiques

- Photographies aériennes numérisées (~30 cm)



Identification d'amers mesurés par GPS



Layout Photos / Work Photos P

PhotoID	Number of Points
1-0013	660
1-0012	1382
1-0011	1991
1-0010	2176
1-0009	1742
1-0008	708
1-0007	327
1-0006	524
1-0005	560
1-0004	556
1-0003	361
1-0002	250
1-0001	143

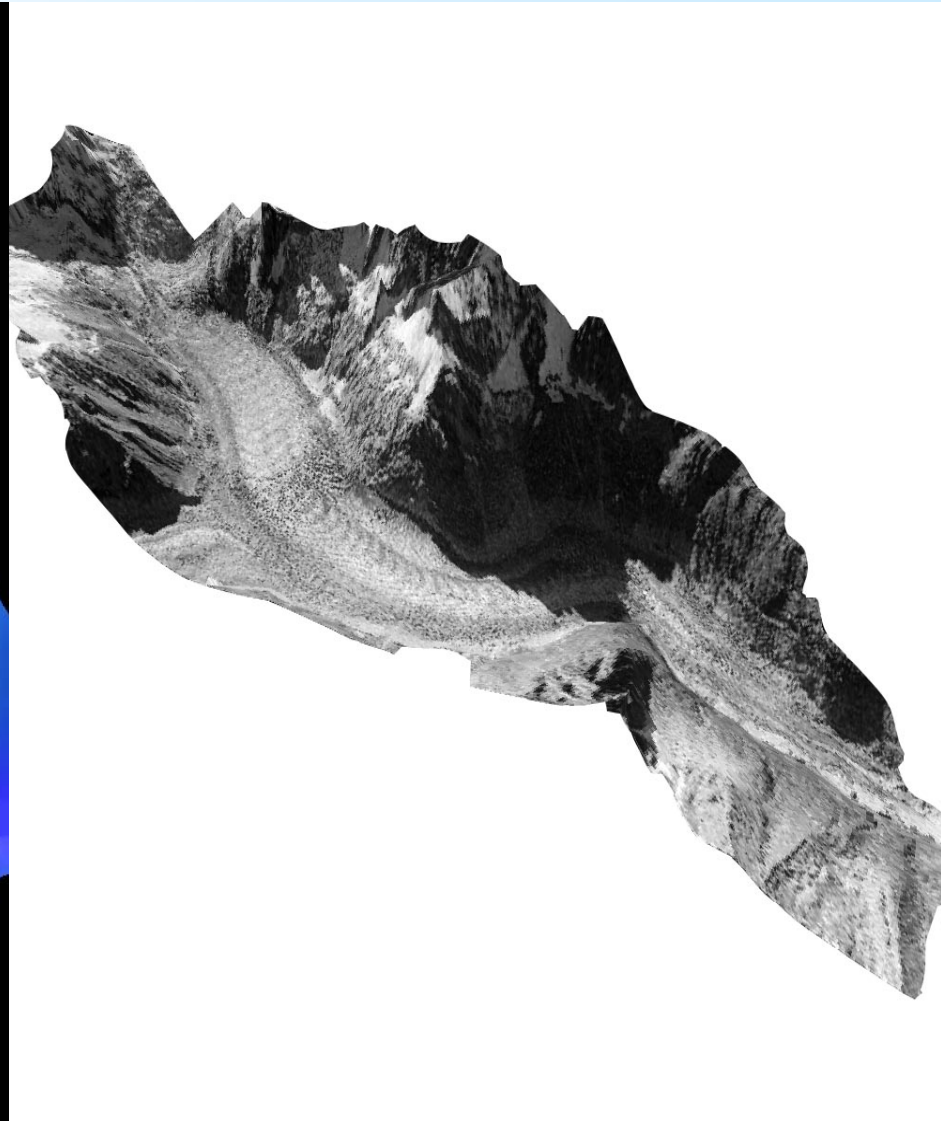
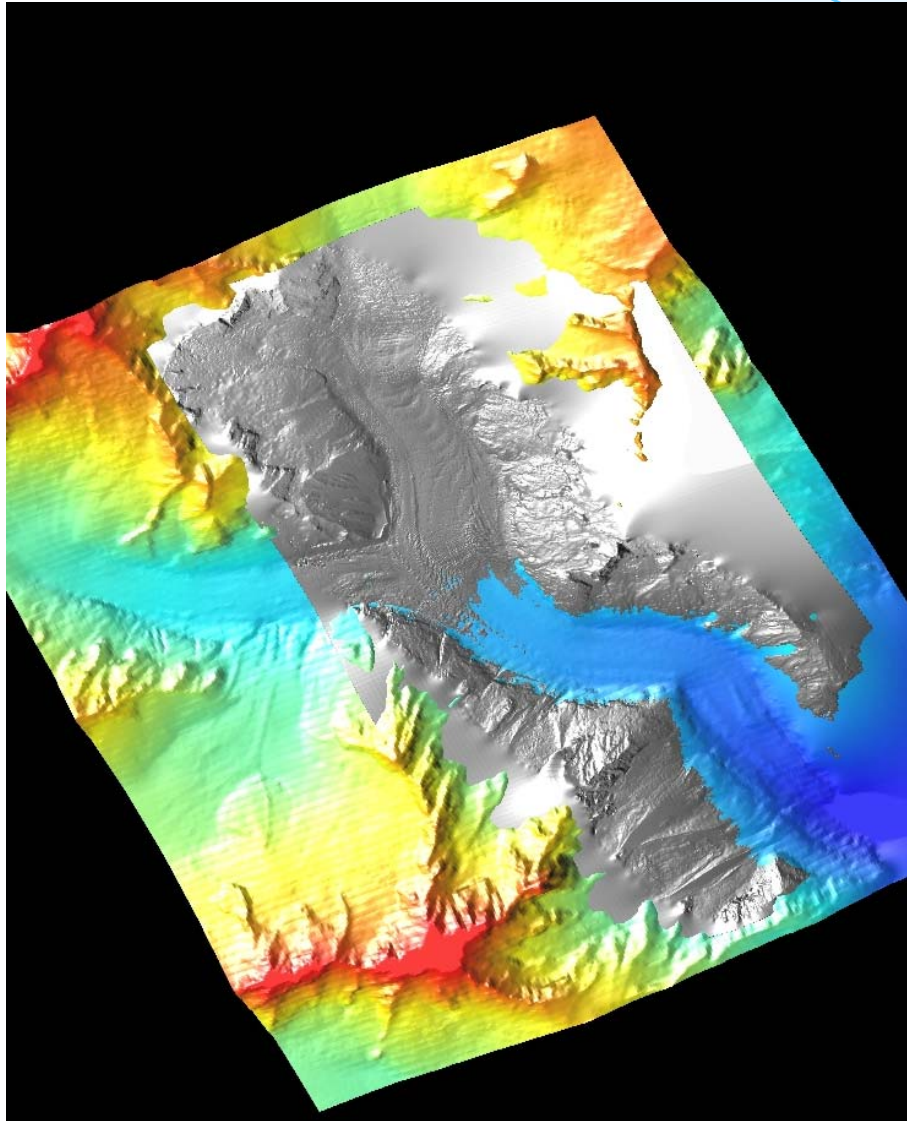
1:00:5.00

1-0004[U]:14000.2,9716.8 1-0003[U]:11576.8,10391.0 1-0002[U]:9067.7,10686.0 1-0001[U]:6624.0,10935.9

PointID	Ph
1-0004.3AT24	-80.
1-0004.3AT18	-64.
103toit	20.
1-0004.3AT35	-60.
1-00040555	10.
1-00030366	-12.
1-00020247	12.
1-00020248	3.
1-00041-0003.R11	10.
1-00041-0003.R21	6.
1-00030360	-5.
1-00020249	23.
1-00020250	28.

4:00:1.00 Name: 103toit

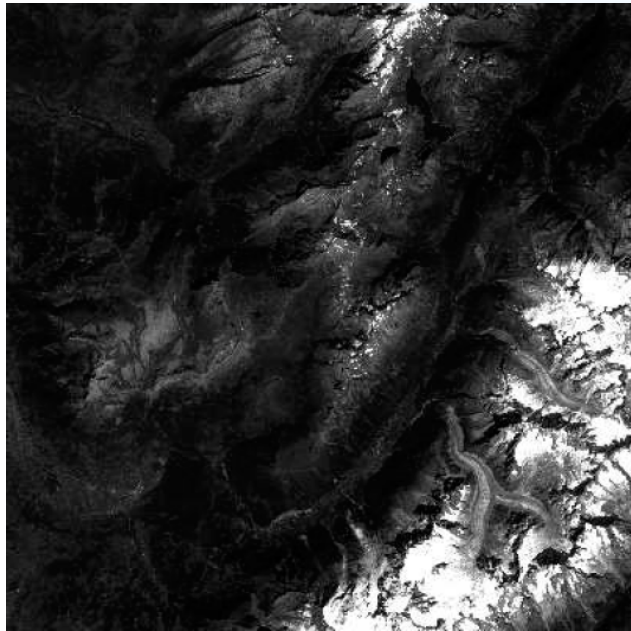
MNE Haute Résolution – Ortho-image



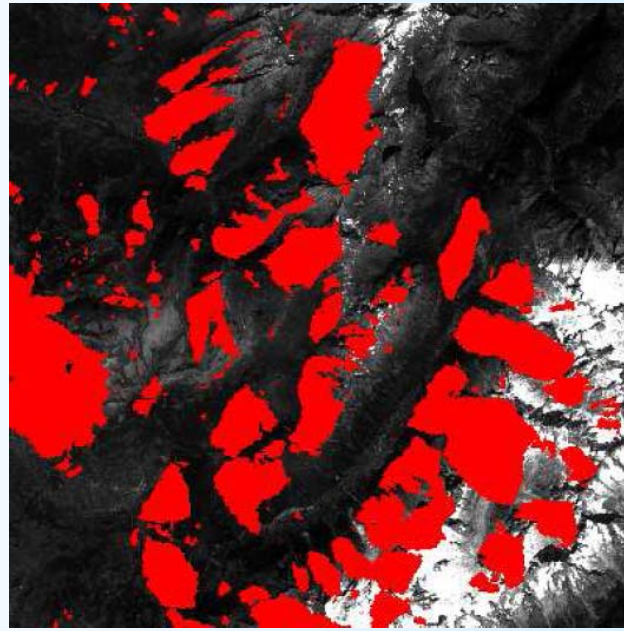
Données RSO

- 10 images ERS
 - Données Raw
 - Passes ascendantes / descendantes
 - Couples à 1 jour (tandem) / 3 jours / 35 jours
 - Mars et Juillet-Août
- + MNE => interférogrammes différentiels
=> champs de vitesse

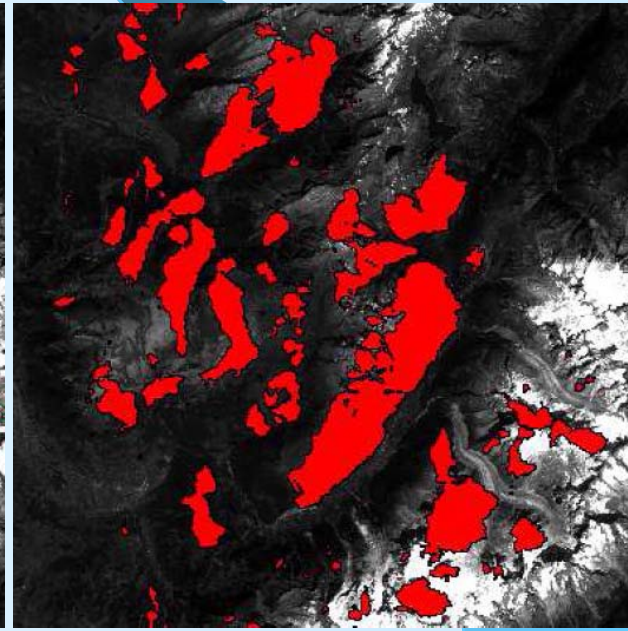
Visibilité ERS des glaciers Mer-de-Glace et Argentière



Ortho-image SPOT



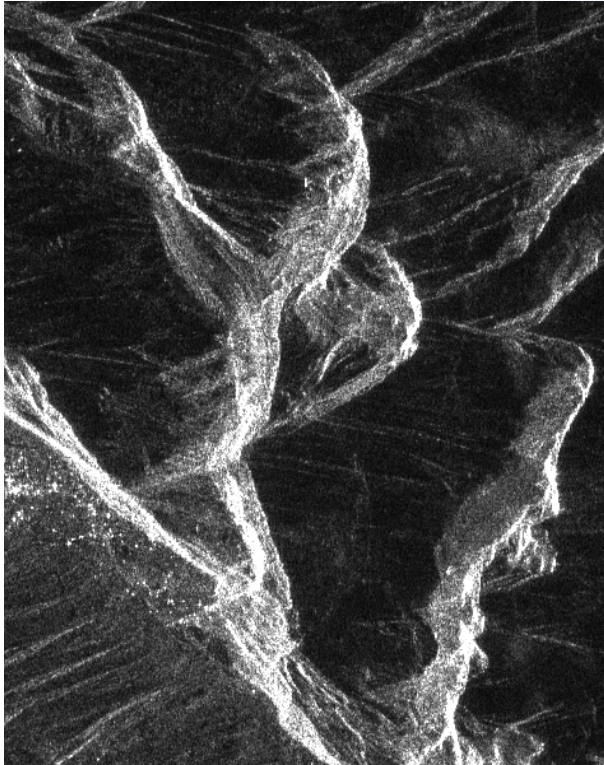
Visibilité ERS ascendant



ERS descendant

Interferogramme ERS

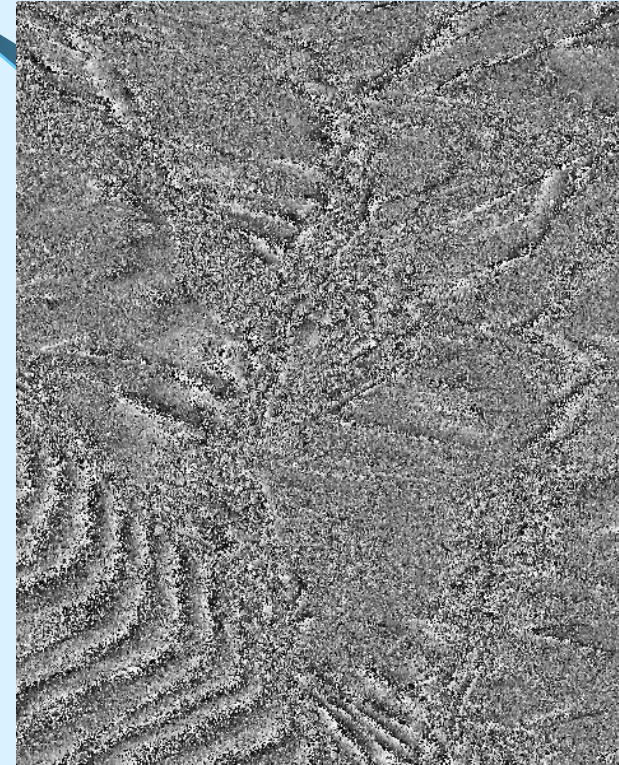
Eté, 1 jour, passe ascendante



Amplitude



Cohérence

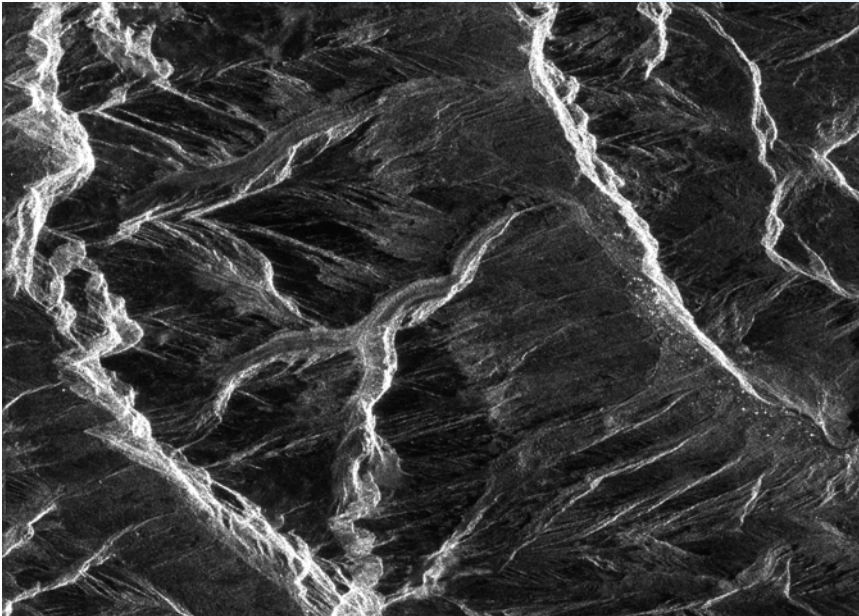


Phase

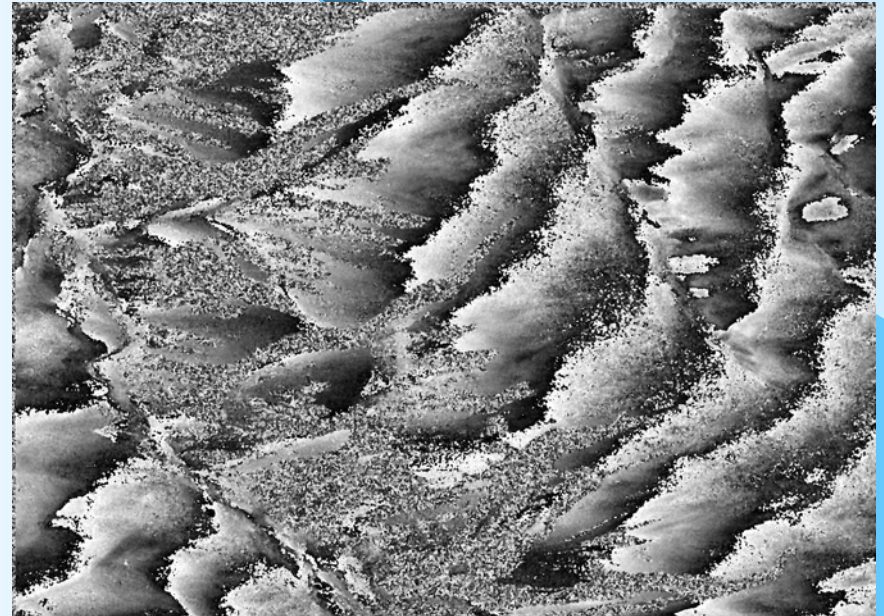
Mer-de-Glace et Argentière – Juillet 1995

Interferogramme ERS

Eté, 3 jours, passe descendante



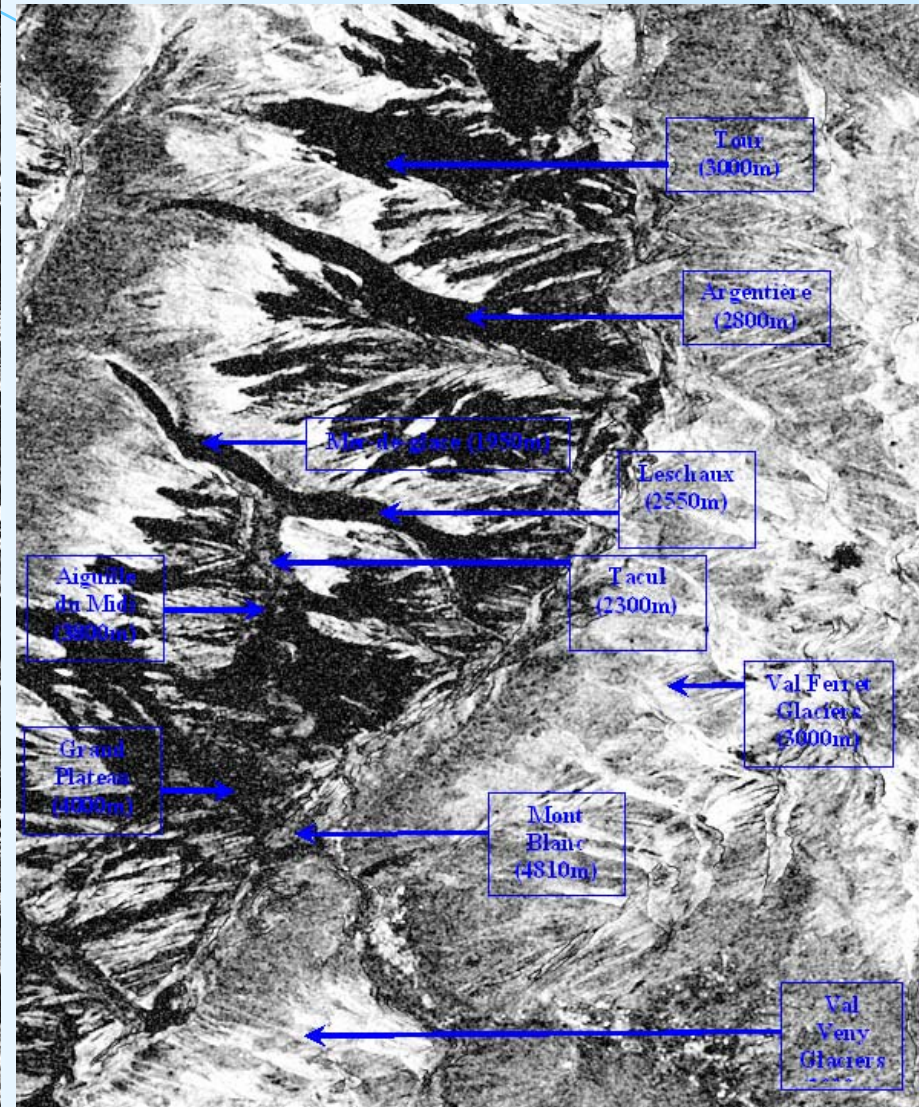
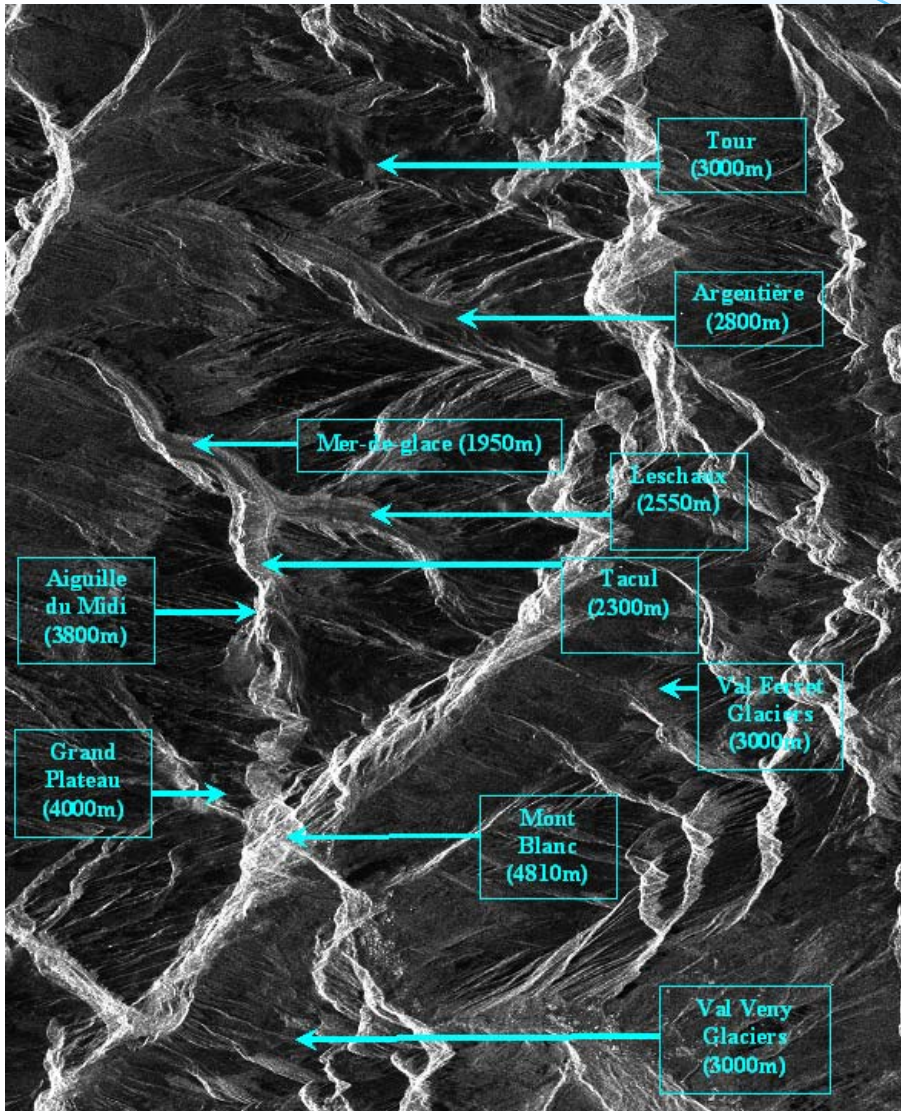
Amplitude



Phase

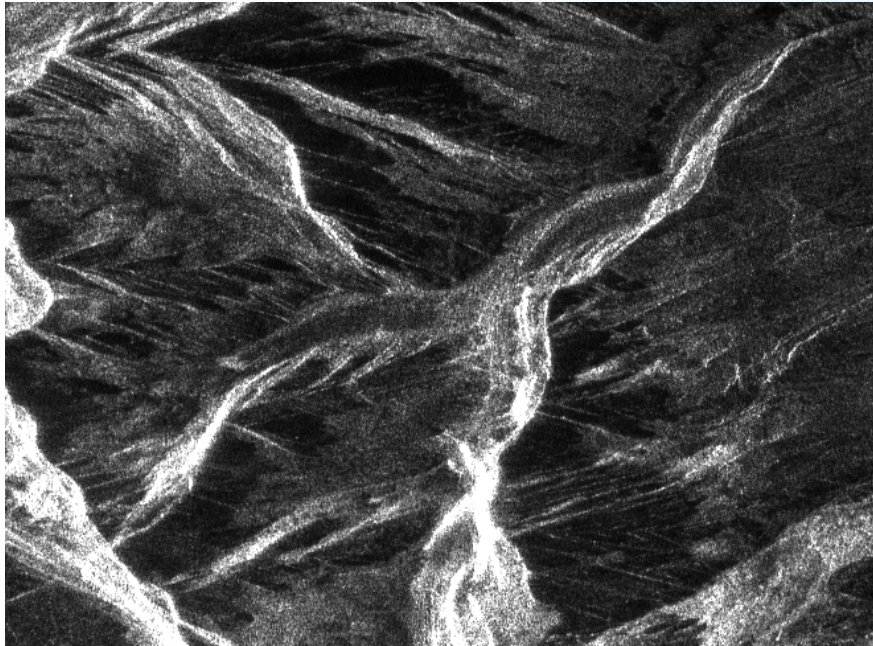
Mer-de-Glace et Argentière – Août 1991

ERS - Eté, 3 jours, passe descendante

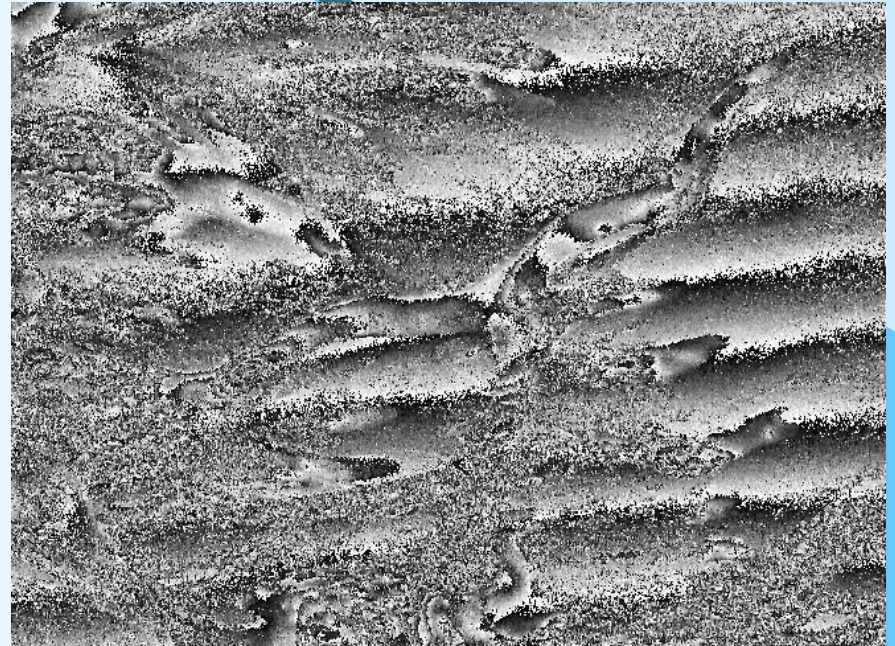


Interferogramme ERS

Hiver, 1 jour, passe descendante



Amplitude



Phase

Mer-de-Glace – Mars 1996

ERS Hiver, 1 jour, passe descendante

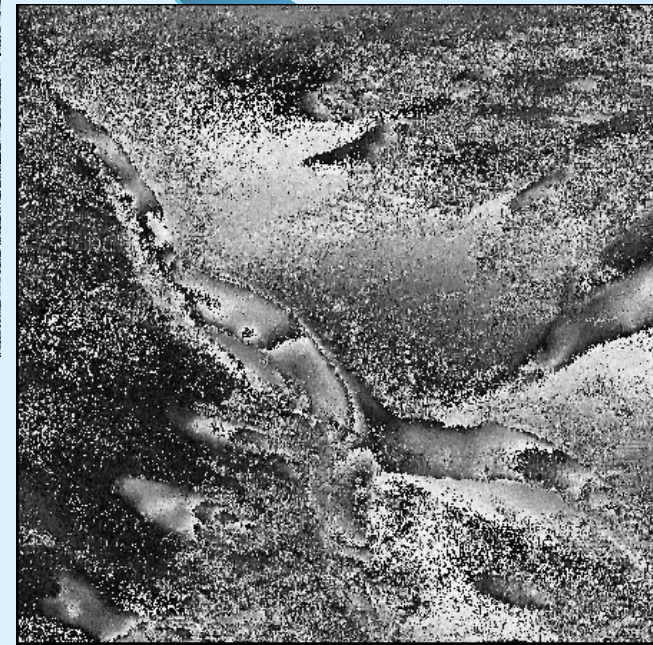
Synthèse standard / Temporelle



Diapason (CNES)



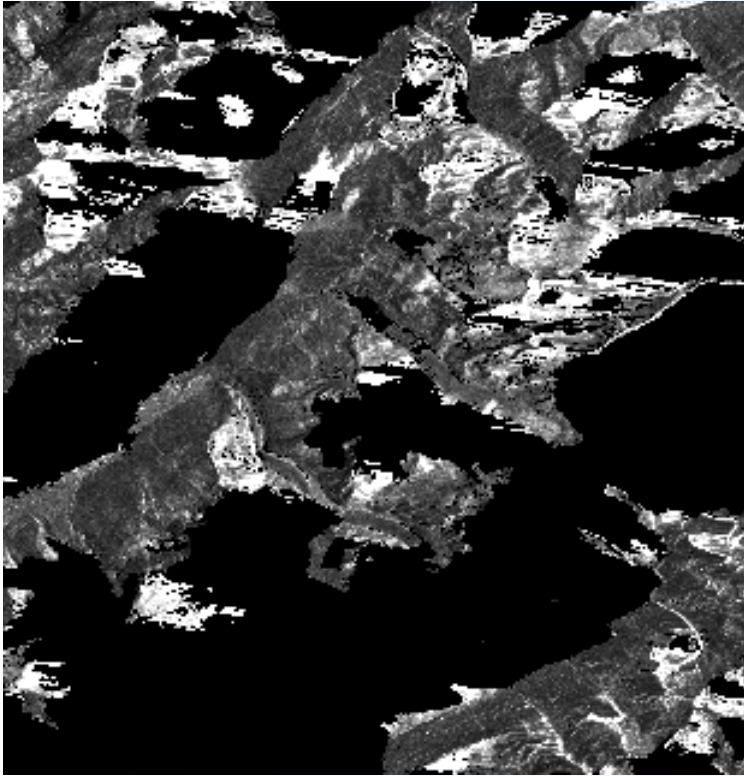
ROI-Pac (JPL)



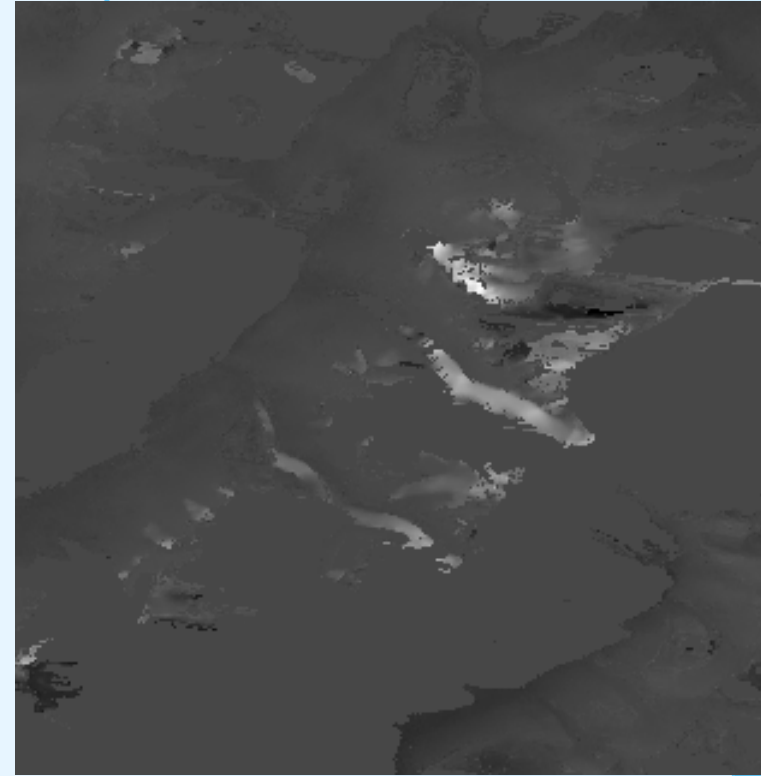
SyTeR (ENST)

Interferogramme ERS

Hiver, 1 jour, passe descendante



Amplitude géoréférencée

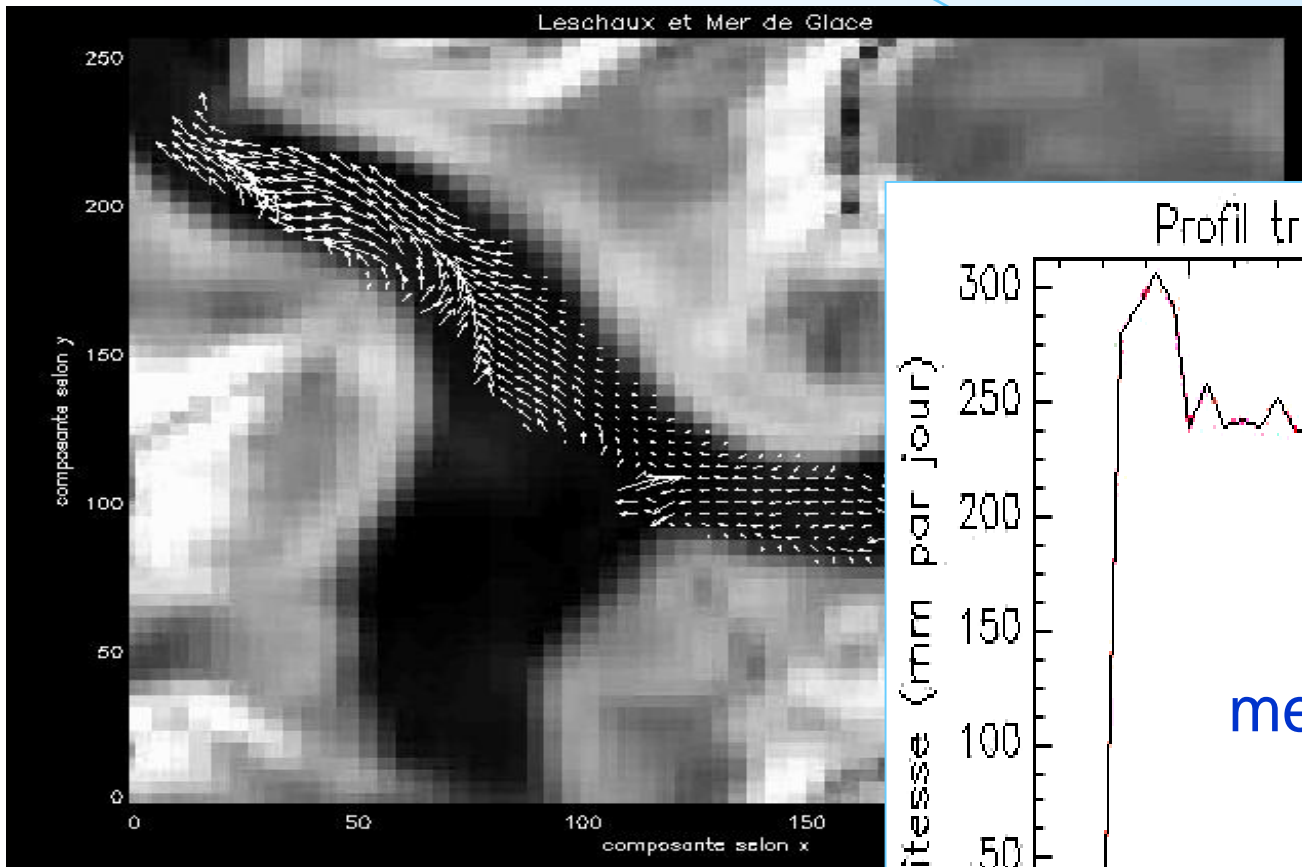


Phase différentielle développée

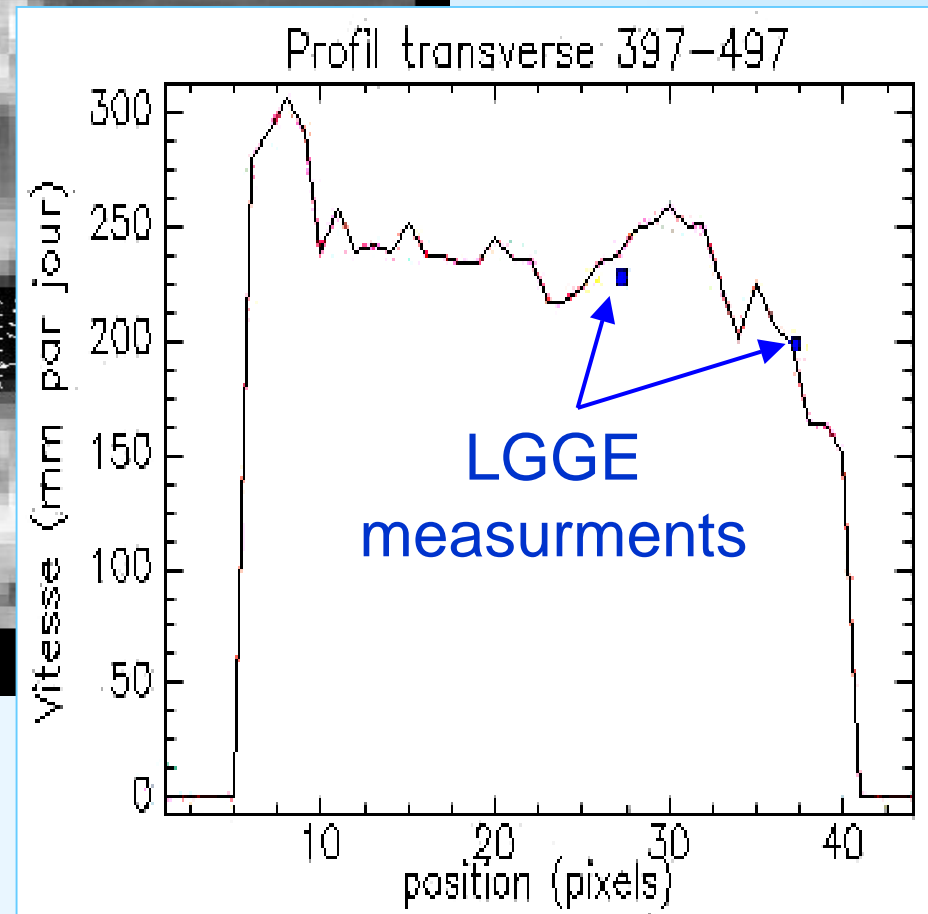
Région Chamonix - Mont-Blanc, Mars 1996

Interferogramme ERS

Hiver, 1 jour, passe descendante



Champs de vitesse



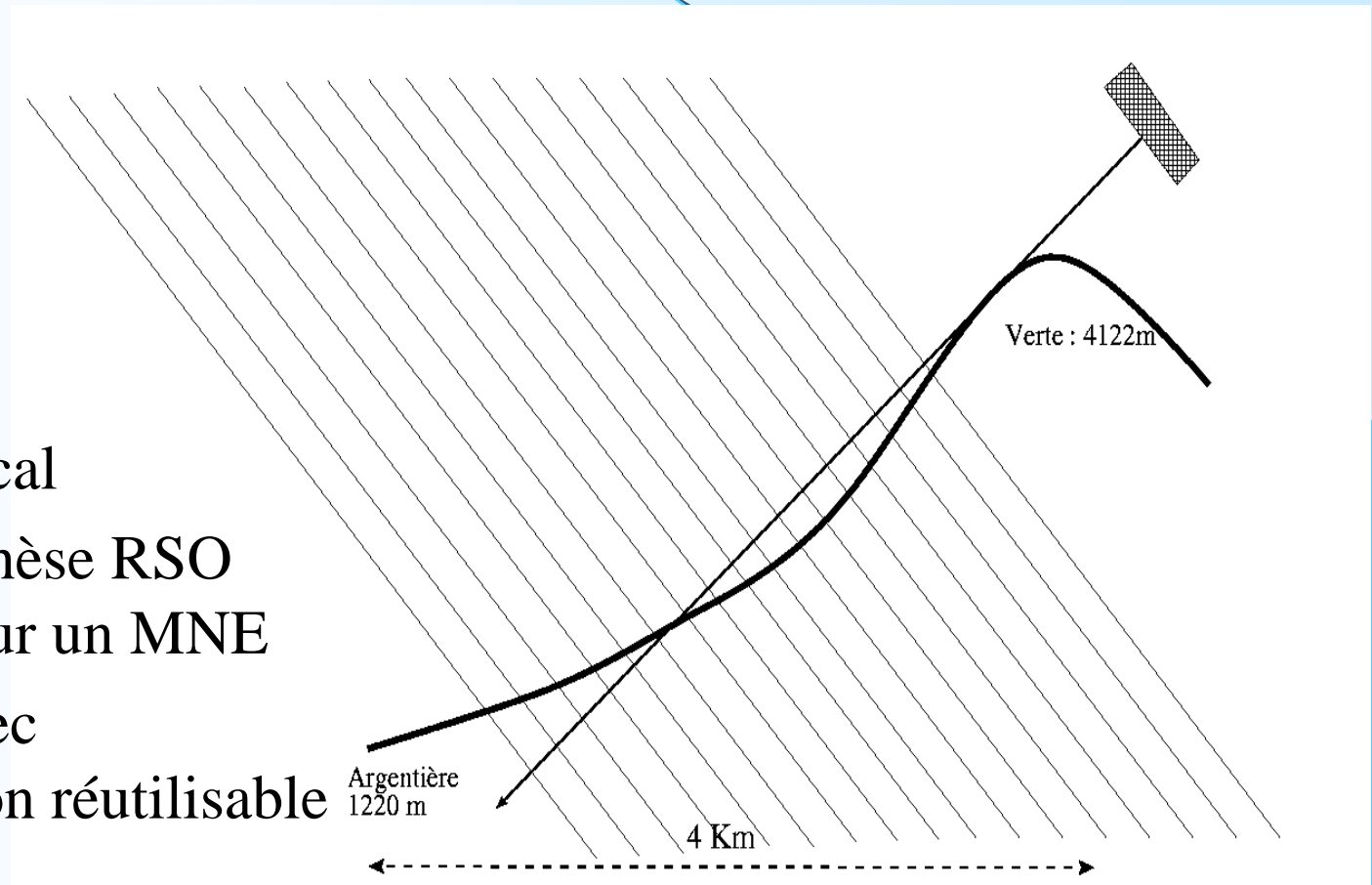
Perspectives de données HR

- Données optiques
 - Campagnes aériennes classiques « déjà HR »
 - Proposition de site test pour simulation ORFEO
 - Achat/programmation SPOT 5 (CNES/GdR ISIS, AT CACHANT)
- Données RSO aéroportées :
 - E-SAR : proposition de collaboration avec le DLR
 - RAMSES : impossible; contact avec l'ONERA pour SETI
- Données RSO satellitaires :
 - TerraSAR-X (3m) : réponse au pre-launch AO
 - RadarSAT-2 (10m quad-pol) : lettre d'intention -> dossier

Perspective de données RSO HR

Prise en compte du relief

- Traitement local
- SyTeR : Synthèse RSO en temporel sur un MNE
- Autofocus avec paramétrisation réutilisable



Perspective de données RSO HR

Prise en compte du déplacement

- 30 cm / jours
 - 1.2 m / 4 j (CSK)
 - 4.2 m / 14 j (TS-X)
- Interférométrie avec information a priori
- Fusion interférométrie/ radargrammétrie



Perspective de données RSO HR

Prise en compte des micro-reliefs

- Données multi-incidences
- Analyse multi-échelles



Perspective de données RSO HR

Prise en compte de la pénétration

- Données multi-bandes
PalSAR+RadarSAT+
TS-X / CSK
- Utilisation de
 - données météo
 - modèles...



Perspective de données RSO HR

Prise en compte des diffuseurs forts

- Données polarimétriques
séparation des différents
mécanismes de rétro-
diffusion
- Approches « PS » pour
de grands déplacements



Conclusions

- Intérêt scientifique et économique du suivi des glaciers par télédétection
- Données optiques :
 - ➔ MNE + ortho-images (été)
- Interferométrie RSO :
 - ➔ champs de vitesse (1 jour d'intervalle, bande C, hiver)
- Besoin de combiner optique et radar
- Développement de traitements interférométriques spécifiques à la **Haute Résolution** dans le contexte **fort relief, grands déplacements**
- Base de données pour le développement de méthodes de prévision du risque d'origine glaciaire
- Propositions pour de nouvelles données **HR PolInSAR multi-bandes**

Parfait site test pour des données HR!

