

L'AROLE, TOUT LÀ-HAUT – 13 juillet 2012 – Orsières (VS)

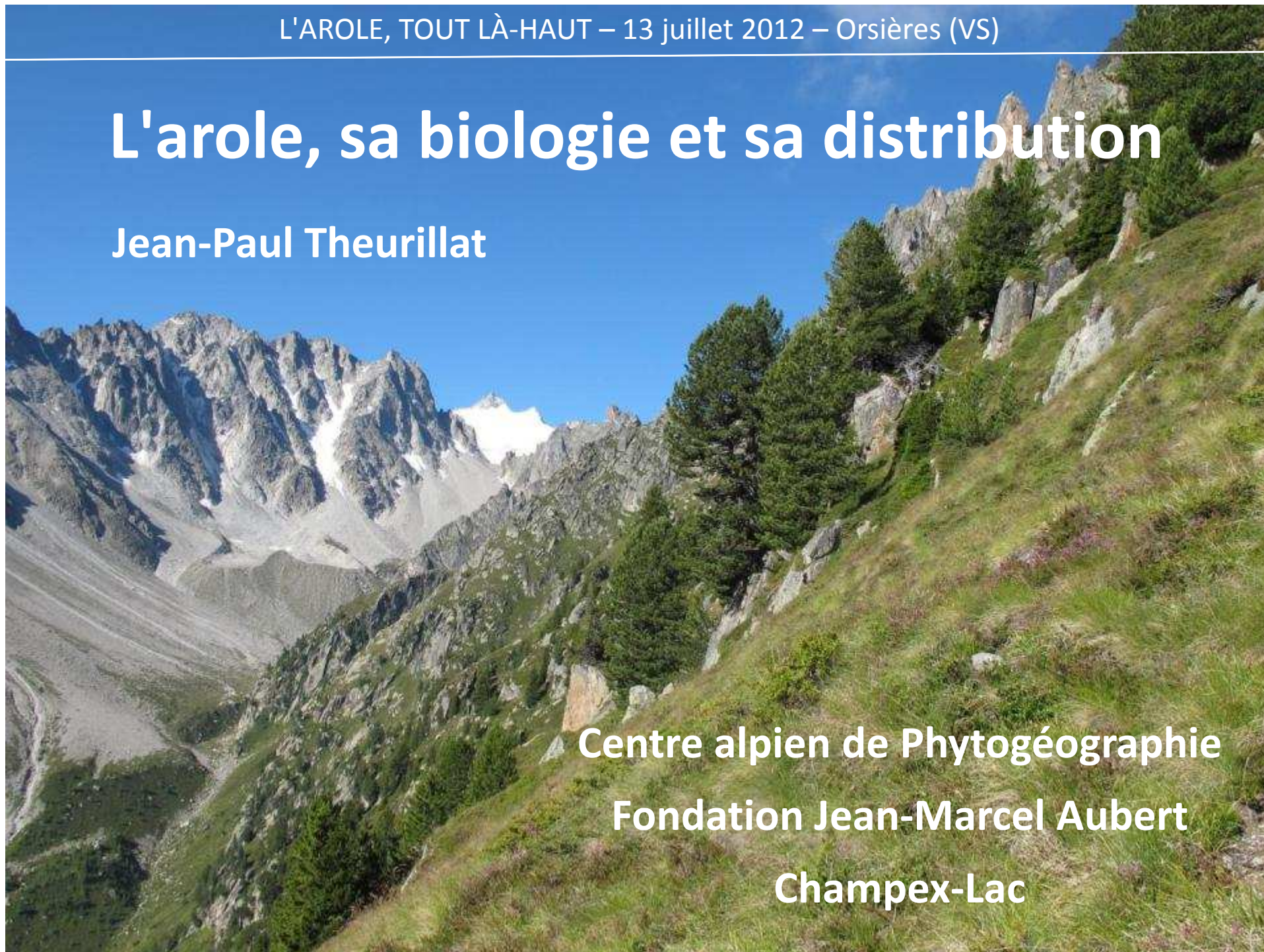
# L'arole, sa biologie et sa distribution

Jean-Paul Theurillat

Centre alpin de Phytogéographie

Fondation Jean-Marcel Aubert

Champex-Lac





# Identité

Nom français: arole (aussi arolle), pin cembro

Nom allemand: Arve (Suisse), Zirbe

Nom italien: pino cembro

Nom anglais: Arolla pine, Swiss stone pine

Nom latin: ***Pinus cembra* L.**

L'AROLE, TOUT LÀ-HAUT – 13 juillet 2012 – Orsières (VS)



# Position systématique de l'arole (*Pinus cembra* L.)

Embranchement:

*Gymnospermae* (conifères s. l.)

Famille:

*Pinaceae*

Genre:

*Pinus*

Sous-genre:

*Haploxylon*

# Position systématique de l'arole (*Pinus cembra* L.)

Embranchement: ***Gymnospermae* (conifères s. l.)**

- plantes à ovules nus portées par des écailles, contrairement aux angiospermes (= plantes à fleurs) ou les ovules sont protégés dans un ovaire dont le développement donnera un fruit;
- pollinisation par le vent ("anémophile");
- fécondation différée de plusieurs mois par rapport au moment de la pollinisation;
- pas de "double fécondation" (pas d'autres cellules fécondées que l'oosphère, contrairement aux plantes à fleurs = angiospermes);
- présence de rameaux "courts" qui se développent sur des rameaux "longs";
- comptent environ 870 espèces réparties en 12 familles.



# Position systématique de l'arole (*Pinus cembra* L.)

Embranchement: *Gymnospermae*

Famille: *Pinaceae*

- correspond aux conifères "modernes" (*Abies* -sapin-, *Picea* -épicéa-, *Larix* -mélèze-, *Cedrus* -cèdre) qui comptent 225 espèces;
- distribuée principalement dans les régions tempérées-froides de l'hémisphère nord, rarement sous les tropiques;
- écailles des cônes femelles portant 2 ovules.

Genre: *Pinus*

Sous-genre: *Haploxydon*



# Position systématique de l'arole (*Pinus cembra* L.)

Genre:

***Pinus***

- longues aiguilles, groupées en faisceaux par 2 à 5;
- fécondation différée à l'année après la pollinisation;
- graines arrivant à maturité deux à trois ans après la pollinisation, certaines étant comestibles (pignons);
- espèces longévives, allant de plusieurs centaines d'années jusqu'à plusieurs milliers d'années (*Pinus longaeva*: 4900 ans; sud-ouest des USA );
- le genre compte entre 110 et 128 espèces, réparties en deux sous-genres.

Sous-genre:

***Haploxydon***



# Position systématique de l'arole (*Pinus cembra* L.)

Genre: *Pinus*

Sous-genre: *Haploxylon*

- ce sont les pins dits à bois tendre et blanc, comme le pin de Weymouth (*Pinus strobus*), par opposition aux pins à bois dur et jaune du sous-genre *Diploxylon* (par exemple le pin sylvestre);
- aiguilles avec un seul vaisseau conducteur de sève.

L'arole (*Pinus cembra*), le pin de Sibérie (*Pinus sibirica*) et le pin nain de Sibérie (*Pinus pumila*) constituent un groupe particulier de pins à cinq aiguilles au sein du sous-genre .



# Caractéristiques morphologiques de l'arole

- Arbre atteignant 25 m de haut.
- Aiguilles de 5 à 8 cm de long, fasciculées par 3 à 5 (autres pins indigènes par 2 à 3 – pin sylvestre, pin de montagne) portées sur des *rameaux courts* ("brachyblastes").
- Cônes femelles de 5 à 8 cm à maturité, pouvant contenir jusqu'à 150 graines, aux écailles charnues ne s'ouvrant pas mais se décomposant lorsque le cône tombe sur le sol.
- Graines non ailées d'environ 1 cm de long, comestibles (pignons), au tégument durci constituant une coquille.





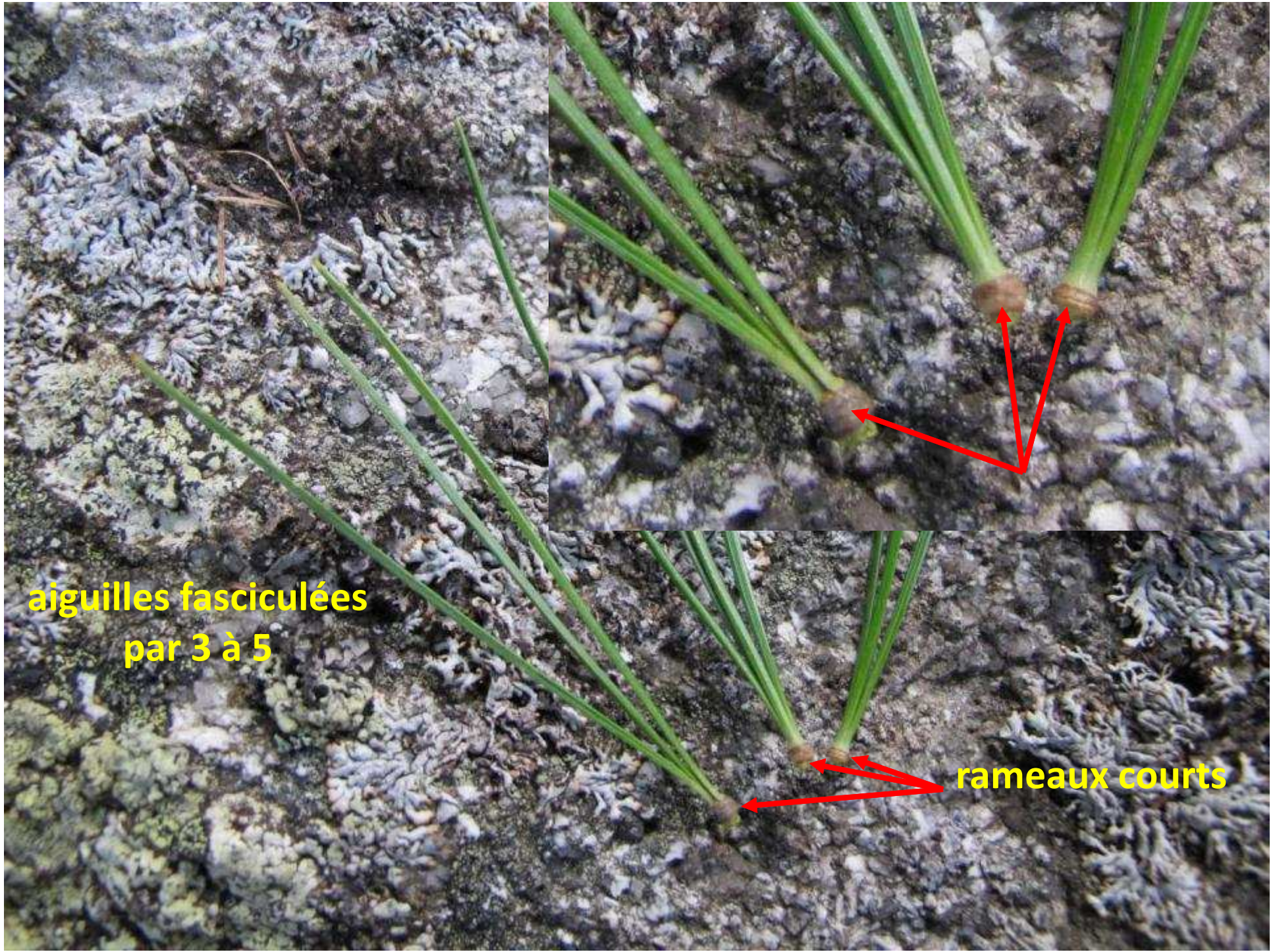
**Creux de la Broya**  
**2160 m**



# Caractéristiques morphologiques de l'arole

- Arbre atteignant 25 m de haut.
- Aiguilles de 5 à 8 cm de long, fasciculées par 3 à 5 (autres pins indigènes par 2 à 3 -pin sylvestre, pin de montagne-) portées sur des *rameaux courts* ("brachyblastes").
- Cônes femelles de 5 à 8 cm à maturité, pouvant contenir jusqu'à 150 graines, aux écailles charnues ne s'ouvrant pas à maturité mais se décomposant sur le sol.
- Graines non ailées d'environ 1 cm de long, comestibles (pignons), au tégument durci constituant une coquille.





**aiguilles fasciculées  
par 3 à 5**

**rameaux courts**





ramoux courts



# Caractéristiques morphologiques de l'arole

- Arbre atteignant 25 m de haut.
- Aiguilles de 5 à 8 cm de long, fasciculées par 3 à 5 (autres pins indigènes par 2 à 3 – pin sylvestre, pin de montagne) portées sur des *rameaux courts* ("brachyblastes").
- **Cônes mâles et cônes femelles sur le même individu (arbre "monoïque").**
- Cônes femelles de 5 à 8 cm à maturité, pouvant contenir jusqu'à 150 graines, aux écailles charnues ne s'ouvrant pas à maturité mais se décomposant lorsque le cône tombe sur le sol.
- Graines non ailées d'environ 1 cm de long, comestibles (pignons), au tégument durci constituant une coquille.



cônes mâles



cônes femelles





# Caractéristiques morphologiques de l'arole

- Arbre atteignant 25 m de haut.
- Aiguilles de 5 à 8 cm de long, fasciculées par 3 à 5 (autres pins indigènes par 2 à 3 – pin sylvestre, pin de montagne) portées sur des *rameaux courts* ("brachyblastes").
- Cônes mâles et cônes femelles sur le même individu (arbre "monoïque").
- Cônes femelles de 5 à 8 cm à maturité, pouvant contenir jusqu'à 150 graines, aux écailles charnues ne s'ouvrant pas à maturité mais se décomposant lorsque le cône tombe sur le sol.
- Graines non ailées d'environ 1 cm de long, comestibles (pignons), au tégument durci constituant une coquille.





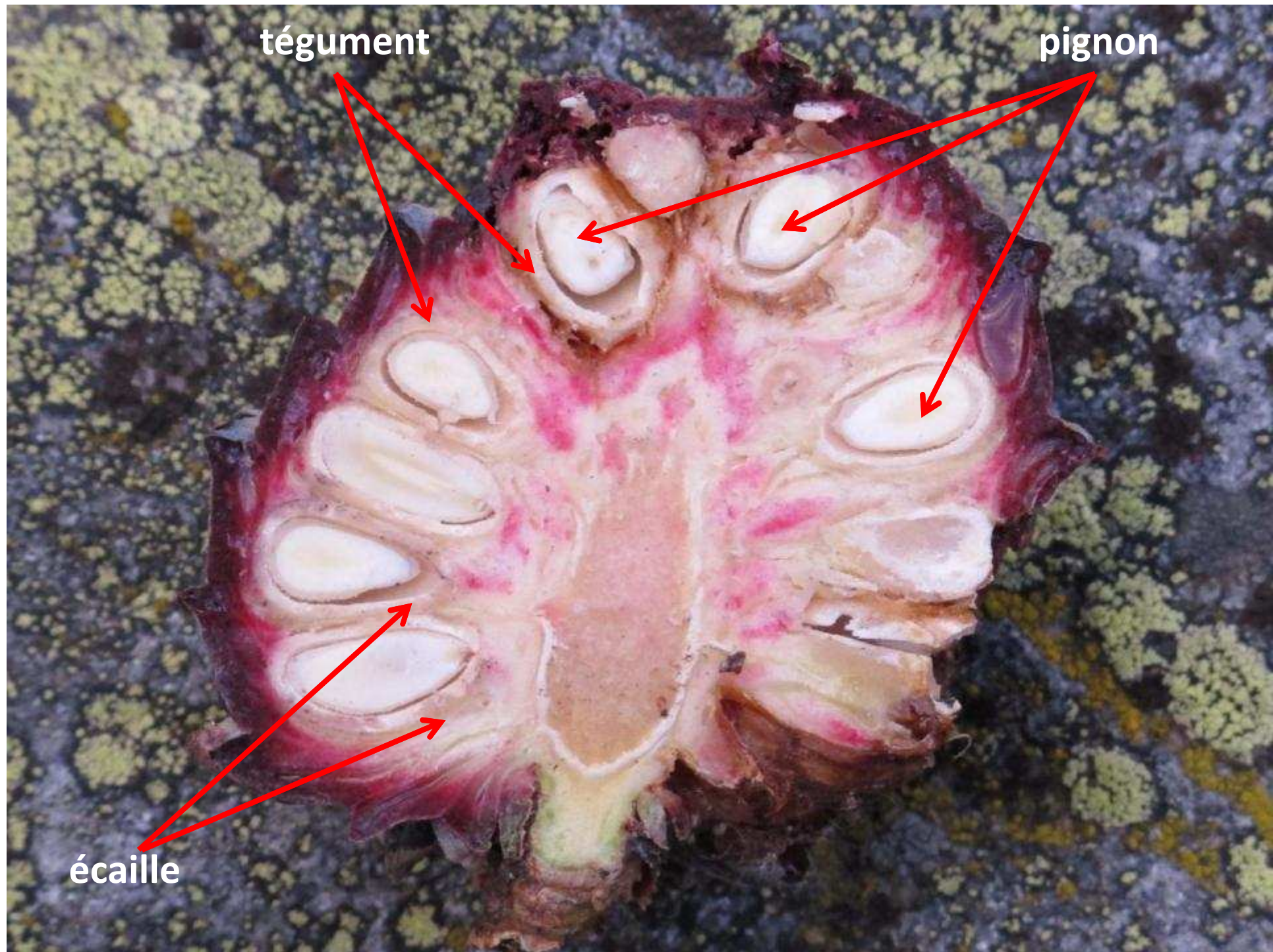
(Wikipedia)



tégument

pignon

écaille





# Caractéristiques biologiques de l'arole

- Pollinisation par le vent ("anémophilie").
- Dispersion par le casse-noix ("ornithochorie").
- Allongement *rythmique* du tronc et des rameaux (croissance non continue) produisant une forme obovale:
  - allongement axial sans ramification avec formation d'un bourgeon terminal et de bourgeons latéraux;
  - allongement axial sans ramification se poursuivant l'année suivante à partir du bourgeon terminal de l'année précédente;
  - ramifications latérales à partir de certains des bourgeons latéraux des années précédentes, les autres bourgeons restant "dormants »
  - possibilité de croître par réitération.
- On trouve régulièrement des troncs soudés ou des arbres en bouquets
- Croissance lente durant la phase juvénile.
- Age maximal 1000-1100 ans.



Dispersion par le casse-noix moucheté  
(*Nucifraga caryocatactes* L.)  
famille des *Corvidae*



Fait des réserves dans des caches  
contenant jusqu'à 10 graines

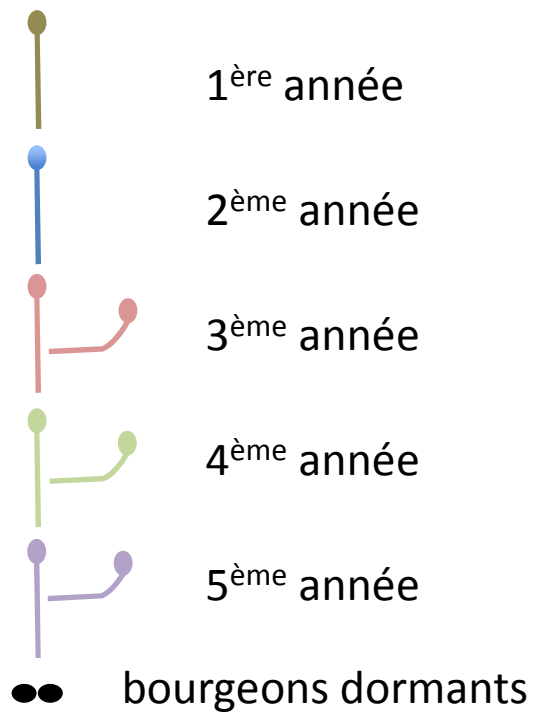
Cône d'arole décortiqué par  
le casse-noix



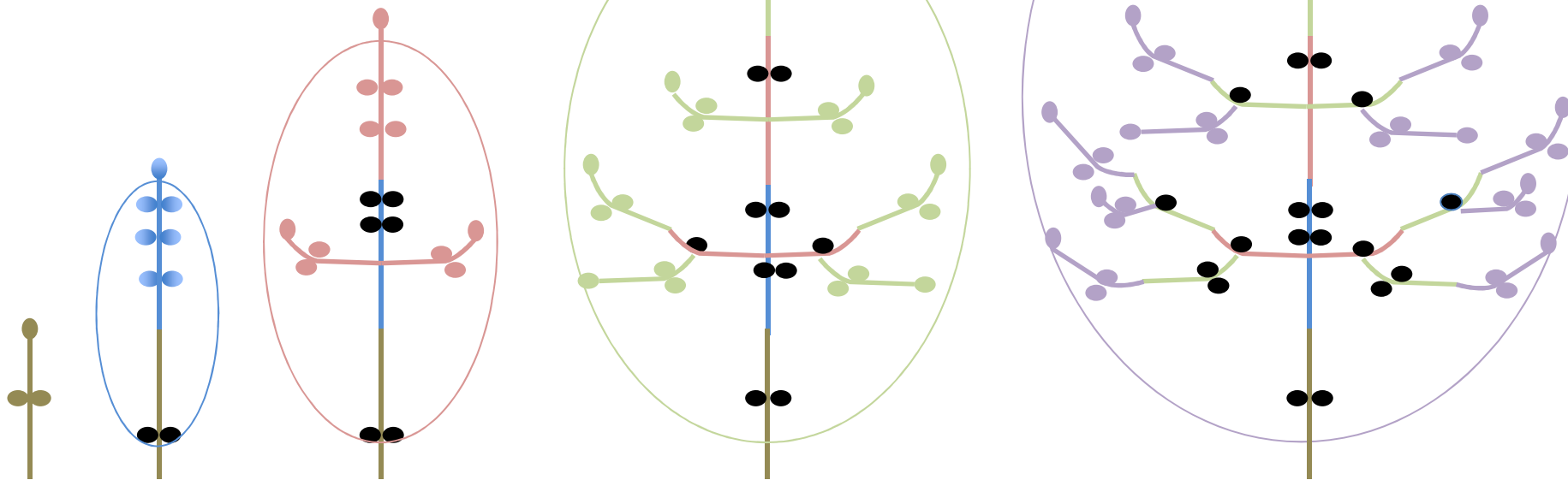
# Caractéristiques biologiques de l'arole

- Pollinisation par le vent ("anémophilie").
- Dispersion par le casse-noix ("ornithochorie").
- Allongement *rythmique* du tronc et des rameaux (croissance non continue) produisant une forme obovale:
  - allongement axial sans ramification avec formation d'un bourgeon terminal et de bourgeons latéraux;
  - allongement axial sans ramification se poursuivant l'année suivante à partir du bourgeon terminal de l'année précédente;
  - ramifications latérales à partir de certains des bourgeons latéraux des années précédentes, les autres bourgeons restant "dormants";
  - possibilité de croître par réitération.
- On trouve régulièrement des troncs soudés ou des arbres en bouquets.
- Croissance lente durant la phase juvénile.
- Age maximal 1000-1100 ans.



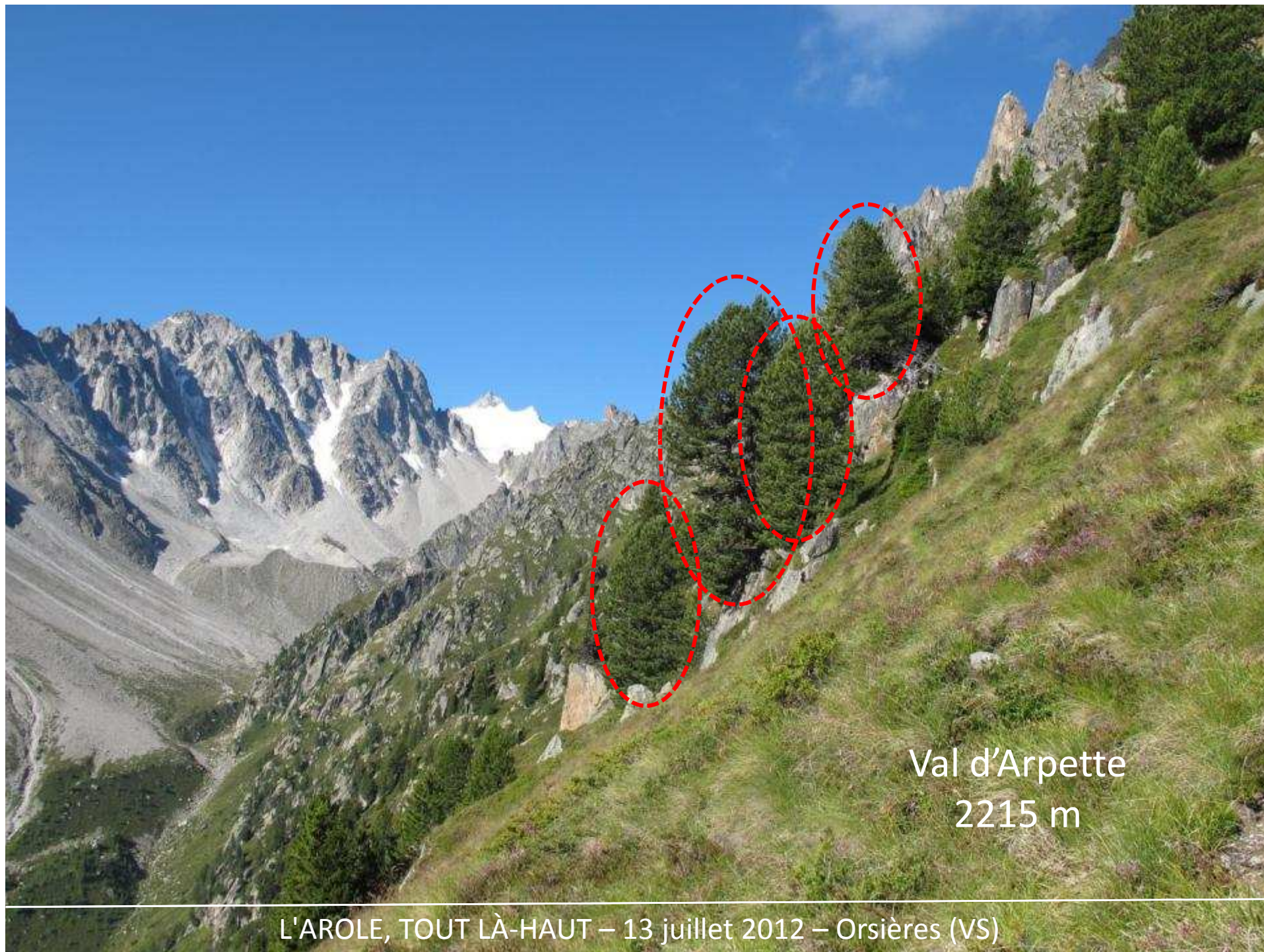


Allongement *rythmique* du tronc et des rameaux (croissance non continue) produisant une forme obovale.



Modèle architectural de Rauh



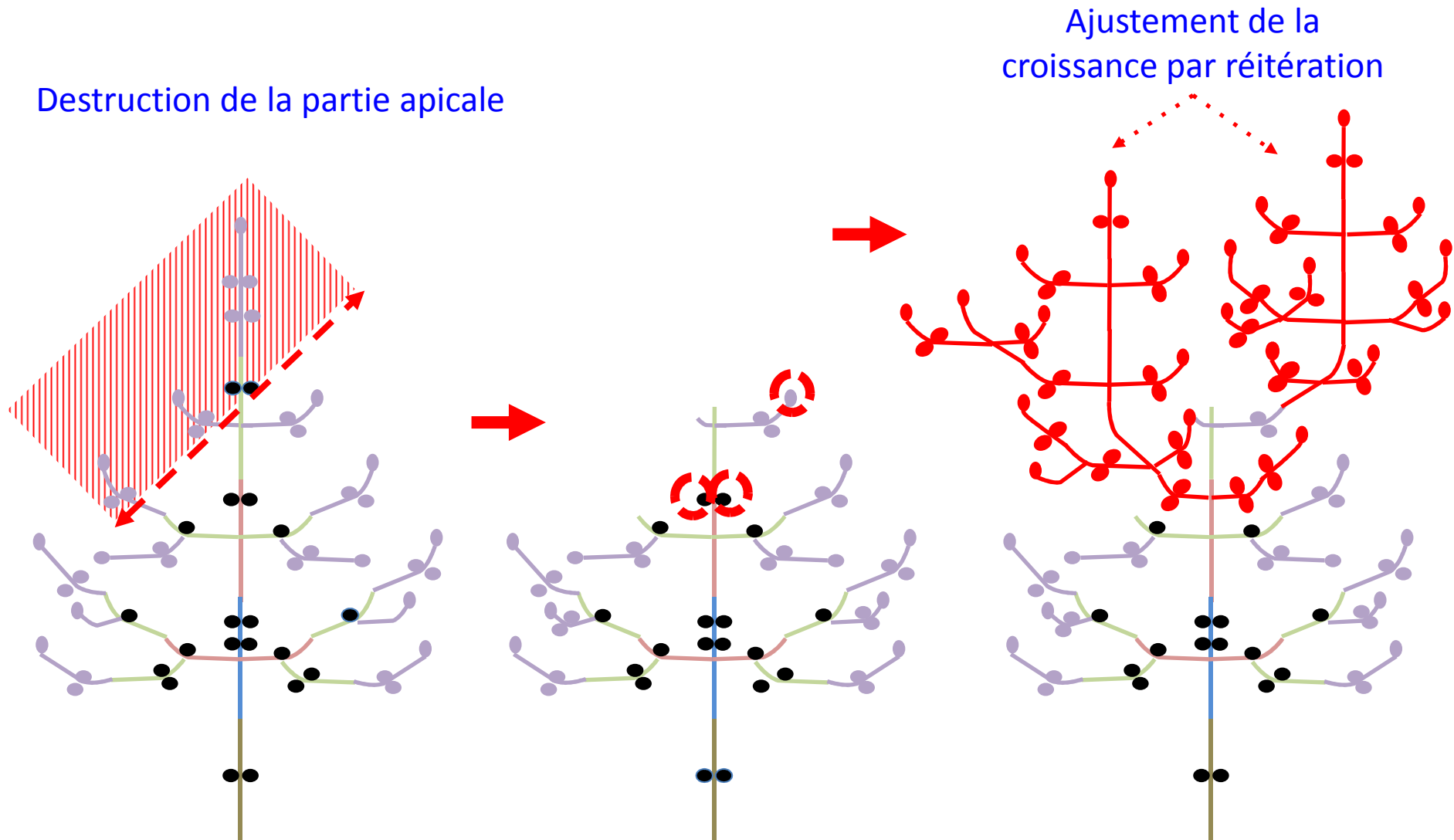


Val d'Arpette  
2215 m

L'AROLE, TOUT LÀ-HAUT – 13 juillet 2012 – Orsières (VS)



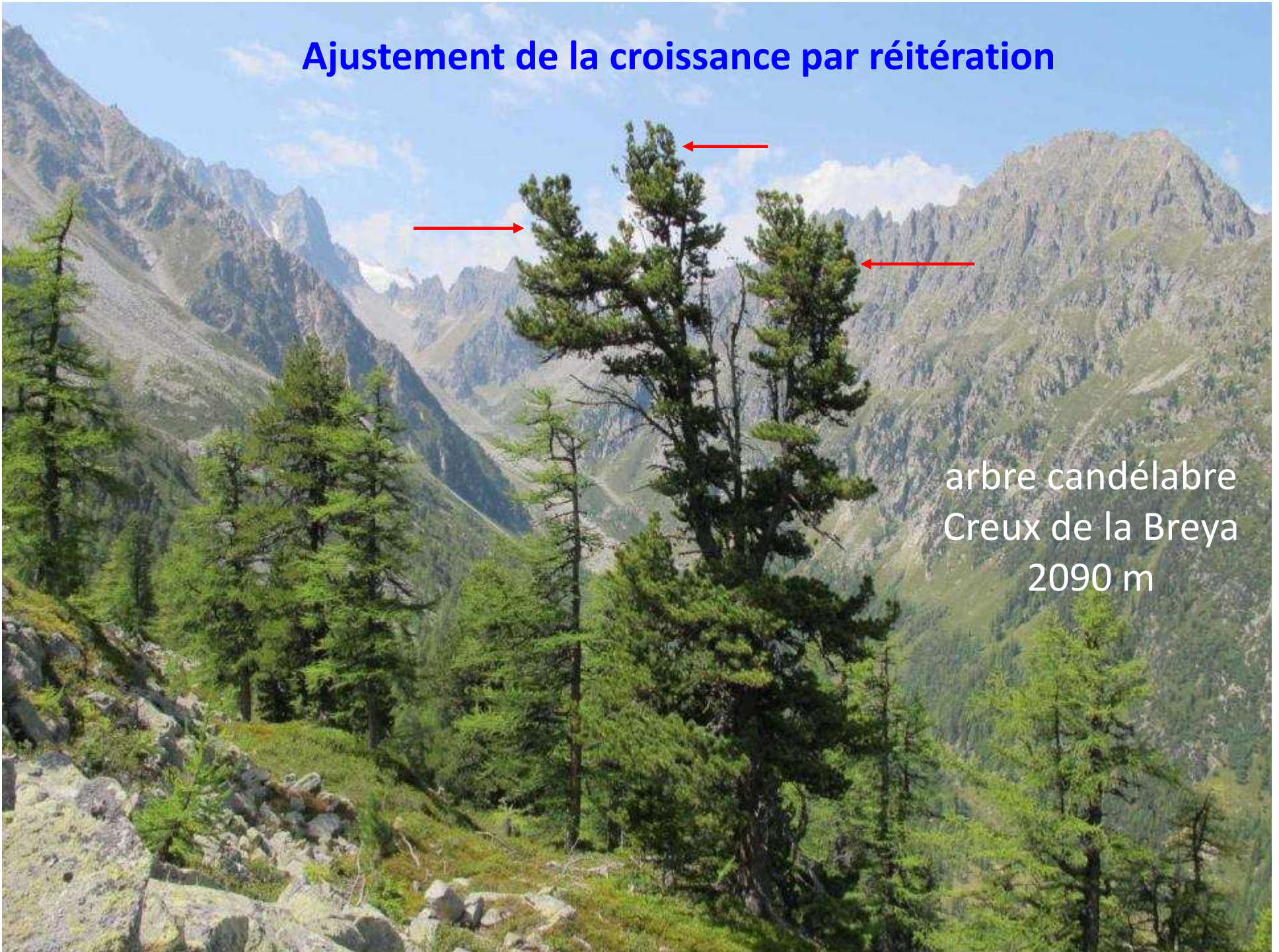
Lorsque l'axe est endommagé, un ajustement architectural intervient et la croissance reprend à partir des bourgeons dormants: c'est le phénomène de **réitération**.





## Ajustement de la croissance par réitération

arbre candélabre  
Creux de la Broya  
2090 m





## Ajustement de la croissance par réitération





Ajustement de la  
croissance par  
réitération

Forme en "éventail"  
Val d'Arpette  
crête, 2420 m

L'AROLE, TOUT LÀ-HAUT – 13 juillet 2012 – Orsières (VS)

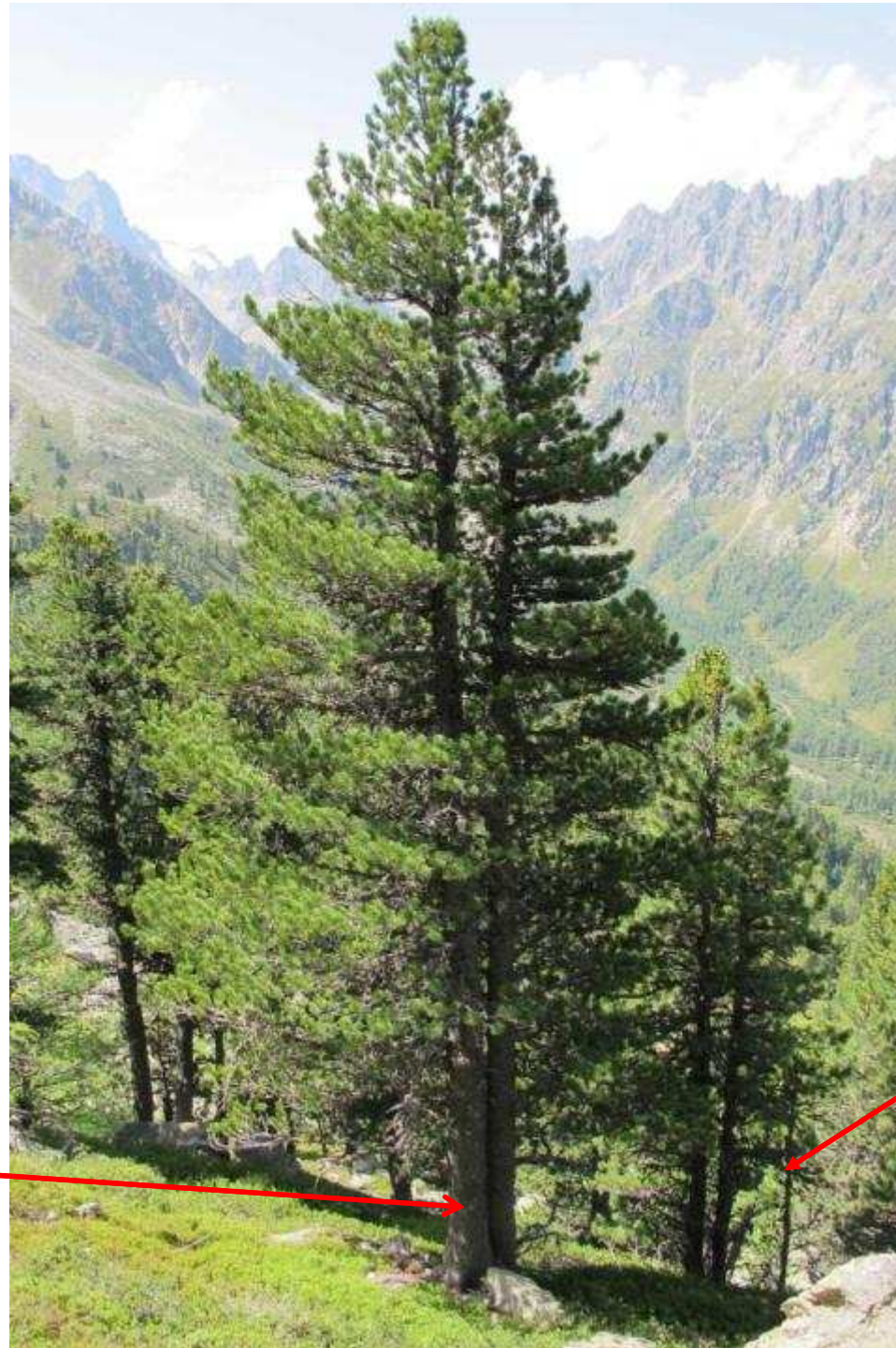


# Caractéristiques biologiques de l'arole

- Pollinisation par le vent ("anémophilie").
- Dispersion par le casse-noix ("ornithochorie").
- Allongement *rythmique* du tronc et des rameaux (croissance non continue) produisant une forme obovale:
  - allongement axial sans ramification avec formation d'un bourgeon terminal et de bourgeons latéraux;
  - allongement axial sans ramification se poursuivant l'année suivante à partir du bourgeon terminal de l'année précédente;
  - ramifications latérales à partir de certains des bourgeons latéraux des années précédentes, les autres bourgeons restant "dormants »;
  - possibilité de croître par réitération.
- On trouve régulièrement des troncs soudés ou des arbres en bouquets.
- Croissance lente durant la phase juvénile.
- Age maximal 1000-1100 ans.



Creux de  
la Breya  
2135 m



troncs  
soudés



arbres en  
bouquet





**Germination  
simultanée de trois  
jeunes aroles**

Creux de la Breya  
2070 m





# Caractéristiques biologiques de l'arole

- Pollinisation par le vent ("anémophilie").
- Dispersion par le casse-noix ("ornithochorie").
- Allongement *rythmique* du tronc et des rameaux (croissance non continue) produisant une forme obovale:
  - allongement axial sans ramification avec formation d'un bourgeon terminal et de bourgeons latéraux;
  - allongement axial sans ramification se poursuivant l'année suivante à partir du bourgeon terminal de l'année précédente;
  - ramifications latérales à partir de certains des bourgeons latéraux des années précédentes, les autres bourgeons restant "dormants »
  - possibilité de croître par réitération.
- On trouve régulièrement des troncs soudés ou des arbres en bouquets.
- Croissance lente durant la phase juvénile.
- Age maximal 1000-1100 ans.



Croissance lente  
durant la phase  
juvénile

25 cm de haut  
âge: 18 ans

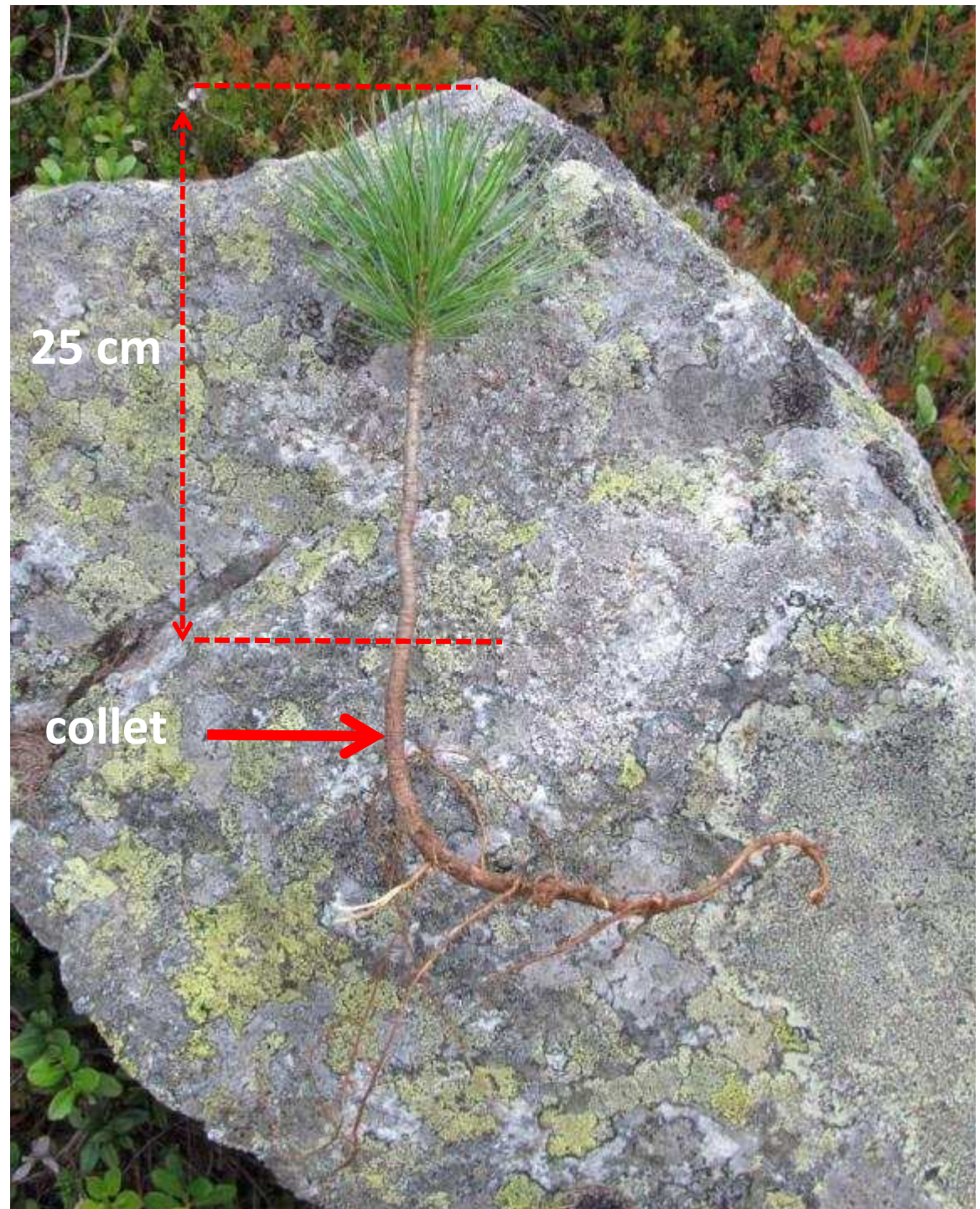
Breya, 2060 m





Croissance lente  
durant la phase  
juvénile

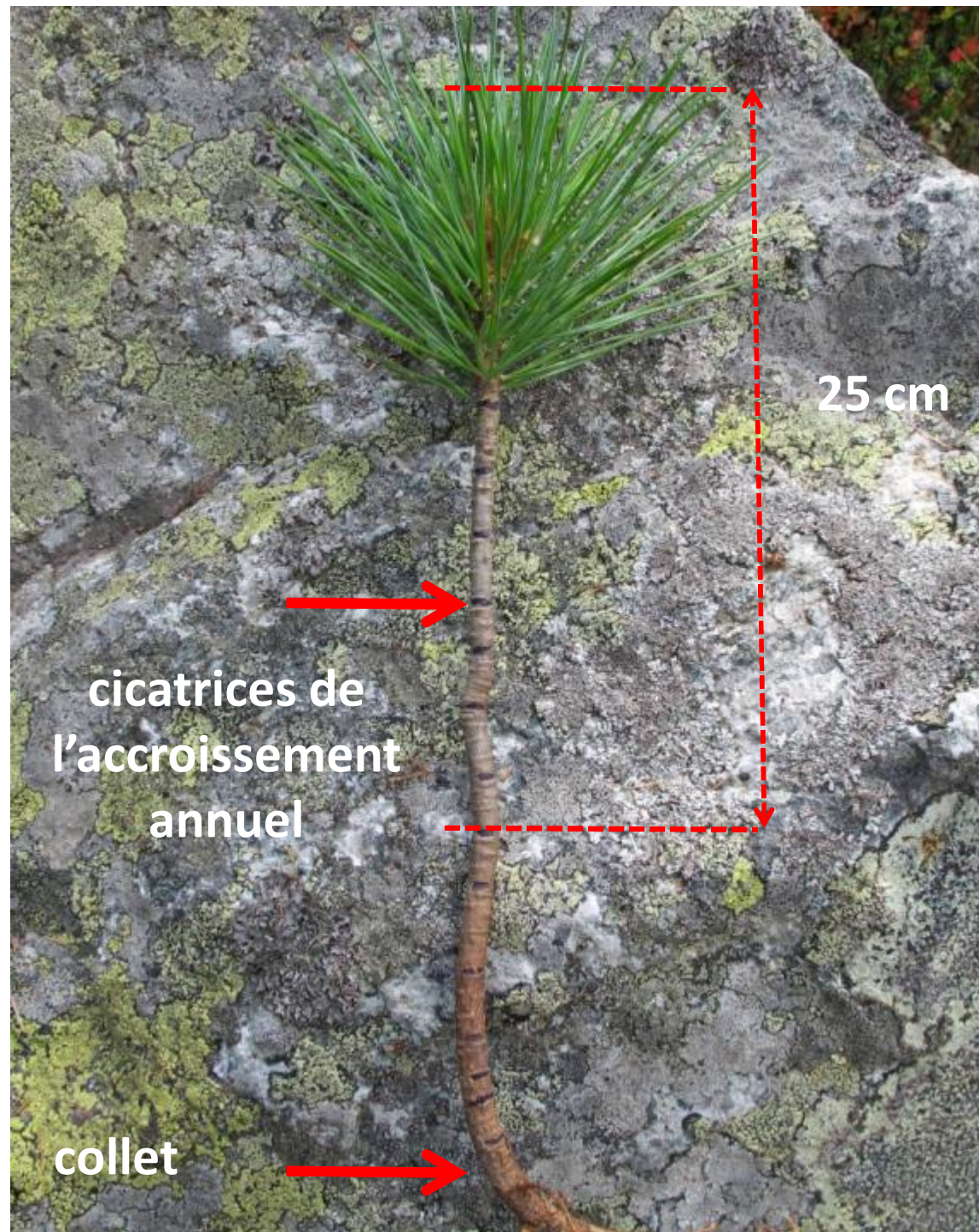
Breya, 2060 m  
25 cm de haut  
âge: 18 ans





Croissance lente  
durant la phase  
juvénile

Breya, 2060 m  
25 cm de haut  
âge: 18 ans





Croissance lente  
durant la phase  
juvénile

**2 m de haut**

âge observé à 13,5 cm  
du sol:

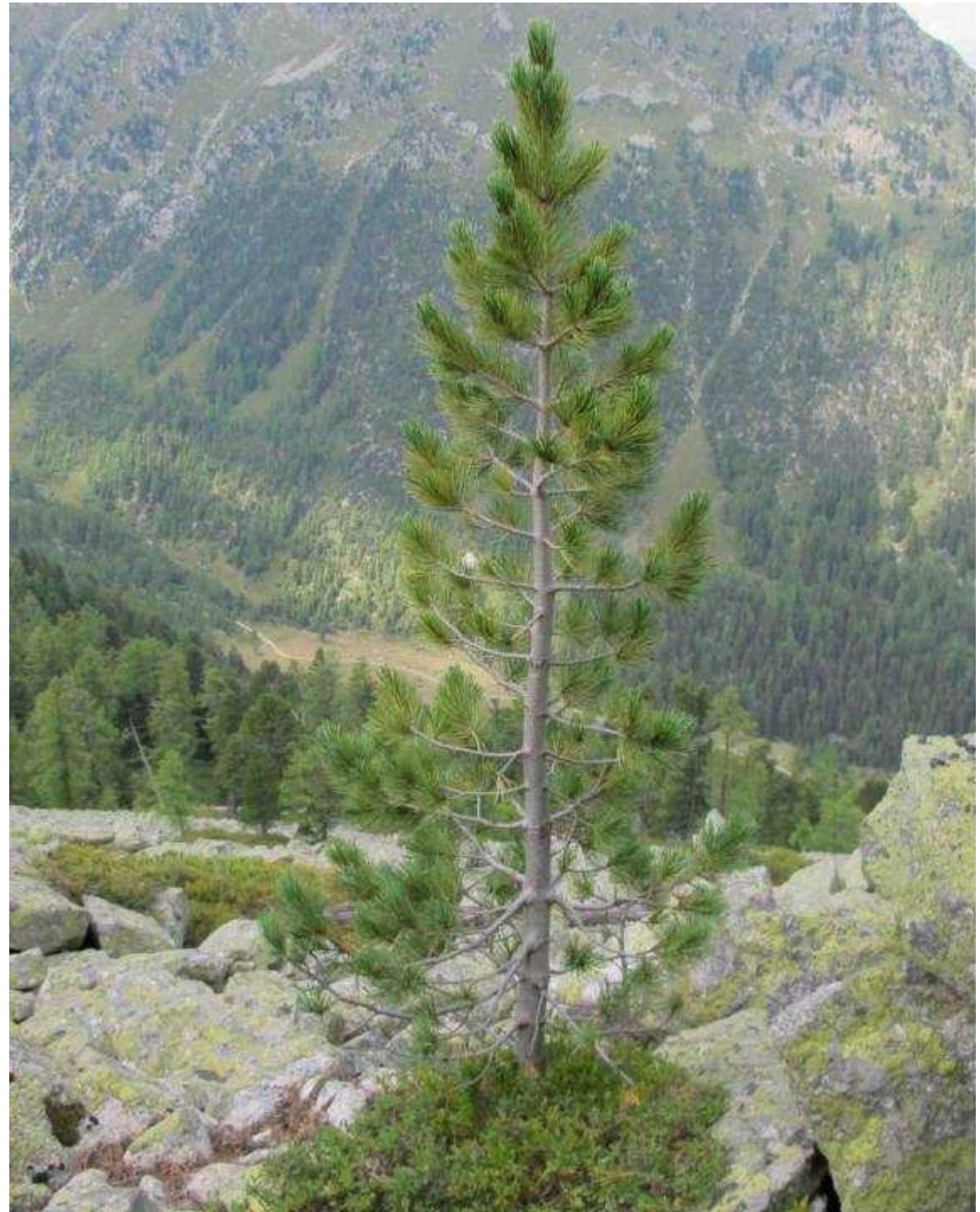
25 ans (1986)

âge estimé:

**30-40 ans (1972-1981)**

(croissance de 1,5-  
4 cm/ ans)

Creux de la Breya, 2105 m, 2011





Croissance lente  
durant la phase  
juvénile

**Accroissements 2010-1999: 89 cm**

2003: 8,5 cm

2004: 7,5 cm

2005: 7,5 cm

2006: 7,5 cm

2007: 10 cm

2008: 8,5 cm

Breya, 2105 m

2 m de haut

âge observé à 13,5 cm du sol:

25 ans (1986)

âge total estimé: 30-40 ans (1972-  
1981)

(croissance de 1,5-4 cm/ an jusqu'à  
13,5 cm)





# Caractéristiques biologiques de l'arole

- Pollinisation par le vent ("anémophilie").
- Dispersion par le casse-noix ("ornithochorie").
- Allongement *rythmique* du tronc et des rameaux (croissance non continue) produisant une forme obovale:
  - allongement axial sans ramification avec formation d'un bourgeon terminal et de bourgeons latéraux;
  - allongement axial sans ramification se poursuivant l'année suivante à partir du bourgeon terminal de l'année précédente;
  - ramifications latérales à partir de certains des bourgeons latéraux des années précédentes, les autres bourgeons restant "dormants »
  - possibilité de croître par réitération.
- On trouve régulièrement des troncs soudés ou des arbres en bouquets.
- Croissance lente durant la phase juvénile.
- **Age maximal 1000-1100 ans.**





**Arole**  
**pluricentenaire**  
Creux de la Broya  
2050 m



## Limites physiologiques et écologiques de l'arole

- Grande résistance au froid: jusqu'à  $-50^{\circ}\text{C}$  en conditions naturelles ( $-90^{\circ}\text{C}$  en conditions artificielles).
- Le développement en altitude est limité par le temps nécessaire à la maturation de la cuticule des aiguilles.
- Les aiguilles sont sensibles aux attaques fongiques dans les cas d'enneigement prolongé.
- L'espèce est favorisée par le climat continental.



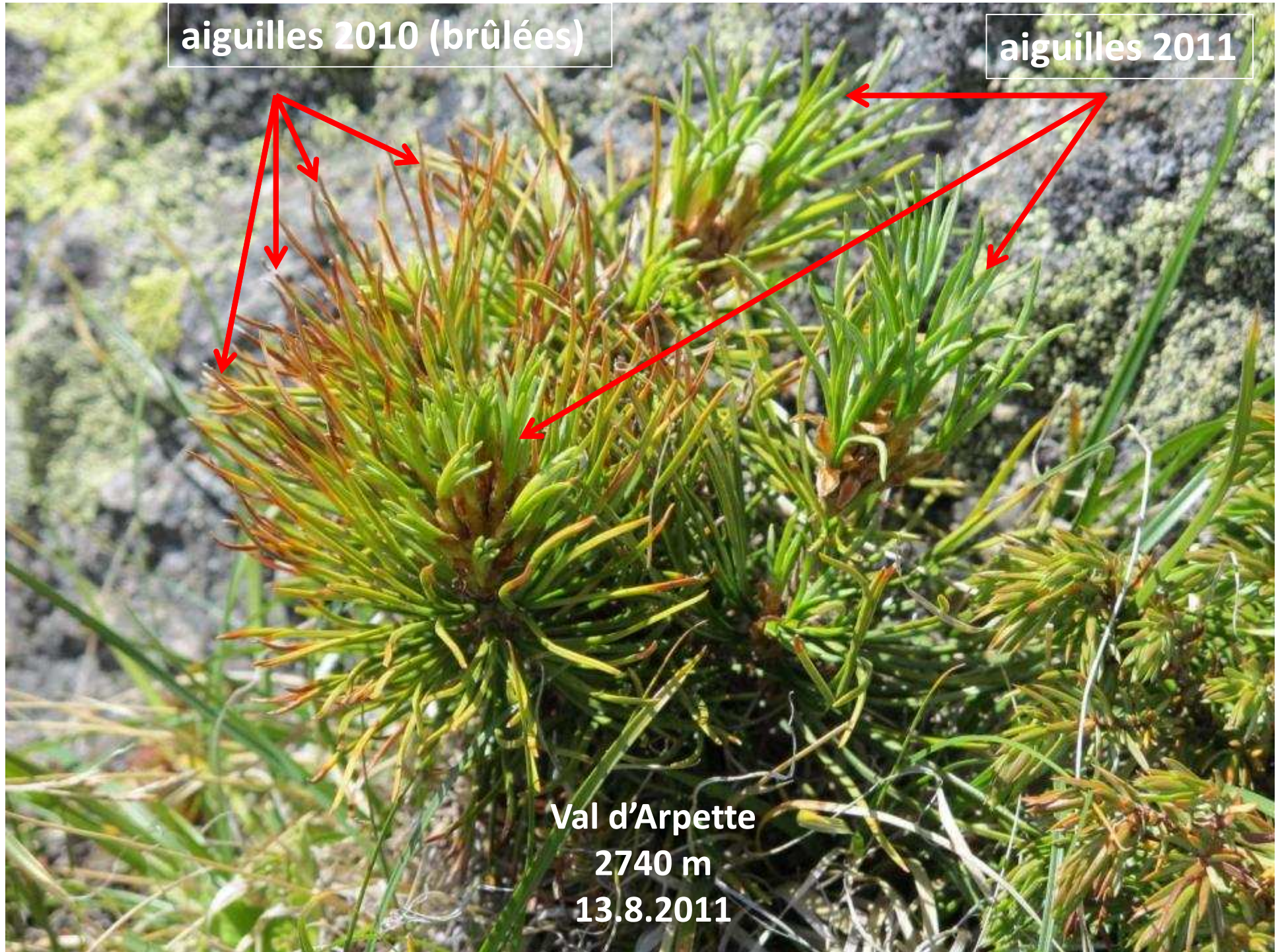


**Jeune arrole en situation rocheuse avec les  
aiguilles 2010 "brûlées" durant l'hiver 2010-  
2011 à 2740 m**



aiguilles 2010 (brûlées)

aiguilles 2011

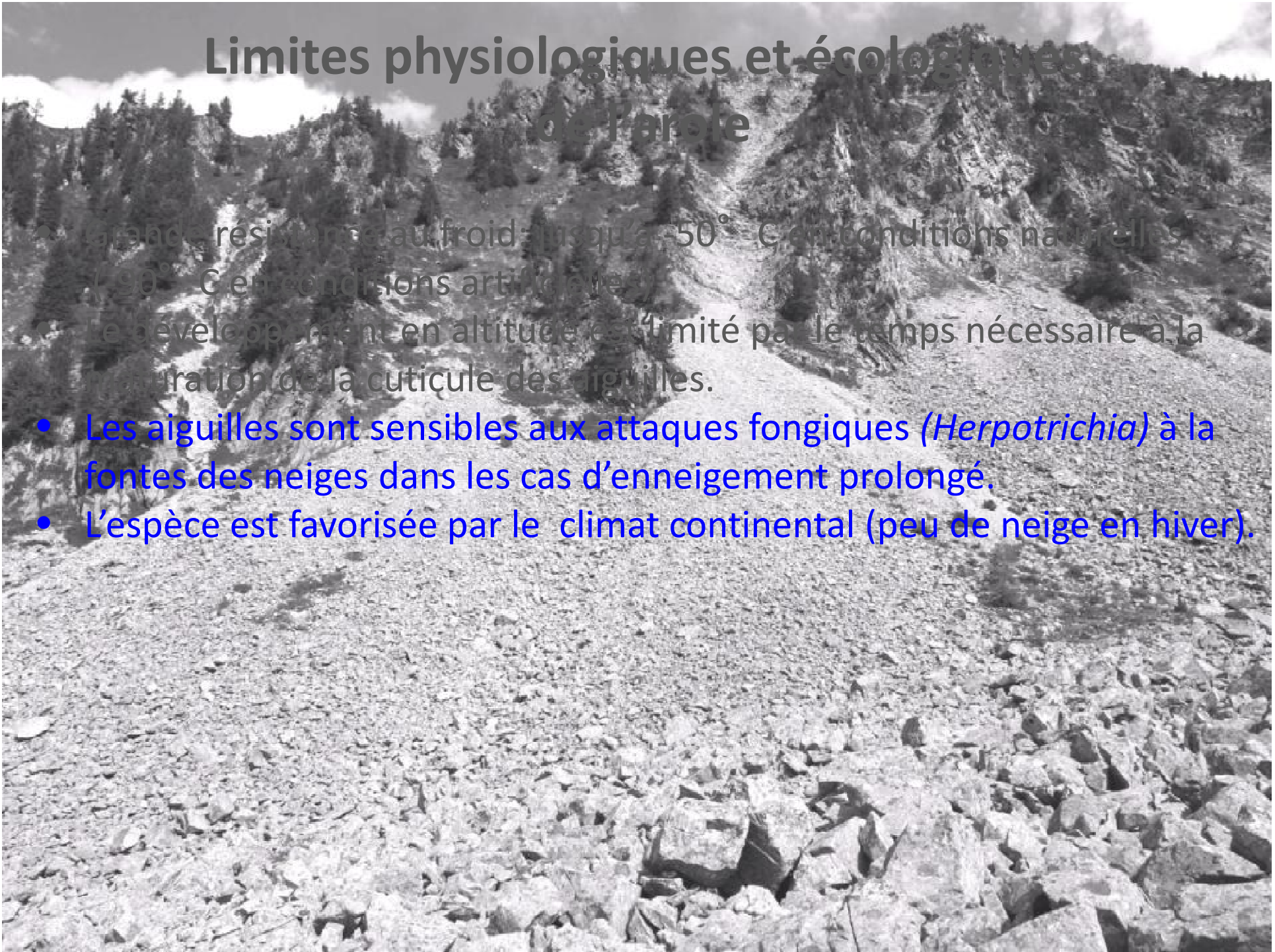


Val d'Arpette  
2740 m  
13.8.2011



# Limites physiologiques et écologiques de l'arole

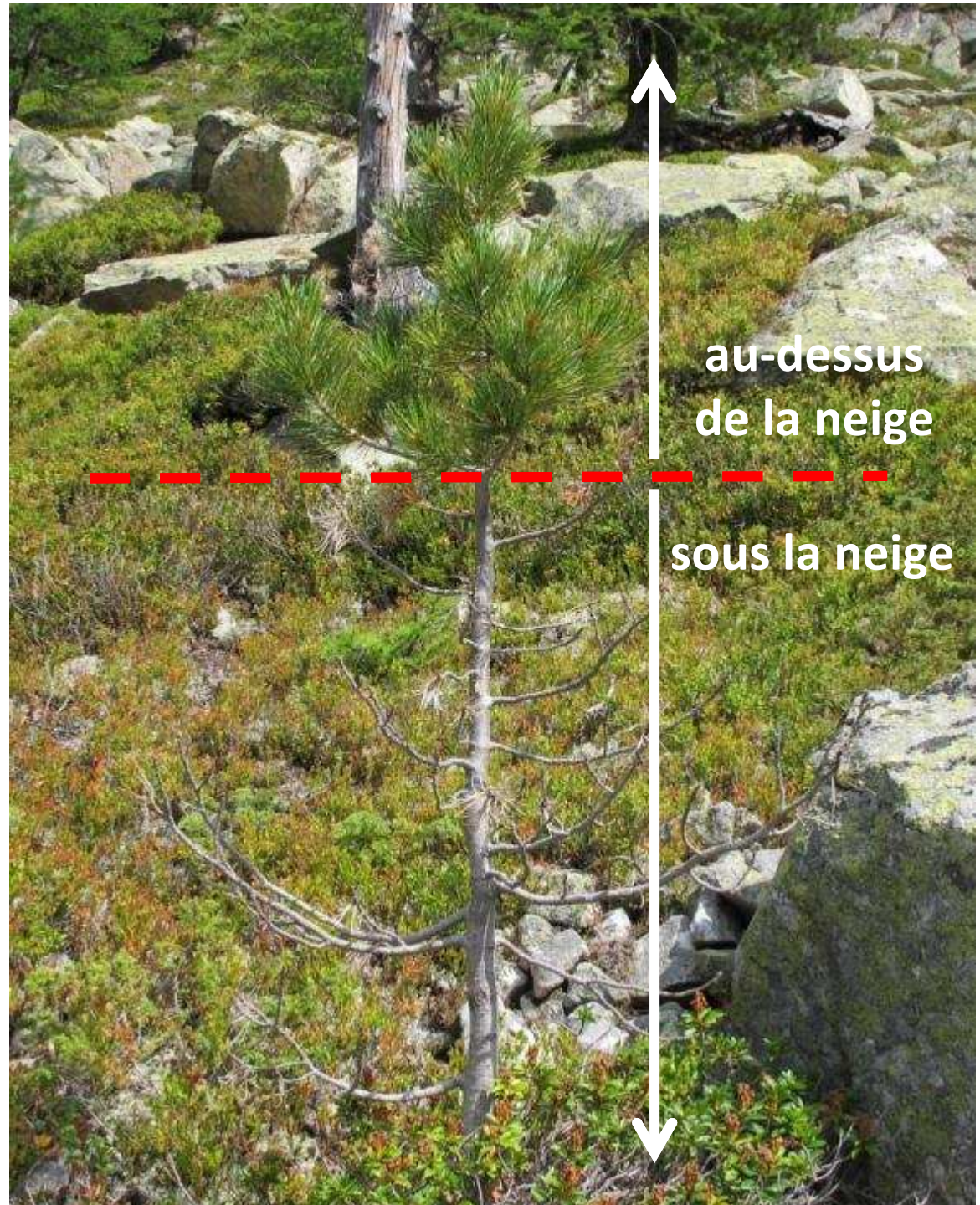
- Grande résistance au froid : jusqu'à  $-50^{\circ}\text{C}$  en conditions naturelles et  $-90^{\circ}\text{C}$  en conditions artificielles.
- Le développement en altitude est limité par le temps nécessaire à la maturation de la cuticule des aiguilles.
- Les aiguilles sont sensibles aux attaques fongiques (*Herpotrichia*) à la fonte des neiges dans les cas d'enneigement prolongé.
- L'espèce est favorisée par le climat continental (peu de neige en hiver).





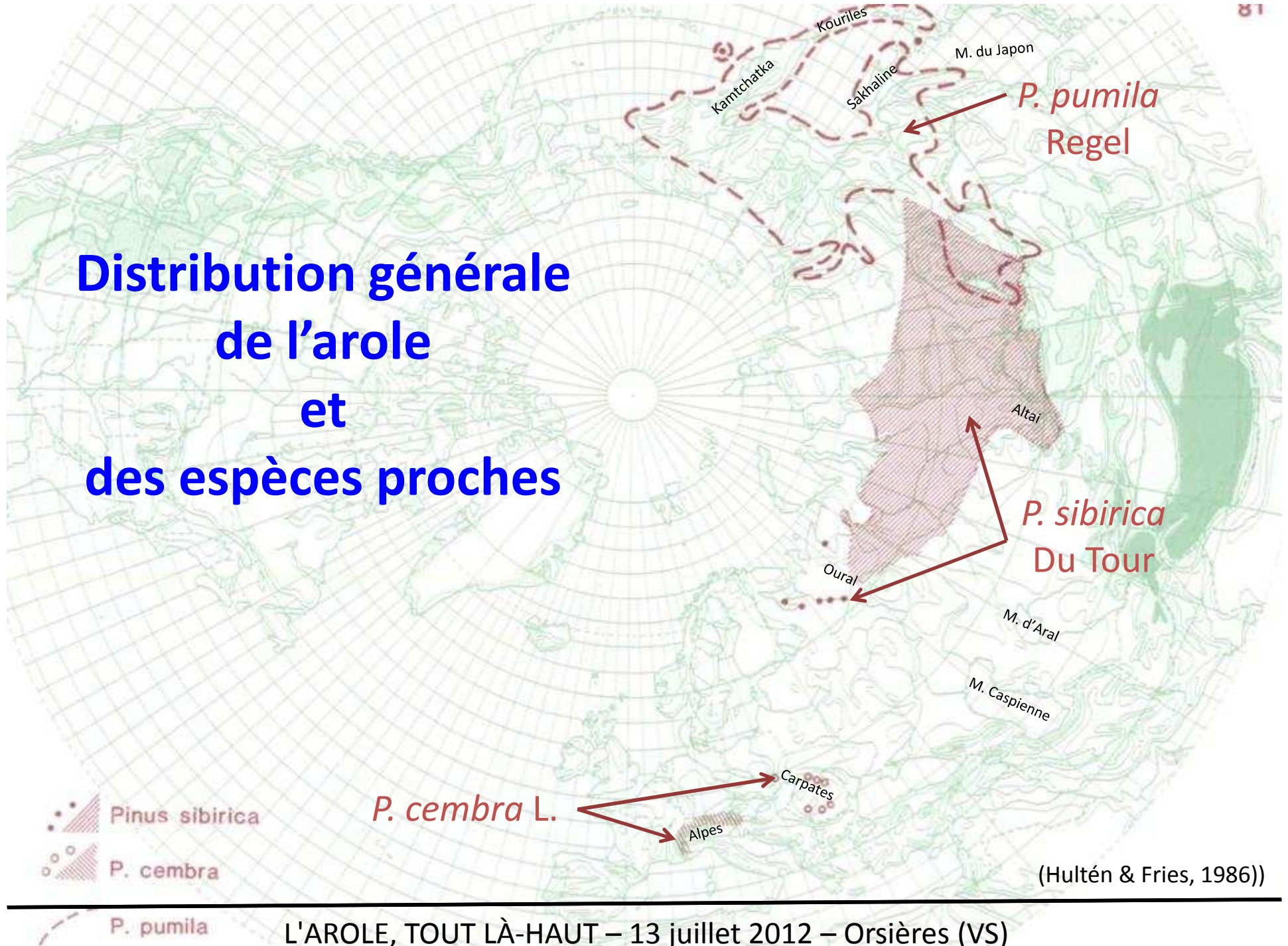
Jeune arole d'environ  
1,5 m de haut ayant  
perdu toutes ses  
aiguilles dans la partie  
inférieure qui est  
restée longtemps  
enneigée suite à une  
attaque *d'Herpotrichia*

Creux de la Breya  
2160 m





# Distribution générale de l'arole et des espèces proches



(Hultén & Fries, 1986)



*Pinus sibirica*

(N. Ermakov)





***Pinus sibirica*, Altai**

(N. Ermakov)





***Pinus sibirica*, Altai**

(N. Ermakov)





*Pinus pumila*, Kamtchatka

(V. Neshataeva)





*Pinus pumila*, Kamtchatka

(V. Neshataeva)





***Pinus pumila*, Kamtchatka**

(V. Neshataeva)

**Merci pour votre attention**

