Catherine Lavaine (Cemagref)
André Evette (Cemagref)
Hervé Piégay (ENS de Lyon)
Jacky Girel (Laboratoire d'écologie alpine)

Pôle Grenoblois d'étude et de recherche pour la prévention des Risques Naturels

isère CONSEIL GÉNÉRAL

Génie végétal en milieu alpin: évaluation des capacités de bouturage et de résistance à la sécheresse de *Myricaria germanica*

Programme de recherche 2009

LECA Laboratoire d'Ecologie Alpine

EVS Environnement Ville Société

Cemagref Sciences, eaux & territoires

Milieux très contraignants:

- Crues



Milieux très contraignants:

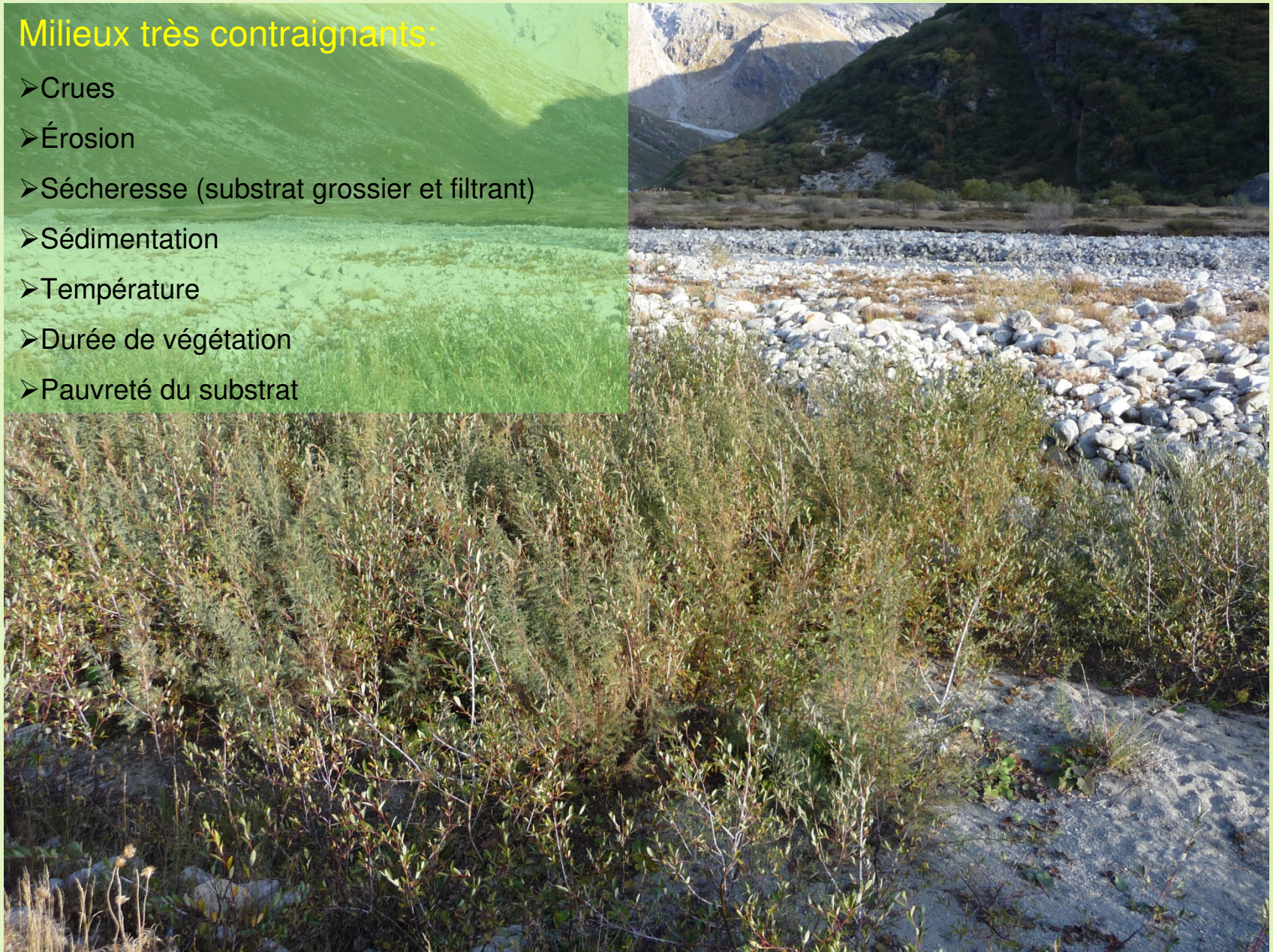
- Crues
- Érosion





Milieux très contraignants:

- Crues
- Érosion
- Sécheresse (substrat grossier et filtrant)
- Sédimentation
- Température
- Durée de végétation
- Pauvreté du substrat



Érosion: phénomène naturel (dynamiques sédimentaire et paysagère)

Problème : nécessité de la contrer en cas d'enjeux anthropiques riverains

Une des solutions possibles: techniques de génie végétal



Objectifs des protections de berge

- Protection contre l'érosion
- Imiter les dynamiques de végétation et restaurer les milieux (fonctionnalités, biodiversité)

Caractéristiques biologiques importantes en génie végétal :

- fort taux de reprise au bouturage
- cinétique de croissance élevée (production de biomasses)
- faculté de coloniser un substrat grossier, voire nu
- rapport de biomasses aérienne sur souterraine faible (enracinement, résistance aux écoulements)
- tiges et racines résistantes aux contraintes mécaniques

Résistance à la sécheresse (facteur majeur d'échec des ouvrages)

Végétation ripicole influencée par les conditions hydro-climatiques (écoulements), elles-mêmes sensibles aux changements globaux (événements climatiques intenses plus fréquent)

⇒Modification des contraintes exercées sur les végétaux (érosion, sécheresse, inondation)

Exemple de la sécheresse

2 paramètres de sécheresse :

- Durée
- Intensité



Les sécheresses peuvent induire un stress hydrique chez les végétaux qui y sont exposés.

Identification de l'adaptation des espèces à la sécheresse à partir de caractéristiques morphologiques (traits biologiques).

Traits ou caractéristiques végétaux utilisés dans l'étude de la sécheresse:

- Diamètre des rejets ↘
- Production de biomasses ↘
- Profondeur et ramification racinaires ↗
- Diamètre racinaire ↘
- Taux de survie ↘

Saules sensibles à la sécheresse comparés à d'autres espèces

Ouvrage avec uniquement des saules pas souhaitable car:

- Biodiversité faible
- Contraintes stationnelles susceptibles d'être modifiées par les changements climatiques

Avantages de l'introduction d'autres espèces:

- Mixité racinaire
- Mixité forme
- Capacités d'accueil de la biodiversité accrue

Sélection de *Myricaria germanica* car:

- Espèce quelquefois utilisée dans d'autres pays alpins
- Espèce compagne des saules en milieu alpin
- Supposée résistante à la sécheresse



Biotope:

- Sol constitué de matériaux grossiers et pauvres en matière organique
- Nappe alluviale facultative
- Ensoleillement important
- Crues régulières avec remaniements et perturbations



Répartition:

- Rivière en tresses des Alpes, Pyrénées, vallée de la Durance
- De 300 m à 2350 m

M. germanica peine à se maintenir dans son habitat si la chenalisation est importante (crues & remaniements nécessaires car peu compétitive)

Espèce de milieux patrimoniaux, en cours de régression dans l'arc alpin, protégée dans le reste de l'Europe

Espèce pionnière (adaptation à la plupart des perturbations):

- Régénération aisée et rapide par bouturage



Espèce pionnière (adaptation à la plupart des perturbations):

- Régénération aisée et rapide par bouturage
- Rapport de biomasses aériennes sur souterraines très faible
- Système racinaire puissant et profond



Espèce pionnière (adaptation à la plupart des perturbations):

- Régénération aisée et rapide par bouturage
- Rapport de biomasses aériennes sur souterraines très faible
- Système racinaire puissant et profond
- Feuillage souple et ramifié



Espèce pionnière (adaptation à la plupart des perturbations):

- Régénération aisée et rapide par bouturage
- Rapport de biomasses aériennes sur souterraines très faible
- Système racinaire puissant et profond
- Feuillage souple et ramifié
- Résistance à l'ensevelissement par émission de tiges à partir du collet



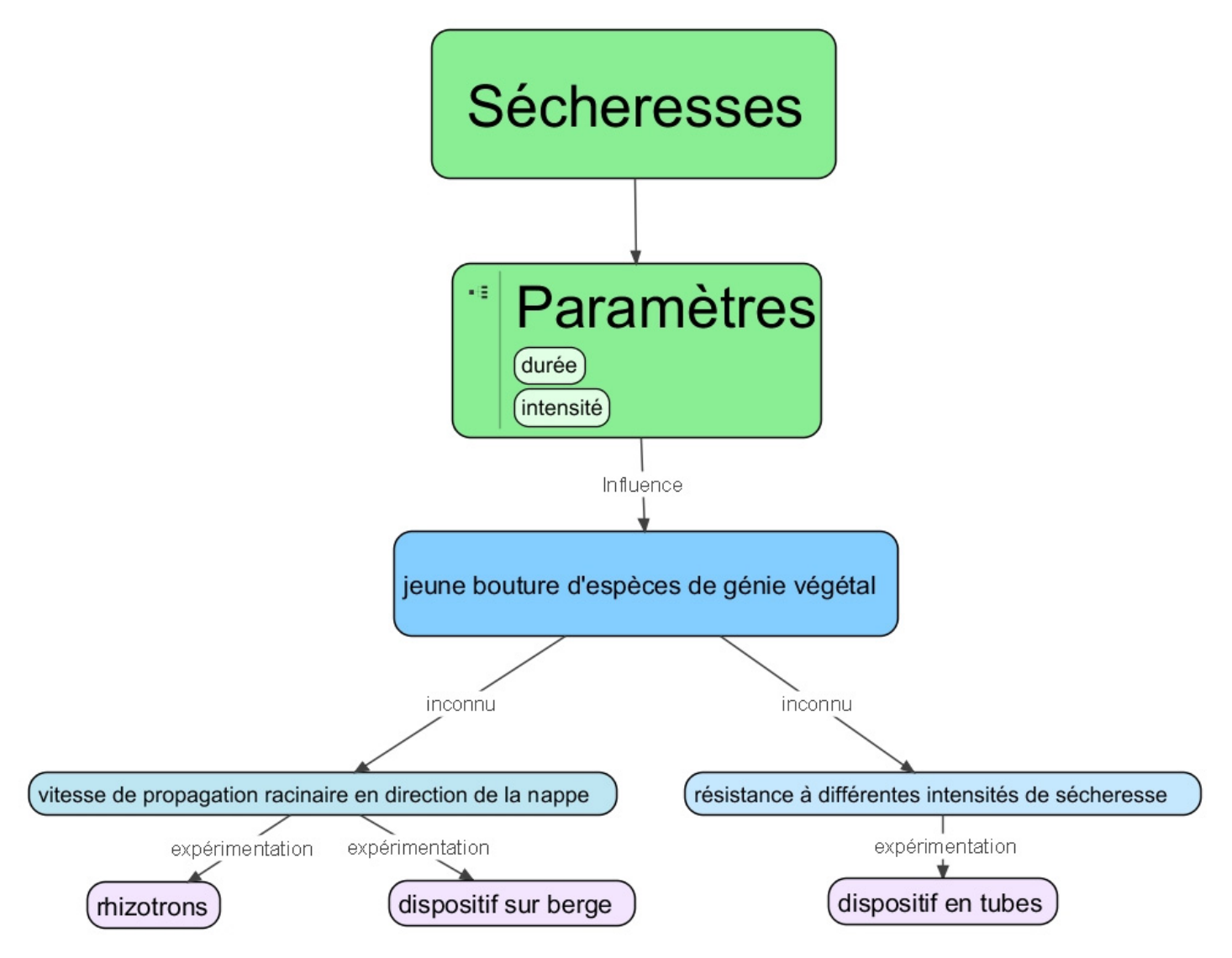
Espèce pionnière (adaptation à la plupart des perturbations):

- Régénération aisée et rapide par bouturage
- Rapport de biomasses aériennes sur souterraines très faible
- Système racinaire puissant et profond
- Feuillage souple et ramifié
- Résistance à l'ensevelissement par émission de tiges à partir du collet
- Résistance à la sécheresse supposée



- Capacités de bouturage et de résistance à la sécheresse de *M. germanica* en comparaison de *S. purpurea*, espèce classiquement utilisée en génie végétal?

- Préconisation de cette espèce pour une utilisation en génie végétal?


Sécheresses
Paramètres
durée
intensité
Influence
jeune bouture d'espèces de génie végétal
inconnu
inconnu
vitesse de propagation racinaire en direction de la nappe
résistance à différentes intensités de sécheresse
expérimentation
expérimentation
expérimentation
rhizotrons
dispositif sur berge
dispositif en tubes

Trois expérimentations pour tester l'intensité et la durée d'une sécheresse sur des boutures (matériel le plus courant) de *M. germanica* en comparaison avec *S. purpurea*:

- En tubes avec deux cycles de sécheresse de six semaines



Trois expérimentations pour tester l'intensité et la durée d'une sécheresse sur des boutures (matériel le plus courant) de *M. germanica* en comparaison avec *S. purpurea*:

- En tubes avec deux cycles de sécheresse de six semaines
- En berge avec une sécheresse croissante du pied au haut de berge





Trois expérimentations pour tester l'intensité et la durée d'une sécheresse sur des boutures (matériel le plus courant) de *M. germanica* en comparaison avec *S. purpurea*:

- En tubes avec deux cycles de sécheresse de six semaines
- En berge avec une sécheresse croissante du pied au haut de berge
- En rhizotron avec une sécheresse liée à une distance à une nappe phréatique artificielle









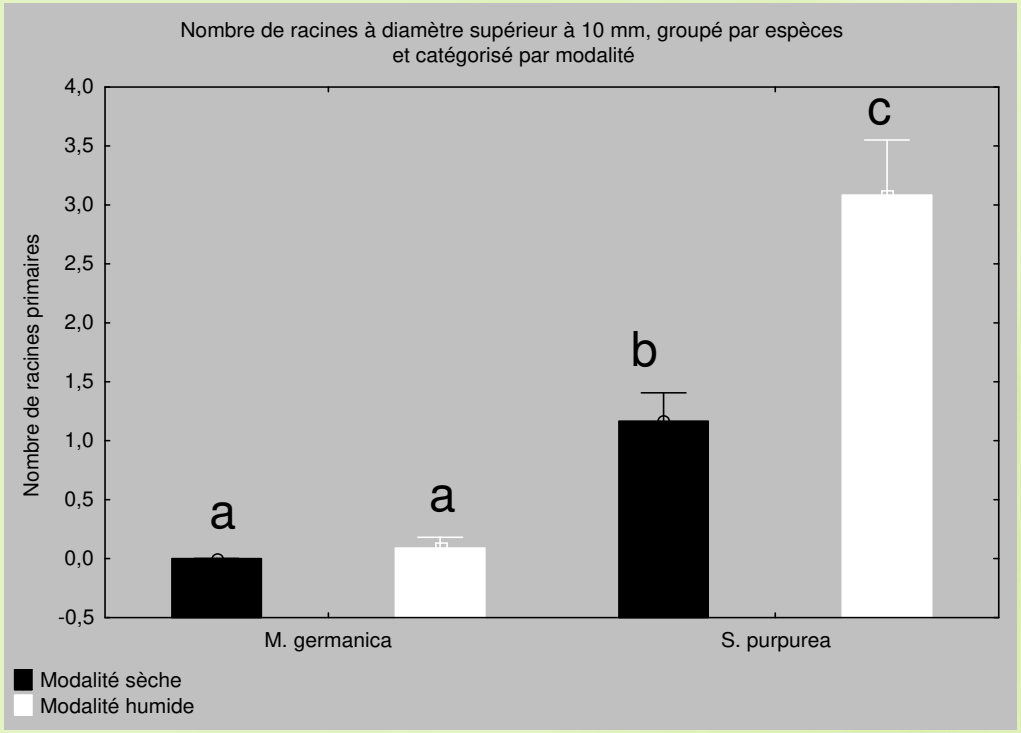
Lavaine

Protocole:

- 24 boutures de chaque espèce
- 2 modalités de sécheresse
- 2 cycles de 6 semaines sur deux ans
- Tubes de grand volume

Protocoles et résultats

Expérimentation en tubes



Anova factorielle
p(modalité)=0.08, p(espèce)=0.00, p(modalité*espèce)=0.00

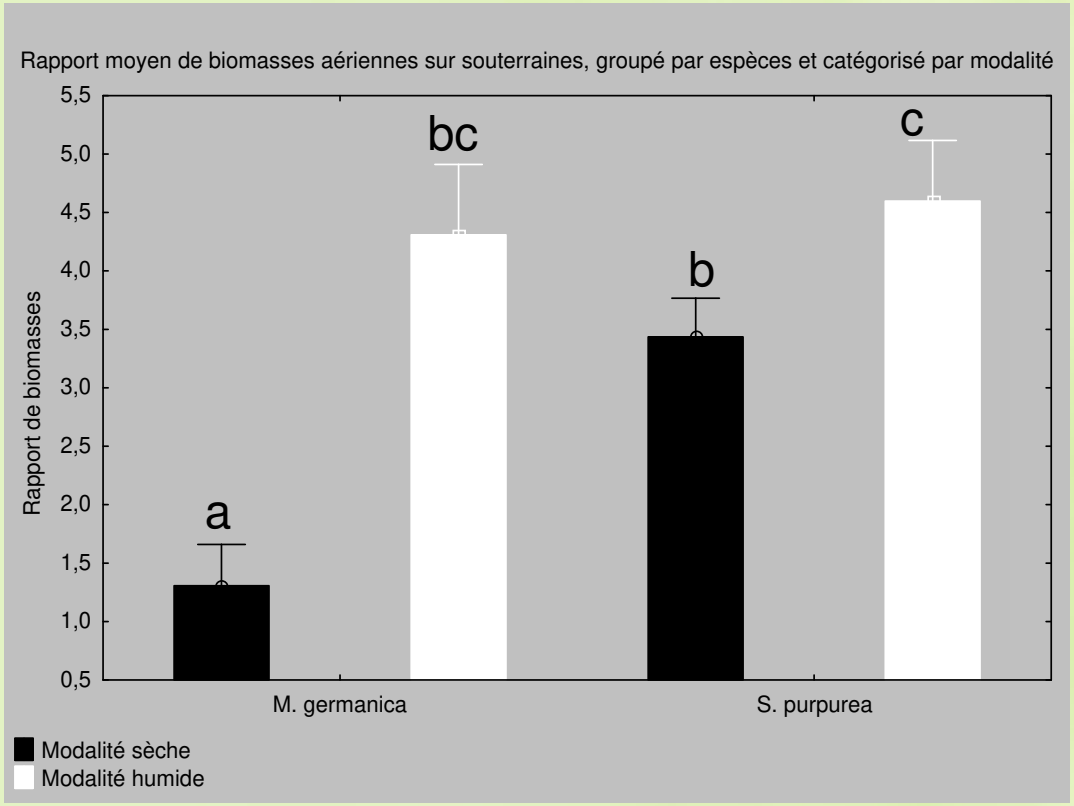


- Baisse significative du nombre de grosses racines chez *S. purpurea* en condition sèche (allocation des ressources aux racines fines, propres à l'acquisition de l'eau)
- Peu d'impact chez *M. germanica*

Les barres verticales représentent les erreurs-types et deux lettres différentes indiquent une différence significative au seuil α=5%

Protocoles et résultats

Expérimentation en tubes





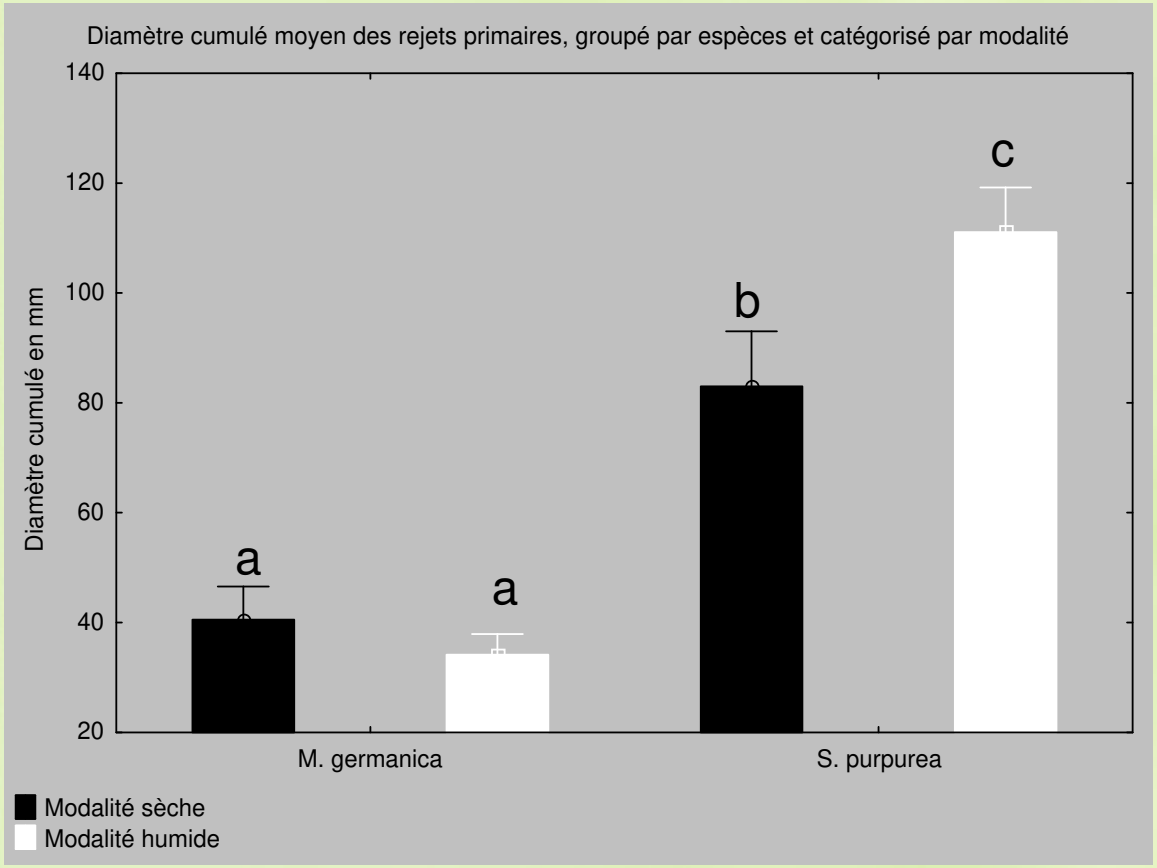
Anova factorielle
p(modalité)=0.08, p(espèce)=0.00, p(modalité*espèce)=0.00

- Très forte baisse du ratio de biomasses chez *M. germanica* en condition sèche (allocation des ressources aux racines pour augmenter l'acquisition de l'eau)

=>développement d'une stratégie d'adaptation

- Peu d'impact visible de la sécheresse avec cette caractéristique sur *S. purpurea*

Les barres verticales représentent les erreurs-types et deux lettres différentes indiquent une différence significative au seuil α=5%





Anova factorielle
p(modalité)=0.08, p(espèce)=0.56, p(modalité*espèce)=0.04

Baisse significative des diamètres cumulés chez *S. purpurea* au contraire de *M. germanica*=> impact de la sécheresse plus fort chez le saule

Les barres verticales représentent les erreurs-types et deux lettres différentes indiquent une différence significative au seuil α=5%

- *M. Germanica* résiste mieux au stress hydrique que *S. purpurea* (diamètre cumulé et ratio de biomasses).
- Mais croissance plus lente de *M. germanica* par rapport à *S. purpurea* (nombre de racines à gros diamètre quasi nul chez *M. germanica*, production de biomasses plus faible)



M. germanica au premier plan et *S. purpurea* au second plan, individus de même âge

Protocole

- 8 hauteurs de berge
- 48 boutures de chaque espèces réparties en 6 blocs
- Berge à fort gradient de xéricité (exposition sud, hauteur d'expérimentation de 4m)

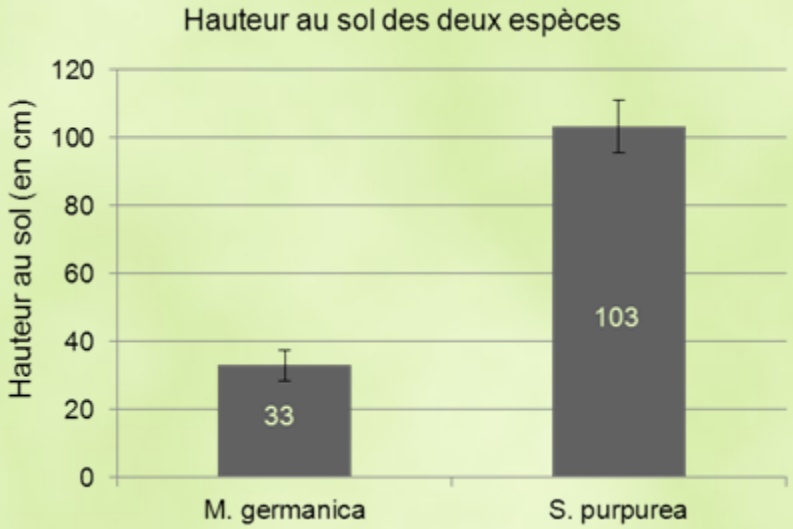


Cemagref Ouvrage âgé de 5 mois



Distance à l'eau en cm	*M. germanica*	*S. purpurea*
250	17%	83%
214	33%	83%
179	14%	71%
143	17%	67%
107	0%	67%
71	50%	83%
36	43%	100%
0	50%	83%

Taux de survie en fonction de la distance à la nappe phréatique



- *M. Germanica* reprend et survit davantage sur le stations situées dans la moitié inférieure de la berge (jeunes boutures plus sensible que le saule à la sécheresse)
- *M. germanica* est significativement plus petit que *S. purpurea*

=>faible compétition pour la lumière

Conclusion: faible reprise de M. germanica sur l'ouvrage (sensibilité à une sécheresse précoce)

Protocole:

- 15 boutures de chaque espèce
- Nappe phréatique à -40cm

Gonnet P.

Lavaine





Gonnet

Taux de reprise en condition non limitante:

- *M. germanica* : 93%
- *S. purpurea* : 100%

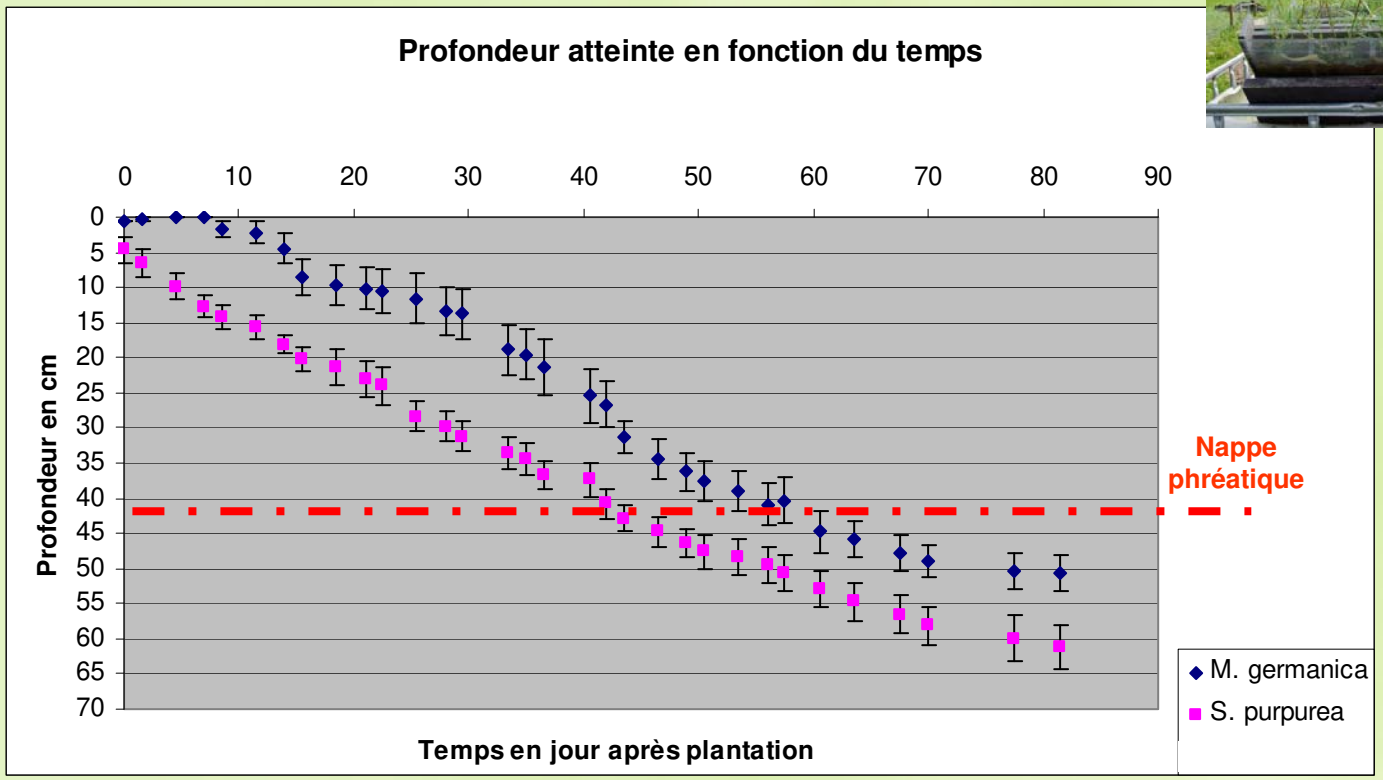


S. purpurea



M. germanica

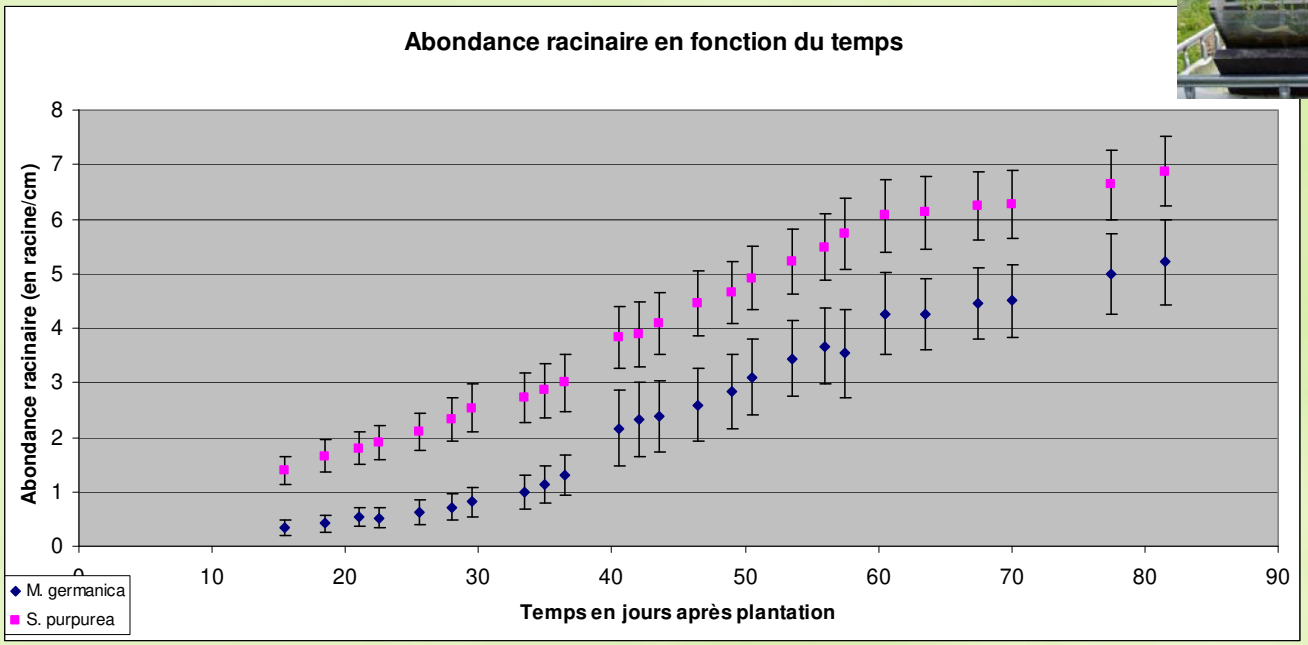




- *S. purpurea* atteint plus rapidement les grandes profondeurs et la prospection du front racinaire est linéaire.
- *M. germanica* descend moins vite car prospecte plus à l'horizontale.

Les barres verticales représentent les erreurs-types.





Abondance racinaire équivalente à la densité racinaire en 2D

- *S. purpurea* et *M. germanica* montre une augmentation d'abondance racinaire similaire au cours du temps.
- L'écart peut être du à une ramification plus importante de *S. purpurea* au cours du temps.

Les barres verticales représentent les erreurs-types.

M. germanica:

- fort taux de reprise au bouturage en conditions non limitantes
- prospection et ramification racinaire en direction de la nappe plus lente que *S. purpurea*

S. purpurea: comportement typique des phréatophytes cherchant la compensation de l'évapotranspiration

Conclusion des trois expérimentations et perspectives

Espèce intéressante à utiliser car:

- En bas de berge car supporte bien les milieux très perturbés (eg torrents alpins)
- Aptitudes d'espèce de génie végétal
- Promotion d'une espèce en régression
- Augmentation des possibilités d'accueil de biodiversité
- Augmentation de la résistance aux perturbations des ouvrages via la mixité de forme et de racines
- Résistance à la sécheresse

Mais :

- Taux de reprise (en cas de sécheresse initiale)
- Faible compétiteur pour la lumière
- Cinétique de croissance moins élevée que celles des saules
- =>obligation de densifier les plantations afin de couvrir rapidement l'ouvrage

De plus nécessité de tester l'espèce :

- Sur des chantiers pilotes de plus grande ampleur et plus longtemps
- Avec des boutures plus épaisses
- Vis-à-vis de sa résistance à l'arrachage


Merci de votre attention!
Lavaine