



# Etat de l'art, questionnements sur la fructification chez les arbres forestiers

**Brigitte Musch**

**ONF, Conservatoire Génétique des Arbres Forestiers,  
Orléans**

**Marie-Anne Lelu-Walter**

**INRA Centre Val de Loire, Unité Amélioration,  
Génétique et Physiologie Forestières, Orléans**



Brigitte Musch

Journée d'échanges sur les fruits et semences



Marie-Anne Lelu-Walter

Paris 09-10 avril 2015

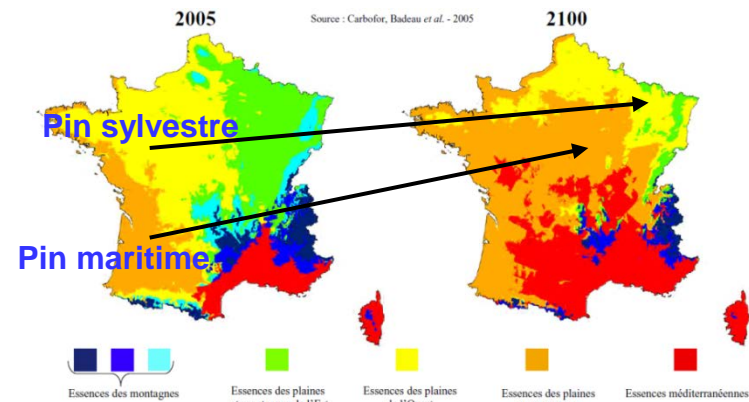
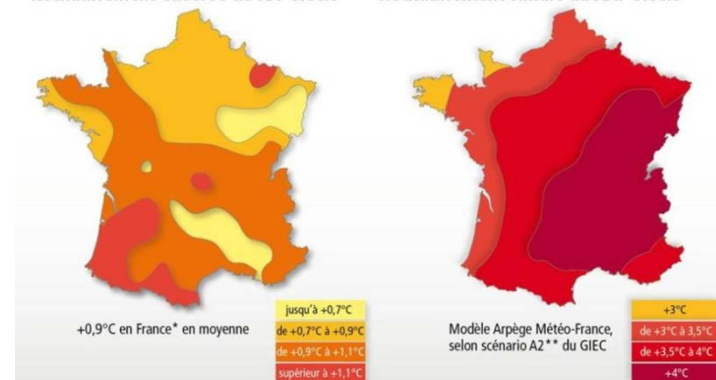


# Changements climatiques annoncés

**Multi facteurs: augmentation de la température, jours de sécheresse...**

**Changement des aires de répartition des espèces : extirpation d'espèces (pin sylvestre) et augmentation d'aire (pin maritime)**

Réchauffement observé au XX<sup>e</sup> siècle      Réchauffement simulé au XXI<sup>e</sup> siècle





## Impact sur le système reproducteur

### Constats:

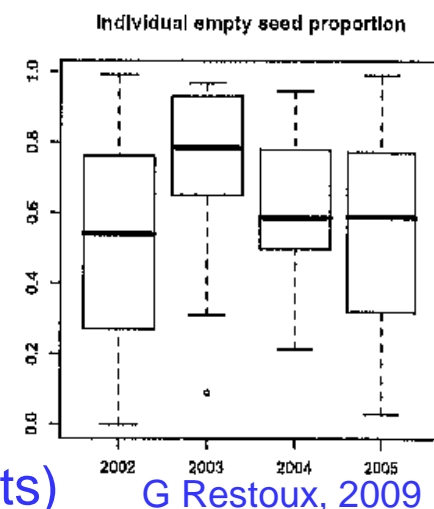
- Phénologie florale avancée /risque de gelées tardives
- Beaucoup de graines “vides”
- Effets probables sur la date de maturité des graines

**Variations environnementales impactent elles la qualité génétique, physiologique des graines?**

Pin maritime (29 10<sup>6</sup> plants), Douglas (7 10<sup>6</sup> plants)

Evolution de la date de floraison du pommier (JM Legave)

Période	Angers	Bergerac	Nimes
1976-1988	25 Avril	19 Avril	11 Avril
1989-2002	18 Avril	11 Avril	4 Avril





## 3 approches mises en œuvre

### Génétique des populations:

- Comparaison des flux de gènes / environnements contrastés

### Physiologie de la graine:

- Estimation des réserves énergétiques de la graine (sucres, protéines)
- Estimation de la tolérance à la déshydratation de la graine

**Embryogenèse somatique:** impact de la température sur le développement de l'embryon

➔ **QuaSeGraines, IMTEMPERIES**



Brigitte Musch



Marie-Anne Lelu-Walter

Journée d'échanges sur les fruits et semences

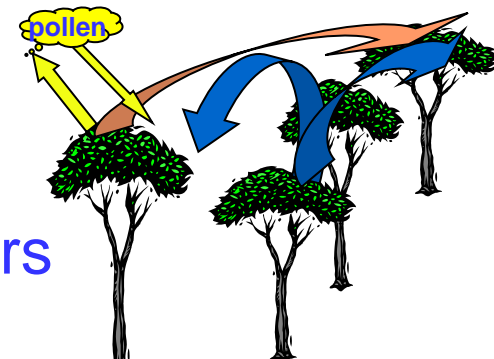
Paris 09-10 avril 2015



## Qualité génétique et physiologique des graines dépend:

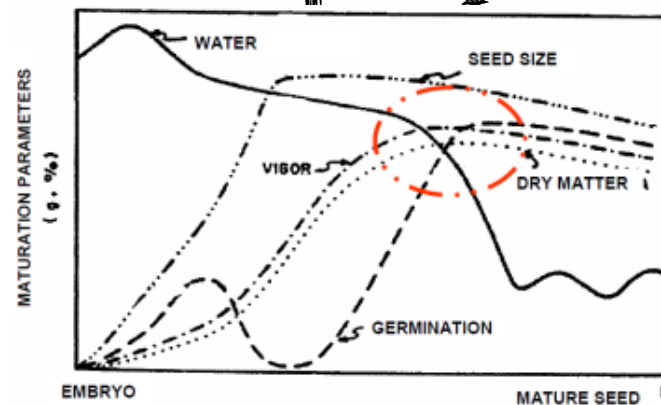
### Environnement de reproduction :

- site / conditions pédoclimatiques
- variabilité de la phénologie florale des géniteurs
- pollution génétique
- distribution spatiale des géniteurs



### Développement de la graine :

- variabilité inter année
- période de récolte

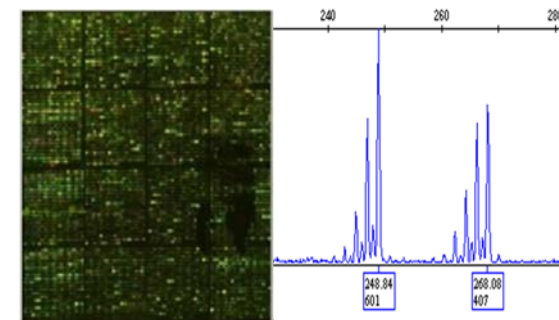




# Génétique des populations: pour une variabilité optimale

Analyse lots de graines de verger à graines pour 2 années contrastées

- **Relevés** phénologique, météorologique
- **Tests de paternité:** contribution paternelle / taux de pollution pollinique
- **Diversité** intra et inter annuelle des lots de graines



Marqueurs SNP, microsatellites nucléaires et chloroplastiques



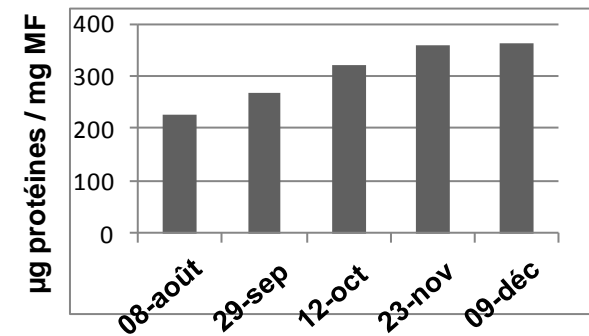
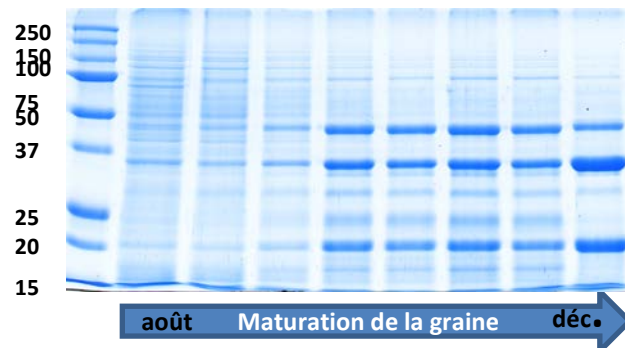
# Physiologie de la graine : pour une récolte optimisée

## Estimation de la tolérance à la déshydratation de la graine

- Quantification Glc, Gal, Fru, Sac, Raf, Stachyose

## Estimation de la vigueur potentielle de la future graine

- Analyse qualitative et quantitative des protéines



Evolution des protéines de réserve (pin maritime) *Morel et al. Planta 2014*



## Fructification et changement climatique

**Changement climatique:** comprend nombreux facteurs: biotique, abiotique (, °C, sécheresse/disponibilité eau..)

**Question:**

**Température: impact / développement embryonnaire?**

**Difficultés des études EZ:**

Disponibilité des graines (fructifications erratiques, graines vides..)

Accessibilité aux EZ: dissections cônes/graines (travail fastidieux, long)



**Embryogenèse somatique**



Brigitte Musch

Journée d'échanges sur les fruits et semences



Marie-Anne Lelu-Walter

Paris 09-10 avril 2015





## Embryogenèse somatique: modèle d'étude

- Multiplication végétative *in vitro*
- Matériel disponible à volonté, en très grande quantité
- Conditions laboratoire homogènes, très contrôlées
- Accès visuel direct



Brigitte Musch

Journée d'échanges sur les fruits et semences



Marie-Anne Lelu-Walter

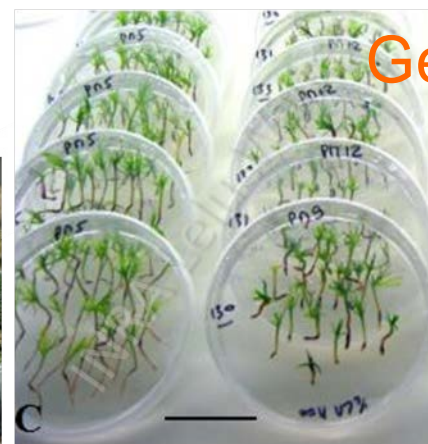
Paris 09-10 avril 2015



# Embryogenèse somatique du pin maritime



**Acclimatation**



Lelu-Walter et al Plant Cell Rep 2006



Brigitte Musch



Marie-Anne Lelu-Walter

Journée d'échanges sur les fruits et semences

Paris 09-10 avril 2015




**Performances au champ:**

  
**ES produisent des plants « normaux »!**



2004



2006



DE606



NM626



2009



VQ701



AB745



PN519



Brigitte Musch



Marie-Anne Lelu-Walter

Journée d'échanges sur les fruits et semences

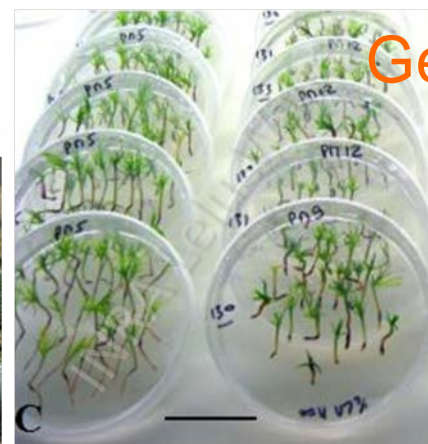
Paris 09-10 avril 2015



# Embryogenèse somatique du pin maritime



## Acclimatation



Lelu-Walter et al Plant Cell Rep 2006



Brigitte Musch



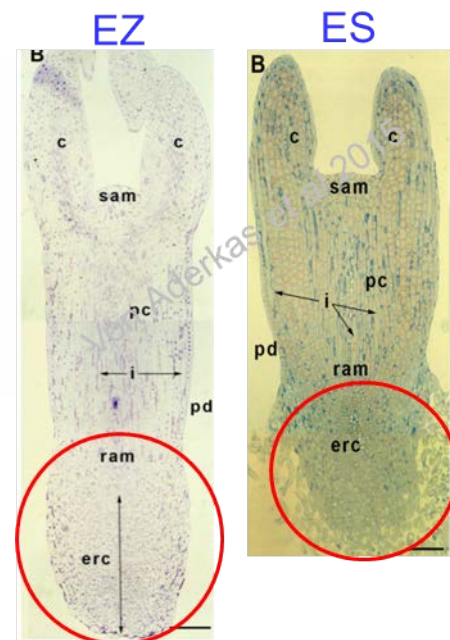
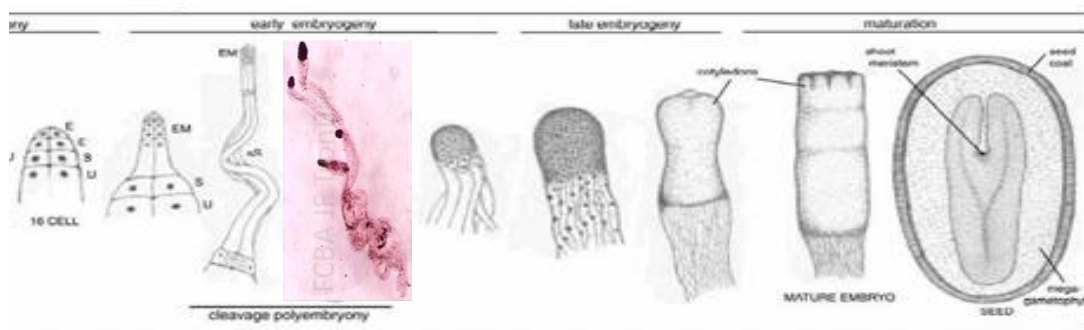
Marie-Anne Lelu-Walter

Journée d'échanges sur les fruits et semences

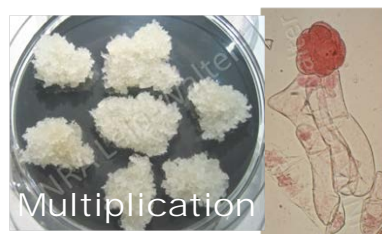
Paris 09-10 avril 2015



# Développement embryonnaire EZ vs ES: Morphologie, cytologie



Von Aderkas *et al*  
Annals of Botany 2015



## Développements similaires

Embryogenèse  
zygotique

Embryogenèse  
somatique



Brigitte Musch



Marie-Anne Lelu-Walter

Journée d'échanges sur les fruits et semences

Paris 09-10 avril 2015

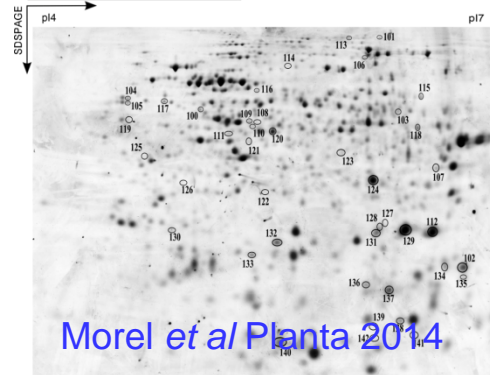


# Développement embryonnaire EZ vs ES: Physiologie, moléculaire

- Teneur en eau
- Réserves glucidiques (Glc, Gal, Fru, Sac..)
- Réserves protéiques
- Protéome



**ES est similaire à l'EZ**  
**Protéomes 95% similaires**



**Embryogenèse somatique est un bon modèle d'étude**



Brigitte Musch

Journée d'échanges sur les fruits et semences



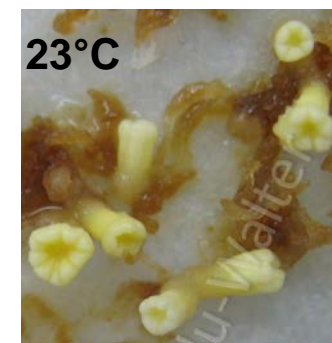
Marie-Anne Lelu-Walter

Paris 09-10 avril 2015



## Impact de la température sur le développement des ES de douglas et de pin maritime

- Phénologie, délai maturation, nombre d'ES développé
- Réserves glucidiques
- Réserves protéiques
- Protéome





## Effet de l'environnement sur la production de graines: résultats escomptés

- Comprendre la composition, variabilité intra et inter annuelle des lots de graines
- Décrire l'accumulation de réserves énergétiques
- Evaluer impact de la température/ développement embryonnaire
- Prédire stade de maturation de la graine pour une récolte optimisée
- Améliorer les conditions et modalités de récolte des variétés
- Certifier la qualité des semences



Brigitte Musch

Journée d'échanges sur les fruits et semences



Marie-Anne Lelu-Walter

Paris 09-10 avril 2015



**Merci de votre attention**



Brigitte Musch

Journée d'échanges sur les fruits et semences

Marie-Anne Lelu-Walter

Paris 09-10 avril 2015

