



# GERIHCO

Gestion des risques  
et histoire des coulées  
d'eau boueuse

Séminaire de clôture – 6 Septembre 2019

## Intégrer du *Miscanthus* dans les ouvrages de génie végétal : bénéfiques ou risques ?

*Dr. Isabelle Combroux*

*LIVE UMR 7362 UNISTRA-CNRS Laboratoire Image, Ville,  
Environnement*



Image  
Ville  
Environnement

Université

de Strasbourg

# Introduction

*M. Sacchariflorus* X *M. sinensis*



*M. x giganteus*

Hybride réputé stérile

- Besoin de peu d'intrants
- Récolte après l'hiver

⇒ Horticulture, Chaume, fourrage

⇒ Biomasse / Biocarburants

⇒ Phytoremédiation

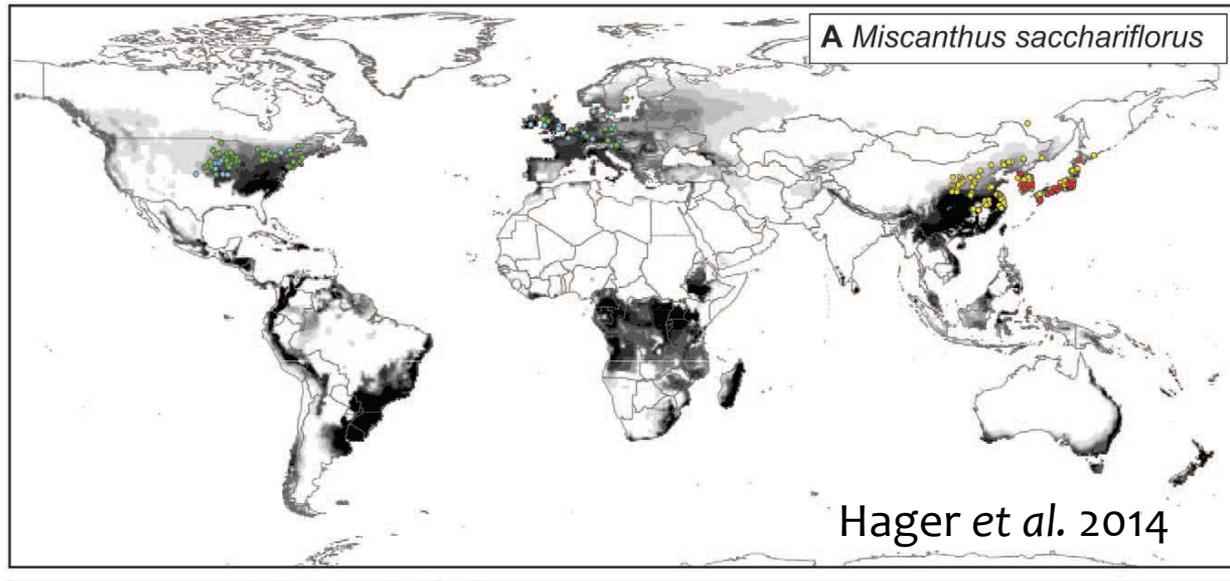
⇒ Habitat gibier

⇒ **Aménagements d'hydraulique douce ?**

## Des parents « invasifs »

*M. Sacchariflorus* et *M. sinensis* se sont révélés des taxons invasifs en dehors de leur aire de répartition naturelle asiatique :

- Etats Unis
- Nouvelle Zélande
- Europe...

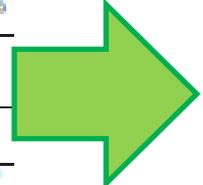


=> Risque invasif lié à l'utilisation de leur hybride en technique d'interception de coulées d'eau boueuse en Alsace ?

Table 1. List of 35 common invasion hypotheses and how we defined them (cf. Catford et al. 2009; Enders and Jochim 2008; Enders et al. 2013).

Hypothesis	Description	Key reference	
AADP	Adaptation	The invasion success of non-native species depends on the adaptation to the conditions in the exotic range before and/or after the introduction. Non-native species that are related to native species are more successful in this adaptation.	Davies and Whittaker (2002)
RA	Rescue effect/propagule pressure	Rescue effect: the accumulation of the establishment and persistence of non-native species despite the presence and abundance of native species.	
BD	Biotic resistance effect	Non-native species benefit from different biotic resistance triggered by native species.	
BR	Biotic resistance due to diversity/variability hypothesis	An ecosystem with high biodiversity is more resistant to native species than an ecosystem with lower biodiversity.	
DSDM	Dynamic equilibrium model	The establishment of a non-native species is a function of the characteristics of the ecosystem, which influence local species.	
DN	Darwin's naturalization	The invasion success of non-native species is closely related to species that are already present in the native range.	Ward (2001)
DS	Disturbance	The invasion success of a non-native species is higher in disturbed than in non-disturbed areas.	Whittaker and Hamrick (1982)
EE	Enemy of my enemy also accumulates: of local predators hypothesis	In introduced ecosystems, the accumulation of native predators is more successful for them.	Pyšek et al. (2006)
EE	Enemy invasion	In introduced ecosystems, the accumulation of native predators is more successful for them.	Colwell et al. (2004)
ECOA	Exclusion of increased competitive ability	In introduced ecosystems, non-native species are more successful in their reproduction (due to their competitive ability) which makes them more successful.	Honey and Niswold (1985)
EN	Enemy side	In introduced ecosystems, non-native species increase with the number of native species in the native range.	Macklin (2003)
ER	Enemy	In the native range, the presence of native predators is a cause of invasion success.	Keefer and Crawley (2002)
ERD	Enemy release	In the native range, the absence of enemies is a cause of invasion success.	Colwell et al. (2004)
F	Freshwater	In the native range, the invasion success of non-native species is high if the native range has a highly heterogeneous environment.	Mellonreux et al. (2005)
F	Freshwater	In the native range, the invasion success of non-native species is more successful than a small number.	Colwell et al. (2006)
F	Freshwater	Species that are living in close proximity to humans are more successful in invading new areas than other species.	Jochim and Shapiro (2006)
F	Freshwater	The invasion success of non-native species in the new area is high if they are pre-adapted to this area.	Wolfe and Kelly (1995)
F	Freshwater	The presence of non-native species in an ecosystem facilitates invasion by additional species, increasing their likelihood of survival or ecological impact.	Stohler and Vila Verde (1998)
F	Freshwater	The invasion success of non-native species increases with the availability of resources.	She and Hays (2002)
ES	Increased susceptibility	If a non-native species has a lower genetic diversity than the native species, there will be a low probability that the non-native species establishes itself.	Colwell et al. (2004)
ESR	Local susceptibility hypothesis	Non-native species are more likely to become established and have major ecological impacts on biota than on non-invasives.	Jochim (2006)
FW	Local weed	The invasion success of a non-native species depends on its specific traits (e.g. life-history traits).	Rejzank and Richardson (1996)

35 hypothèses « principales » sur les invasives



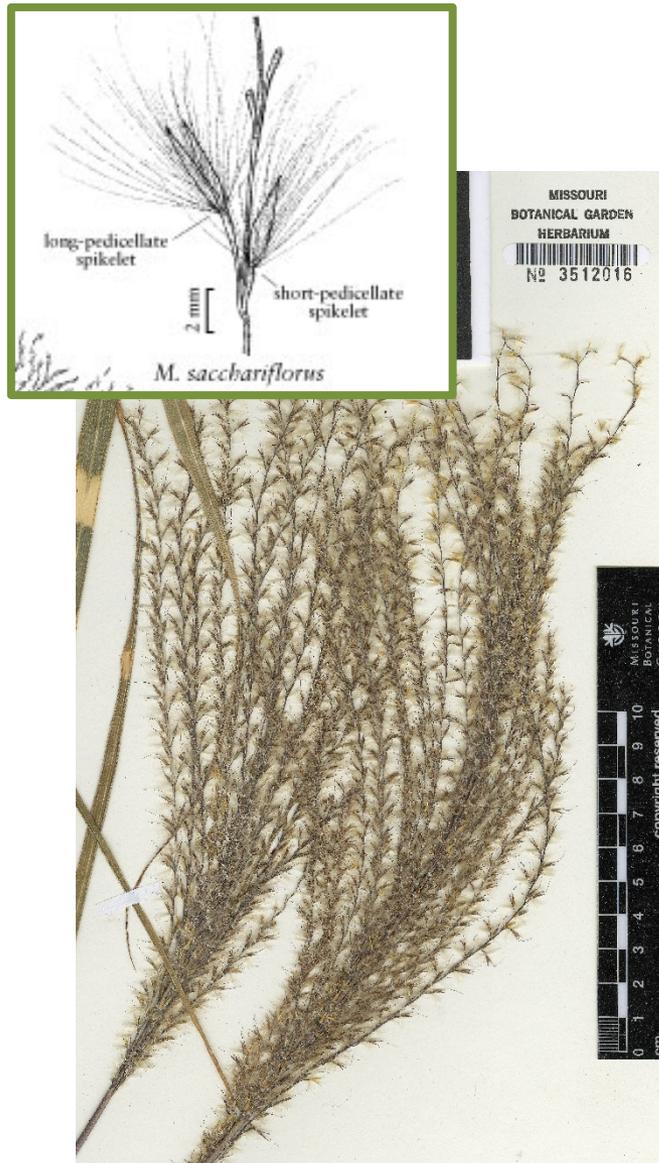
Traits de l'espèce :

- Propension à produire un grand nombre de diaspores efficaces (Propagule cluster)
- Potentialité d'adaptation aux conditions du milieu colonisé (Darwin cluster)

Milieu « colonisé » :

- Présence potentiel « d'ennemis » (Enemy cluster)
- Plus ou moins grande résistance potentielle du nouveau milieu à une invasion (Resistance cluster)

## Traits de l'espèce :



- Propension à produire un grand nombre de diaspores efficaces ?

## Graines :

Etude de 250 panicules dans des parcelles alsaciennes

=> 0 graines produites – que des clones stériles sur les parcelles visitées

Mais...

Received: 25 July 2016 | Revised: 27 April 2017 | Accepted: 8 May 2017

DOI: 10.1002/ece3.3134

ORIGINAL RESEARCH

WILEY *Ecology and Evolution*

Growth and fecundity of fertile *Miscanthus* × *giganteus* ("PowerCane") compared to feral and ornamental *Miscanthus sinensis* in a common garden experiment: Implications for invasion

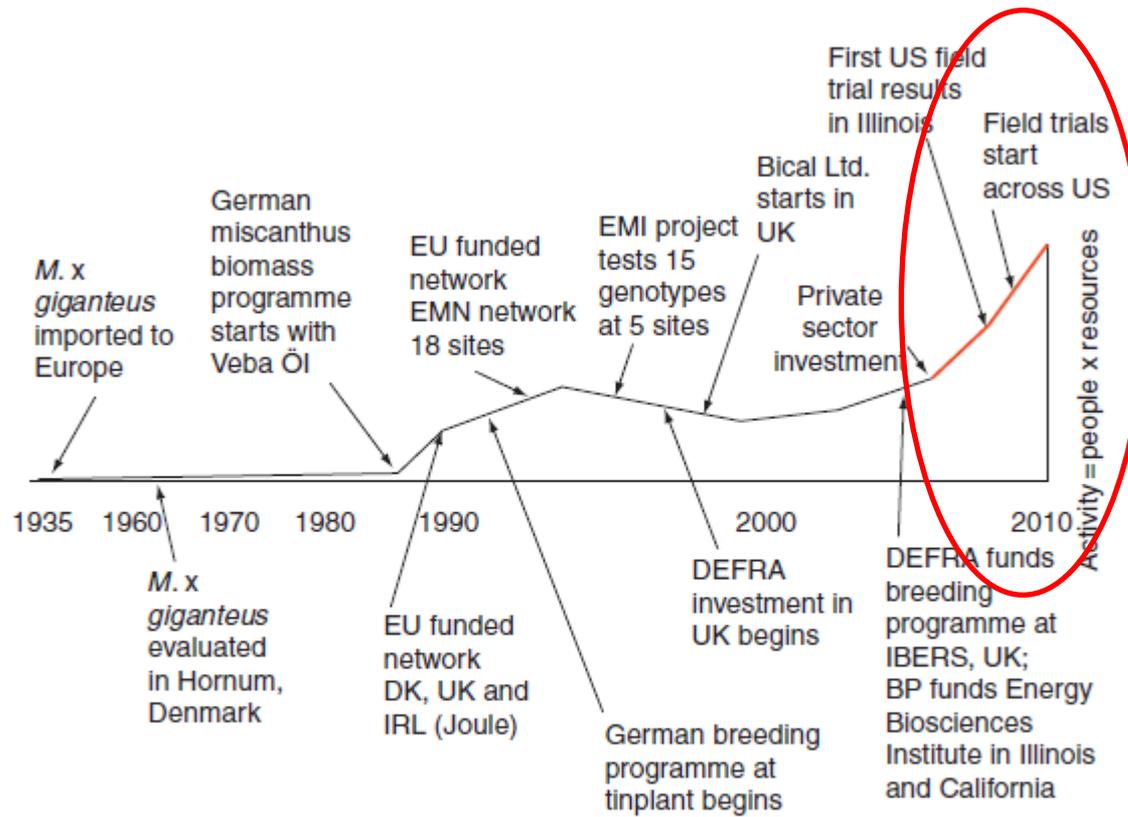


Fig. 3. Timeline of key activities in the investigation of *Miscanthus* as a biomass crop, adapted courtesy of J. Clifton-Brown.

## *Traits de l'espèce :*

- Propension à produire un grand nombre de diaspores efficaces ?



## Rhizomes :

# Elongation ; Extension du pied mère ?

Evaluation des 'échappés' sur 71 parcelles en Alsace  
=>Dispersion max 1m

**Mais...**



Bande d'interception des C E B + 1 m.

Acceptable ?

## *Traits de l'espèce :*

- Propension à produire un grand nombre de diaspores efficaces ?

## Rhizomes :

### # Fragmentation et dispersion ?

... lors des coulées d'eau boueuse

Surveillance parcelle Schwindratzheim

=> Pas de Fragment repéré



## Traits de l'espèce :

Tests 'sandwich' : test d'Allélopathie sur des espèces du genre *Miscanthus*

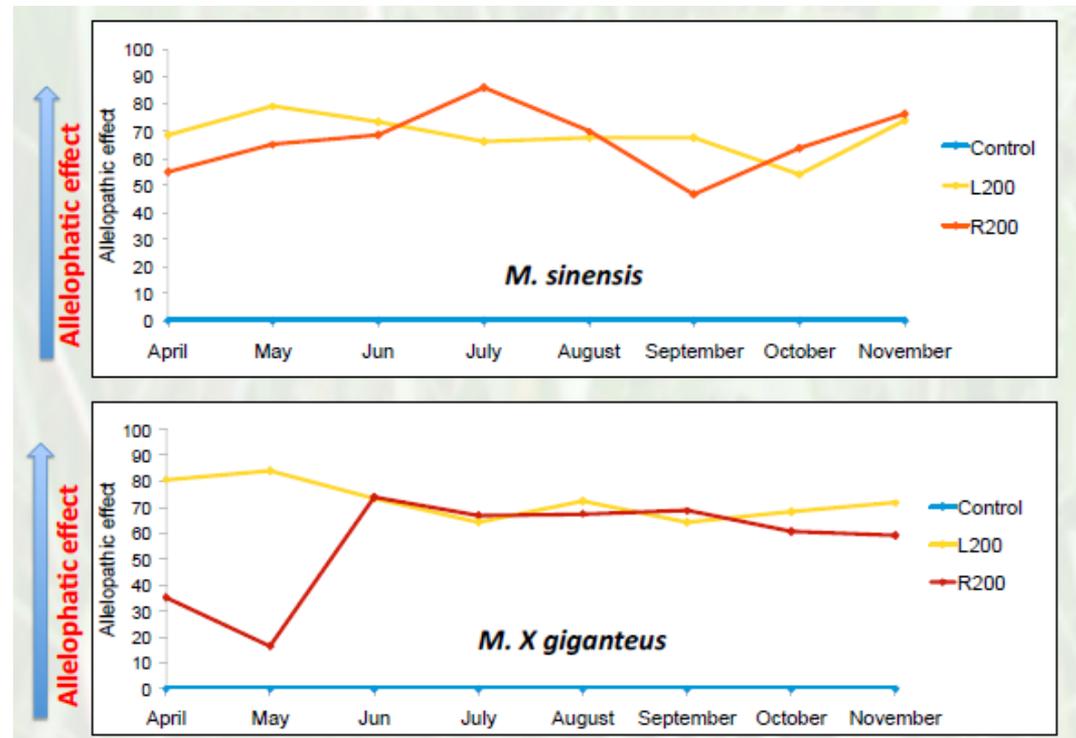


- Similaire à *M. sinensis* dès la reprise de végétation

- Potentialité d'adaptation aux conditions du milieu colonisé

## « Armes chimiques » ? :

- Fort potentiel allélopathique tout au long de l'année



*Milieu « colonisé » :*

- Présence potentiel « d'ennemis » (Enemy cluster)

*Rhopalosiphum maidis* – Puceron du Maïs



- Réponse différentes entre *M. giganteus*, *sacchariflorus* et *sinensis*
- « Réservoir » de pucerons

*Milieu « colonisé » :*

- Plus ou moins grande résistance potentielle du nouveau milieu à une invasion

Hypothèses de « biotic resistance »  
« opportunity window » « disturbance » etc.  
S'appliquent parfaitement aux zones  
soumises aux coulées d'eau boueuses



# Evaluation du risque invasif

## Différentes méthodes d'évaluation du risque :

- **EPPO** : *M. sinensis* et *M. sacchariflorus* évalués en 2015

=> EPPO Alert List

*M. x giganteus*, non évalué



European  
and Mediterranean  
Plant Protection Organization

- **Weed Risk Assessment - WRA** (Pheloung 1999) :

% Importation NZ & Australie

- **Weber & Gut 2004** : Evaluation de l'impact sur la biodiversité de végétaux en Europe

- **Méthode CBN** : Invasions « avérées »

# Méthode WRA (Pheloung 1999)

Score de risque invasif basé sur 49 questions

A - distribution, climat, histoire...

B – Caractéristiques « néfastes » (toxicité, expansion, etc.)

C – Traits biologiques / écologiques

Risque  
bénin

Risque  
fort



Acceptable

Rejet

**M. x giganteus, clone stérile en Alsace : -4**

**M. x giganteus, bandes anti CEB : -1**

**M. x giganteus, clone fertile en Alsace : +6**

Section	Question	a	b	c	d	e
		Response <sup>1</sup>	Score <sup>2</sup>	N score	Y score	
A	C	1.01	0	-3		
C	C	1.02	-1	1		
C	C	1.03	-1	1		
C	C	2.01	-1	1		
C	C	2.02				
C	C	2.03				
C	C	2.04				
C	C	2.05				
C	C	3.01				
N	C	3.02				
A	C	3.03				
E	C	3.04				
C	C	3.05				
B	C	4.01	0	1		
C	C	4.02	0	1		
C	C	4.03	0	1		
A	C	4.04	-1	1		
C	C	4.05	0	1		
C	C	4.06	0	1		
C	C	4.07	0	1		
N	C	4.08	0	1		
E	C	4.09	0	1		
E	C	4.10	0	1		
E	C	4.11	0	1		
E	C	4.12	0	1		
C	E	5.01	0	5		
C	C	5.02	0	1		
C	C	5.03	0	1		
C	C	5.04	0	1		
C	C	6.01	0	1		
C	C	6.02	-1	1		
A	C	6.03	-1	1		
C	C	6.04	-1	1		
C	C	6.05	0	-1		
A	C	6.06	-1	1		
C	C	6.07	-1	1		
A	C	7.01	-1	1		
C	C	7.02	-1	1		
A	C	7.03	-1	1		
C	C	7.04	-1	1		
C	C	7.05	-1	1		
E	C	7.06	-1	1		
C	C	7.07	-1	1		
C	C	7.08	-1	1		
C	C	8.01	-1	1		
C	C	8.02	-1	1		
A	C	8.03	1	-1		
A	C	8.04	-1	1		
C	C	8.05	1	-1		

Section	Question	a	b	c	d	e
A	C	1.01	0	-3		
C	C	1.02	-1	1		
C	C	1.03	-1	1		
C	C	2.01	-1	1		
C	C	2.02				
C	C	2.03				
C	C	2.04				
C	C	2.05				
C	C	3.01				
N	C	3.02				
A	C	3.03				
E	C	3.04				
C	C	3.05				
B	C	4.01	0	1		
C	C	4.02	0	1		
C	C	4.03	0	1		
A	C	4.04	-1	1		
C	C	4.05	0	1		
C	C	4.06	0	1		
C	C	4.07	0	1		
N	C	4.08	0	1		
E	C	4.09	0	1		
E	C	4.10	0	1		
E	C	4.11	0	1		
E	C	4.12	0	1		
C	E	5.01	0	5		
C	C	5.02	0	1		
C	C	5.03	0	1		
C	C	5.04	0	1		
C	C	6.01	0	1		
C	C	6.02	-1	1		
A	C	6.03	-1	1		
C	C	6.04	-1	1		
C	C	6.05	0	-1		
A	C	6.06	-1	1		
C	C	6.07	-1	1		
A	C	7.01	-1	1		
C	C	7.02	-1	1		
A	C	7.03	-1	1		
C	C	7.04	-1	1		
C	C	7.05	-1	1		
E	C	7.06	-1	1		
C	C	7.07	-1	1		
C	C	7.08	-1	1		
C	C	8.01	-1	1		
C	C	8.02	-1	1		
A	C	8.03	1	-1		
A	C	8.04	-1	1		
C	C	8.05	1	-1		

Section	Question	a	b	c	d	e
A	C	1.01	0	-3		
C	C	1.02	-1	1		
C	C	1.03	-1	1		
C	C	2.01	-1	1		
C	C	2.02				
C	C	2.03				
C	C	2.04				
C	C	2.05				
C	C	3.01				
N	C	3.02				
A	C	3.03				
E	C	3.04				
C	C	3.05				
B	C	4.01	0	1		
C	C	4.02	0	1		
C	C	4.03	0	1		
A	C	4.04	-1	1		
C	C	4.05	0	1		
C	C	4.06	0	1		
C	C	4.07	0	1		
N	C	4.08	0	1		
E	C	4.09	0	1		
E	C	4.10	0	1		
E	C	4.11	0	1		
E	C	4.12	0	1		
C	E	5.01	0	5		
C	C	5.02	0	1		
C	C	5.03	0	1		
C	C	5.04	0	1		
C	C	6.01	0	1		
C	C	6.02	-1	1		
A	C	6.03	-1	1		
C	C	6.04	-1	1		
C	C	6.05	0	-1		
A	C	6.06	-1	1		
C	C	6.07	-1	1		
A	C	7.01	-1	1		
C	C	7.02	-1	1		
A	C	7.03	-1	1		
C	C	7.04	-1	1		
C	C	7.05	-1	1		
E	C	7.06	-1	1		
C	C	7.07	-1	1		
C	C	7.08	-1	1		
C	C	8.01	-1	1		
C	C	8.02	-1	1		
A	C	8.03	1	-1		
A	C	8.04	-1	1		
C	C	8.05	1	-1		

Section	Question	a	b	c	d	e
A	C	1.01	0	-3		
C	C	1.02	-1	1		
C	C	1.03	-1	1		
C	C	2.01	-1	1		
C	C	2.02				
C	C	2.03				
C	C	2.04				
C	C	2.05				
C	C	3.01				
N	C	3.02				
A	C	3.03				
E	C	3.04				
C	C	3.05				
B	C	4.01	0	1		
C	C	4.02	0	1		
C	C	4.03	0	1		
A	C	4.04	-1	1		
C	C	4.05	0	1		
C	C	4.06	0	1		
C	C	4.07	0	1		
N	C	4.08	0	1		
E	C	4.09	0	1		
E	C	4.10	0	1		
E	C	4.11	0	1		
E	C	4.12	0	1		
C	E	5.01	0	5		
C	C	5.02	0	1		
C	C	5.03	0	1		
C	C	5.04	0	1		
C	C	6.01	0	1		
C	C	6.02	-1	1		
A	C	6.03	-1	1		
C	C	6.04	-1	1		
C	C	6.05	0	-1		
A	C	6.06	-1	1		
C	C	6.07	-1	1		
A	C	7.01	-1	1		
C	C	7.02	-1	1		
A	C	7.03	-1	1		
C	C	7.04	-1	1		
C	C	7.05	-1	1		
E	C	7.06	-1	1		
C	C	7.07	-1	1		
C	C	7.08	-1	1		
C	C	8.01	-1	1		
C	C	8.02	-1	1		
A	C	8.03	1	-1		
A	C	8.04	-1	1		
C	C	8.05	1	-1		

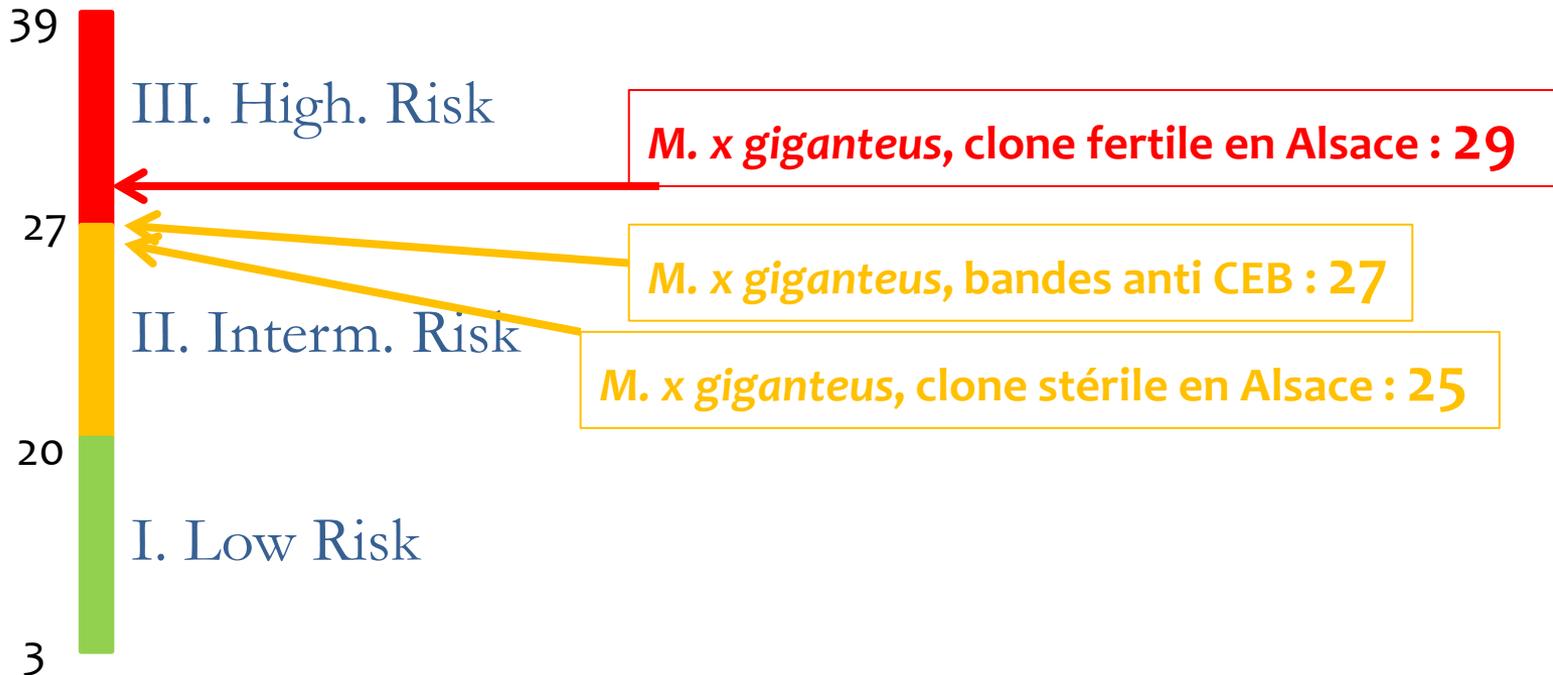
Section	Question	a	b	c	d	e
A	C	1.01	0	-3		
C	C	1.02	-1	1		
C	C	1.03	-1	1		
C	C	2.01	-1	1		
C	C	2.02				
C	C	2.03				
C	C	2.04				
C	C	2.05				
C	C	3.01				
N	C	3.02				
A	C	3.03				
E	C	3.04				
C	C	3.05				
B	C	4.01	0	1		
C	C	4.02	0	1		
C	C	4.03	0	1		
A	C	4.04	-1	1		
C	C	4.05	0	1		
C	C	4.06	0	1		
C	C	4.07	0	1		
N	C	4.08	0	1		
E	C	4.09	0	1		
E	C	4.10	0	1		
E	C	4.11	0	1		
E	C	4.12	0	1		
C	E	5.01	0	5		
C	C	5.02	0	1		
C	C	5.03	0	1		
C	C	5.04	0	1		
C	C	6.01	0	1		
C	C	6.02	-1	1		
A	C	6.03	-1	1		
C	C	6.04	-1	1		
C	C	6.05	0	-1		
A	C	6.06	-1	1		
C	C	6.07	-1	1		
A	C	7.01	-1	1		
C	C	7.02	-1	1		
A	C	7.03	-1	1		
C	C	7.04	-1	1		
C	C	7.05	-1	1		
E	C	7.06	-1	1		
C	C	7.07	-1	1		
C	C	7.08	-1	1		
C	C	8.01	-1	1		
C	C	8.02	-1	1		
A	C	8.03	1	-1		
A	C	8.04	-1	1		
C	C	8.05	1	-1		

Section	Question	a	b	c	d	e
A	C	1.01	0	-3		
C	C	1.02	-1	1		
C	C	1.03	-1	1		
C	C	2.01	-1	1		
C	C	2.02				
C	C	2.03				
C	C	2.04				
C	C	2.05				
C	C	3.01				
N	C	3.02				
A	C	3.03				
E	C	3.04				
C	C	3.05				
B	C	4.01	0	1		

## Modèle de Weber et Gut 2004

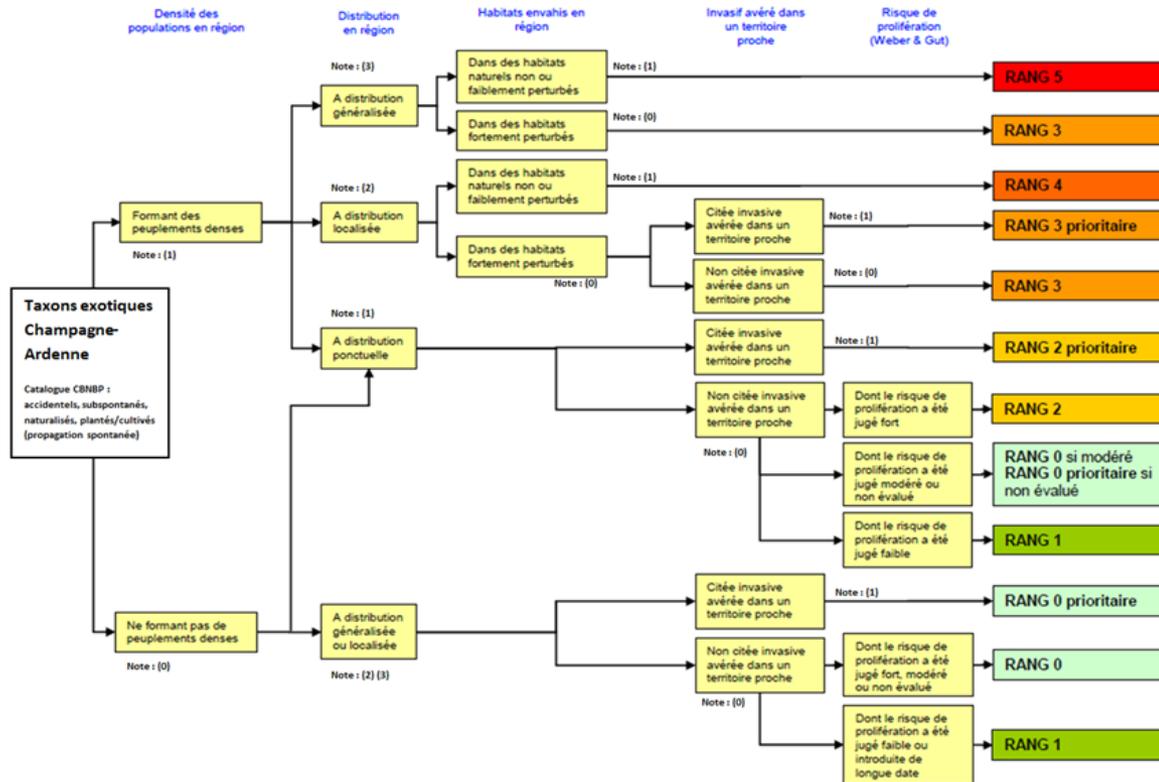
- Système de classification pour l'Europe Centrale
- Pré-évaluation puis Score de risque invasif basé sur 12 questions
- Bp de poids à la répartition mondiale / Peu aux caractéristiques
- Qq adaptations pour coller aux traits



# Méthode CBN...

Développé CBNBP – adapté Champagne Ardenne (M. Saint-Val d'après Vahrameev, CBNBP, 2011); selon Lavergne (CBNM)

Pas « Alsace » ni Grand Est

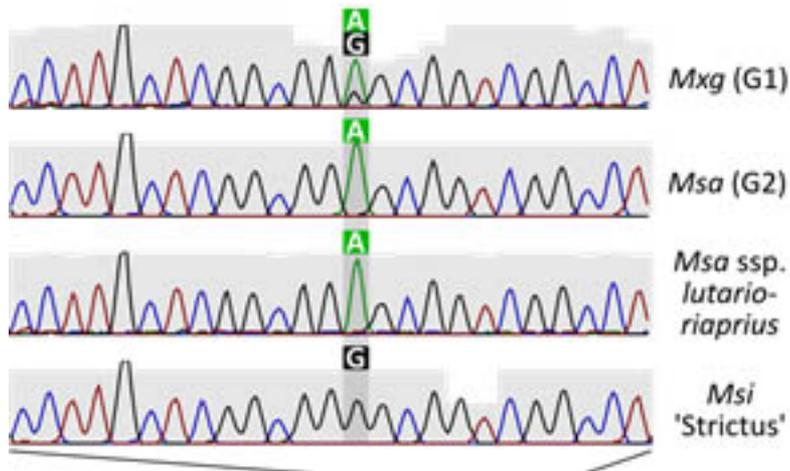


Non Invasif  
Emergent  
Potentiel  
Averé

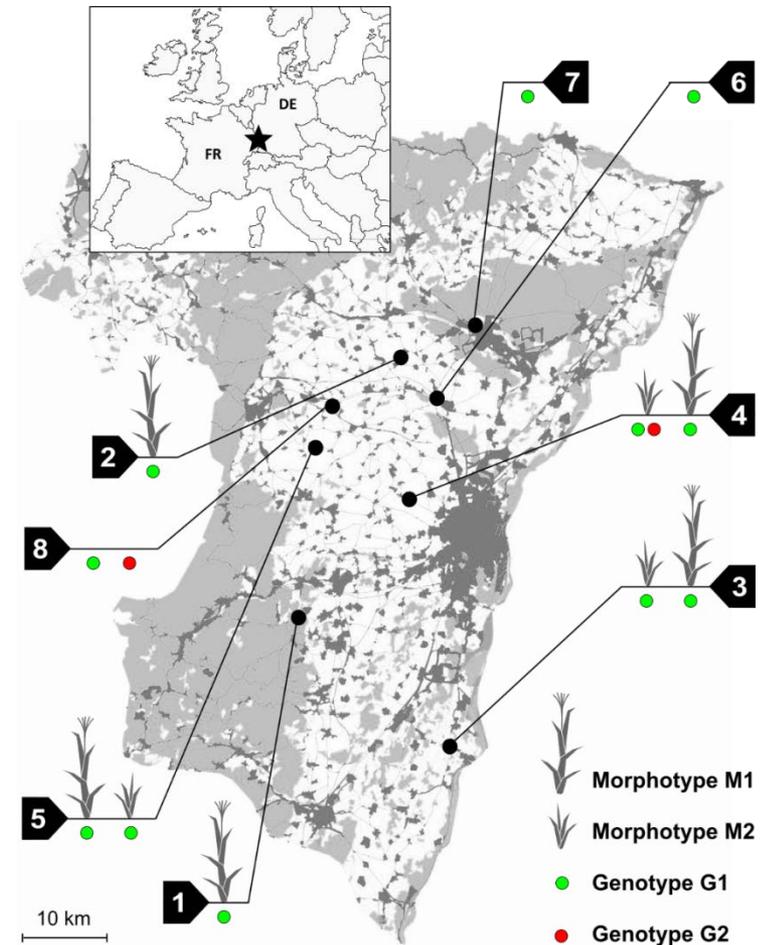
Moins « prédictif », plus « constat »  
=> non utilisable

# Une menace inattendue

Analyses génétiques (AFLP, SSR)



Certains individus = *M. sacchariflorus*,  
une des deux espèces parentales...  
mélangée en quantité infime dans les  
cultures...



Perrier A., Hardion L., Rozan, A., Staentzel, C. & Combroux I. (accepted).  
*Miscanthus x giganteus* crop fields hide a genotype of the invasive *M. sacchariflorus*; Weed Research

## Conséquences juridiques

Risque invasif incertain => principe de précaution

Risque invasif avéré => principe de prévention

A l'heure actuelle, Msa et Msi exclues du statut des EEE  
(Rgmt EU)... Mais sur la liste d'alerte de l'EPPO...

### Droit Européen :

Critère de non-domesticité est absent  
du règlement européen afférent aux  
EEE

### Droit Français :

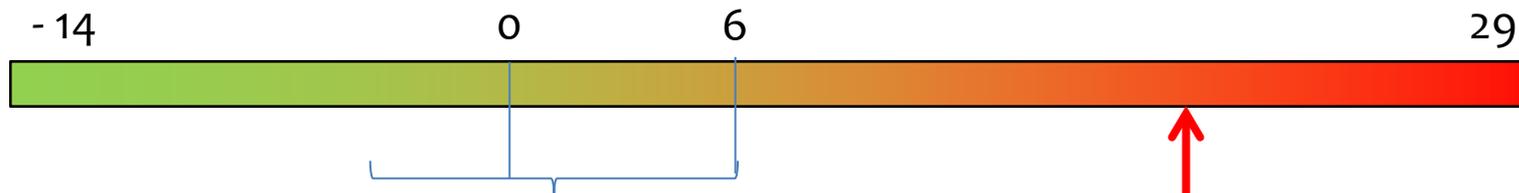
Critère de non-domesticité dans  
définition des EE



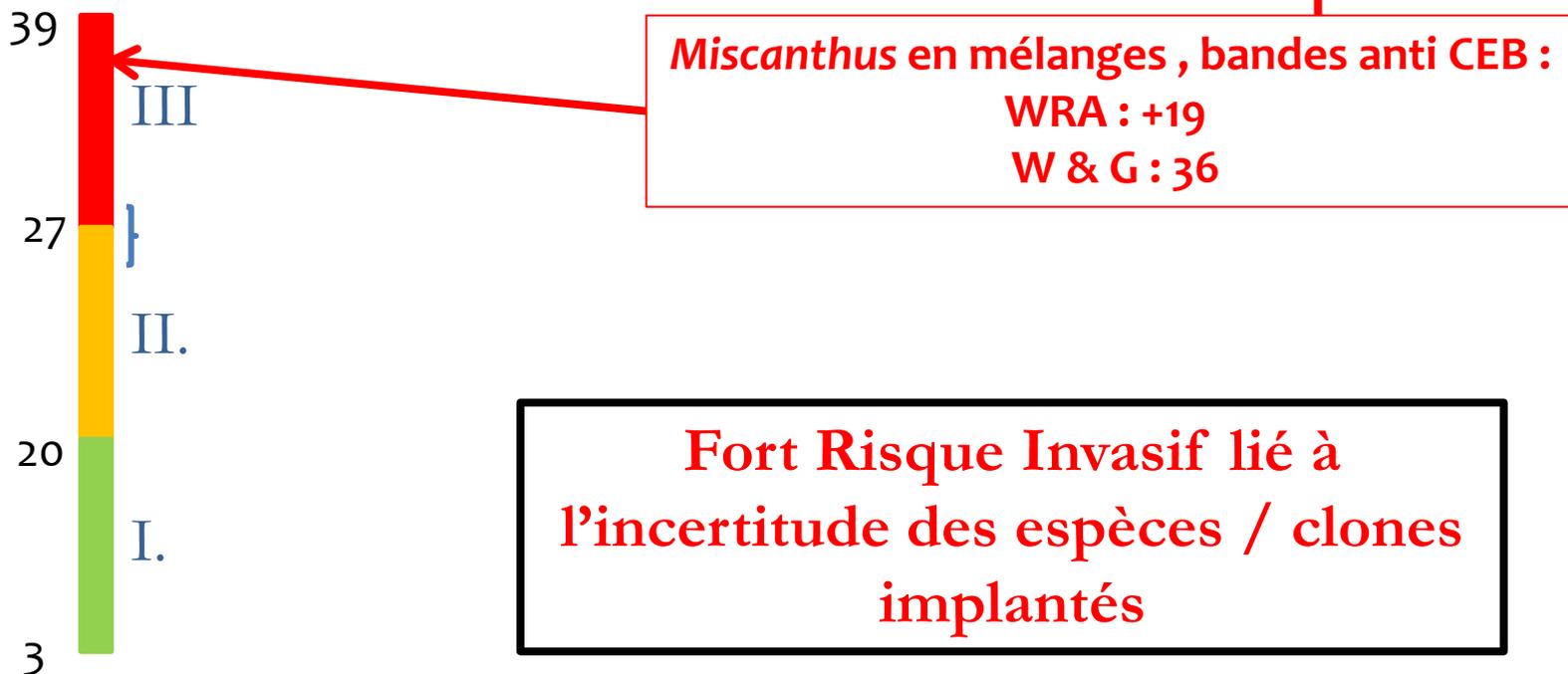
**Le régime des EEE présentes sur les listes s'applique aux spécimens hybrides dont l'un des parents appartient à cette espèce = traitement juridique analogue pour le *Miscanthus x giganteus* SAUF à obtenir des dérogations**

# Conséquences Risque Invasif

- Méthode WRA :



- Méthode Weber & Gut ::

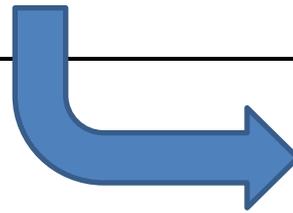


**Fort Risque Invasif lié à l'incertitude des espèces / clones implantés**

## Une solution ?

# Sécuriser la filière de production et de distribution

Qualité ou origine à garantir	Type de signe officiel d'identification concerné	Compatibilité avec les besoins du programme
Qualité liée à l'origine, à la provenance	Les appellations d'origine contrôlée (AOC) / les appellations d'origine protégée (AOP) / les indications géographiques protégées (IGP)	✗
Qualité liée à l'environnement	La certification du mode de production biologique (AB) / la mention « exploitation de haute valeur environnementale » (HVE)	✗
Qualité supérieure	Le Label rouge	✗
Mentions valorisantes	« montagne », « produits de montagne », « fermier », « produits de la ferme », « produits pays »	✗
Conformité d'un produit à des caractéristiques spécifiques, consignées dans un cahier des charges	La certification de conformité produit (CCP)	✓



« Labélisation » par certificat de conformité à un cahier des charges

Méthode de certification (métabolome) à conforter

# Intégrer du *Miscanthus* dans les ouvrages de génie végétal : bénéfices ou risques ?

Bénéfices	Risques
Interception des C.E.B : <b>forte</b>	Risque invasif <i>M. × giganteus</i> (filière sécurisée) <b>Moyen</b>
Economiques <b>Exploitation biomasse possible</b>	Risque invasif <i>Miscanthus sp.</i> <b>Fort</b>
Acceptabilité <b>sous conditions / à confirmer</b>	∨ Rendement cultures Non
Biodiversité ? Zones corridor ? <b>=&gt; À déterminer</b>	 « Sécurisation » de la filière urgente



# GERIHCO

Gestion des risques  
et histoire des coulées  
d'eau boueuse

Séminaire de clôture – 6 Septembre 2019

## Merci de votre attention !

*Contributions : Membres du groupe GERIHCO  
Stagiaires M2 : Marylène Mischler, Antoine Perrier, Sophie  
Quinquet, Marjorie Schwarzentruher*