

Pourquoi les espèces locales ou introduites se mettent-elles à pulluler ?

Le cas des plantes adventices des grandes cultures

Bruno CHAUVEL, Henri DARMENCY et Valérie LE CORRE

Pullulation et végétaux ?

l'Égypte contre le pharaon

les **grenouilles** : « [...] les grenouilles tombèrent et recouvrirent l'Égypte [...] » — Exode 8:1-25

les **moustiques** : « [...] toute la poussière du sol se changea en moustiques [...] » — Exode 8:16-19

les **taons** (ou les bêtes sauvages) : « [...] des taons/ bêtes sauvages en grand nombre entrèrent [...] dans tout le pays d'Égypte [...] » — Exode 8:20-32

les **sauterelles** : « [...] Elles recouvrirent la surface de toute la terre et la terre fut dans l'obscurité ; elles dévorèrent toutes les plantes de la terre [...] » — Exode 10:13-14,19

mais pas de mauvaises herbes !

D'après Wikipédia



Ulva lactuca © e-monsite.com



Jacinthe d'eau



Laitue d'eau (© Fried)

A l'exception des **plantes aquatiques à la dynamique très particulière**,
le vocabulaire est généralement différent pour les plantes adventices :
envahissement, invasion, infestation, contamination (semences dans le sol).

espèces végétales et milieux concernés par des phénomènes d'envahissement

terrestre



www.inspection.gc.ca



<http://patrimoine-seixois.fr/>



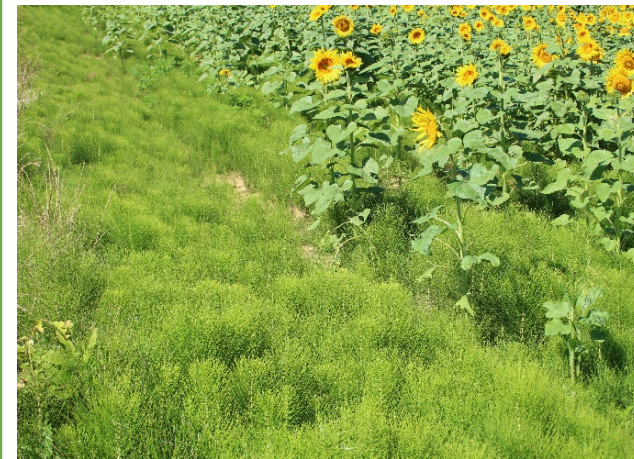
© M. Philpott



© Fried

Milieu « aquatique »

Parcelle cultivée



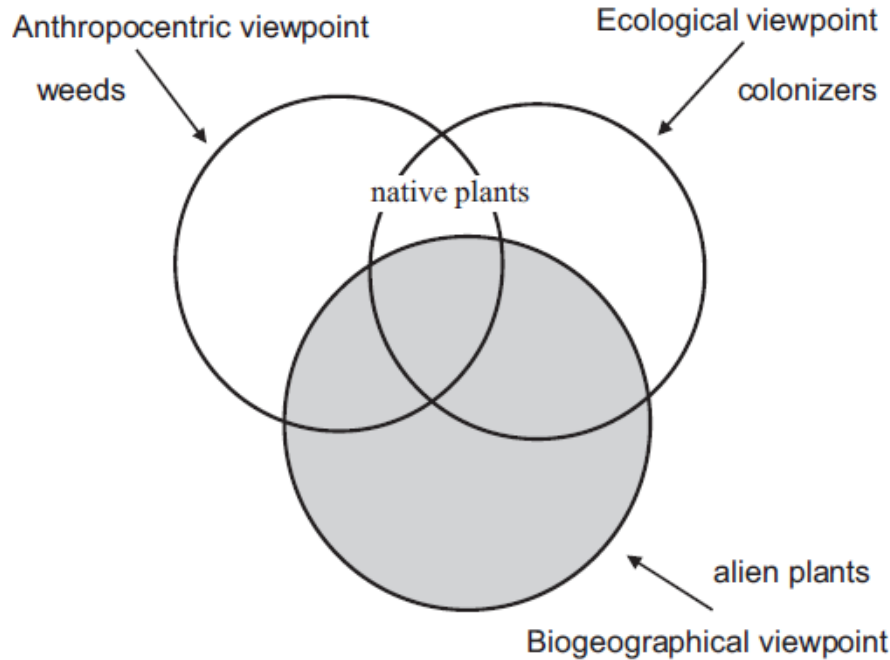
Flore adventice

e
tice

Espèces '**natives**'
Pas d'introduction humaine
identifiable ou soupçonnée

Espèces '**archéophytes**'
Introduction intentionnelle
ou non avant le XVe siècle

Espèces '**néophytes**'
Introduction intentionnelle
ou non après le XVe siècle



Parcelle cultivée



Changement de dynamique (↗ ou ↘)

sous l'effet d'un changement de pratiques (nouvelle culture, disparition d'un herbicide, irrigation...)
= nouvelle niche écologique + nouveaux vecteurs de dispersion

- favorisé par des caractéristiques biologiques particulières
- par une modification des contraintes climatiques (gel...)
- par une évolution génétique ...

Facteurs favorisant la dynamique des espèces adventices

capacité de production de semences

Espèces	Production semences / plante	
Moutarde des champs.....	1.200 à	4.000 graines.
Bourse à pasteur.....	4.500	—
Gaillet gratteron.....	1.100	—
Mouron blanc.....	500	—
Séneçon vulgaire.....	3.000 à	20.000
Pissenlit.....	3.000 à	5.400
Chrysanthème des mois- sons.....	1.500 à	25.000
Matricaire inodore.....	37.000 à	31.0000
Tussilage pas d'âne.....	5.000	—
Carotte sauvage.....	1.200 à	11.000
Pavot coquelicot.....	50.000 à	60.000
Plantain lancéolé.....	2.500 à	15.000
Liseron des champs.....	600 à	1.000
Orobanche.....	29.000 à	30.000

Long, 1911



Betterave adventice annuelle dans betterave sucrière
après 2 passages mécanique et 1 chimique

Toutefois caractère non obligatoire pour une 'envahissement'



Capacité d'envahissement d'une adventice annuelle

Années	Nombre de plantules (20*20m)
0	1
1	60
2	715
3	8 525
4	102 900



Développement « exponentiel » d'un chénopode résistant
herbicide dans un champ dés herbé chimiquement et lab

Facteurs favorisant la dynamique des espèces adventices ? stocks de semences

Potentiel semencier viable (m ² sur 0 à 30 cm)	Espèces dominantes (contribution relative en %)
4 700	<i>Digitaria sanguinalis</i> (45), <i>Echinochloa crus-galli</i> (26)
8 500	<i>Echinochloa crus-galli</i> (28)
16 100	<i>Digitaria sanguinalis</i> (45), <i>E. crus-galli</i> (26), <i>Setaria</i> spp. (13)
31 300	<i>Digitaria sanguinalis</i> (51), <i>Echinochloa. crus-galli</i> (45)
4 500	<i>Digitaria sanguinalis</i> (48), <i>Conyza albida</i> (10)
6 000	<i>Chenopodium album</i> (25), <i>Rapistrum rugosum</i> (16), <i>Amaranthus</i> ssp. (15)
2 100	<i>C. albida</i> (26), <i>Anagallis</i> sp. (22), <i>Poa annua</i> (17), <i>Verbena officinalis</i> (11)
15 800	<i>Juncus bufonius</i> (32), <i>Poa annua</i> (21), <i>Lythrum hyssopifolia</i> (13), <i>Plantago</i> ssp. (12), <i>Anagallis</i> spp. (10)
23 100	<i>Juncus bufonius</i> (49), <i>Poa annua</i> (17)

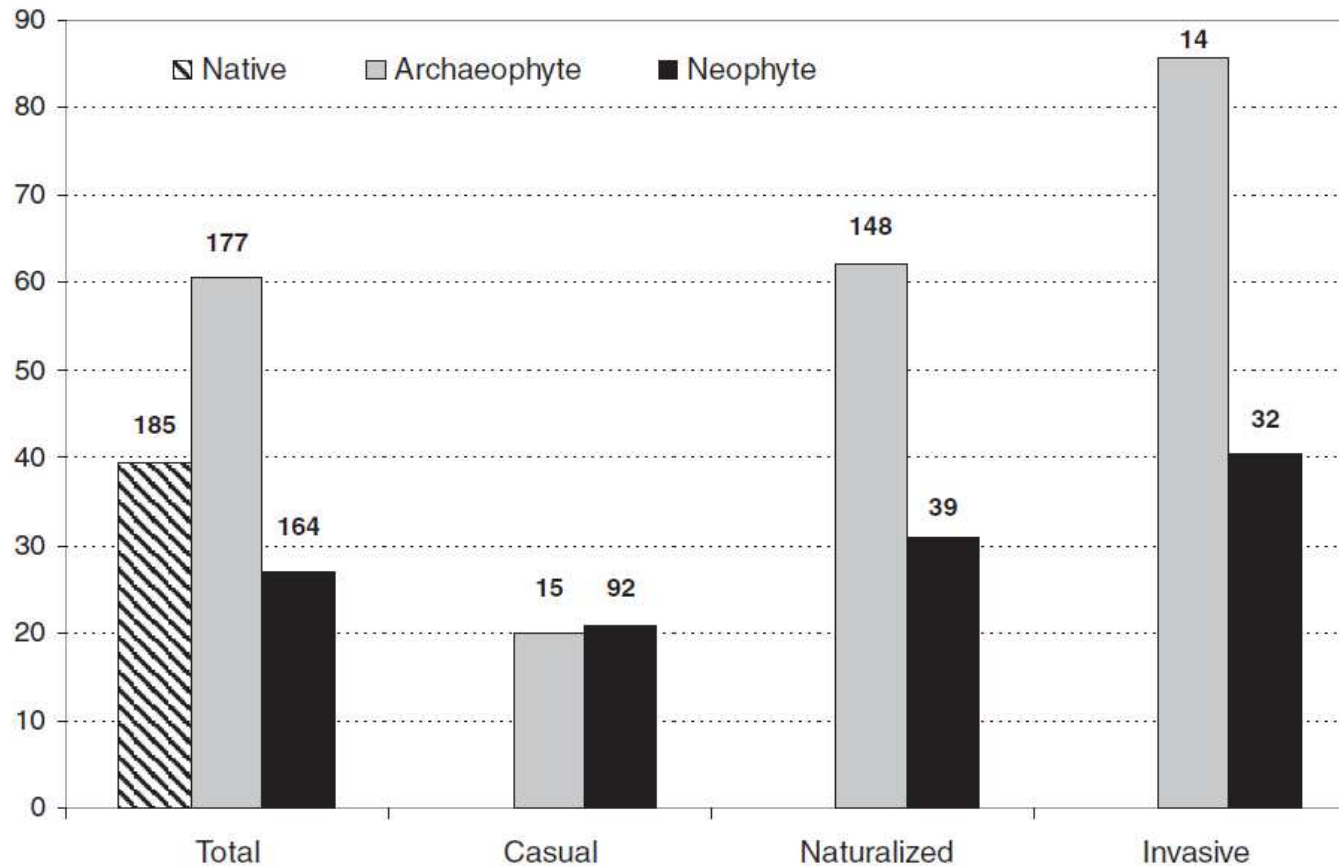


= stock total à l'hectare
de 40 et 200 millions de semences

Flore levée = 10 % du stock de semence

Betteraves : banque de semences de *Chenopodium album* estimé à 53 millions de sem. viables/ha (maxi : 225 millions)

Stock de semences des espèces envahissantes et/ou adventices



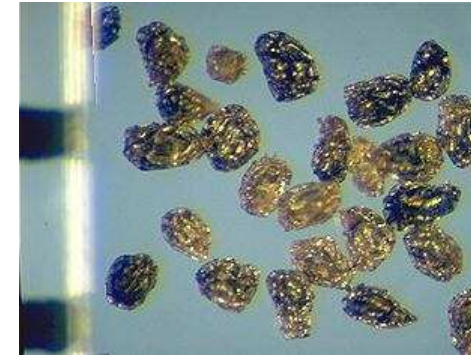
Un stock semencier persistant contribue au caractère envahissant
Complexification de la lutte (gestion sur le long terme)

Impact du stock de semences

Exemple de l'orobanche rameuse (*Phelipaea arenaria*)

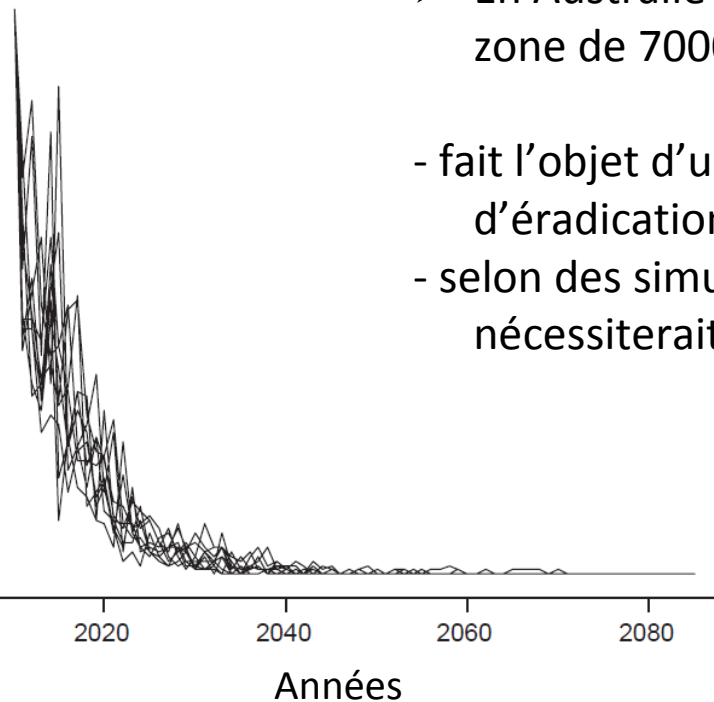
Plante parasite produisant des graines de très petite taille (de l'ordre de 0,1 mm) en très grande quantité (de l'ordre de 100 000 semences /plante)

Longévité des semences dans le sol : de 10 à 30 ans



➤ En Australie : espèce envahissante, présente dans une zone de 7000 ha environ.

- fait l'objet d'une quarantaine et d'un programme d'éradication.
- selon des simulations, l'éradication totale de l'espèce nécessiterait de 38 à 62 ans



www.terresinon.com

Prider e

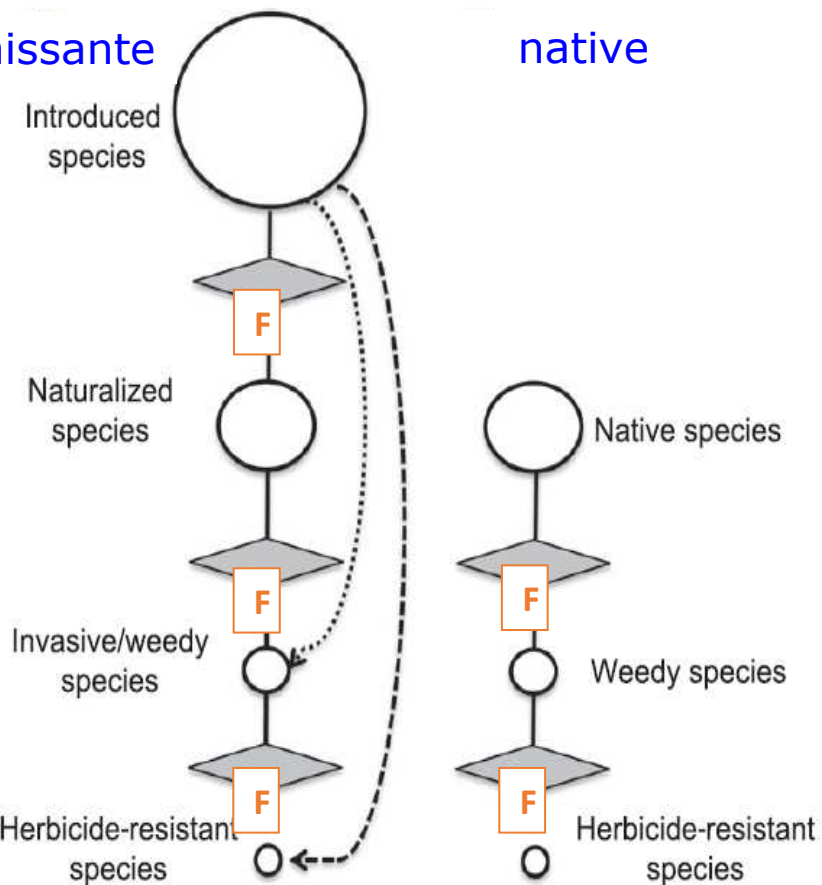
Envahissement de coquelicots ou esthétique agricole ?



Monet, 1885

Pas de justification écologique évidente
Résistance aux herbicides ? mauvaise gestion ?

Problématique : au delà de la « pullulation » qu'est-ce qui rend une plante indésirable ?



F : Filtres environnementaux

- Espèces non autochtones envahissantes:
 - atteinte à la biodiversité
- Espèces dont les caractéristiques entraînent un coût pour la société:
 - plantes adventices des cultures
 - plantes toxiques ou allergisantes
- Espèces avec des traits qui leur permettent d'échapper aux méthodes classiques de gestion de la flore :
 - nouvelles familles botaniques
 - hybridation
 - tolérance / résistance aux herbicides

Coût économique et plantes envahissantes

Le cas de la Grande Bretagne et de la France

-  Plantes aquatiques
-  Thérophytes
-  Bisannuelles
-  Pérennes
-  Adventices des cultures

élevé pour les plantes aquatiques
Adventices annuelles des cultures

Species		Common name	Cost
<i>Fallopia japonica</i>	★	Japanese knotweed	165 0
<i>Avena fatua</i>	★	Wild oat	58 2
<i>Veronica persica</i>	★	Common field-speedwell	36 3
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>		Floating pennywort	25 4
<i>Avena sterilis</i>	★	Winter wild oat	12 7
<i>Elodea canadensis</i>		Canadian pondweed	11 6
<i>Rhododendron ponticum</i>		Rhododendron	8 6
<i>Elodea nuttallii</i>		Nuttall's pondweed	4 3
<i>Heracleum mantegazzianum</i>		Giant hogweed	2 3
<i>Lagarosiphon major</i>		Curly waterweed	1 1
<i>Myriophyllum aquaticum</i>		Parrot's feather	1 1
<i>Aegopodium podagraria</i>		Ground elder	1 0
<i>Impatiens glandulifera</i>		Himalayan balsam	1 0

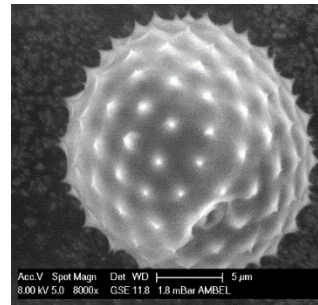
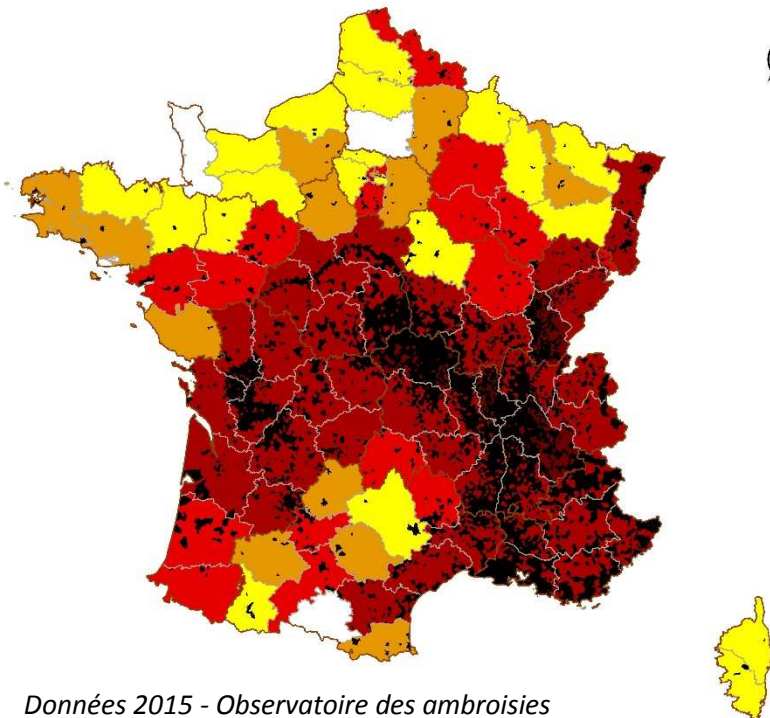
N°	Espèces végétales envahissantes	Zone	Coût moyenne annuelle
4	<i>Ludwigia</i> spp. / <i>Elodea</i> ssp.	Métropole	1 550 k€
7	<i>Reynoutria</i> spp.	Métropole	202 k€
8	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> ★	Métropole	171 k€
14	<i>Rubus alcefolius</i>	La Réunion	72 k€
15	<i>Baccharis halimifolia</i>	Métropole	61 k€

Estimation sur 5 ann

Facteurs favorisant la dynamique des espèces adventices ? des conséquences non négligeables

ambrosia artemisiifolia

de semences * (production de semences) * **tolérance aux stress**
= de fortes densités de plantes avec pour conséquences :
basses rendements
problème de santé publique
(plusieurs centaines de millions de grains de pollen produits chaque jour)

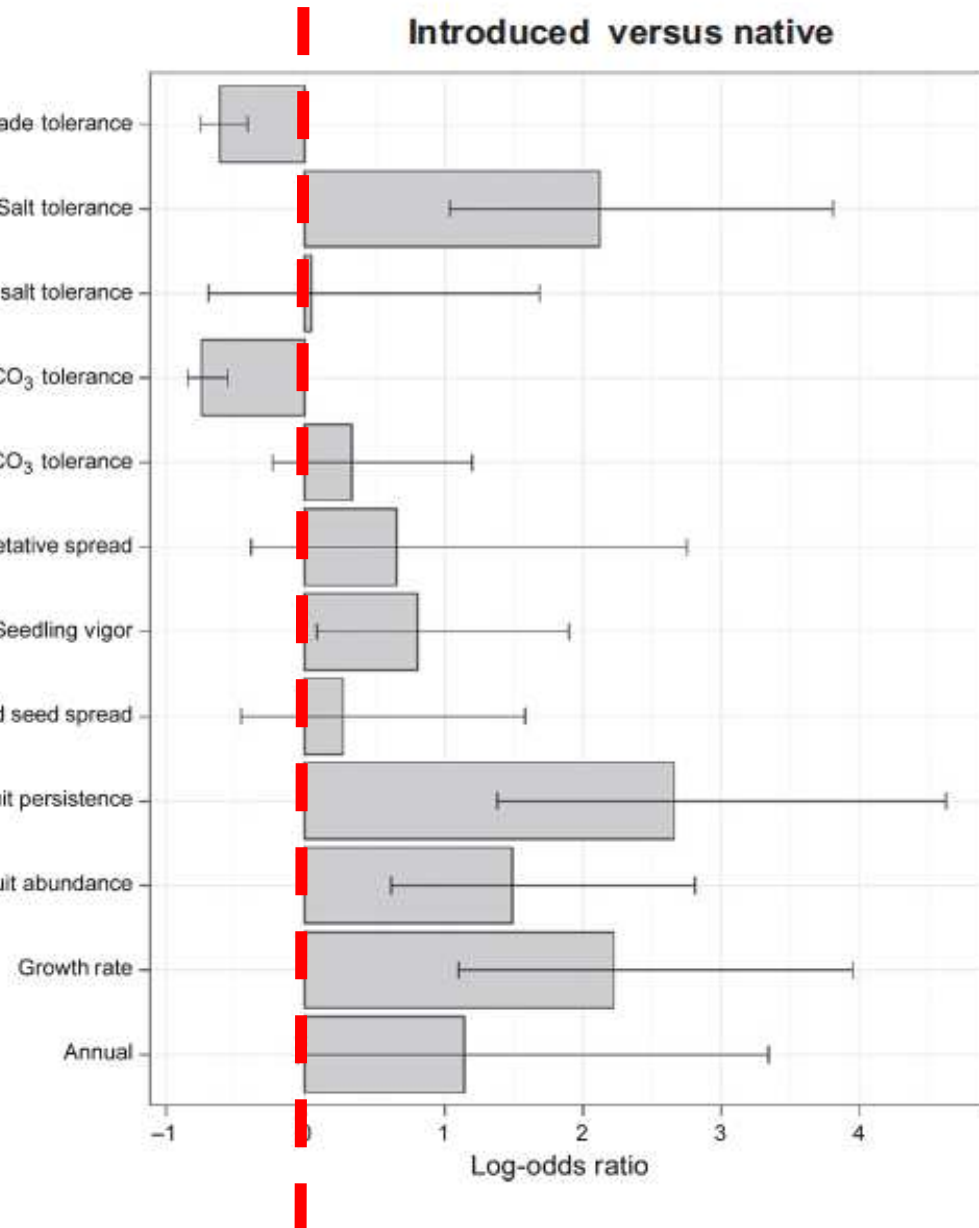


Envahissement d'ambrosies à feuilles d'armoises

« pullulation de grains de pollen » - pollution biologique

Entre 14 et 20 millions d'euros
en coûts de santé pour la Région Rhône-Alpes

Traits des espèces envahissantes



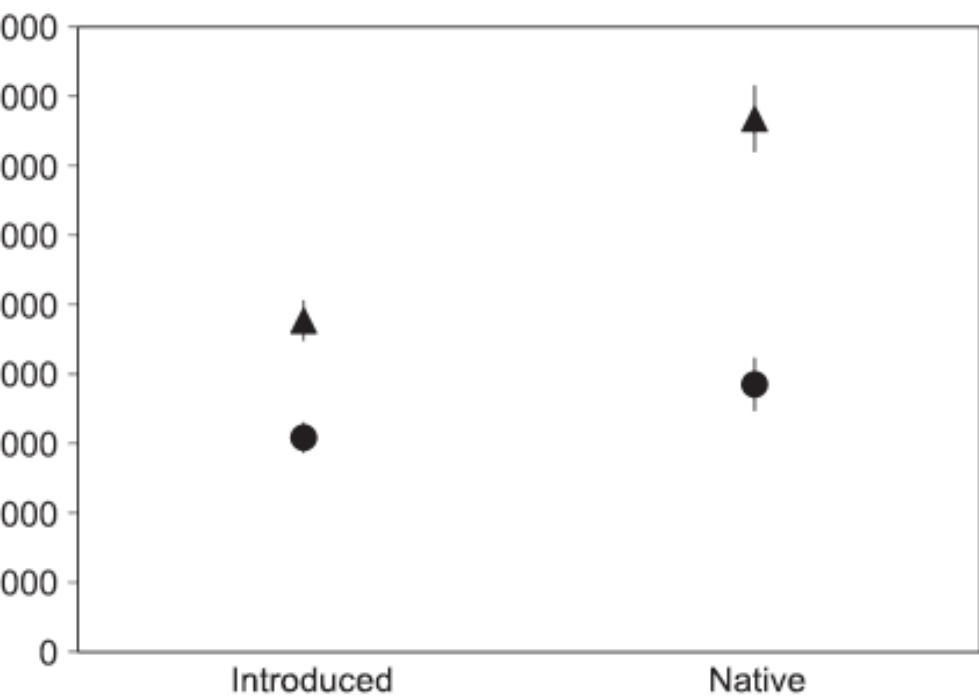
Les espèces envahissantes se caractérisent par leurs **cycles courts** et leurs **capacités de reproduction** et de **dispersion** plutôt que par leur **tolérance aux stress**



Hypothèses liées succès des plantes adventices envahissantes

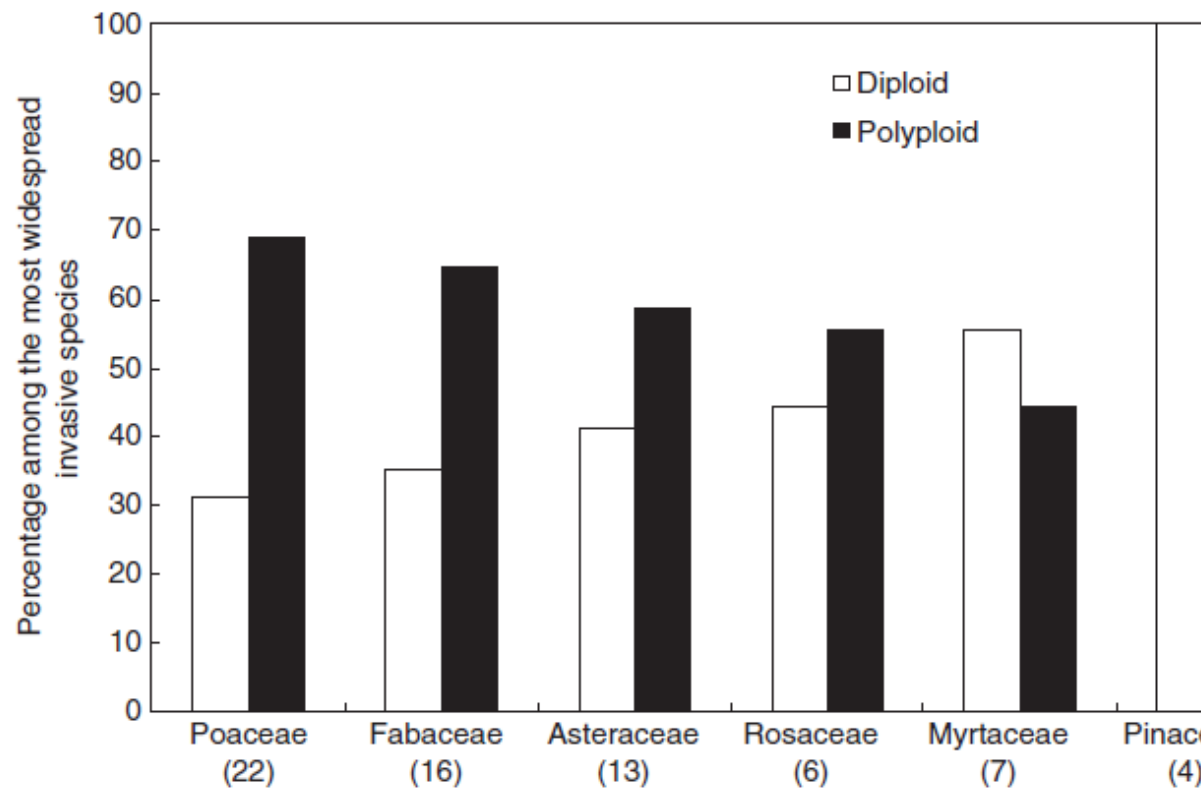
- * Enemy Release Hypothesis
- * Evolution of increased competitive ability
- * "Novel weapons"
- * Niche écologique vide
- * Dégradation des habitats : sols, compétitivité des communautés
- * ...

taille du génome et ploïdie des espèces envahissantes et/ou adventices



adventices ; ▲ : non adventices

Kuester et al. 2014



Beest et al.

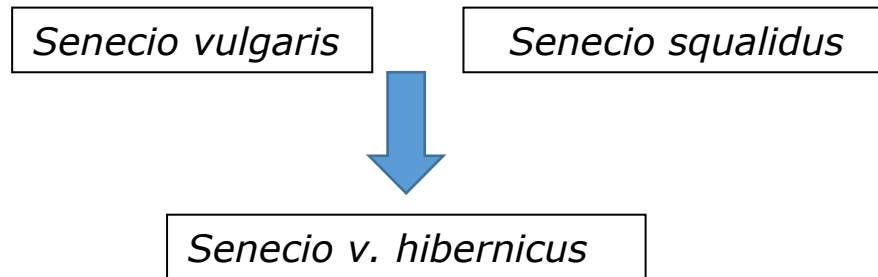
espèces adventices ont plutôt des petits génomes... mais il y a davantage de polyploïdes parmi les espèces envahissantes

Petit génome → croissance rapide et temps de génération court (annualité), petites graines.

Polyploïdie → « vigueur » meilleure survie et aptitude à la compétition (concerne plutôt les espèces pérennes)

Caractère envahissant et hybridation : l'exemple du séneçon

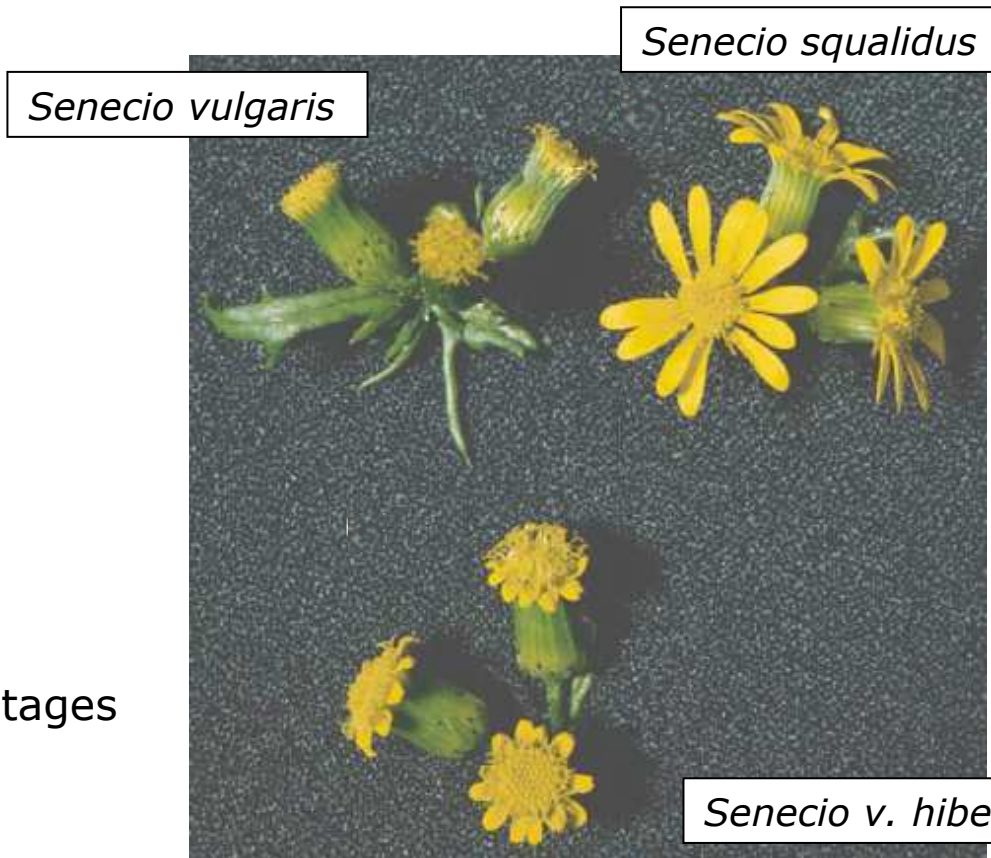
évolution du génome par hybridation



hybridation qui permet de cumuler un certain nombre d'avantages

- * fleurs radiées
- * plus de semences avec dormance
- * ...

Progression qui explique en grande partie le succès de l'invasion de l'hybride



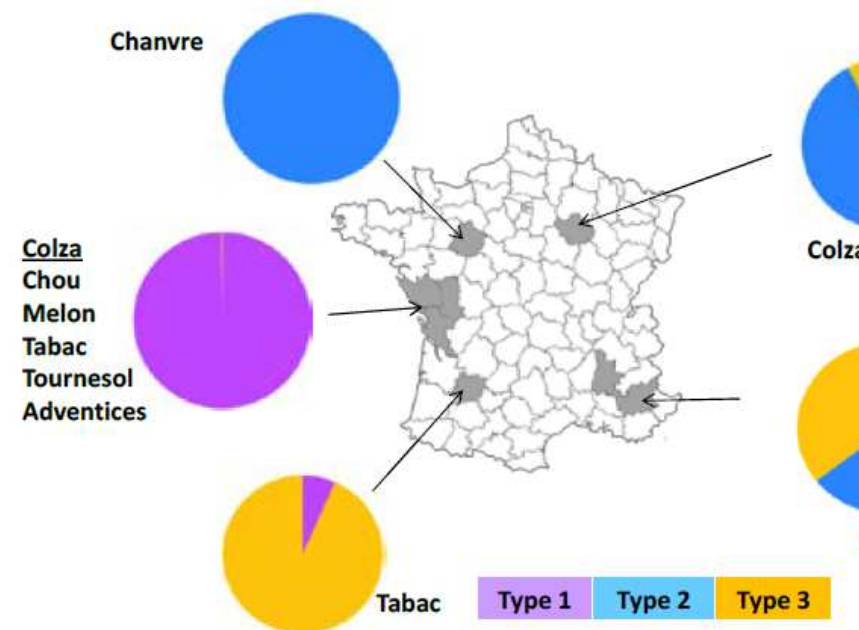
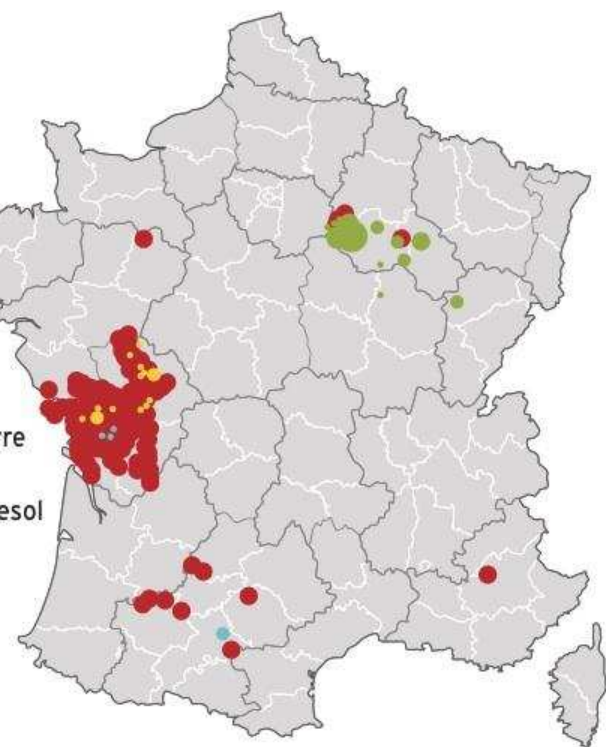
Adaptation génétique : évolution d'une nouvelle spécificité d'hôte chez l'orobanche rameuse

origine *Phelipanche arenaria* espèce parasite endémique
présente sur des cultures mineures: tabac, chanvre, melon

à partir des années 90 sur colza en Poitou-Charentes et
l'infestation ne cesse de s'étendre

Analyse génétique montre que l'infestation est due à
un type génétique particulier

➔ évolution d'un nouveau « pathovar »
particulièrement adapté au colza



Un cas particulier : la résistance aux herbicides

Adaptation génétique

Résistance liée à la cible

Inhibition

Résistance non liée à la cible

Pénétration

Translocation

Accumulation

Dégradation



Amarantes résistante aux triazines en France

La probabilité d'évolution de résistance est d'autant plus forte que les tailles de populations sont grandes :

- * augmentation de la probabilité d'apparition d'une mutation (résistance de cible, monogénique)
- * augmentation de la probabilité de la présence d'une variation génétique initiale suffisante (résistance non-cible polygénique)

La résistance aux herbicides n'est pas le premier facteur explicatif du succès démographique de certaines espèces adventices des grandes cultures. Evolution chez des espèces déjà abondantes

Des 'super' mauvaises herbes

Amaranthus palmeri

Résistance au glyphosate – 1^{ère} en termes de pertes économiques
100 000 à 600 000 semences / plante (dioïque)
Survie dans le stock (6 – 7 années)

et al. 2013



<http://ptrpest.com>



Glyphosate Resistant Giant Ragweed (*Ambrosia trifida*) infesting Roundup Ready Corn. Photo: Dr. Bill Johnson

weedsience.org/Images/GiantRagweed.jpg

Ambrosia trifida

Résistance au glyphosate
> 1000 semences / plante (monoïque)
Survie dans le stock (< 10 années)



2 mm



agriculture Haute Marne

Vulpin des champs en Europe

Délye et al. 2004

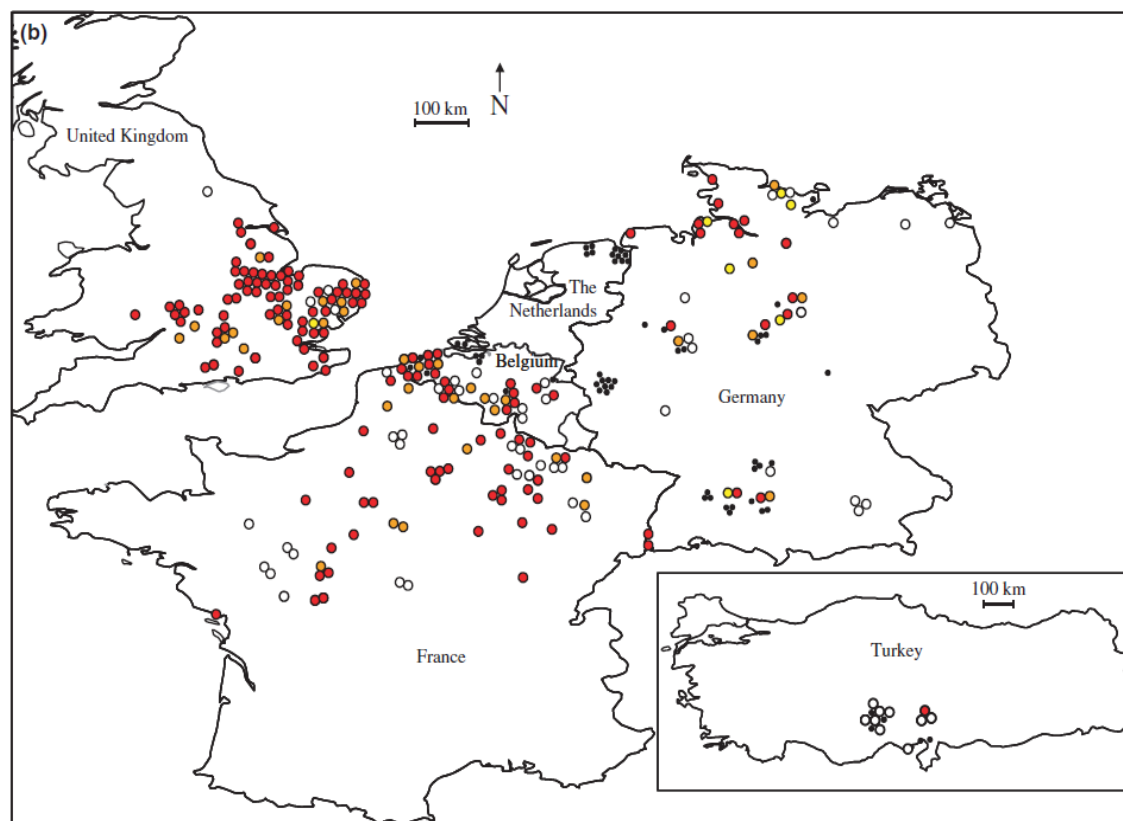
Structure géographique
de la résistance au
clofinafop

○ : pas de résistance

● : 1 – 20 % de R

● : 21 à 50 % de R

● : plus de 51 % de R



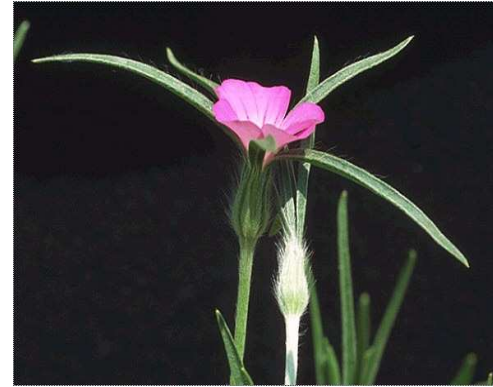
= espèce **commune**, **abondante** localement et **allogame**

la résistance aux herbicides est **apparue de multiples fois** selon au moins 2 mécanismes différents
(mutation de cible et résistance par métabolisation) et s'est **propagée très rapidement**
(1^{er} cas en **1982** en Grande Bretagne ; plus de 80% des populations avec de la résistance en **2004**)

Flore adventice : entre envahissement et régression

lieux cultivés qui génèrent des situations très contrastées entre :

- **espèces en extension**
- **espèces en régression**



- * Des situations variables à l'échelle nationale
Le cas du bleuet (*Cyanus segetum*) :
 - rare dans l'ouest de la France ;
 - en extension et un réel problème de désherbage sur les petites terres calcaires dans le nord-est.

Dans les deux cas, la gestion intégrée de ces espèces (**conservation** ou **contrôle**) passe par une bonne connaissance de la biologie de ces espèces et plus particulièrement du stock de semences



En vous remerciant pour votre attention