



Comprendre le fonctionnement des adventices pour raisonner leur gestion

Développement et utilisation d'un modèle de dynamique de la flore adventice dans les systèmes arables



Nathalie Colbach

Agroécologie, AgroSup Dijon, INRA, Univ. Bourgogne Franche-Comté, 21000 Dijon
Nathalie.Colbach@inra.fr

Les multiples facettes des adventices



**Biodiversité
végétale
sauvage**



**Ressource trophique
pour organismes
bénéfiques/neutres**



**Flore adventice
= multiples espèces
= espèces contrastées**

**Perte de rendement
Salissement du champ**



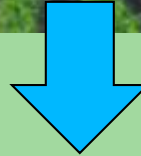
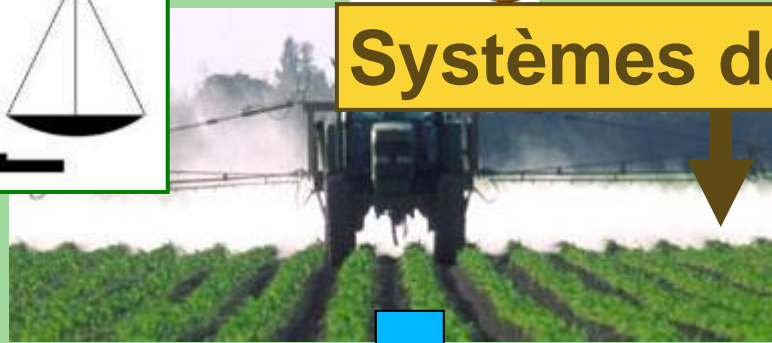
**Relais pour d'autres
bioagresseurs**



Un système complexe à étudier et à gérer



Systemes de culture



Biodiversité végétale sauvage



Ressource trophique pour organismes bénéfiques/neutres



Flore adventice = multiples espèces = espèces contrastées

Système de rendement et rendement du champ



pour d'autres agresseurs

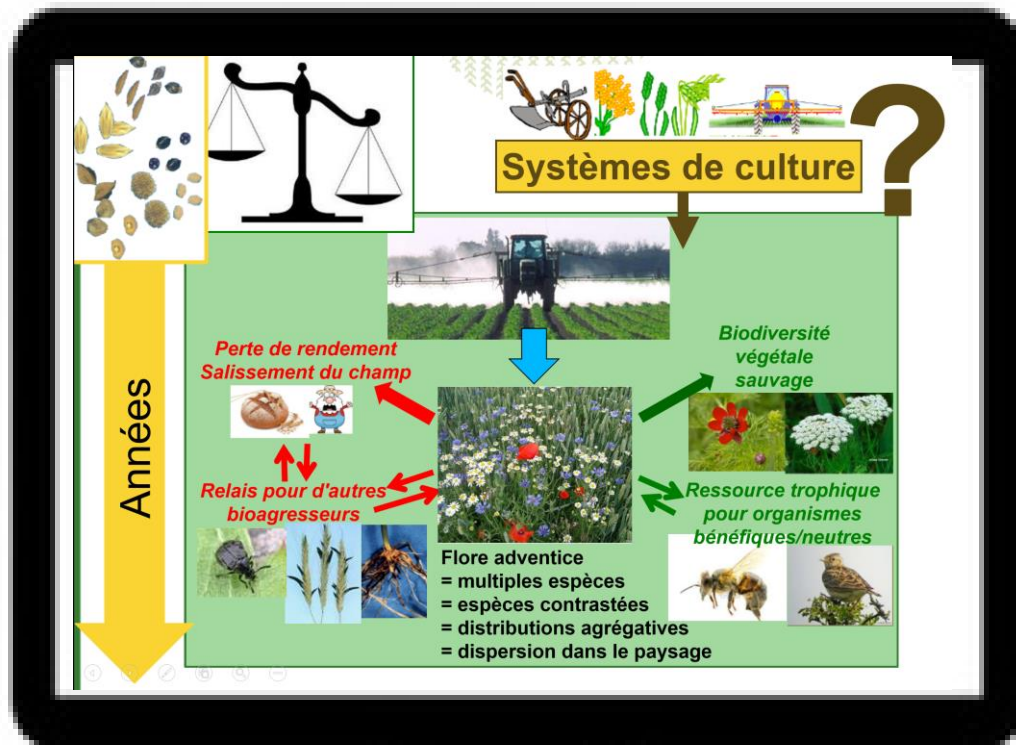


Années

R



Recours à la modélisation



Une représentation **simplifiée** de la réalité aidant à

- Mieux comprendre la réalité
- À extrapoler des connaissances à des situations non-expérimentées
- À prendre des décisions

Recours à la modélisation

$$rTTS_{ds} = \sum_{d'=SD_s}^d rmax_s \cdot \left(\frac{T_{d'1} - T_{baseE_s}}{T_{opt_s} - T_{baseE_s}} \right)^{\alpha E_s} \cdot \left(\frac{T_{max_s} - T_{d'1}}{T_{max_s} - T_{opt_s}} \right)^{\alpha E_s \left(\frac{T_{max_s} - 1}{T_{opt_s}} \right)}$$

$$TTE_{dsi} = \sum_{d'=d_{em}}^d (T_{d'} - T_{baseD_s}) \quad r_{morph}_{dsi} = \alpha_{sp} \cdot e^{\mu_{sp} \cdot CSI_{dsi}}$$

$$\alpha_{ds} = \alpha_{sp} + \frac{\alpha_{sp+1} - \alpha_{sp}}{t_{te_{sp-1}} - t_{te_{sp}}} \cdot TTE_{dsi} \quad LA_{dsi} = LA_{0_s} \cdot e^{RGR_s \cdot TTE_{dsi}}$$

$$cp_{ds} = \frac{1-0}{T2_s - T1_s} (T_d - T2_s) + 1 \quad SeBM_{dsi} = rTTD_{ds} \cdot rST_s \cdot BM_{dsi}^{sST_s}$$

$$BMr_{dsi} = 0.1768 \cdot e^{0.0693T_d} \cdot (LBM_{d-1si} \cdot cr_{leaf} + StBM_{d-1si} \cdot cr_{stem} + SeBM_{d-1si} \cdot cr_{seeds})$$

$$\sum_i (nSP_{dsi} - nSP_{d-1si}) \quad LA_{0_s} = Gaussian(\overline{LA_{0_s}})$$

Une représentation **simplifiée** de la réalité aidant à

- Mieux comprendre la réalité
- À extrapoler des connaissances à des situations non-expérimentées
- À prendre des décisions

Construit et validé à partir d'expérimentations

Modèle de recherche dont les conclusions sont transférées aux acteurs

La parcelle virtuelle FLORSYS



Entrées choisies
par l'utilisateur

Opérations culturales

Années

1



2

...



Météo



Texture du
sol



Colbach et al (2006, 2010, 2014) Eur J Agron, Colbach et al (2007) Ecol Mod; Colbach et al. (2014) Soil Till Res; Weed Res; Gardarin et al. (2012) Ecol Mod; Munier-Jolain et al (2013) Ecol Mod, (2014) Field Crops Res

La parcelle virtuelle FLORSYS



Entrées choisies par l'utilisateur

Cycle de vie des espèces

Cycle générique valable pour adventices et cultures annuelles



Météo

Culture

Adventices

Opérations culturales

Années



2

N

Pas de temps journalier

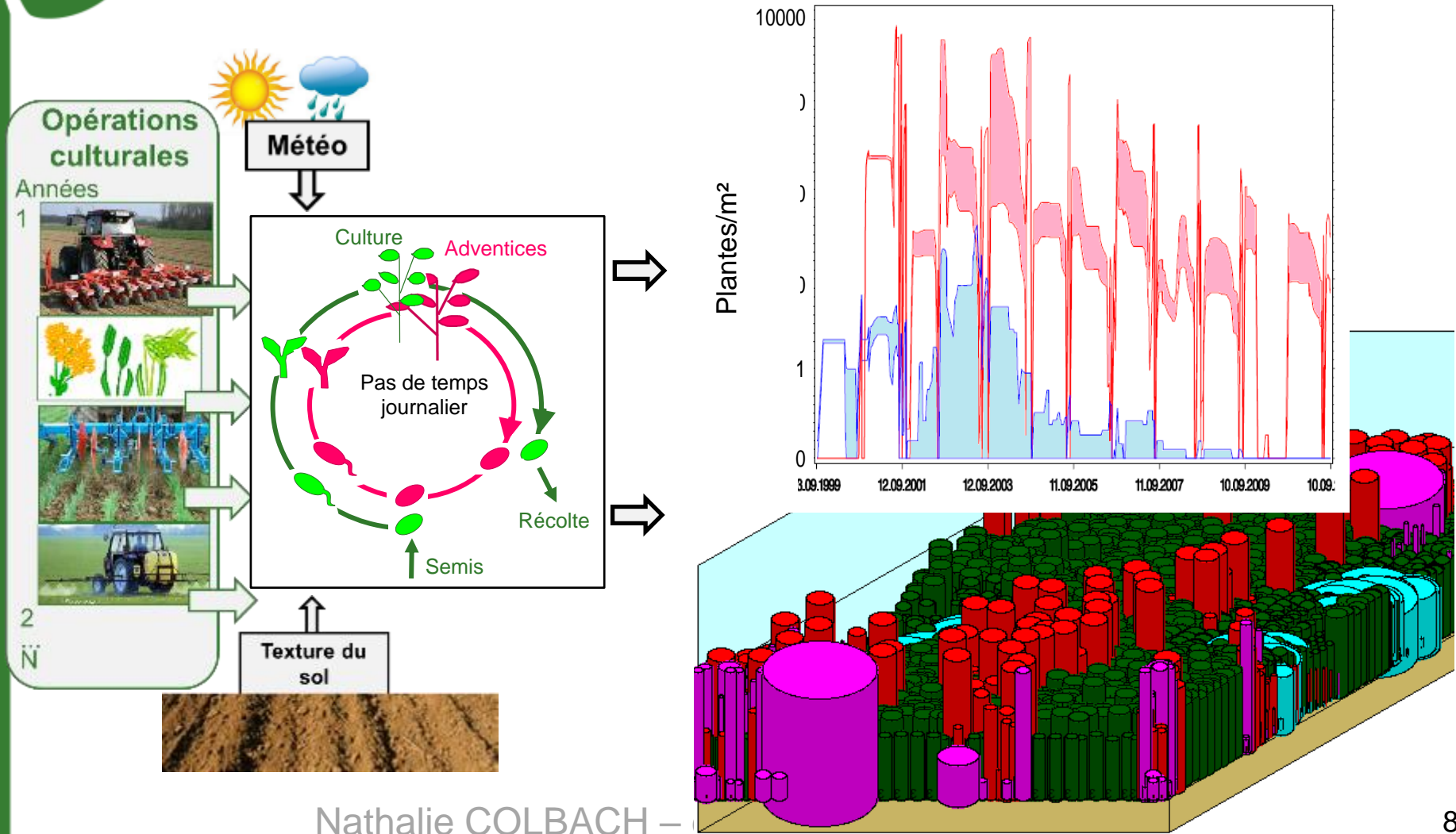
Récolte

Semis

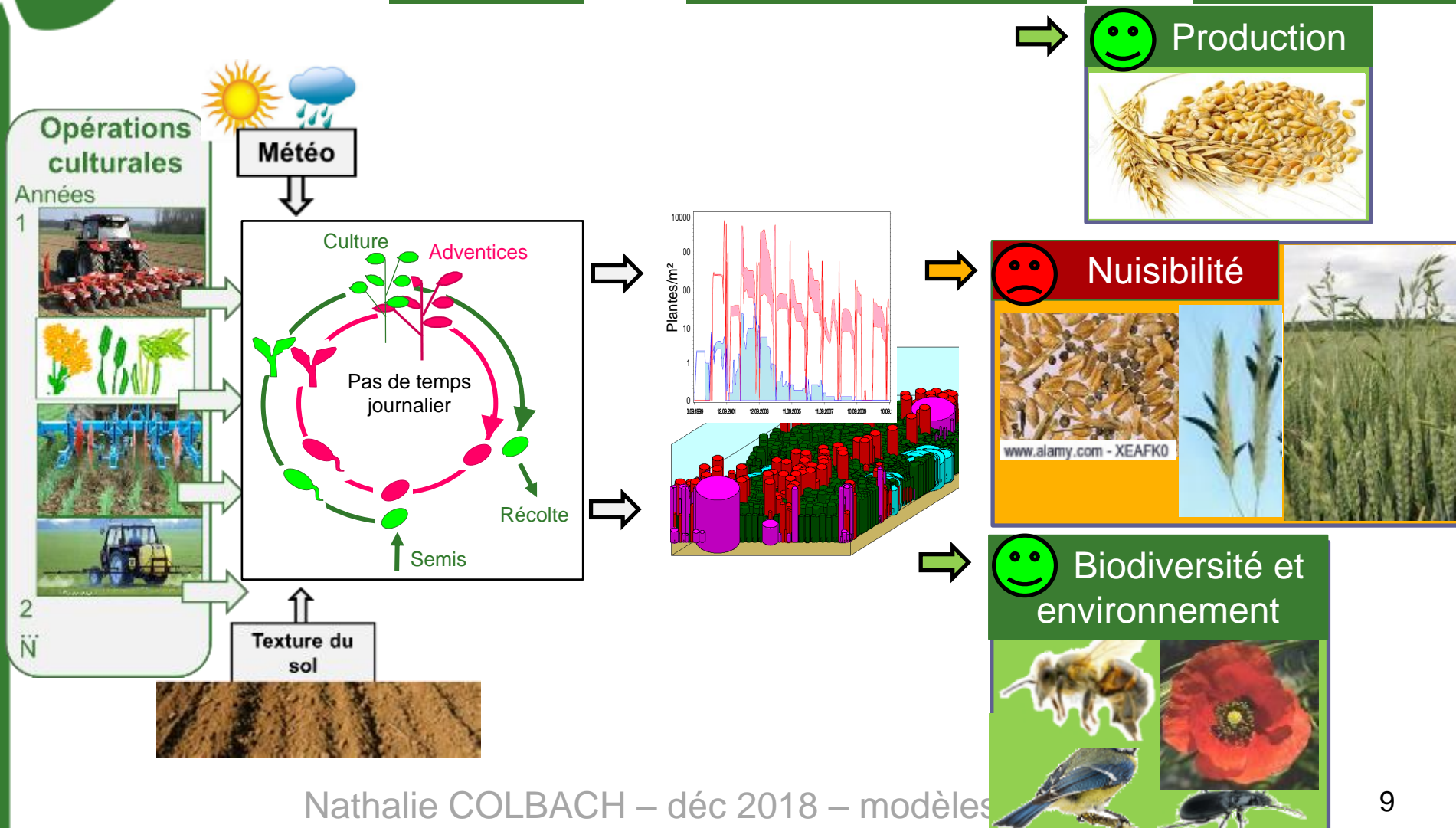
Texture du sol



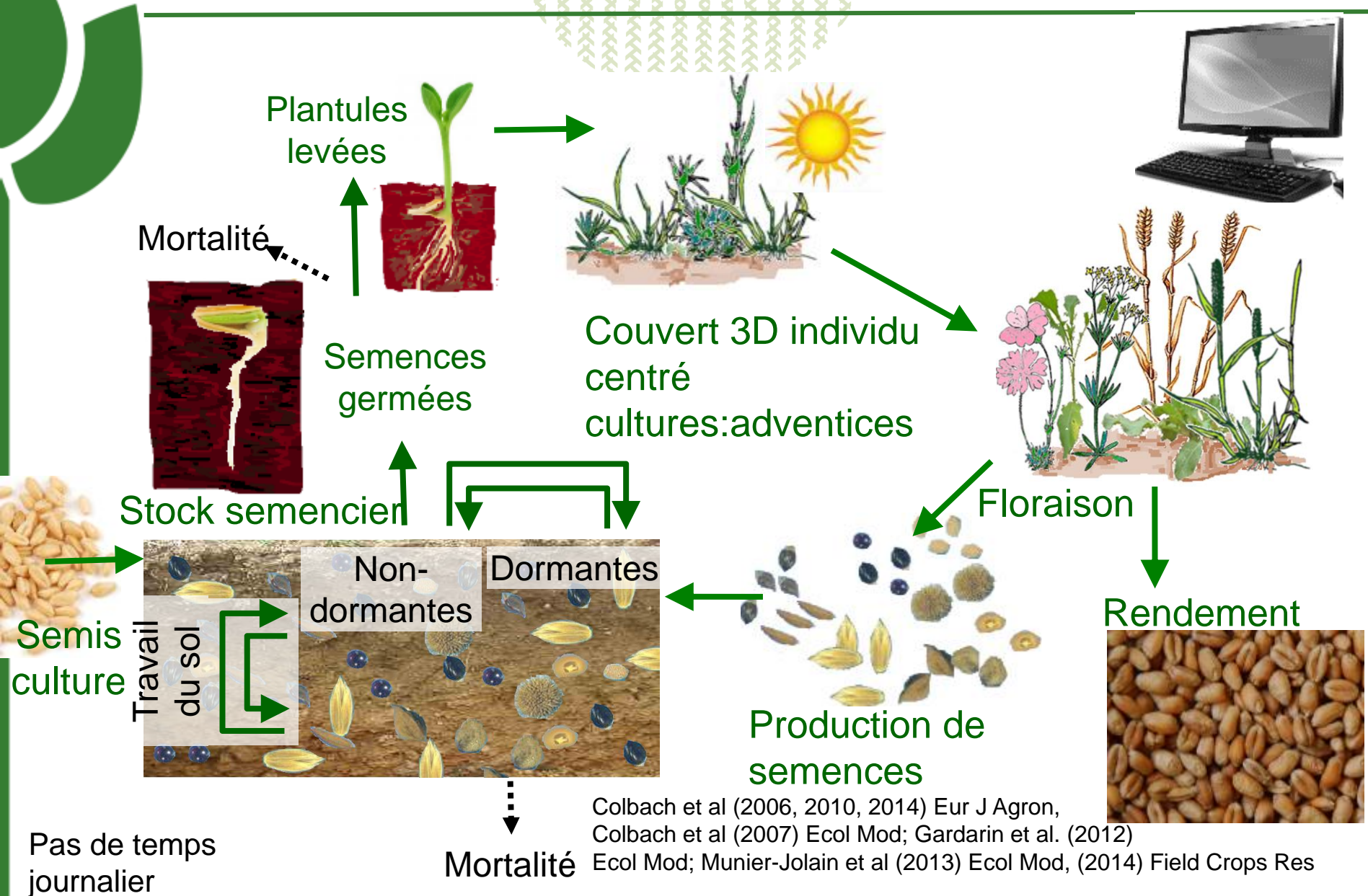
La parcelle virtuelle FLORSYS



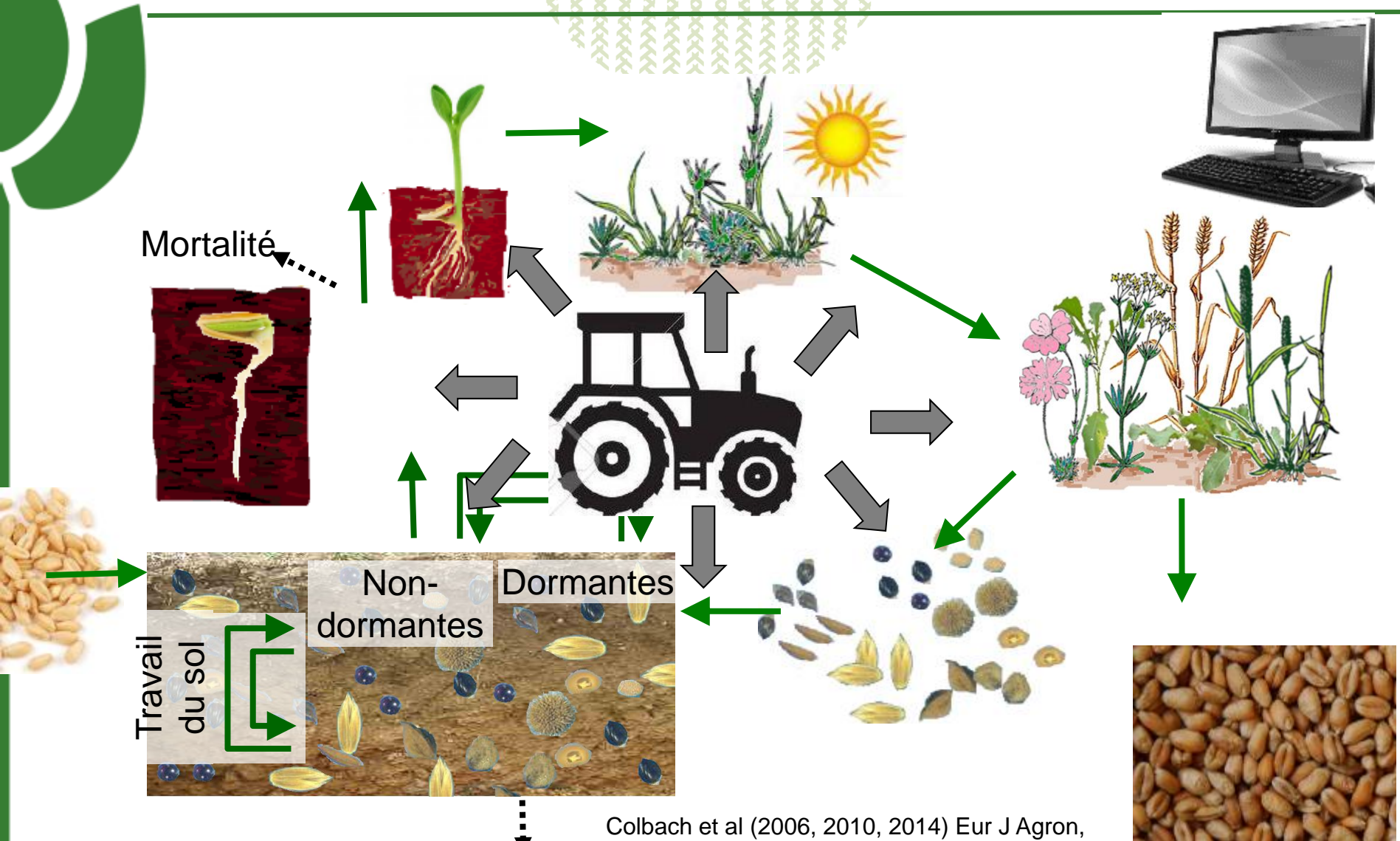
La parcelle virtuelle FLORSYS



Cycle de vie pour adventives et cultures annuelles



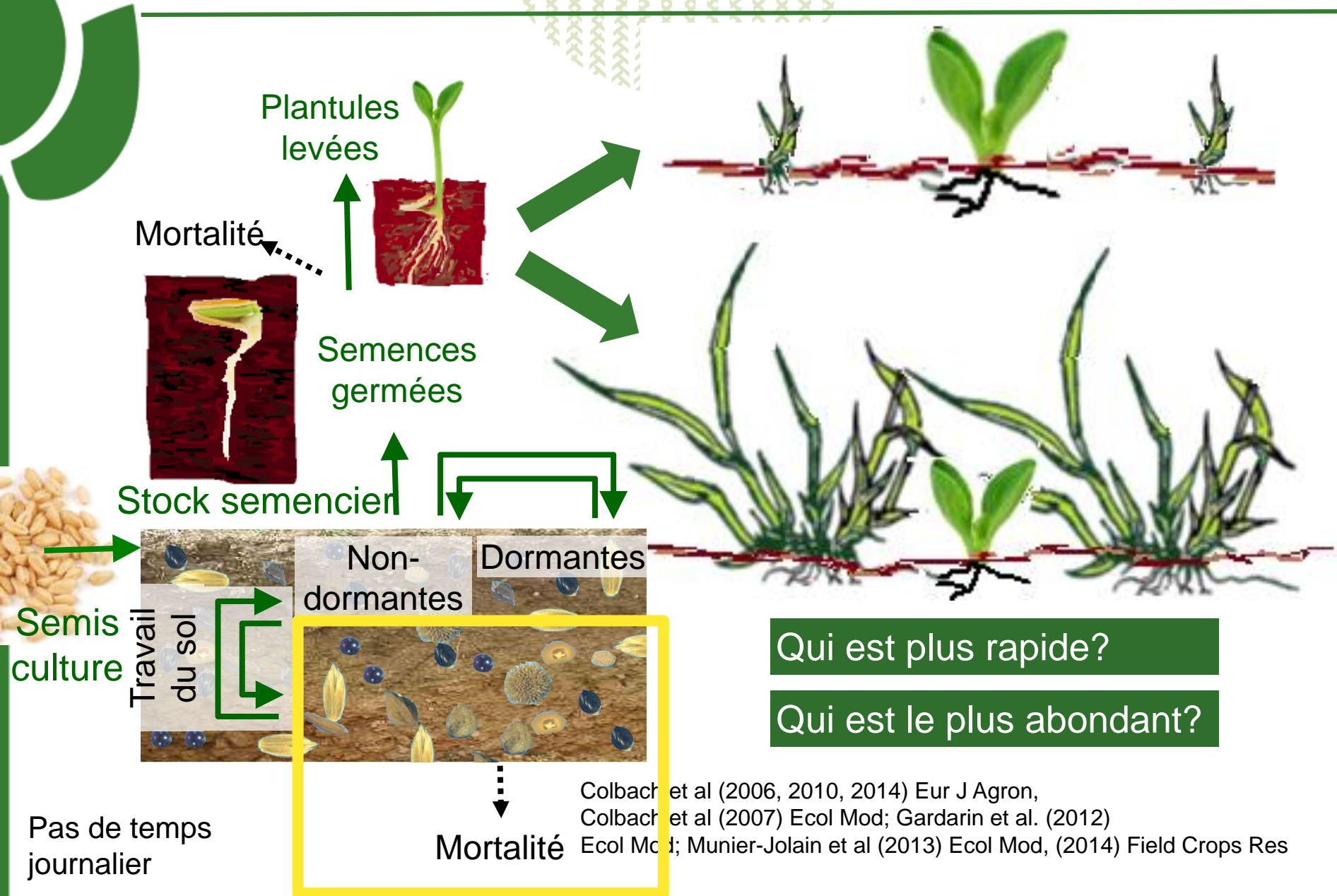
Cycle de vie pour adventices et cultures annuelles



Pas de temps journalier

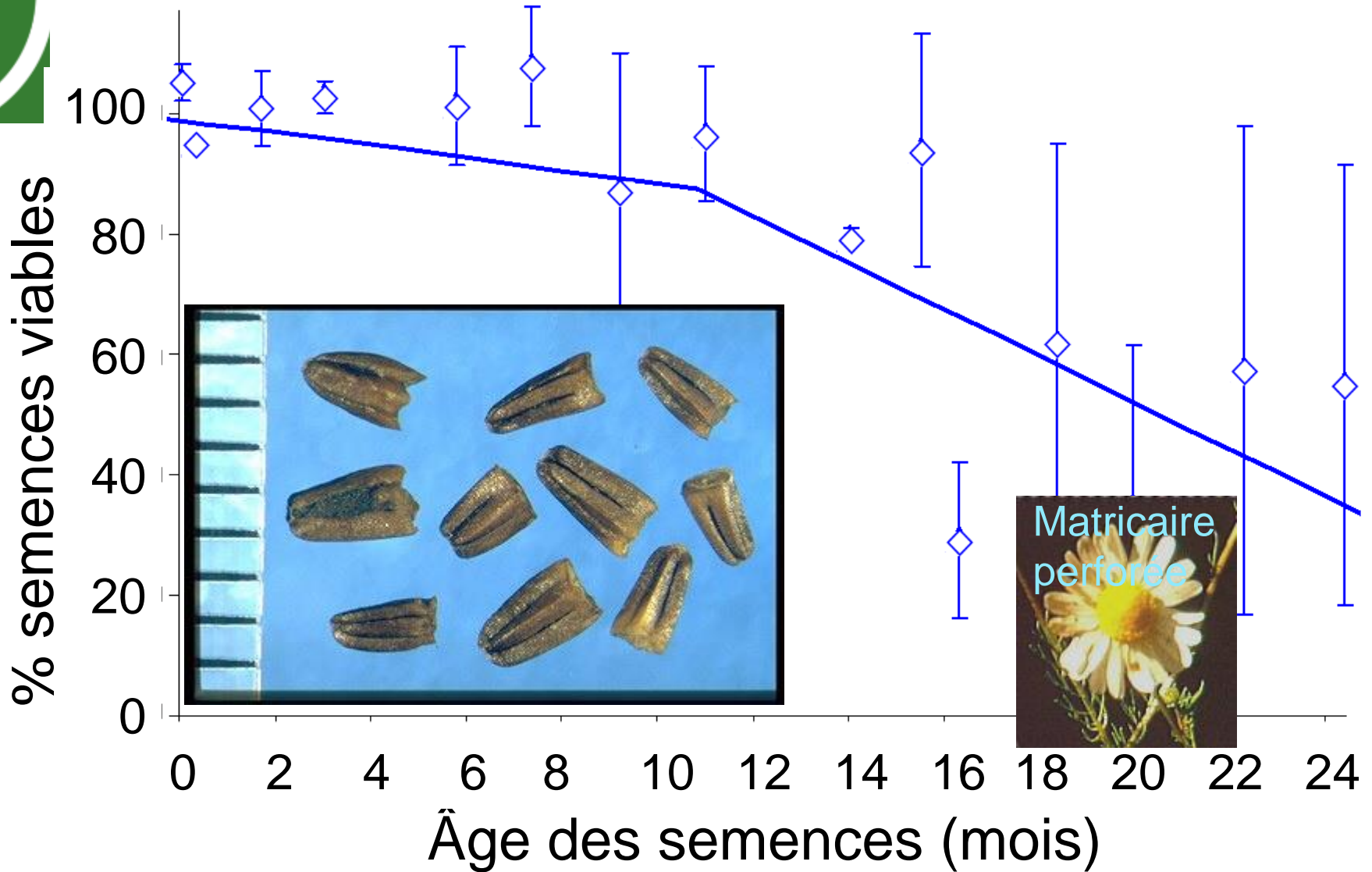
Mortalité Colbach et al (2006, 2010, 2014) Eur J Agron, Colbach et al (2007) Ecol Mod; Gardarin et al. (2012) Ecol Mod; Munier-Jolain et al (2013) Ecol Mod, (2014) Field Crops Res

L'émergence détermine (presque entièrement) la compétition



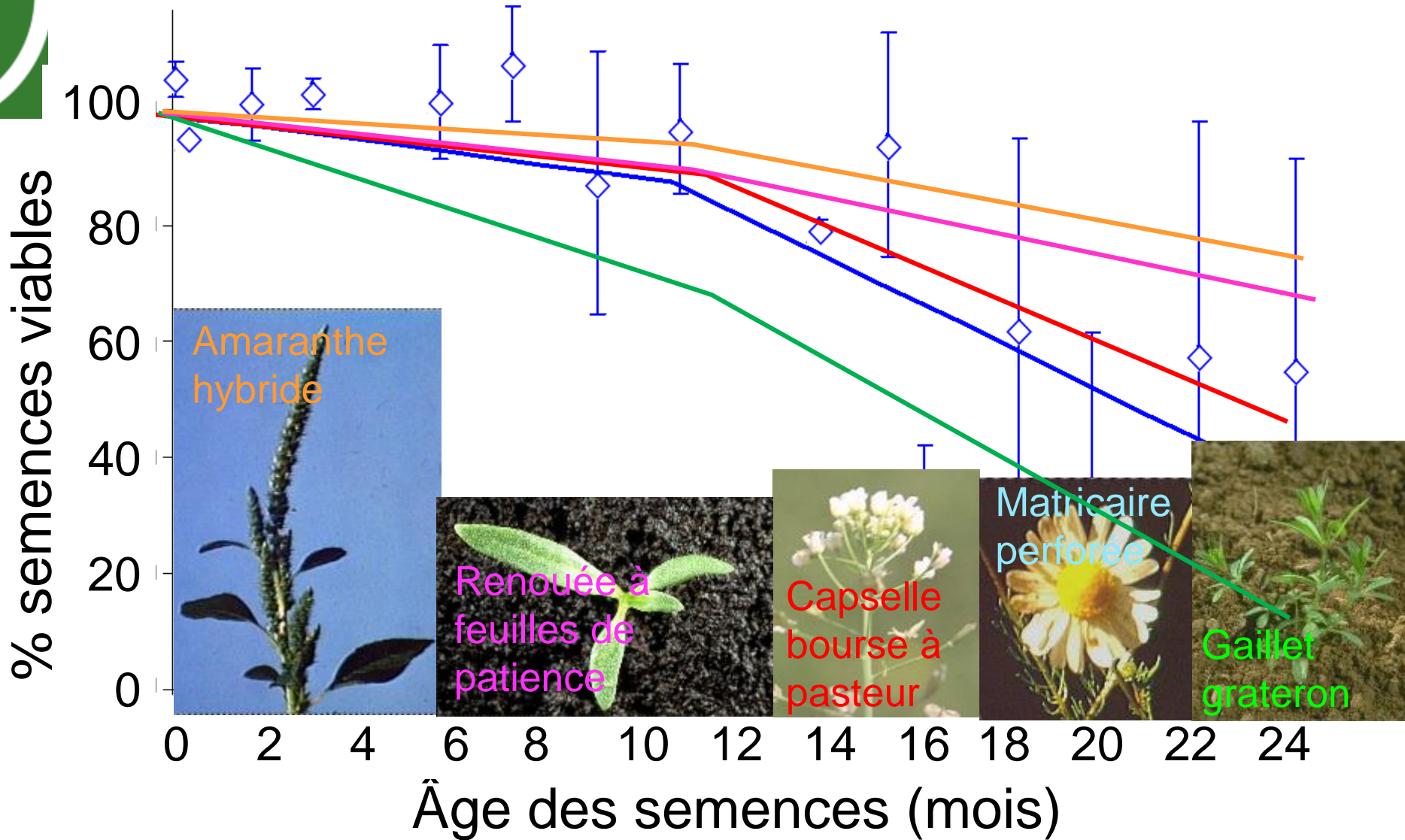
Colbach et al (2006, 2010, 2014) Eur J Agron,
Colbach et al (2007) Ecol Mod; Gardarin et al. (2012)
Ecol Mod; Munier-Jolain et al (2013) Ecol Mod, (2014) Field Crops Res

Les semences disparaissent au cours du temps



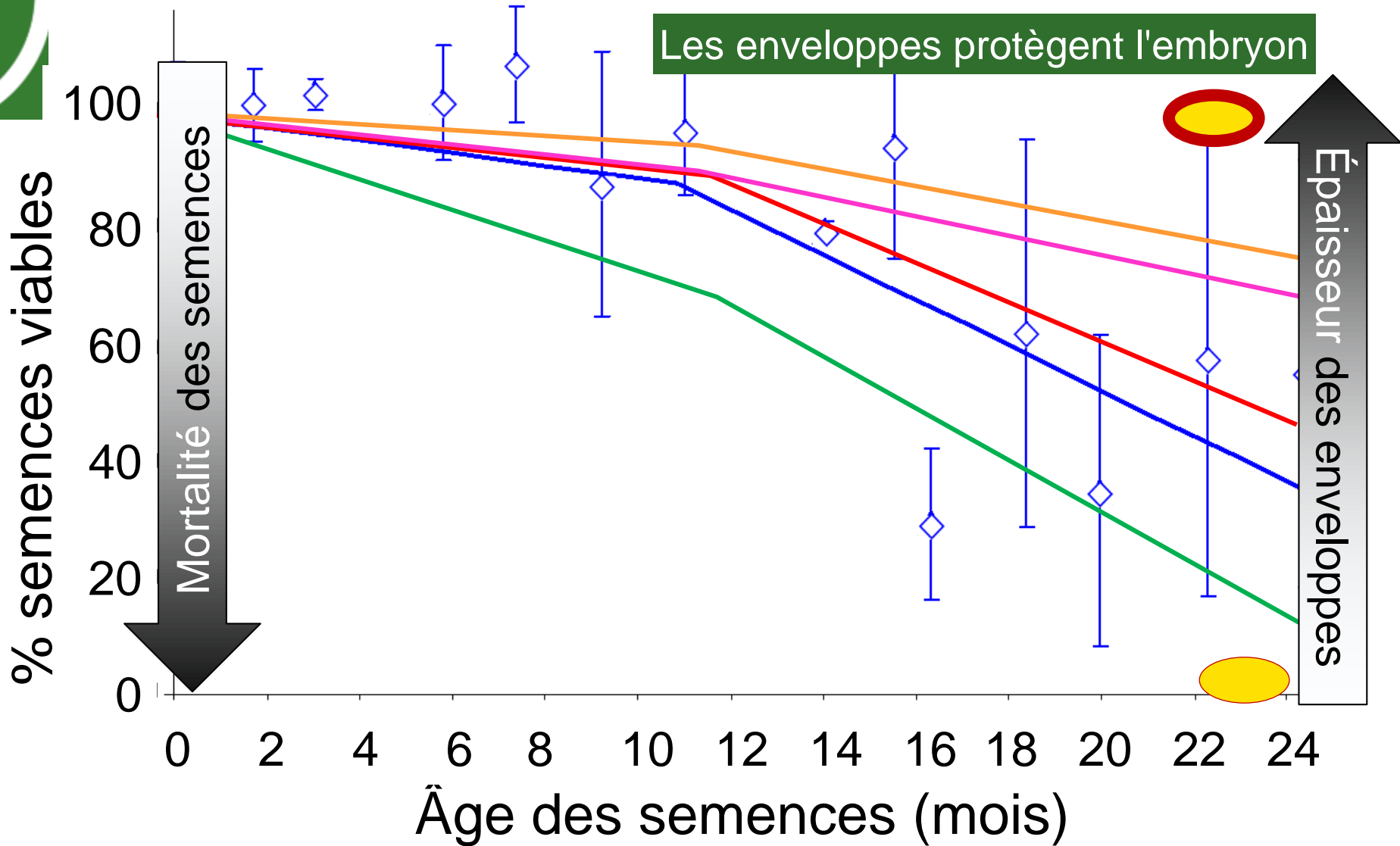
Gardarin et al. (2010) Seed Sci Res

Le taux de mortalité dépend de l'espèce



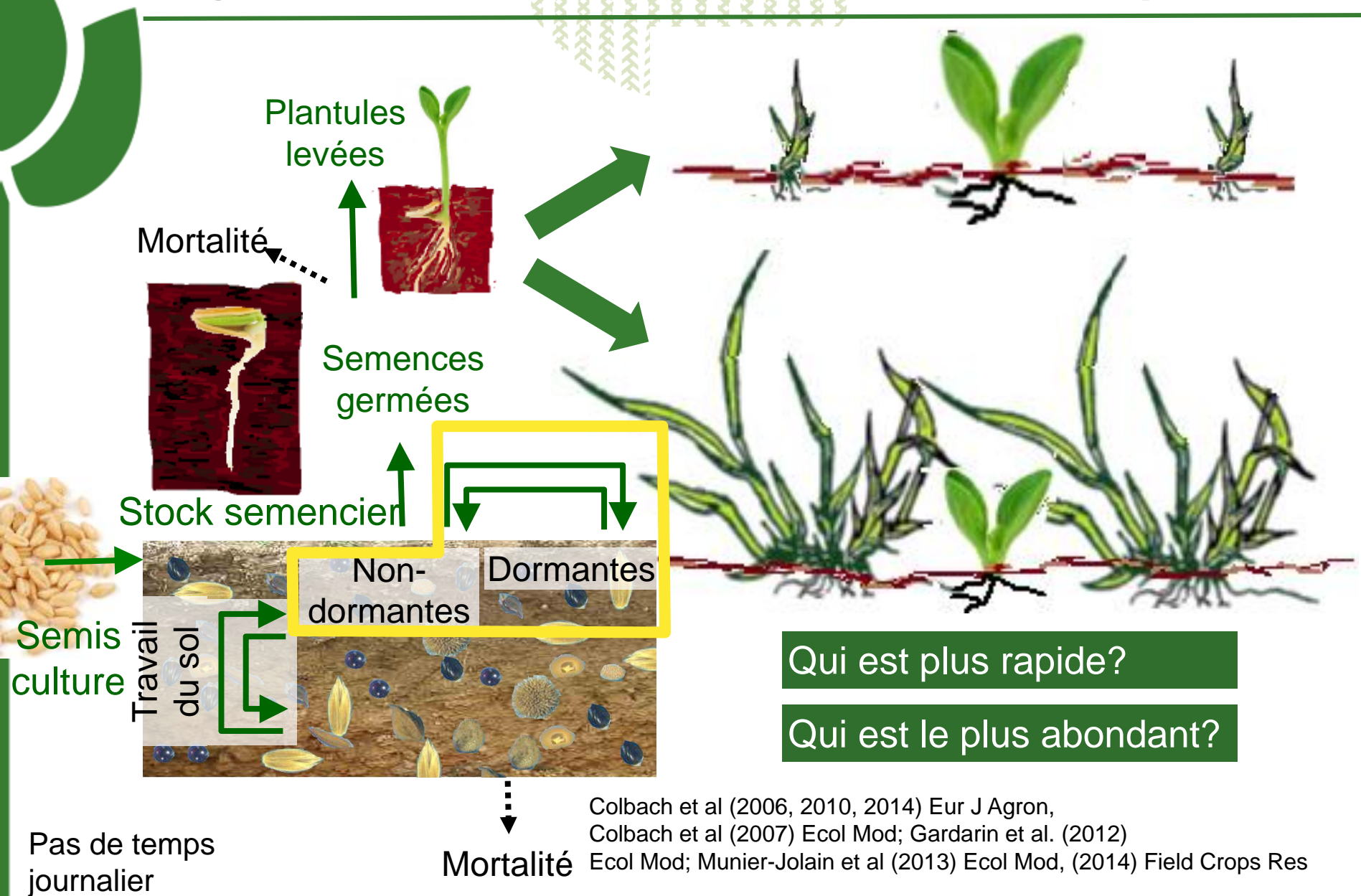
Gardarin et al. (2010) Seed Sci Res

Le taux de mortalité dépend de l'espèce



Gardarin et al. (2010) Seed Sci Res

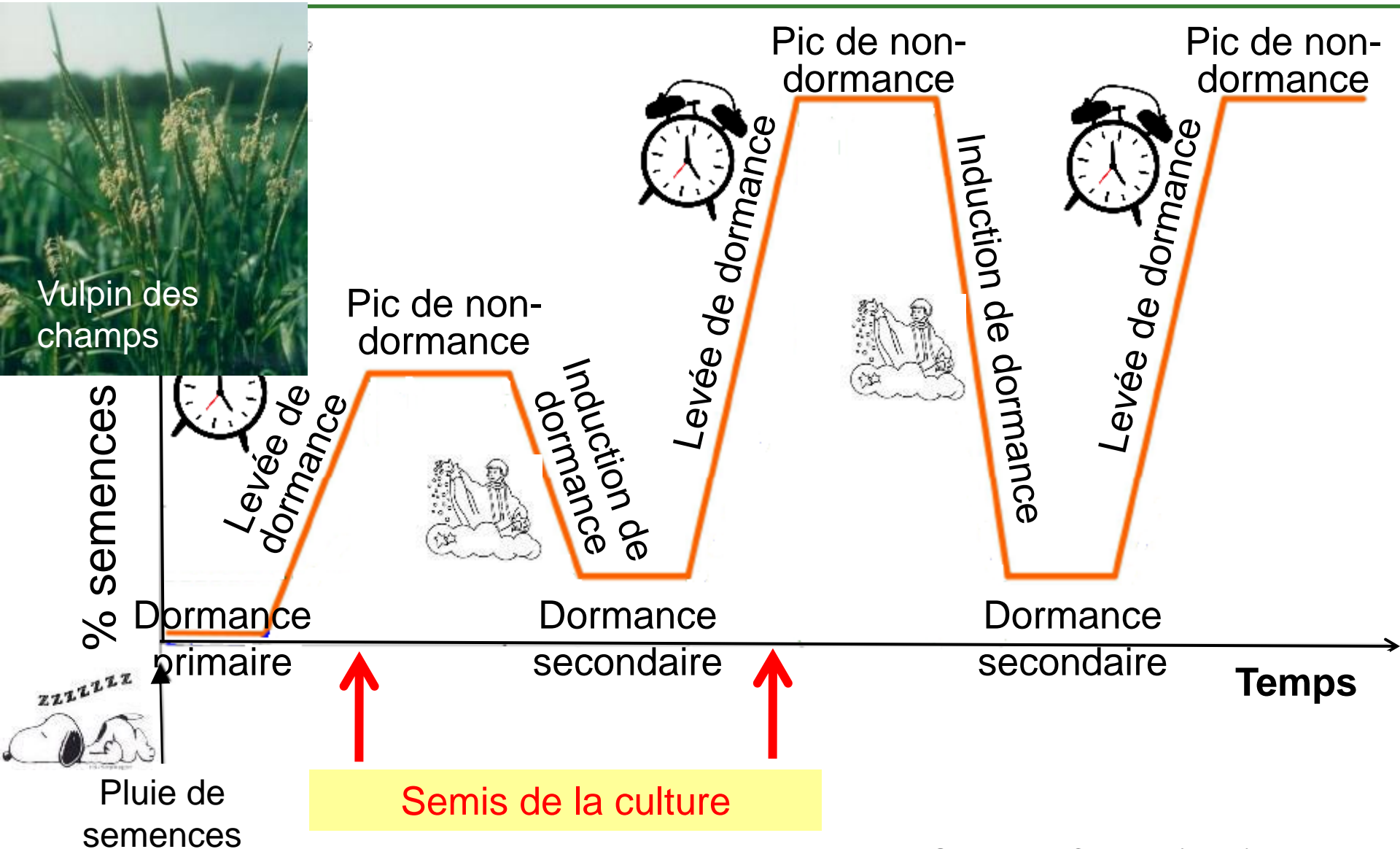
L'émergence détermine (presque entièrement) la compétition



La dormance détermine la saison de levée



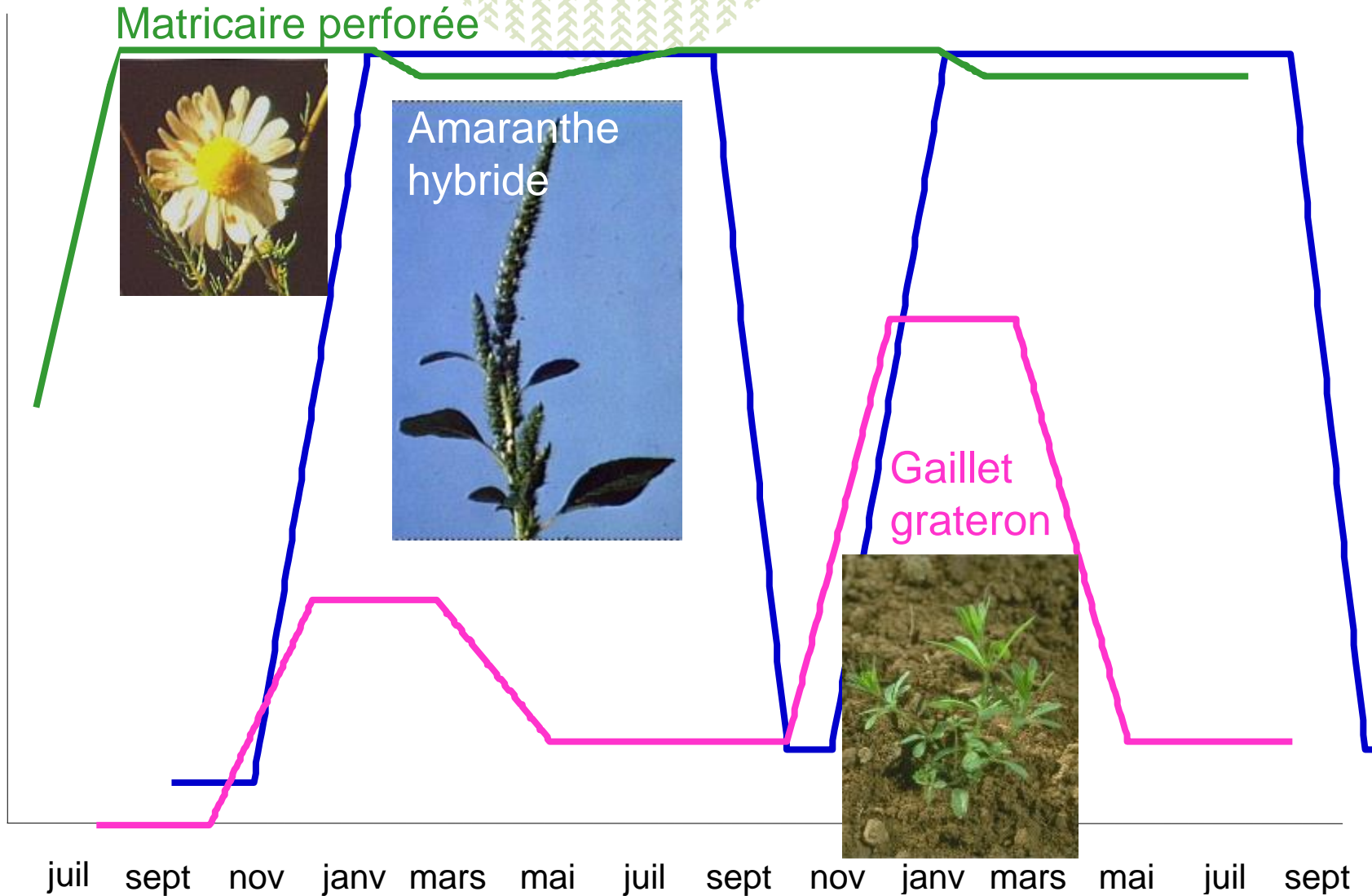
Vulpin des champs



Gardarin & Colbach (2015) Weed Res

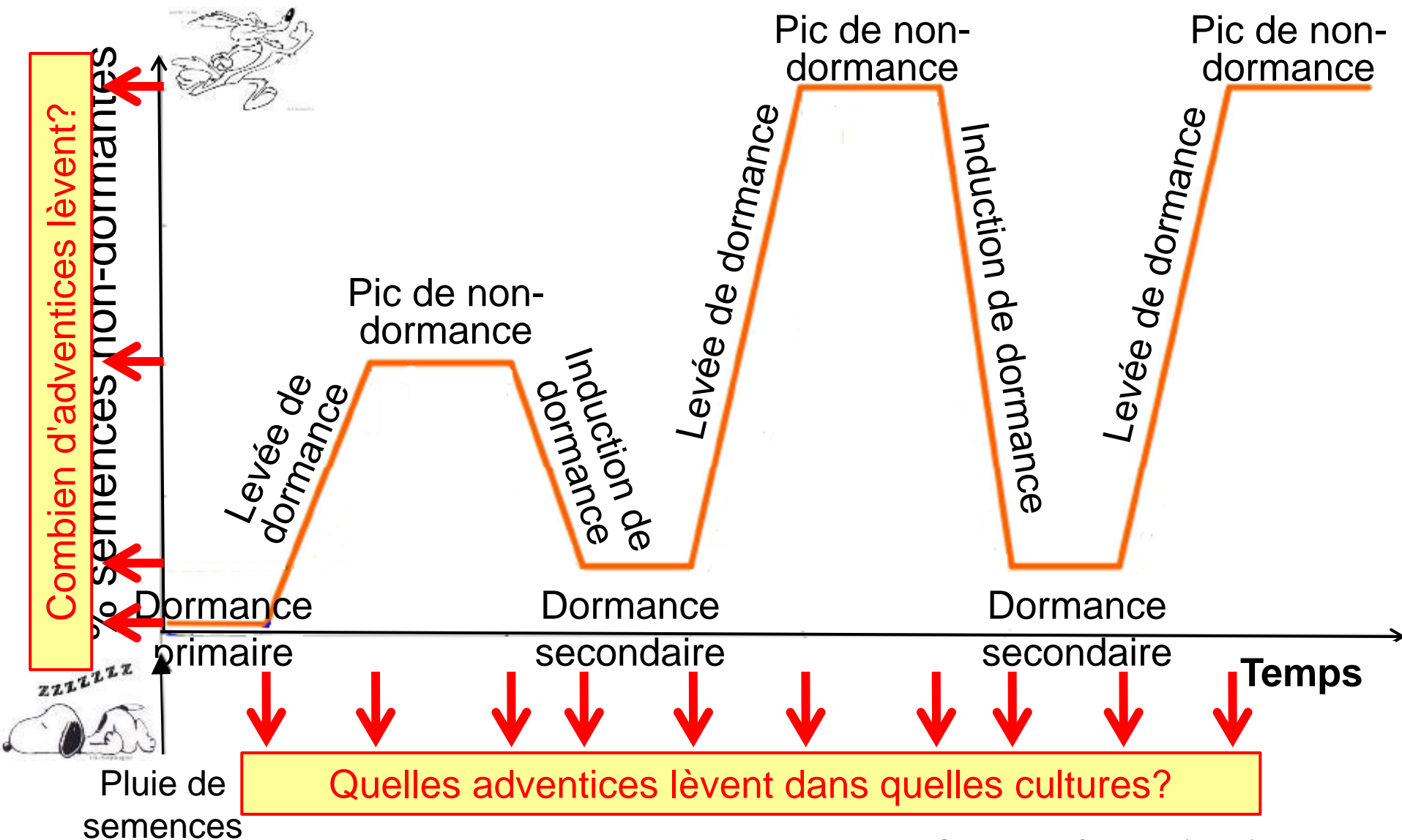
Des motifs de dormance ≠ suivant les espèces

% semences non-dormantes



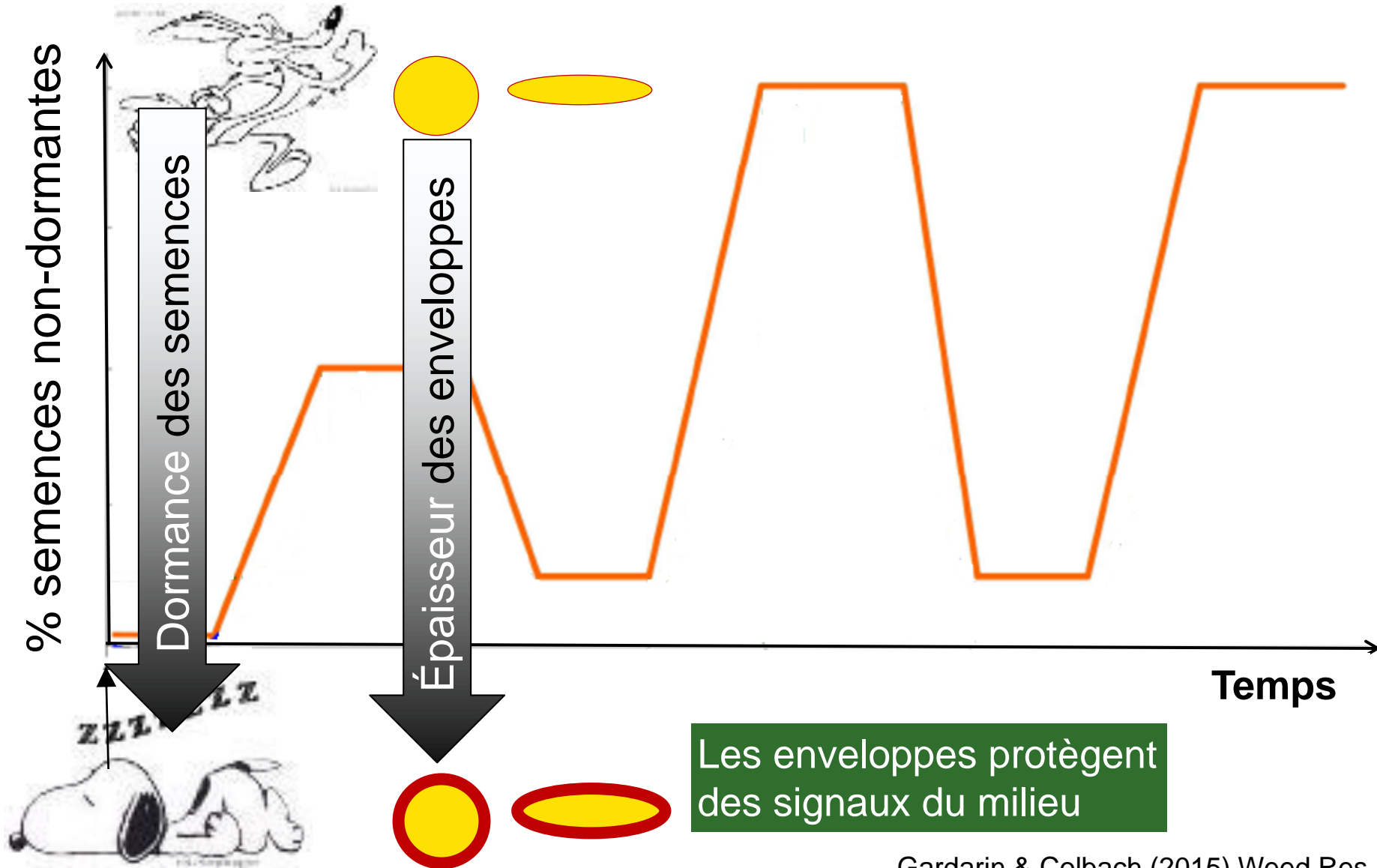
Gardarin & Colbach (2015) Weed Res

La dormance détermine la saison de levée



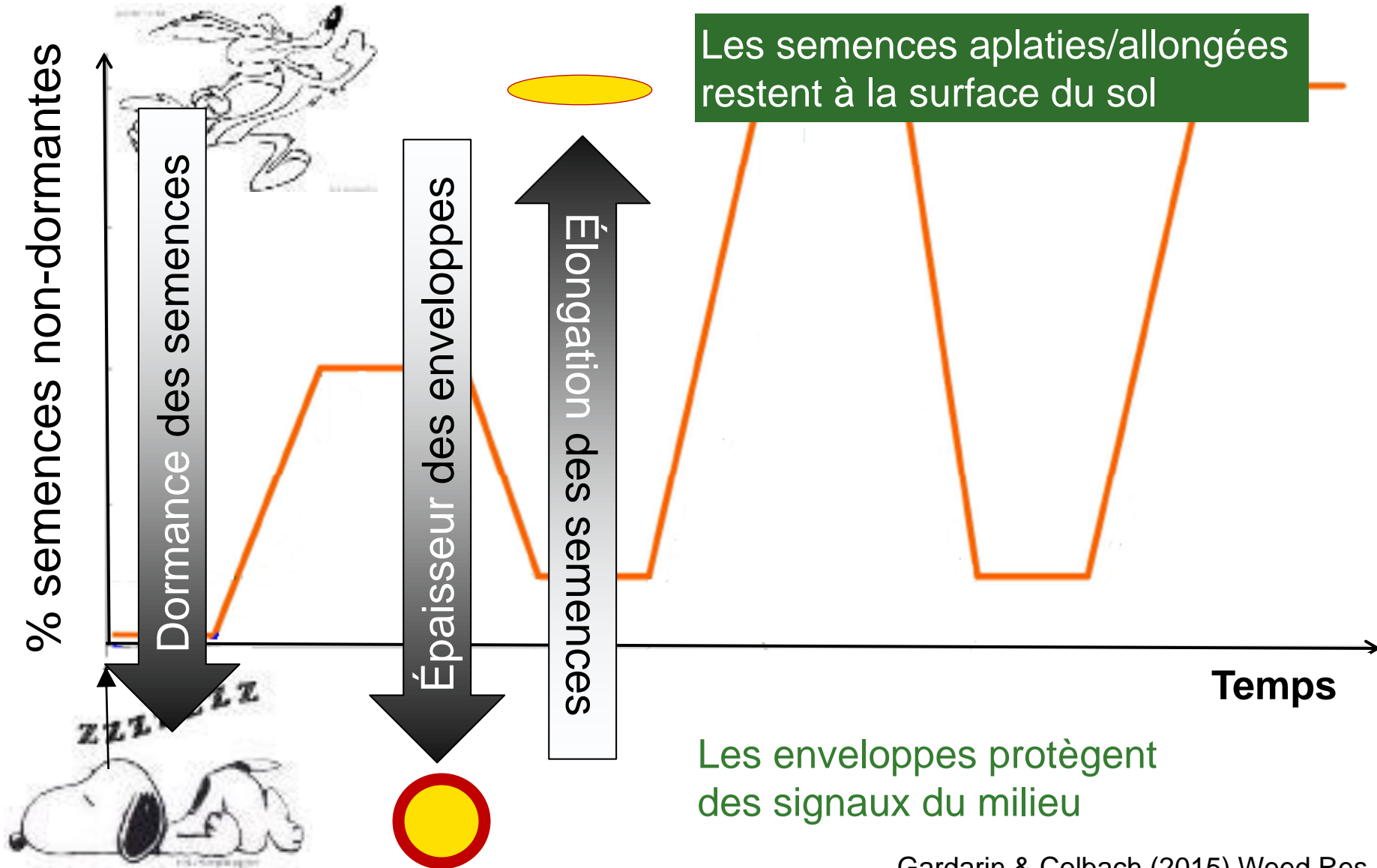
Gardarin & Colbach (2015) Weed Res

Les traits des semences dormantes



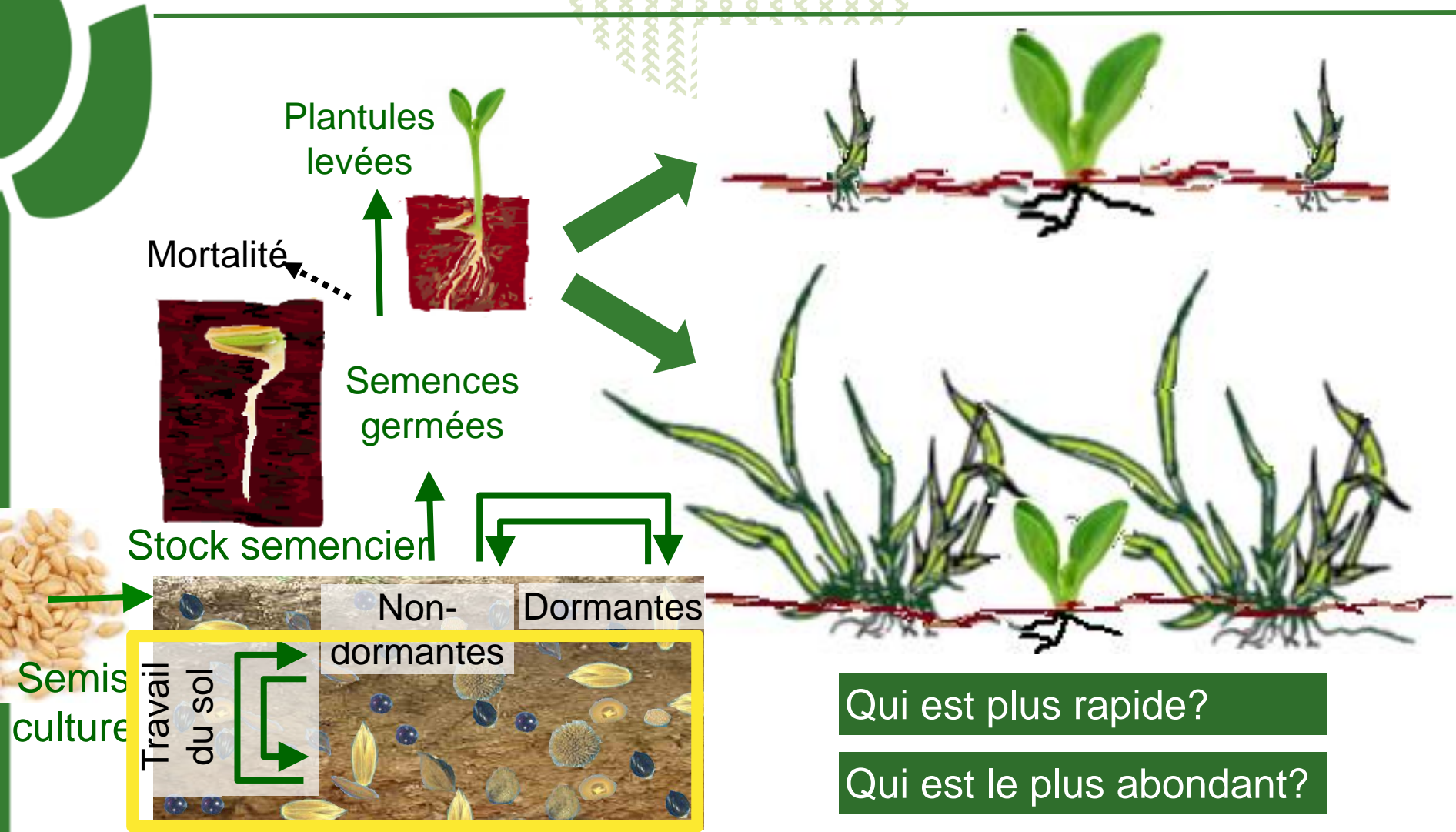
Gardarin & Colbach (2015) Weed Res

Les traits des semences dormantes



Gardarin & Colbach (2015) Weed Res

L'émergence détermine (presque entièrement) la compétition



Pas de temps journalier

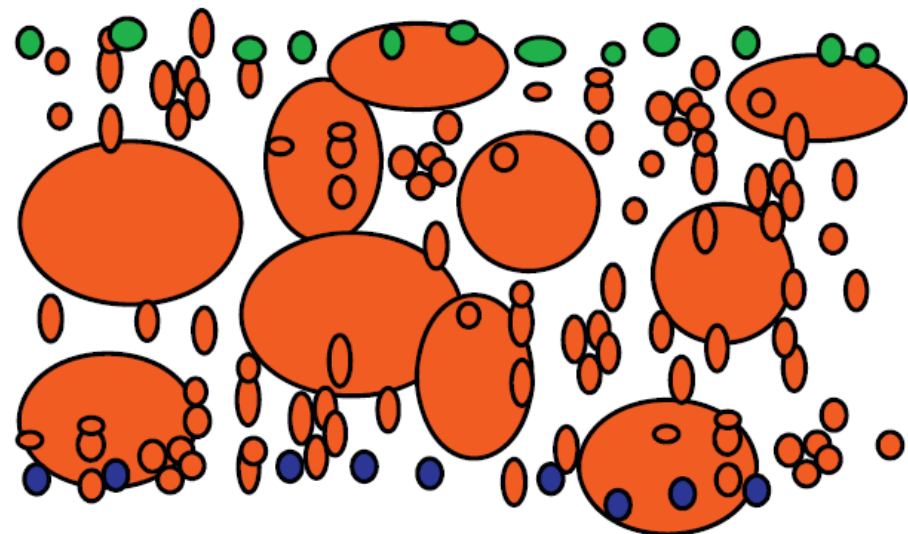
Mortalité

Colbach et al (2006, 2010, 2014) Eur J Agron,
Colbach et al (2007) Ecol Mod; Gardarin et al. (2012)
Ecol Mod; Munier-Jolain et al (2013) Ecol Mod, (2014) Field Crops Res

Les mouvements pendant le travail du sol

A. Avant travail du sol

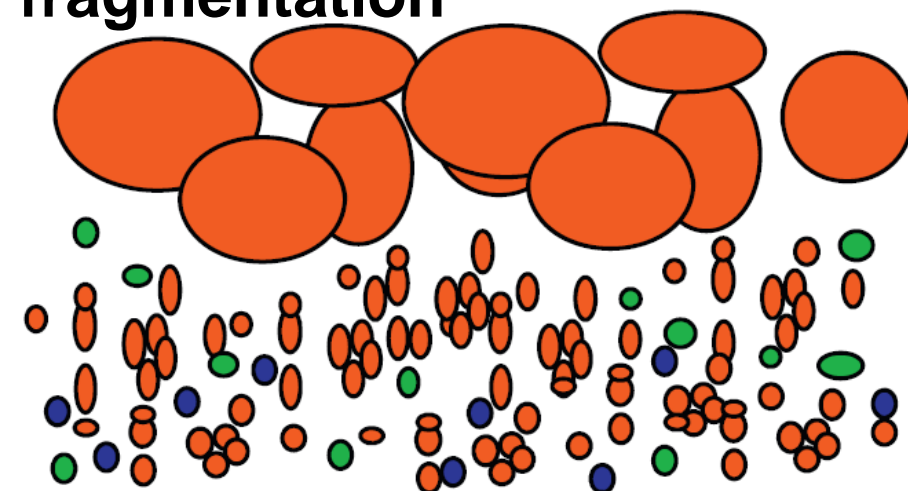
Colbach N., Busset H., Roger-Estrade J., Caneill J., 2014 - Predictive modelling of weed seed movement in response to superficial tillage tools. *Soil & Tillage Research*, 138, 1-8.



- Semences à la surface du sol initialement
- Semences enfouies profondément initialement



B. Après travail du sol sans fragmentation



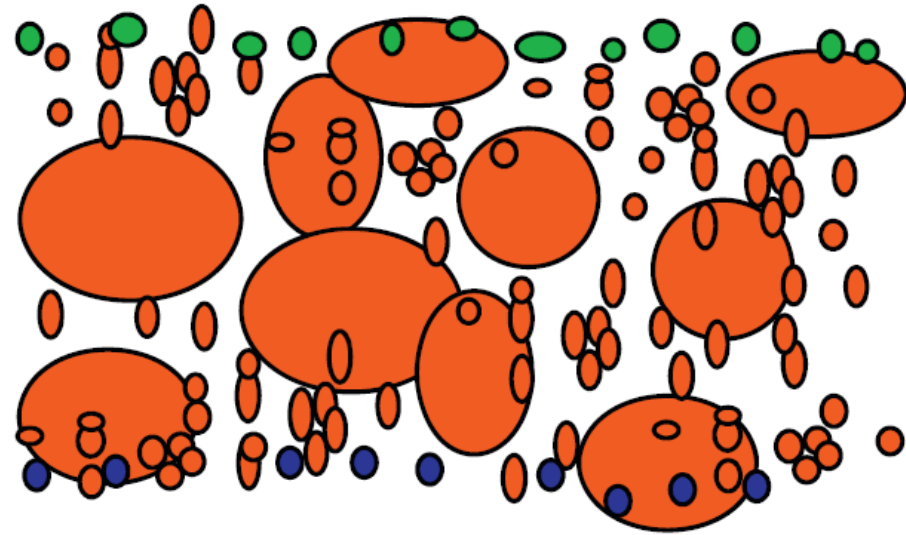
Profondeur
de travail
du sol



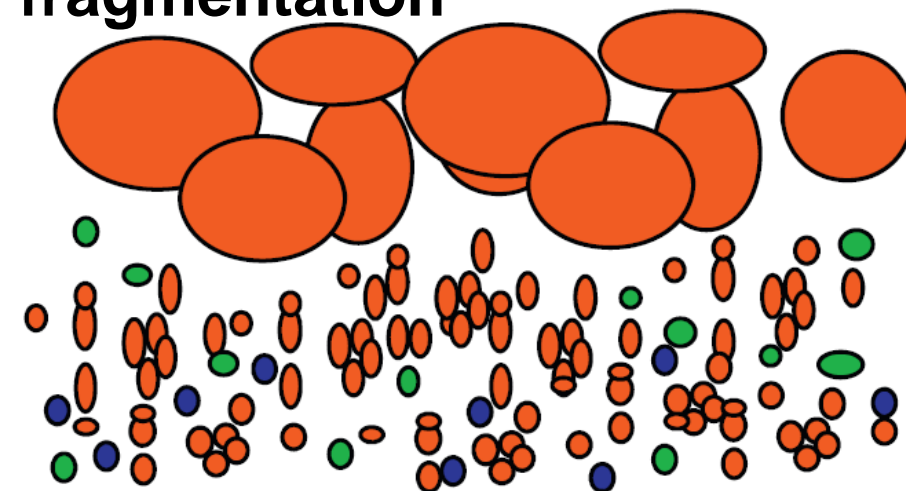
Travail du sol superficiel

A. Avant travail du sol

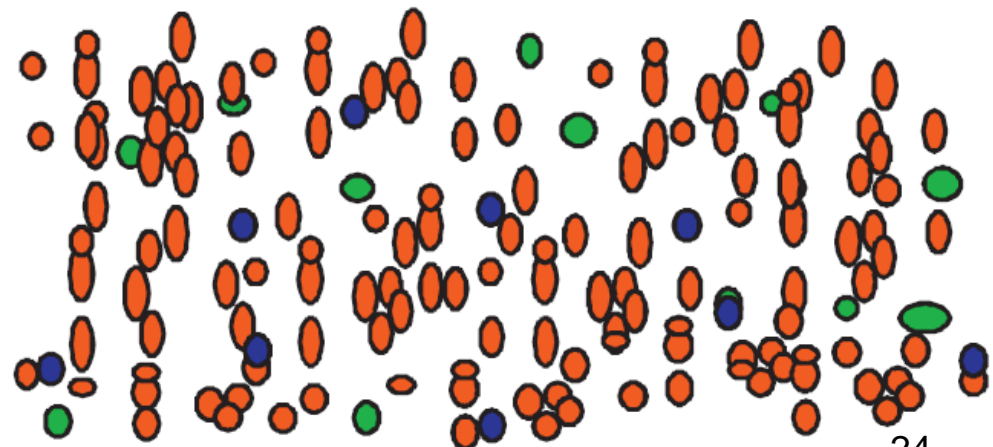
Colbach N., Busset H., Roger-Estrade J., Caneill J., 2014 - Predictive modelling of weed seed movement in response to superficial tillage tools. *Soil & Tillage Research*, 138, 1-8.



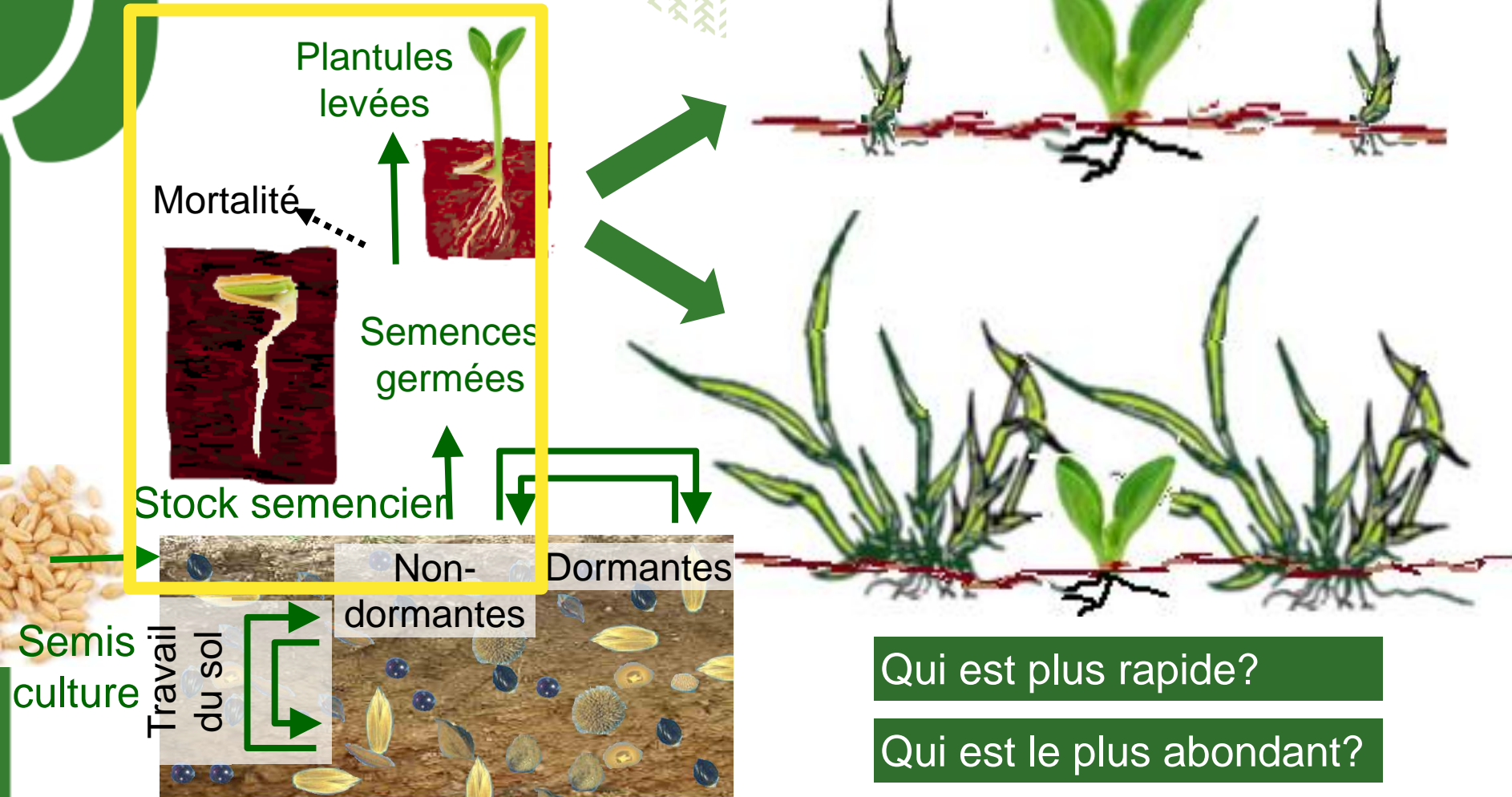
B. Après travail du sol sans fragmentation



C. Après travail du sol avec fragmentation importante



L'émergence détermine (presque entièrement) la compétition

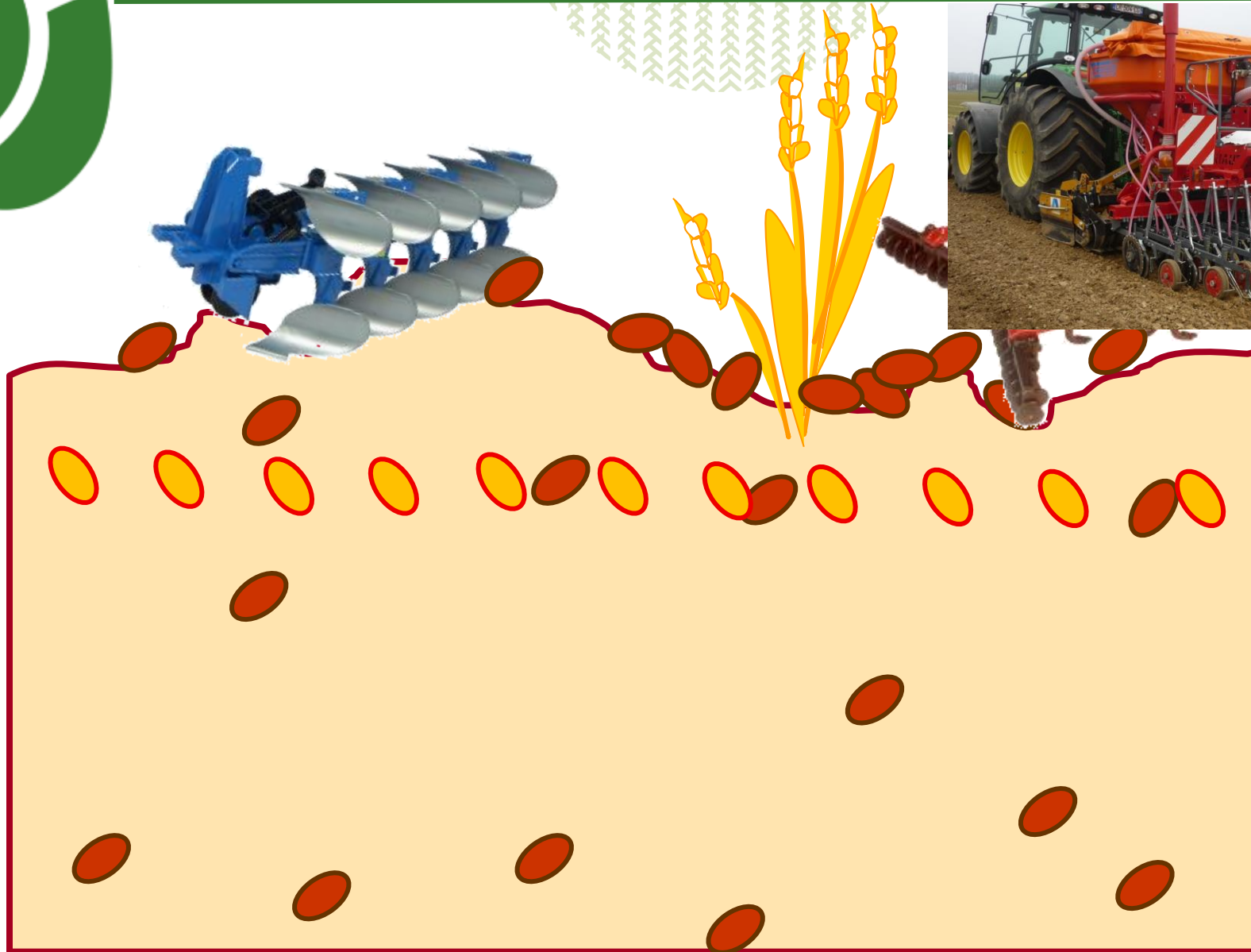


Pas de temps journalier

Mortalité

Colbach et al (2006, 2010, 2014) Eur J Agron,
Colbach et al (2007) Ecol Mod; Gardarin et al. (2012)
Ecol Mod; Munier-Jolain et al (2013) Ecol Mod, (2014) Field Crops Res

Quels facteurs déterminent l'émergence?



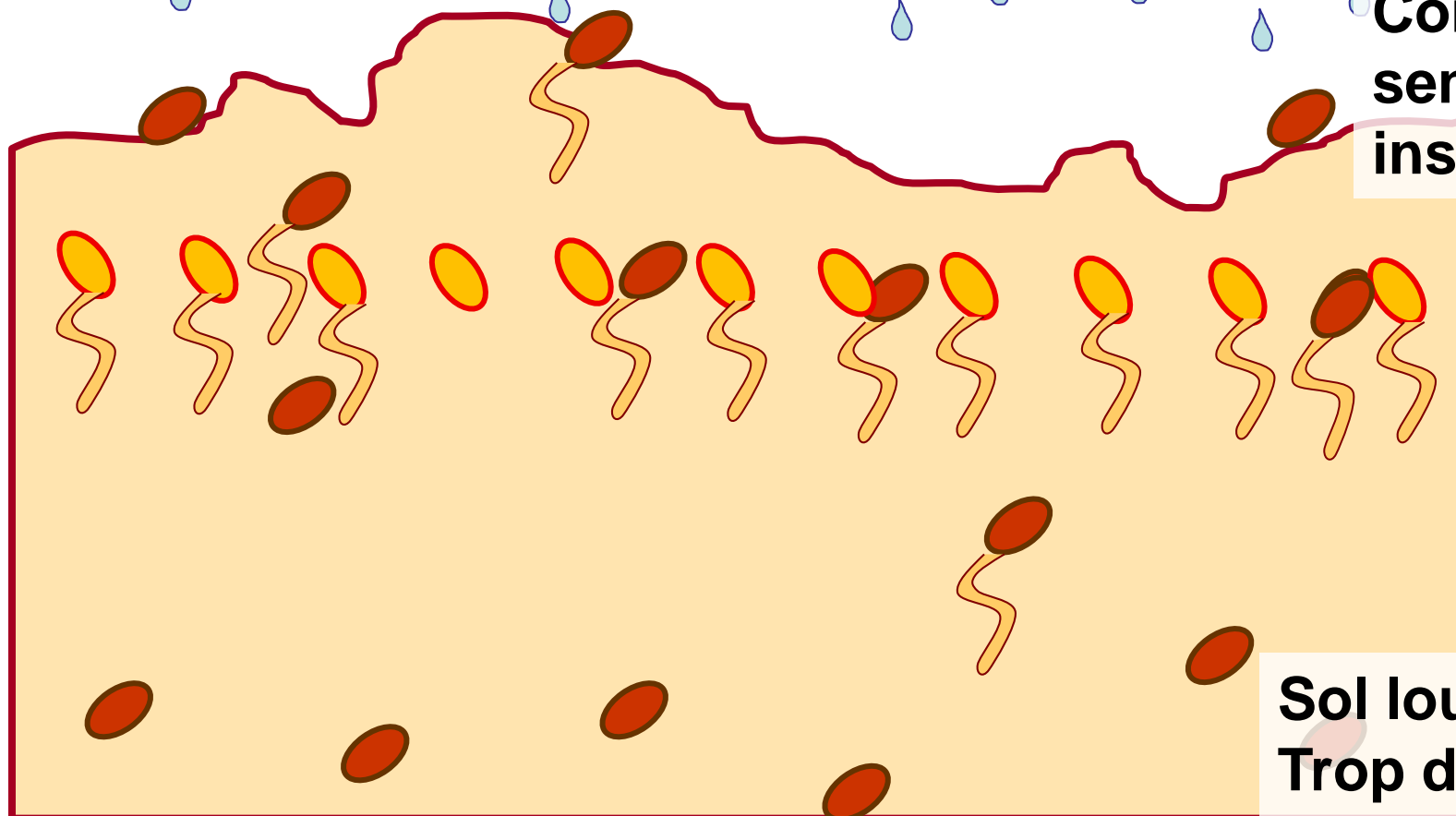
Colbach et al 2005 Weed Res, Colbach et al 2006 Eur J Agron, Gardarin et al 2012 Ecol Modelling

Nathalie COLBACH – déc 2018 – modèles adventices

Quels facteurs déterminent l'émergence?



**Contact sol-
semence
insuffisant**



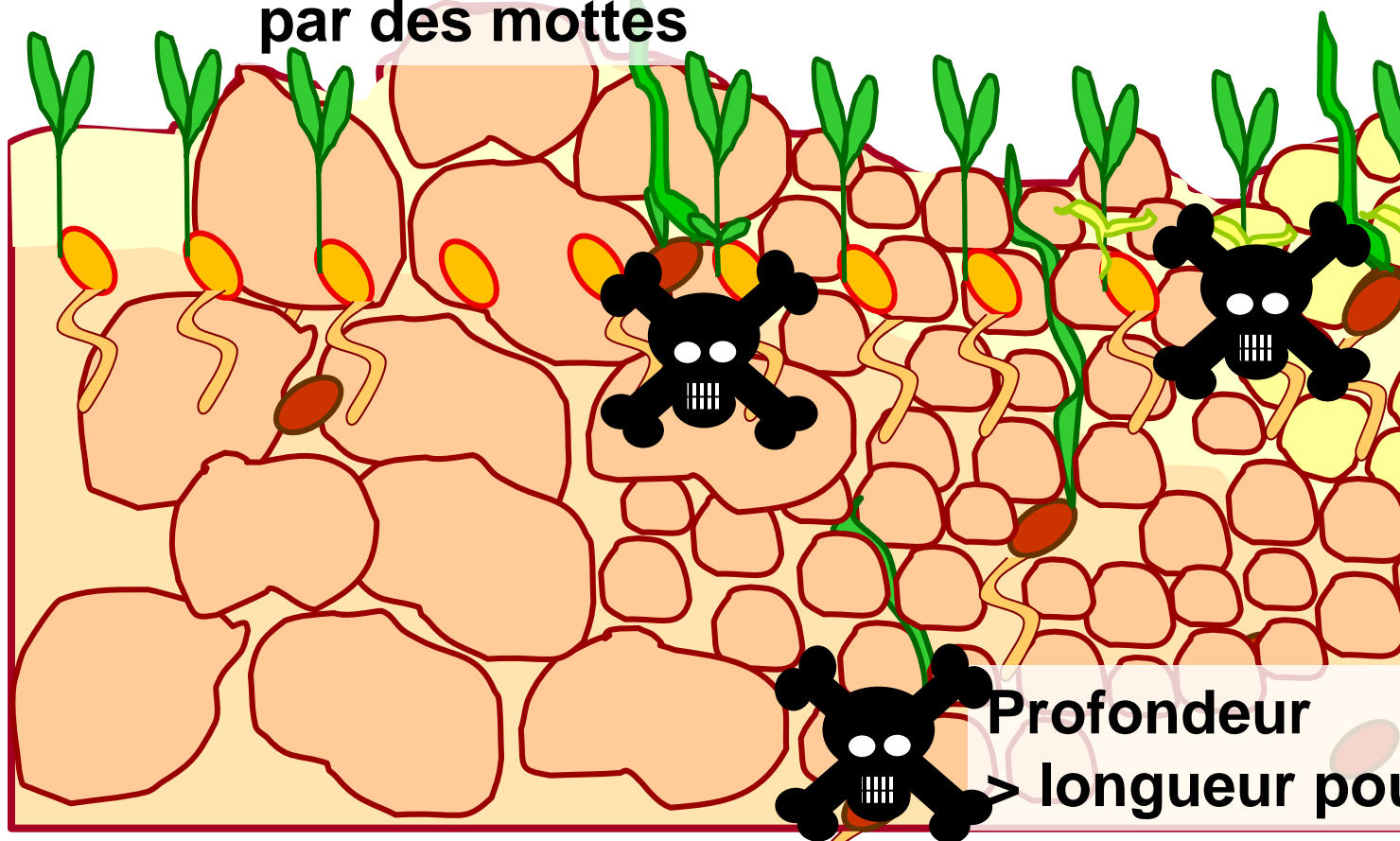
**Sol lourd
Trop de CO2
Manque de O2**

Colbach et al 2005 Weed Res, Colbach et al 2006 Eur J Agron, Gardarin et al 2012 Eur J Agron

Nathalie COLBACH – déc 2018 – modèles adventices

Germée ne veut pas dire levée

**Pousse bloquée
par des mottes**



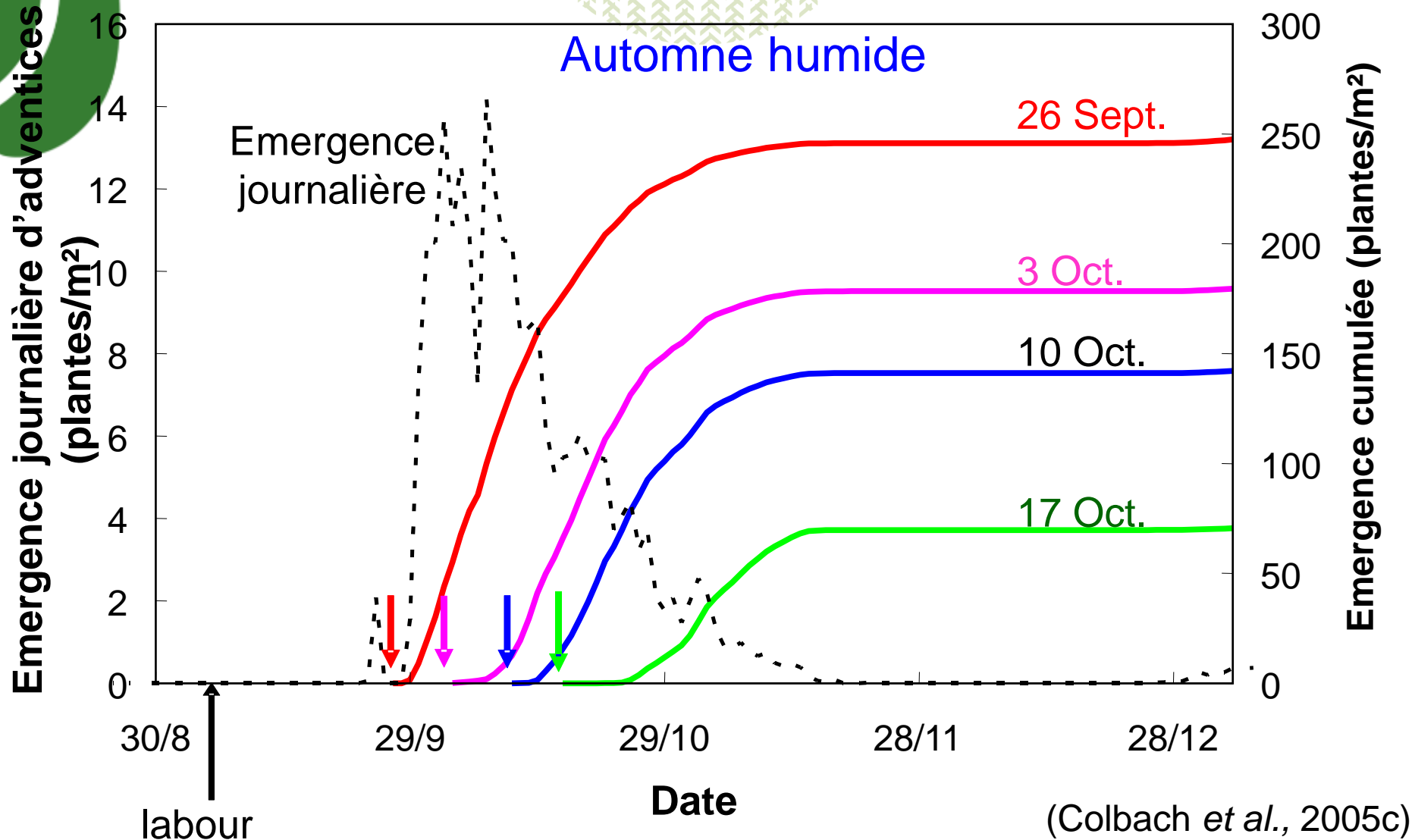
**Radicule
trop
courte
pour
atteindre
les
horizons
humides**

**Profondeur
> longueur pousse**

Quelques exemples d'utilisation

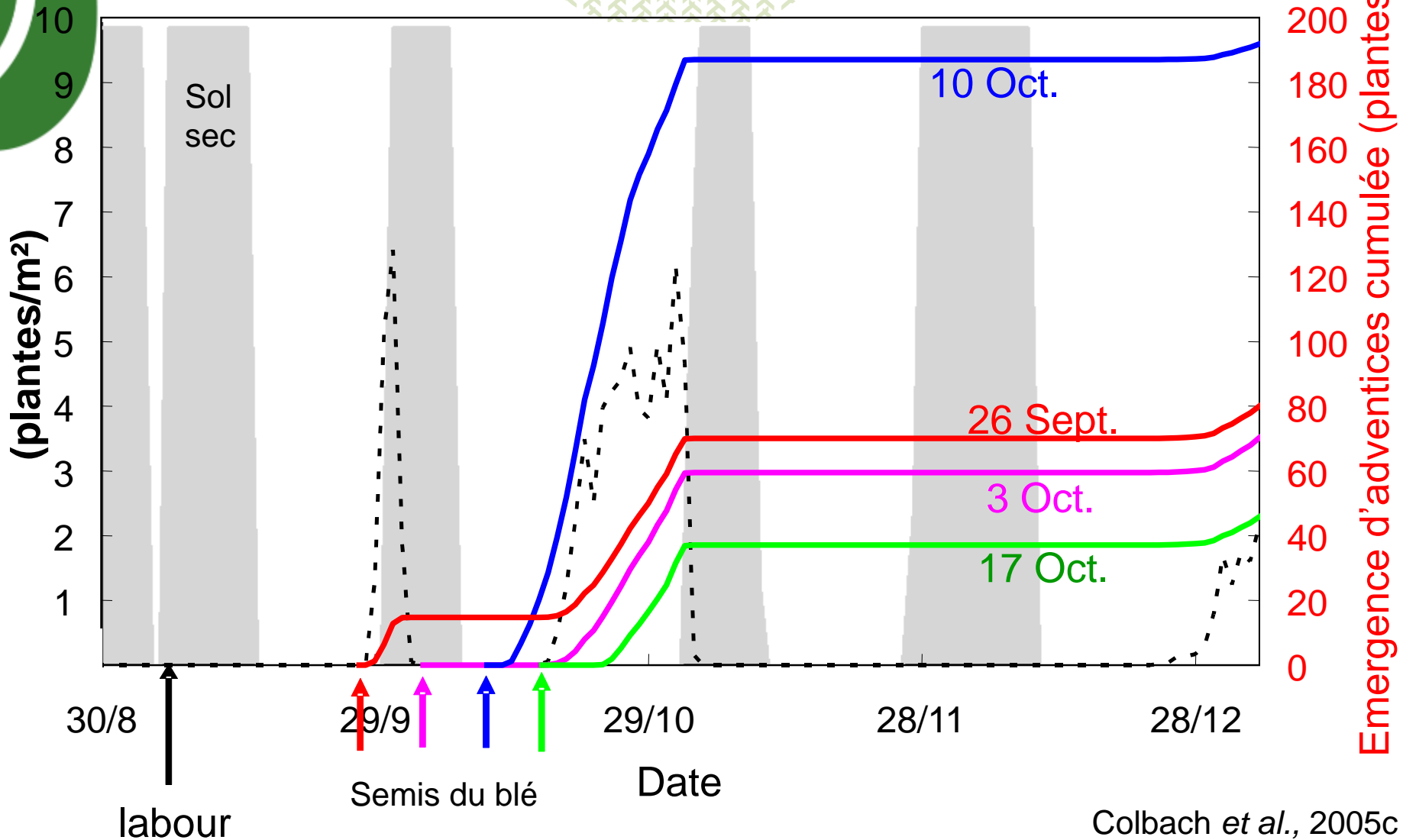
- Optimiser une technique culturale
- Les effets secondaires inattendus
- Utilisation avec les agriculteurs

Optimiser la date de semis du blé



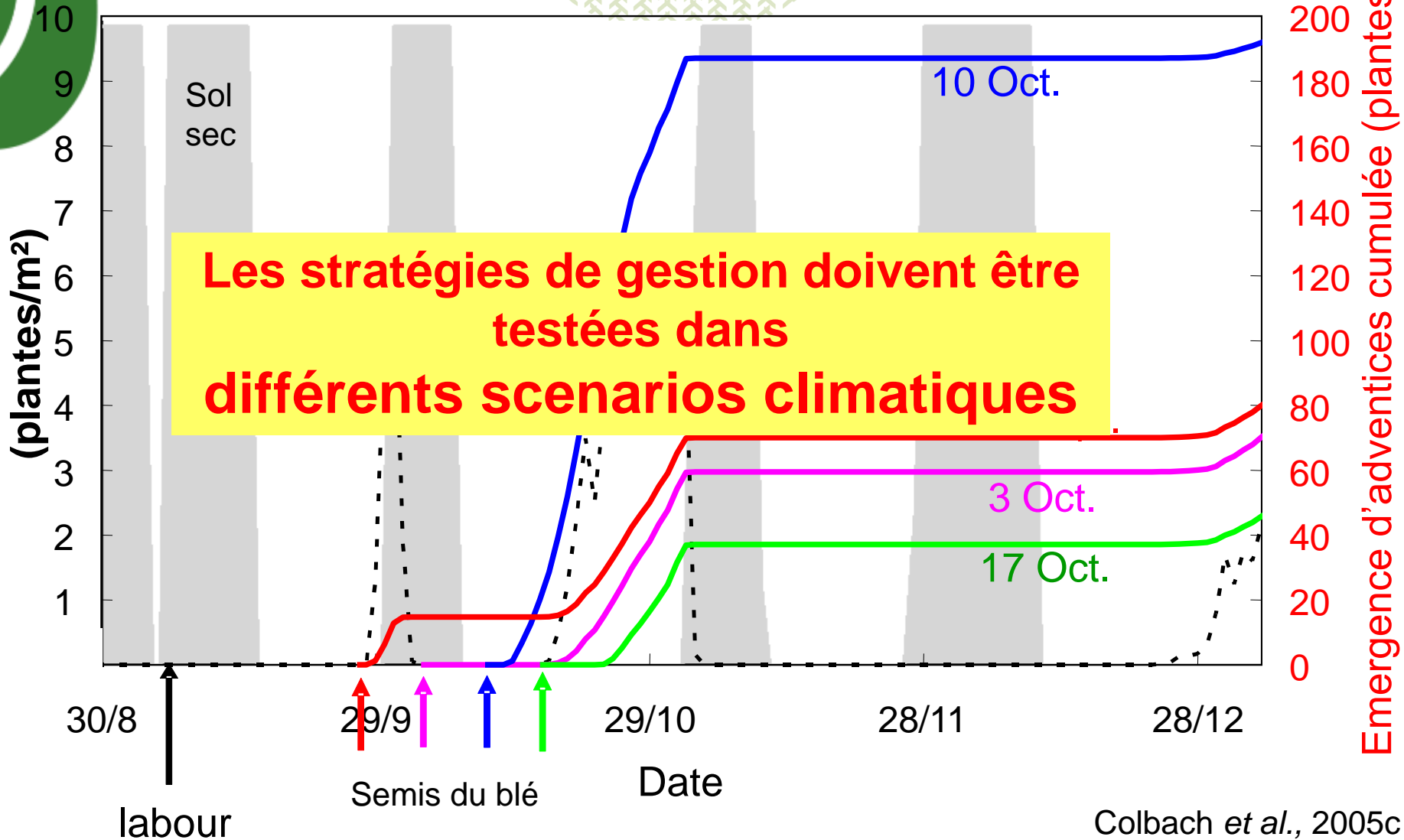
Optimiser la date de semis du blé

Emergence journalière d'adventices (plantes/m²)



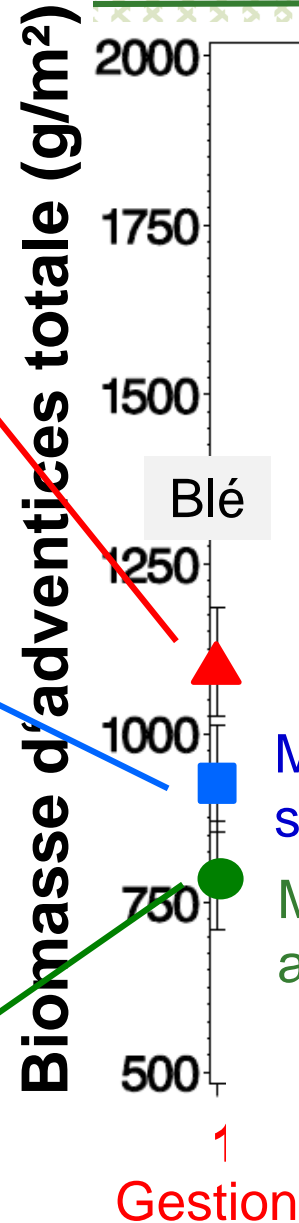
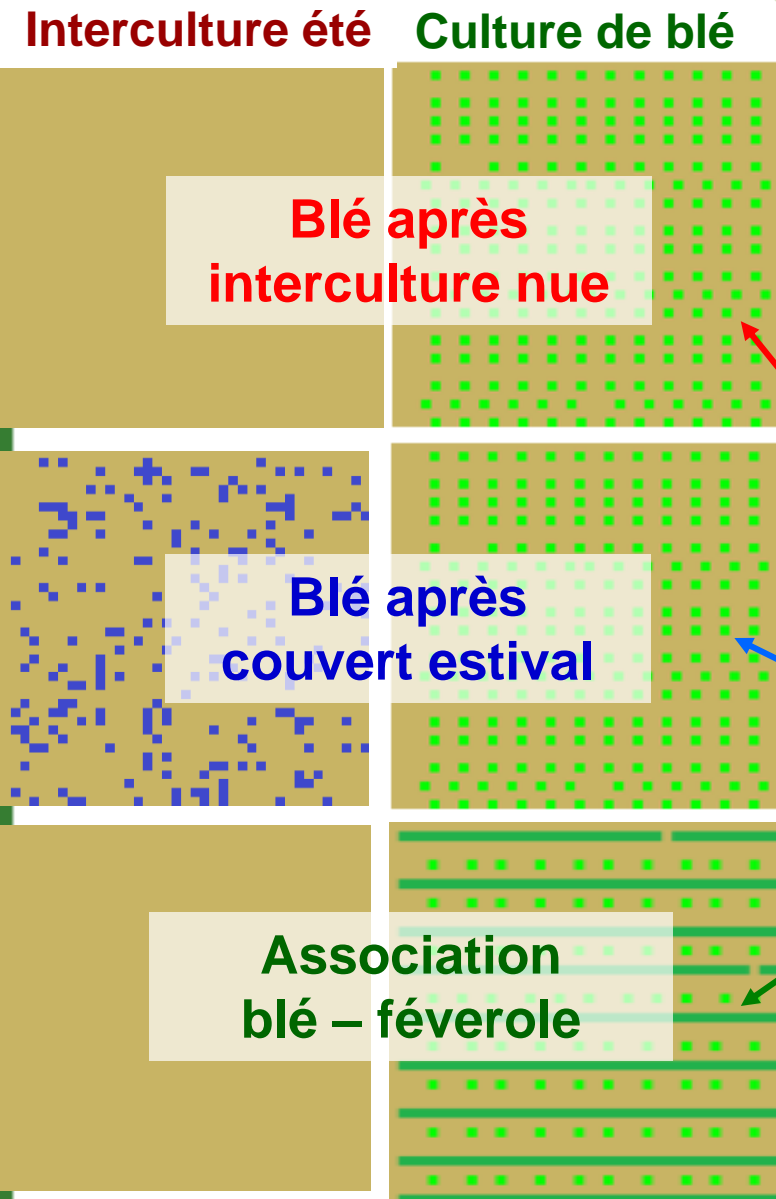
Optimiser la date de semis du blé

Emergence journalière d'adventices (plantes/m²)



Optimiser le motif de semis du blé

Colbach N., Collard A., Guyot S. H. M., Mézière D., Munier-Jolain N. M., 2014 -. *European Journal of Agronomy*, 53, 74-89.



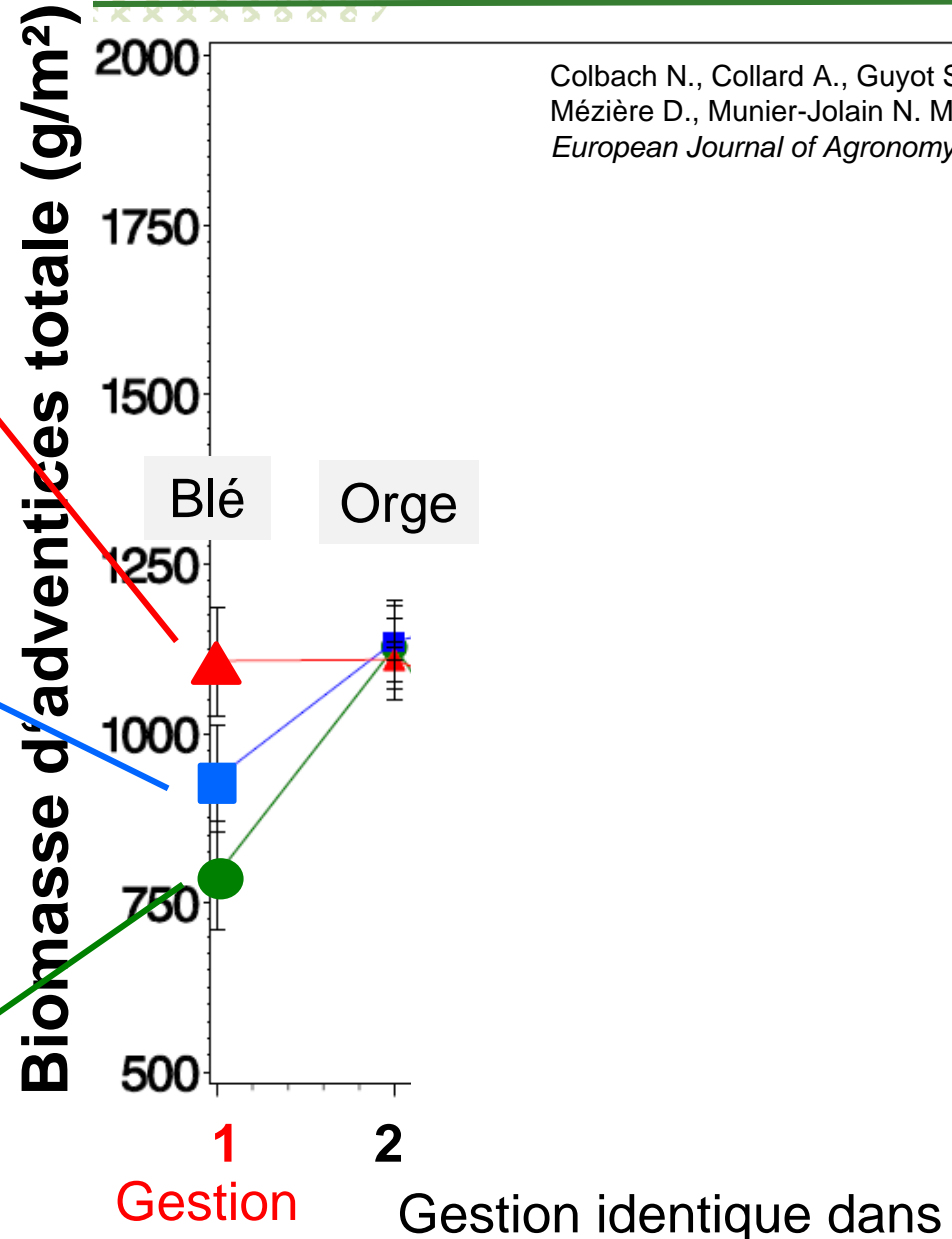
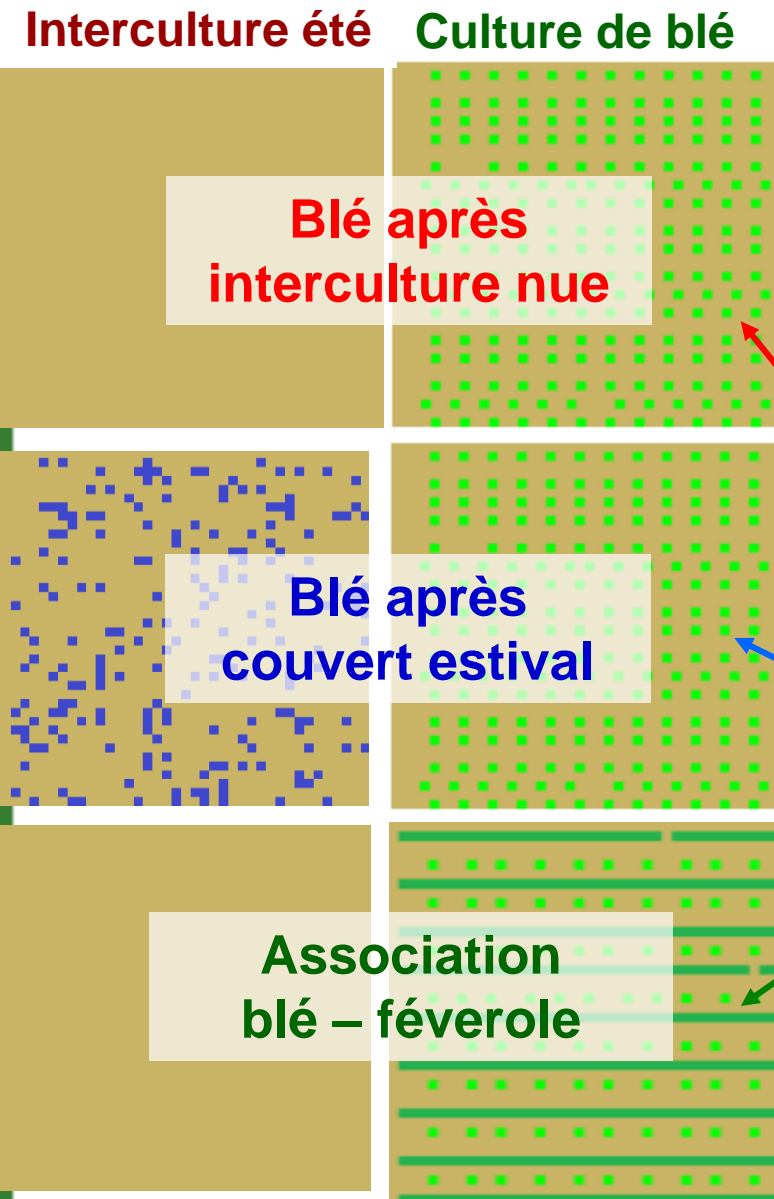
Moins d'adventices survivantes au semis du blé

Moins de place pour les adventices dans le blé

1
Gestion

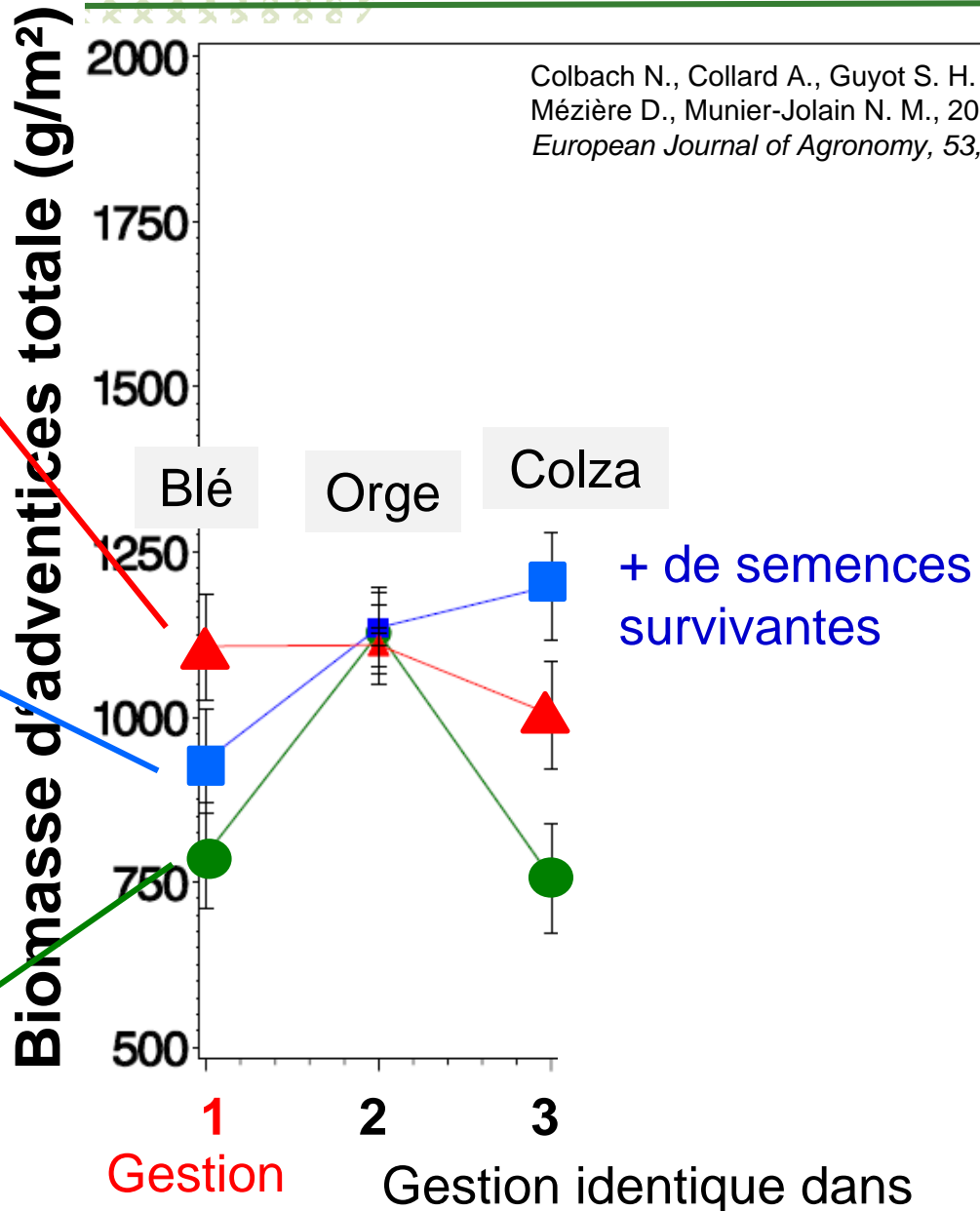
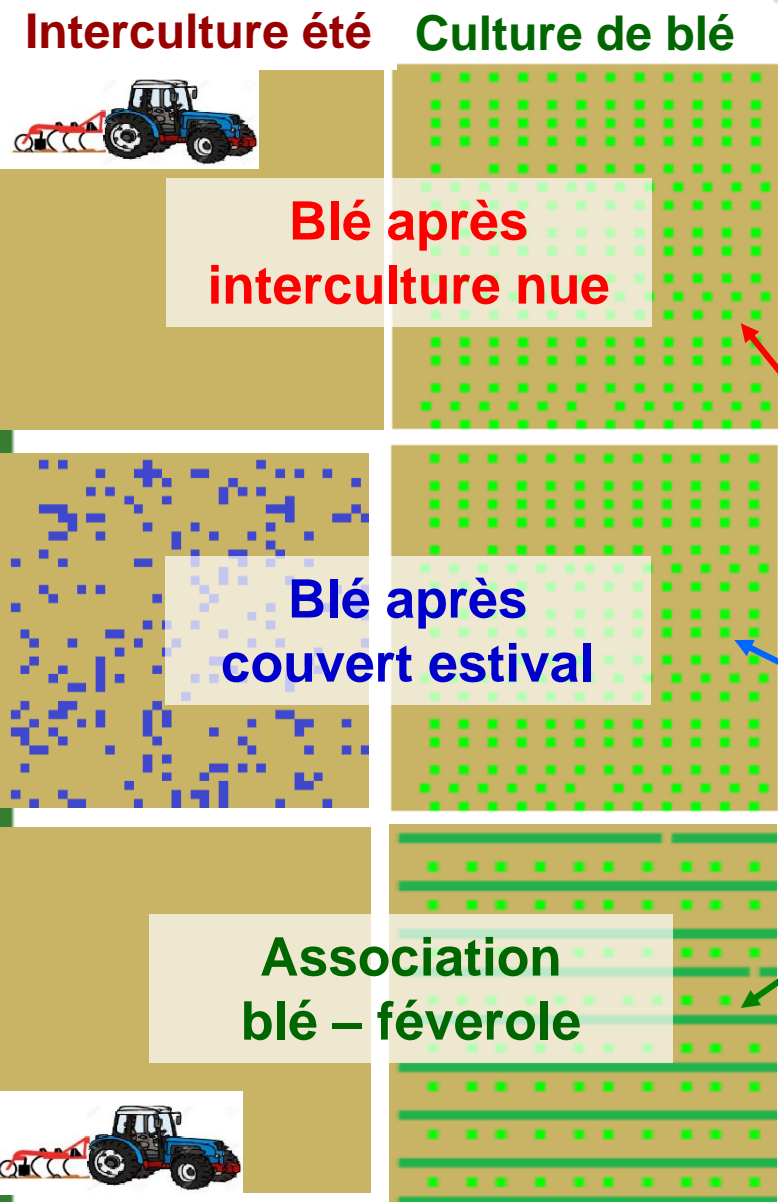
Optimiser le motif de semis du blé

Colbach N., Collard A., Guyot S. H. M., Mézière D., Munier-Jolain N. M., 2014 -. *European Journal of Agronomy*, 53, 74-89.

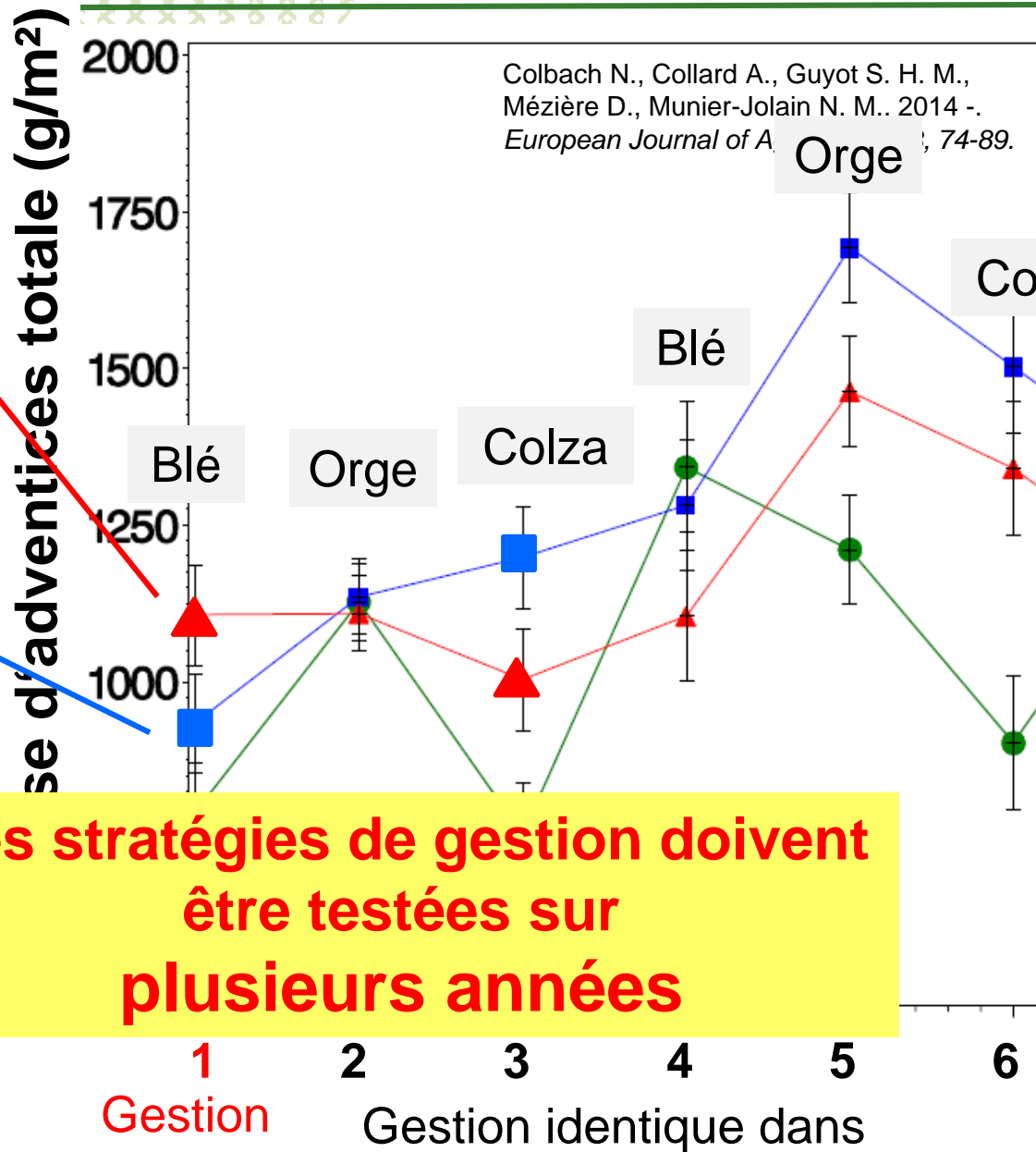
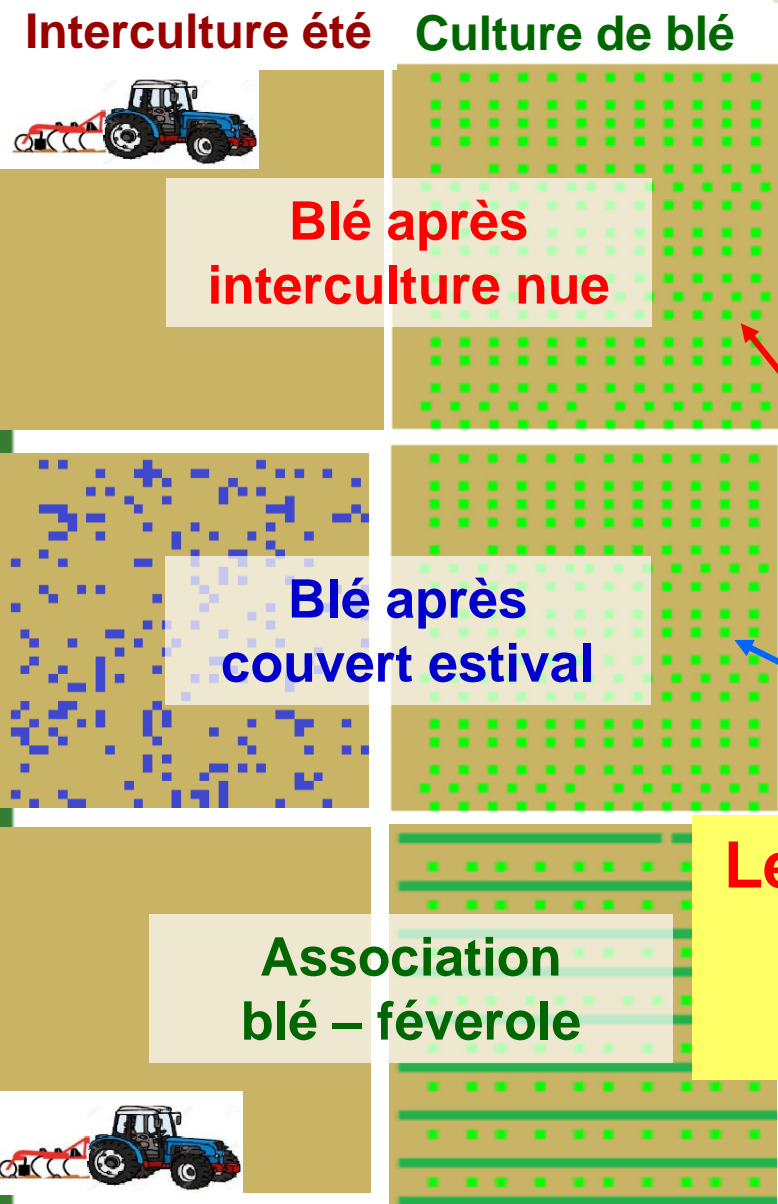


Optimiser le motif de semis du blé

Colbach N., Collard A., Guyot S. H. M., Mézière D., Munier-Jolain N. M., 2014 - *European Journal of Agronomy*, 53, 74-89.





Optimiser le motif de semis du blé



Les stratégies de gestion doivent être testées sur plusieurs années

Évaluation de prototypes avec les agriculteurs

Système de culture	Offre trophique 		Nuisibilité 	
	Carabes	Abeilles	Perte de rendement	Pollution récolte
Référence (colza/blé/blé/orge)	4.65	1.59	45.8	2.82
Prototype A [§]	4.60	1.59	31.8	2.37
Prototype B [§] avec herbicides	5.11	1.66	25.5	2.09
B avec désherbage mécanique	5.01	1.67	24.2	2.11
B avec herbicides + désh. méca.	4.82	1.60	23.7	2.03
B-lentille + désh. mécanique ^{&}	5.07	1.74	40.6	2.68

§ Colza+légumineuses/blé/couvert gélif puis orge/colza+pois/trèfle puis tournesol ou betterave/blé/orge

§ Colza/blé/couvert gélif puis orge/couvert gélif puis orge/luzerne (2 ans)/blé/couvert gélif puis chanvre

& Luzerne remplacée par lentilles

(Queyrel et al 2019)

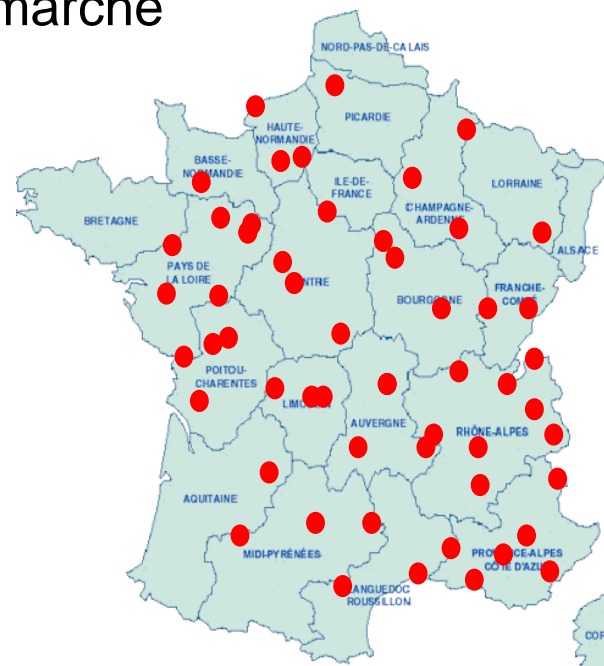
Conclusion - Perspectives

- Une gestion des adventices avec faible impact environnemental est possible

mais...

...c'est + compliqué

- Vérifier la viabilité socio-économique pour les agriculteurs
- Ne pas oublier les autres bioagresseurs et impacts
- Inclure les agriculteurs dans la démarche
- Retourner sur le terrain



Merci pour votre attention

- **Un peu de lecture**
- Colbach N, Cordeau S, 2018. Réduire les herbicides sans perte de rendement. *Phytoma* 717, 8-12.
- Colbach N, Bockstaller C, Colas F, Gibot-Leclerc S, Granger S, Guyot S, Mézière D, Moreau D, Pointurier O, Queyrel W, Villerd J, Voisin AS, 2017. Conception de systèmes de culture multiperformants à l'aide de modèles prédisant la nuisibilité et les services dépendant des adventices. *Innovations Agronomiques* 59, 191-203.
- www.projet-cosac.fr
- www.remix-intercrops.eu

Synthèses

GESTION DURABLE DE LA FLORE ADVENTICE DES CULTURES

Bruno Chauvel, Henri Darmency, Nicolas Munier-Jolain
et Alain Rodriguez, coord.



éditions
Quæ



INRA
SCIENCE & IMPACT



Agroécologie
Dijon
Unité de Recherche



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable
et de l'Énergie

