



CETAB+

Centre d'expertise et de transfert en
agriculture biologique et de proximité

INAB  CÉGEP DE VICTORIAVILLE



Cultiver en bandes alternées pour l'optimisation multidimensionnelle du système de production

Par

Geneviève Labrie, Ph.D.

biologiste-entomologiste, CETAB+

&

Annie-Ève Gagnon, Ph.D.

entomologiste, AAC

Plan de la conférence

- Qu'est-ce qu'un système en bandes alternées?
- Historique de la méthode
- Services écosystémiques
- Exemple québécois
- Exemple européen récent
- Performance des bandes alternées
- Conclusion



Qu'est-ce qu'une culture en bandes alternées?

- Type d'intercalaire (*strip intercropping*)
- **2 cultures ou + cultivées en bandes +/- étroites**
- Permet une régie indépendante de chaque culture
- Populaire aux États-Unis dans les années 1950-1980
- Utilisé en Amérique du Sud et en Chine



Études des bandes alternées aux États-unis 1950-1990

- Maïs et soya cultivés en bandes alternées dès le début années 1900, comme en Chine
- Nombreux essais: 1:1; 2:2; 4:4; 8:8
- Meilleur rendement du maïs avec des bandes plus étroites
- ↓ rendement du soya avec des bandes plus étroites (manque de lumière)

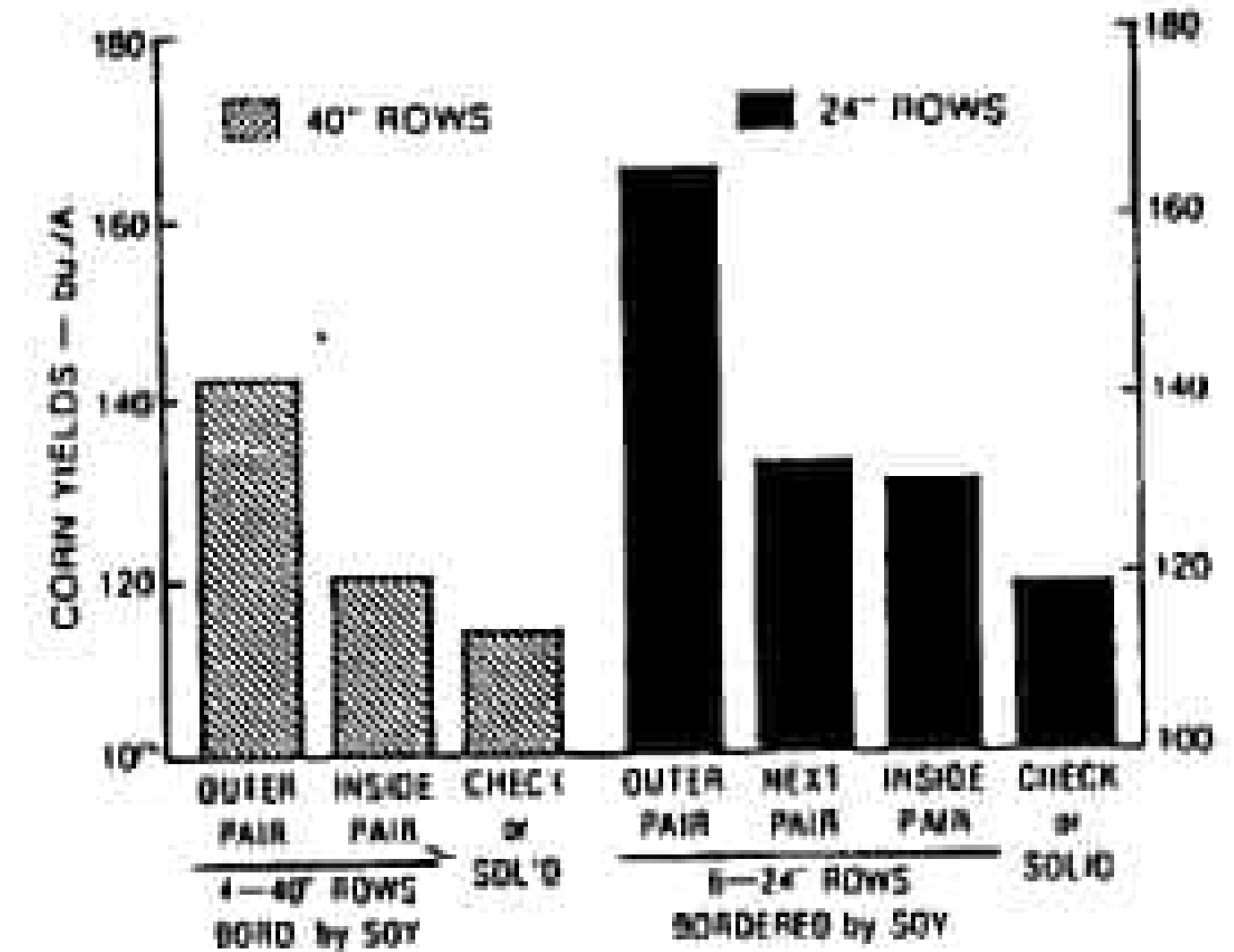


Figure 1—Yield advantage of corn rows when grown in alternating strips with soybeans vs. solid plantings. This figure is reprinted from the *Agronomy Journal*, Vol. 55, pp. 293-295, 1963, by permission of the American Society of Agronomy.

Services écosystémiques des bandes alternées



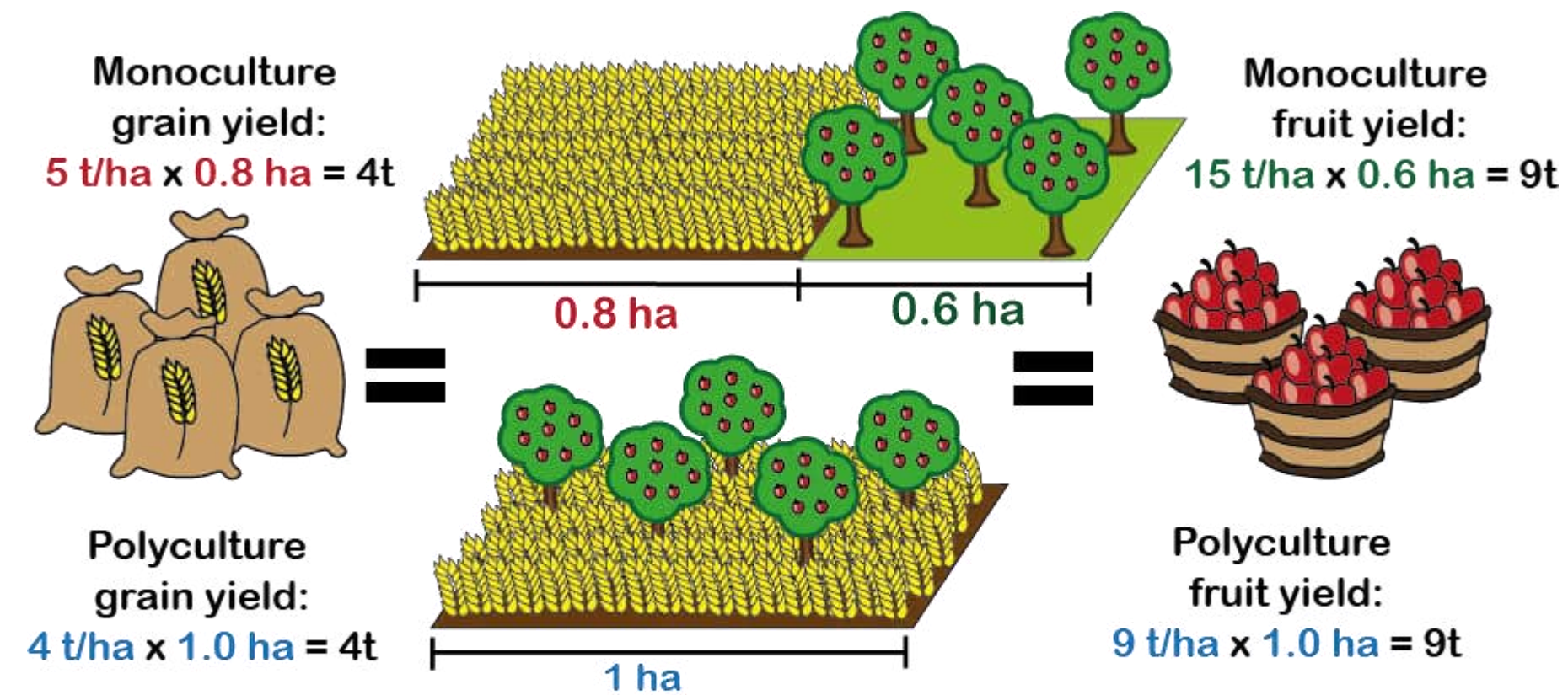
- Améliore la structure du sol
- Réduction de l'érosion
- Apport d'azote (légumineuse)
- ↑ Contrôle biologique des ravageurs
 - Barrière contre certains ravageurs et pathogènes
- Meilleur contrôle des adventices
- ↑ Biodiversité
 - niche spatiale et temporelle facilite la migration des espèces bénéfiques)
- Qualité esthétique ++
- Meilleure productivité

Productivité des bandes alternées vs monoculture

- *Land equivalent ratio* (ratio d'équivalence):

= Somme des fractions des rendements en intercalaires rendements monoculture

- Si $LER > 1$: demande une + grande superficie en monoculture pour atteindre le même rendement



$$LER = \frac{4 \text{ t/ha}}{5 \text{ t/ha}} + \frac{9 \text{ t/ha}}{15 \text{ t/ha}} = 1.4$$

Tobi Kellner, Wikipedia

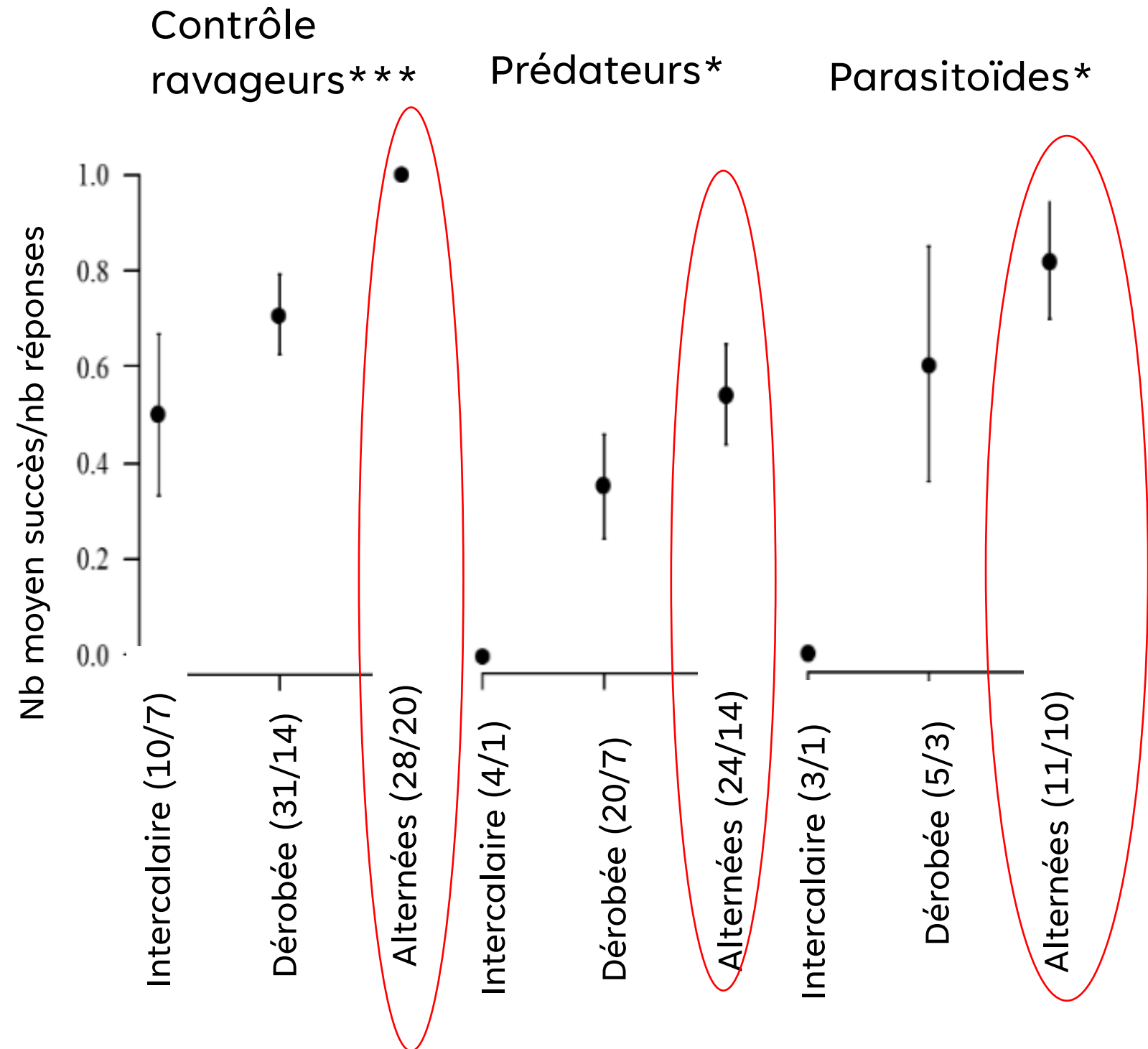
- Maïs-soya aux ÉU: $LER = 1.1$
 - 10% + de rendement en bandes alternées

Méta-analyse de 50 études sur les CC dans le blé



- 4 types de cultures de couverture évaluées
 - En bandes alternées (*strip cropping*)
 - Intercalaires (*intercropping*)
 - A la volée (*mixed intercropping*)
 - En dérobée (*relay intercropping*)
- Impact sur la réduction des ravageurs, abondance des prédateurs et parasitoïdes, dommages aux cultures et rendement du blé

Méta-analyse de 50 études sur les CC dans le blé



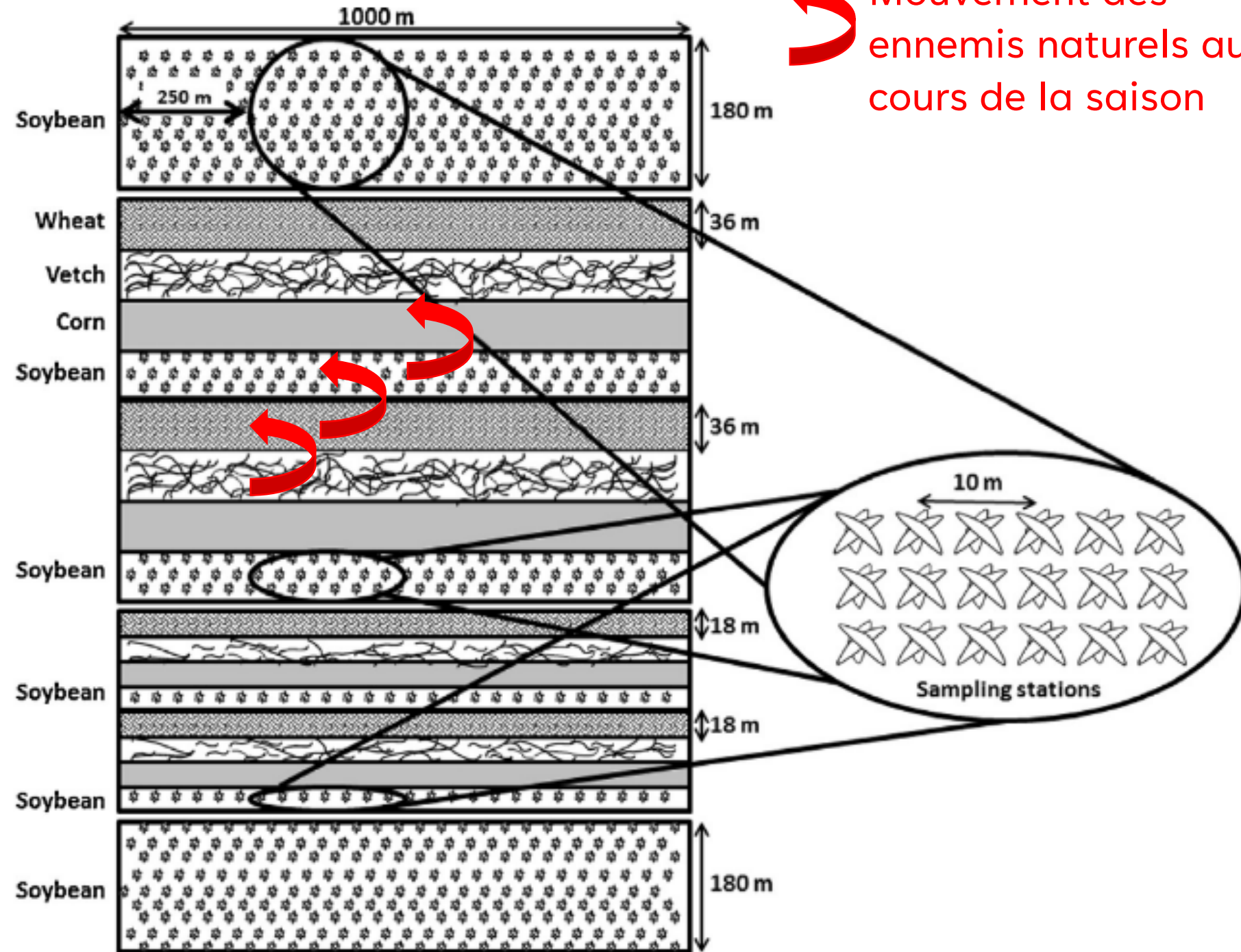
Meilleure stratégie = Bandes alternées:

- ++ prédateurs (24/14 études +)
- +++ parasitoïdes (11/10 études)
- Meilleur contrôle des ravageurs du blé (28/20 avec réponse +)

➤ Globalement: meilleur rendement si ++ prédateurs

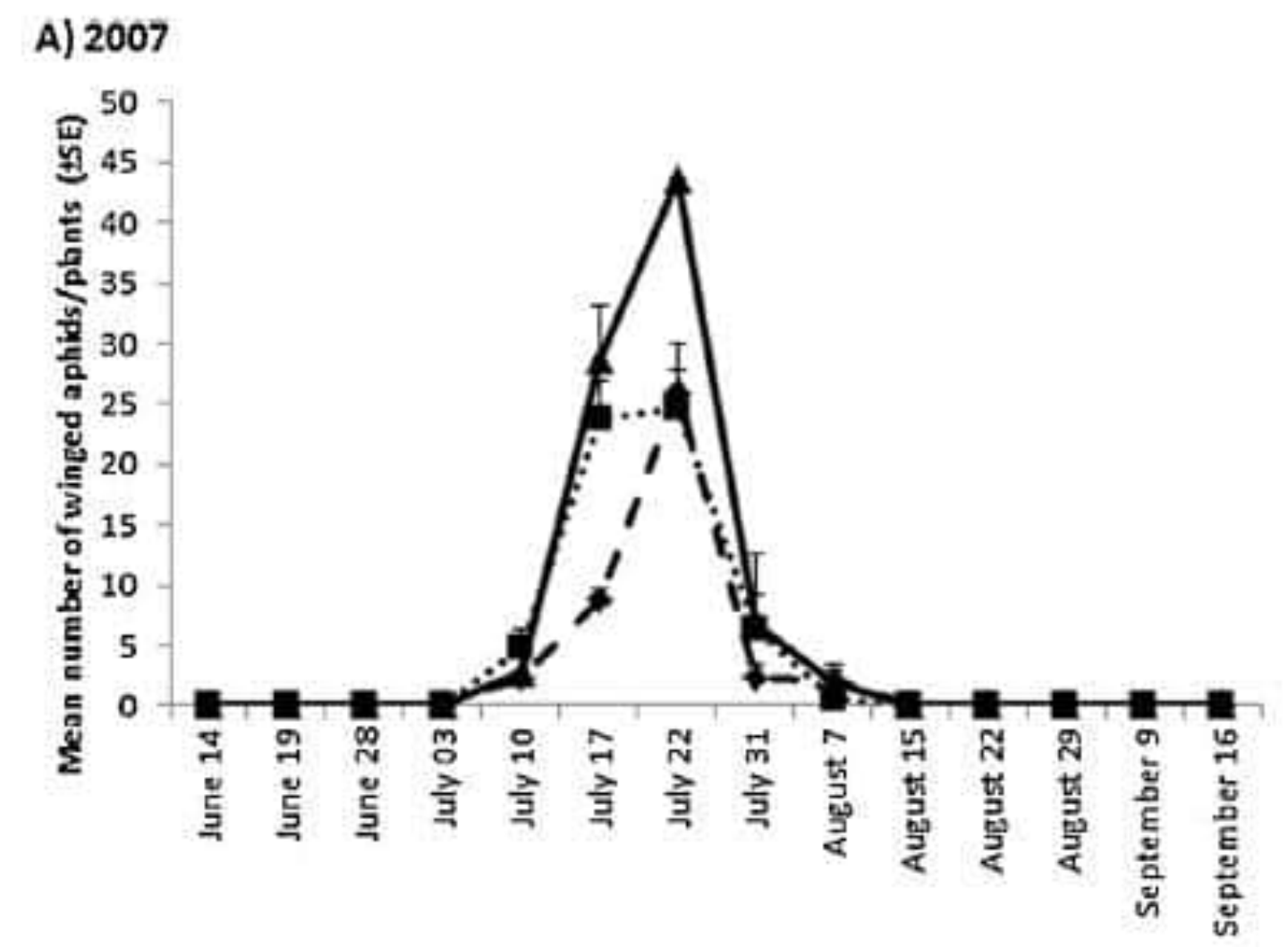
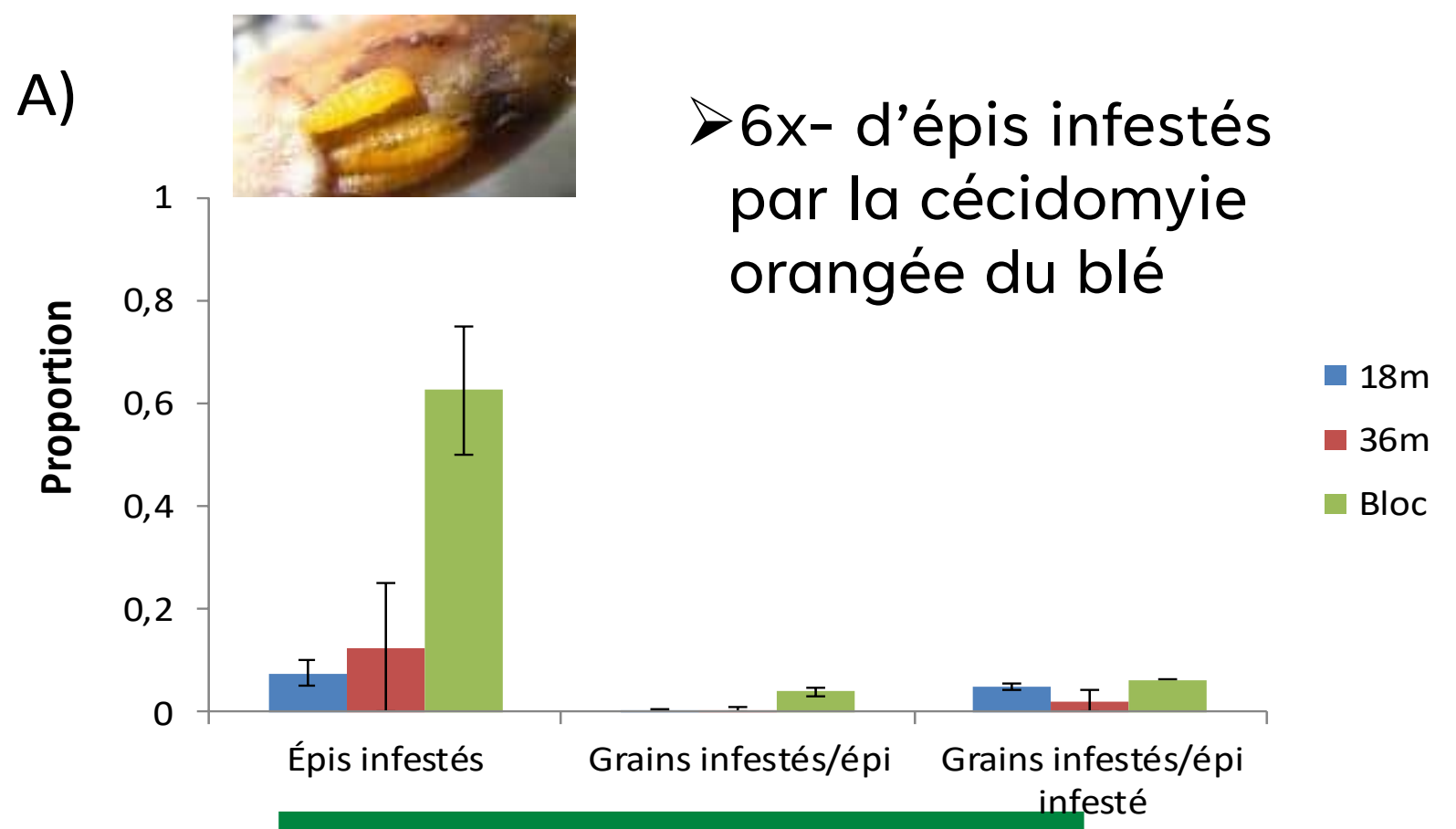
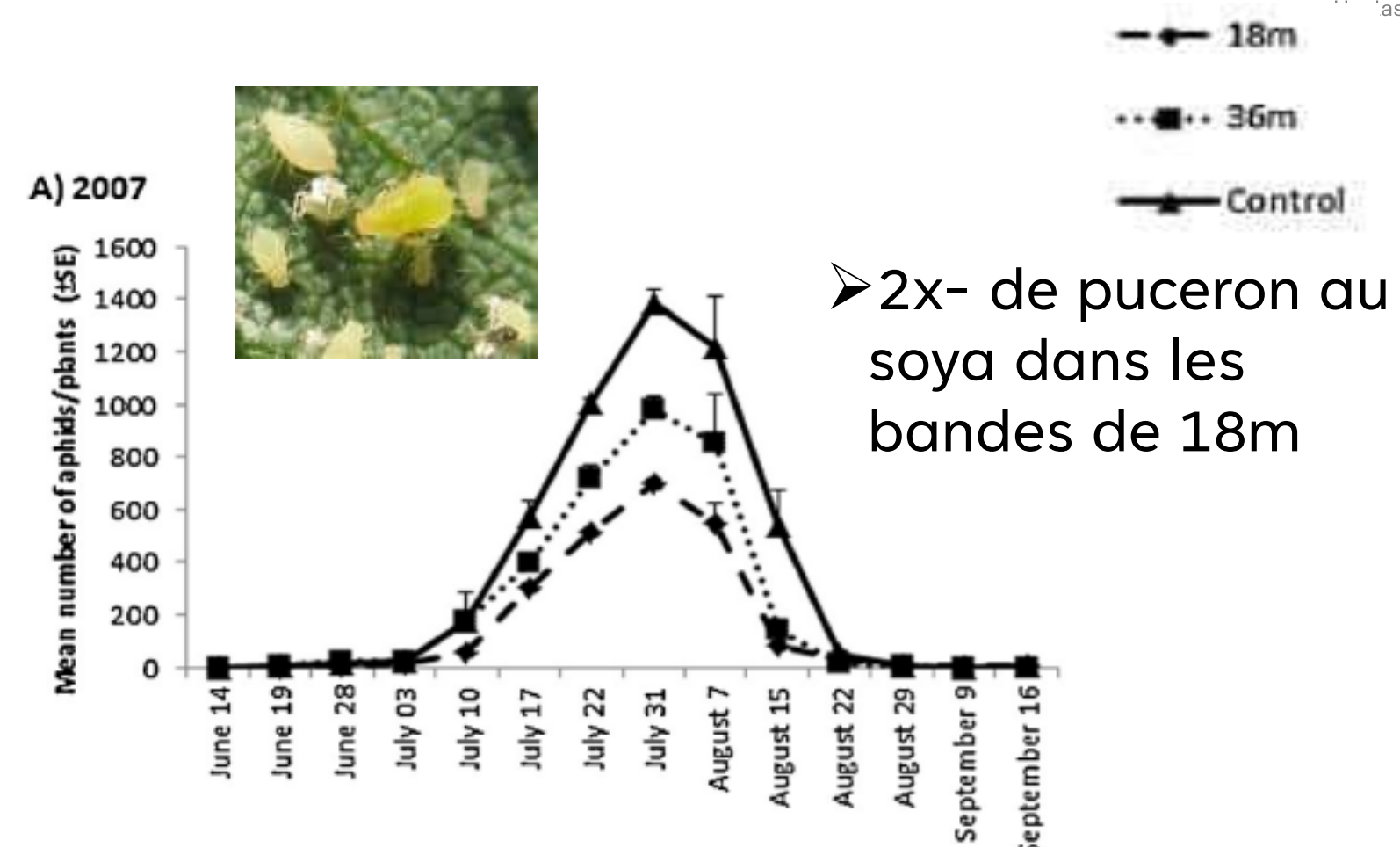
Bandes alternées de blé-maïs-soya au Québec (2007-2011)

Mouvement des ennemis naturels au cours de la saison



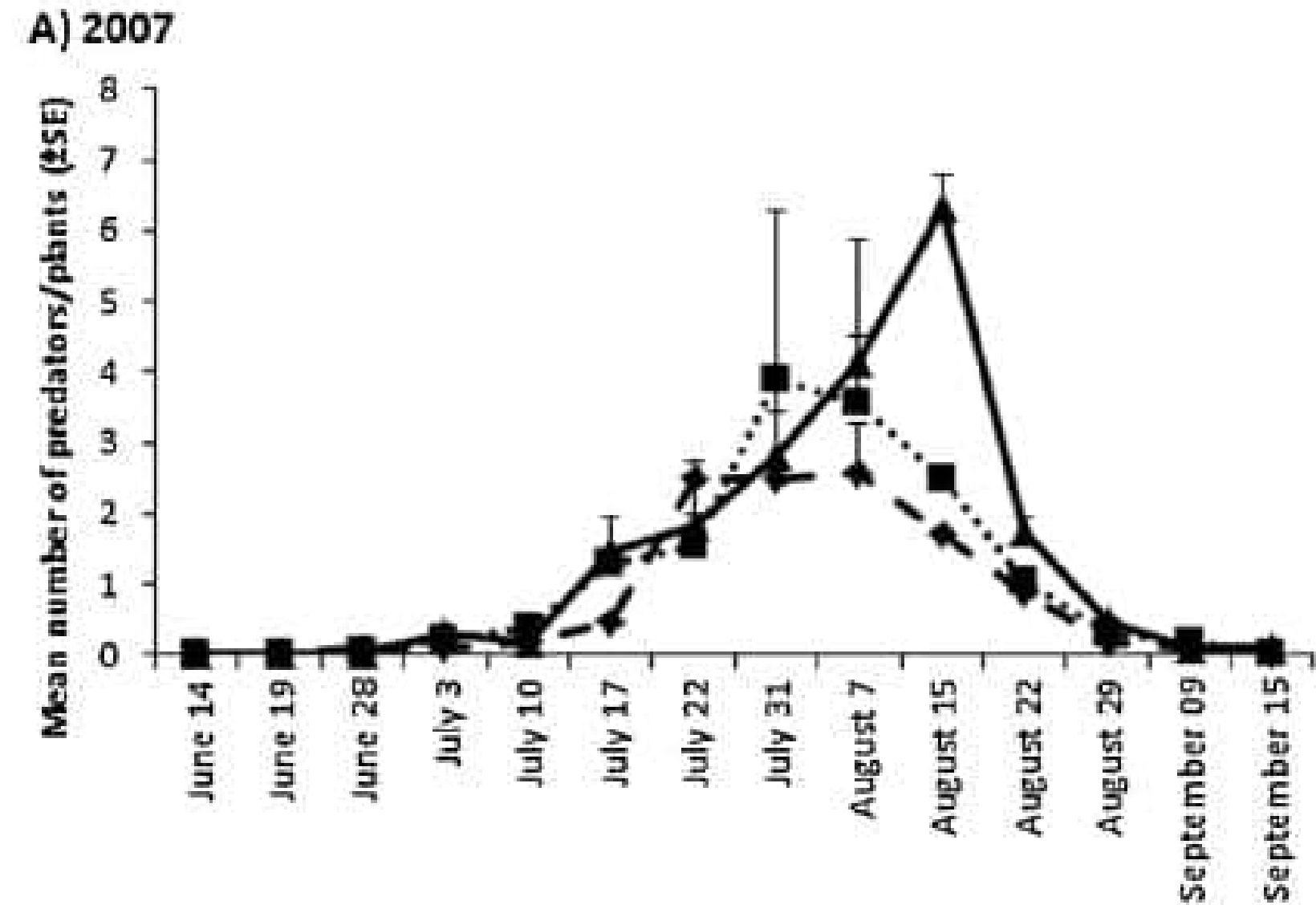
Bandes alternées de blé-maïs-soya au Québec

- 2x – de pucerons du soya dans les bandes de 18m
- 6x – épis infestés par la cécidomyie orangée du blé



Bandes alternées de blé-maïs-soya au Québec

- Arrivée + tôt des ennemis naturels
- Parasitisme et prédation + 1 année/2



Meilleur rendement dans les bandes de 18m

Table 6
Yield (MT/ha) and Land equivalent ratio (LER) of soybean, corn and wheat in strips and monoculture between 2007 and 2010.

| Year | Cropping system | <u>Soybean yield</u> MT ha ⁻¹ | <u>Corn yield</u> | <u>Wheat yield</u> | LER |
|------|------------------------------------|---|-------------------|--------------------|------|
| 2007 | Monoculture (soybean, corn, wheat) | 2.63 a | 9.55 | 3.45 | 1.00 |
| | 18 m strip (soybean, corn, wheat) | 2.26 a | 8.95 | 2.24 | 1.18 |
| | 36 m strip (soybean, corn, wheat) | 2.36 a | 7.28 | 2.77 | 0.78 |
| 2008 | Monoculture (soybean, corn, wheat) | 2.93 a | 8.4 | 4.08 | 1.00 |
| | 18 m strip (soybean, corn, wheat) | 3.04 a | 8.15 | 3.68 | 1.68 |
| | 36 m strip (soybean, corn, wheat) | 3.53 a | 7.41 | 4.07 | 1.04 |
| 2009 | Monoculture (soybean, corn, wheat) | 2.86 a | 7.03 | 3.33 | 1.00 |
| | 18 m strip (soybean, corn, wheat) | 2.85 a | 8.05 | 3.65 | 1.69 |
| | 36 m strip (soybean, corn, wheat) | 2.77 a | 7.98 | 3.54 | 1.05 |
| 2010 | Monoculture (soybean, corn, wheat) | 2.83 a | 7.76 | 3.27 | 1 |
| | 18 m strip (soybean, corn, wheat) | 2.97 ab | 7.56 | 3.01 | 1.54 |
| | 36 m strip (soybean, corn, wheat) | 3.12 b | 7.59 | 3.2 | 0.93 |

Note: Different letters indicate significant differences between treatments.



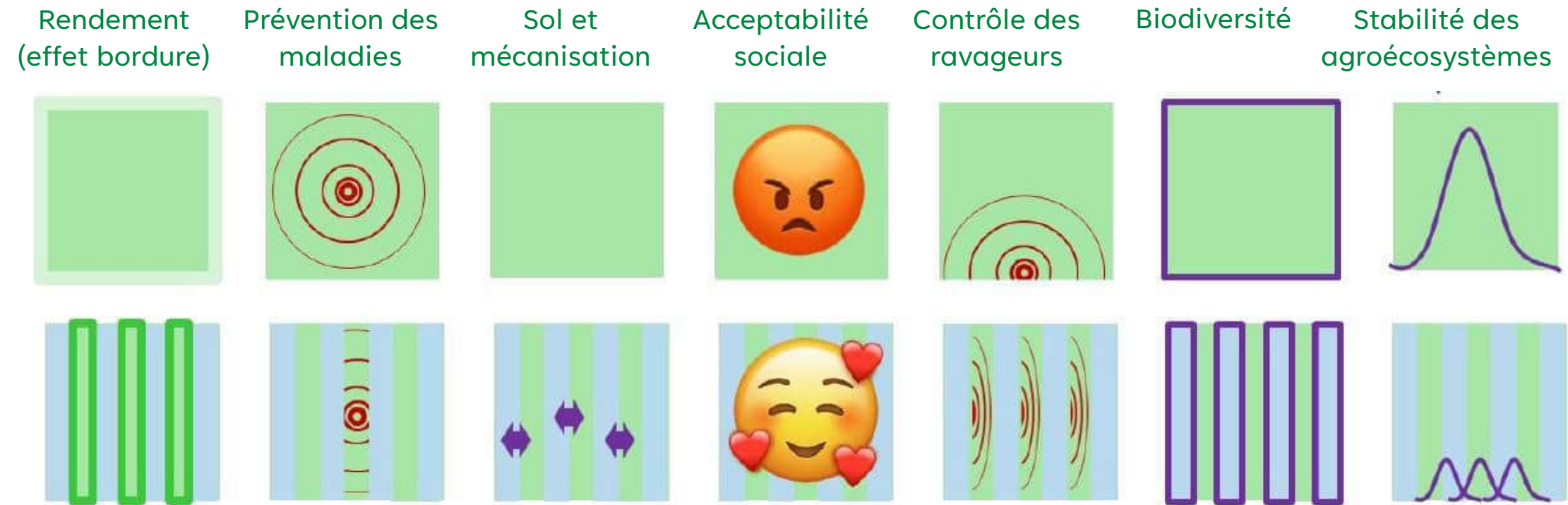
Bandes alternées – étude de cas aux Pays-Bas



Bandes alternées « Strip-cropping » aux Pays-Bas



Dirk van Apeldoorn
Wageningen University



Stratégie prometteuse pour une agriculture durable en tirant parti des processus biologiques et du contrôle naturel présents dans les écosystèmes diversifiés.

Bandes alternées aux Pays-Bas – incitatifs

Politique Agricole Commune (CAP) – Mesures incitatives volontaires pour soutenir les pratiques agricoles bénéfiques pour l'environnement et la biodiversité

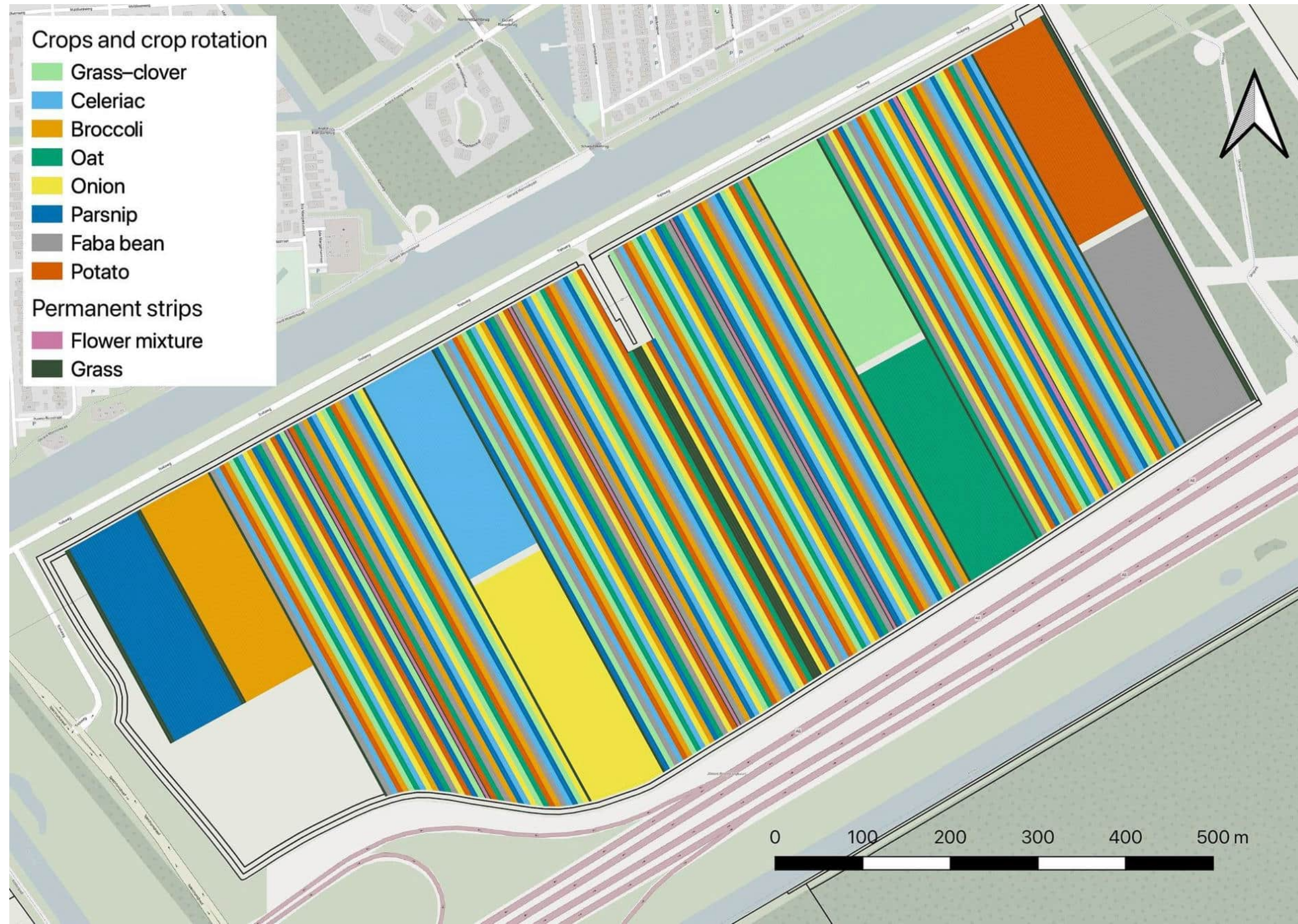
Critères:

- Minimum de 5 bandes
- Largeur des bandes entre 3 et 27 m (selon l'équipement)
- Minimum de deux cultures différentes et une bande repos
- L'agroforesterie et les bandes fleuries sont considérées

Cette pratique est utilisée par plus de **400 fermes** aux Pays-Bas (~ 2%)



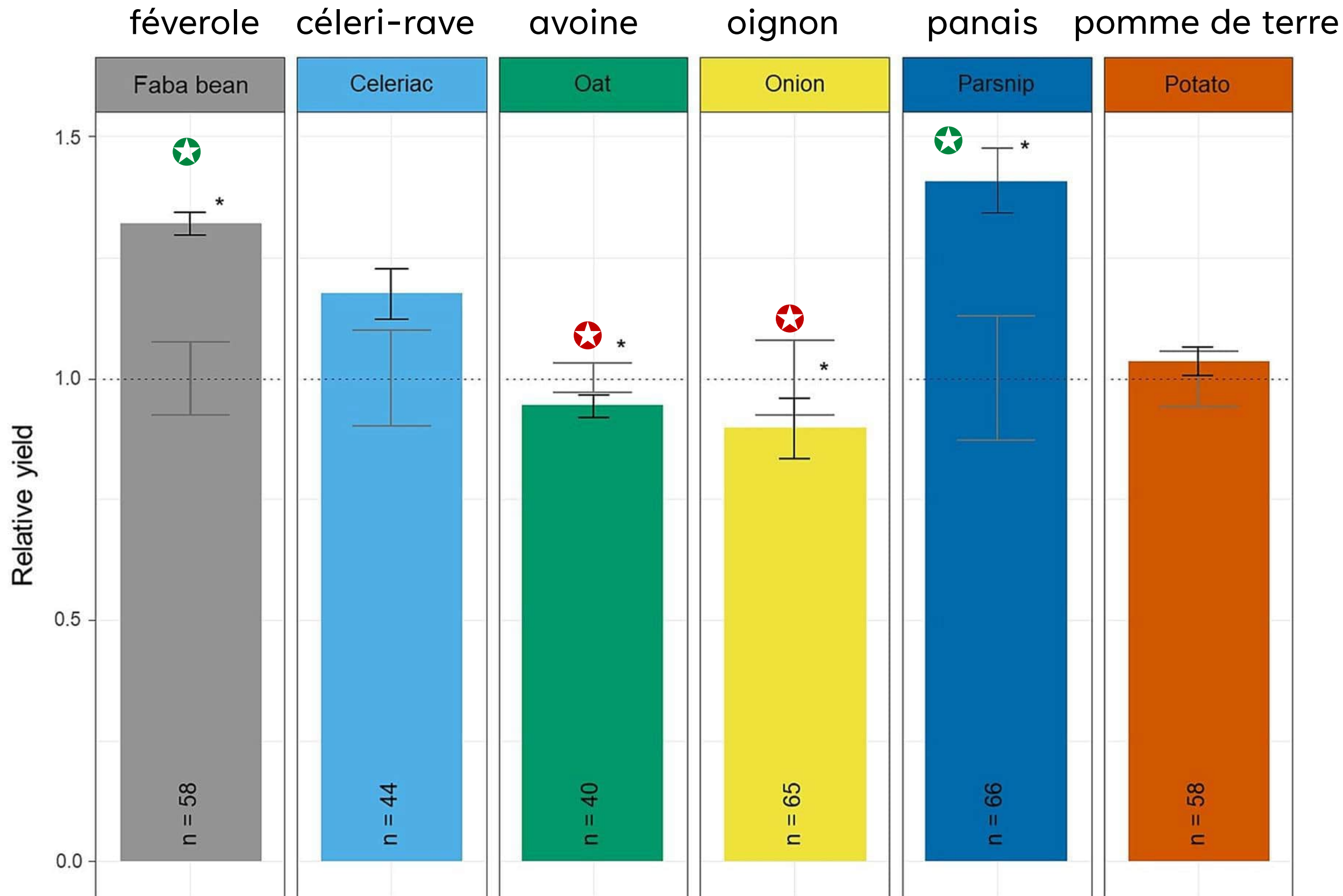
Dispositif expérimental | Ferme ERF



- Ferme maraîchère de 65 ha
- Régie biologique
- 8 cultures
- 2 bandes permanentes
- Largeur 6 m vs 48m

Une culture n'est pas plantée dans une bande adjacente à l'endroit où elle se trouvait l'année précédente, afin de créer une discontinuité spatiale pour les ravageurs et les maladies.

Bandes de 6 m: gain de rendement global de 8%



Effets significatifs des bandes alternées

+32% rdt féverole

+41% rdt panais

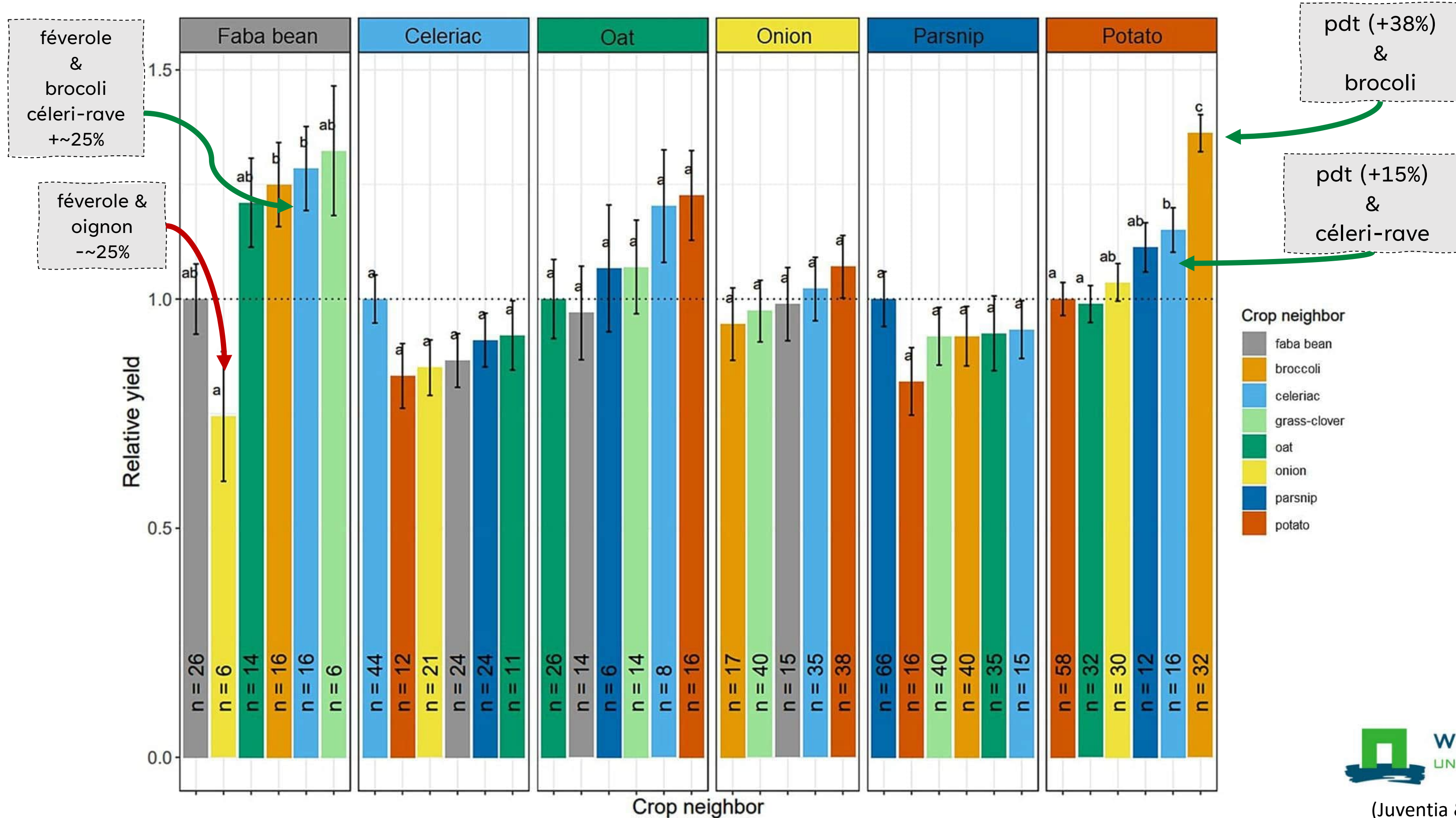
-6% rdt oignon

-10% rdt avoine

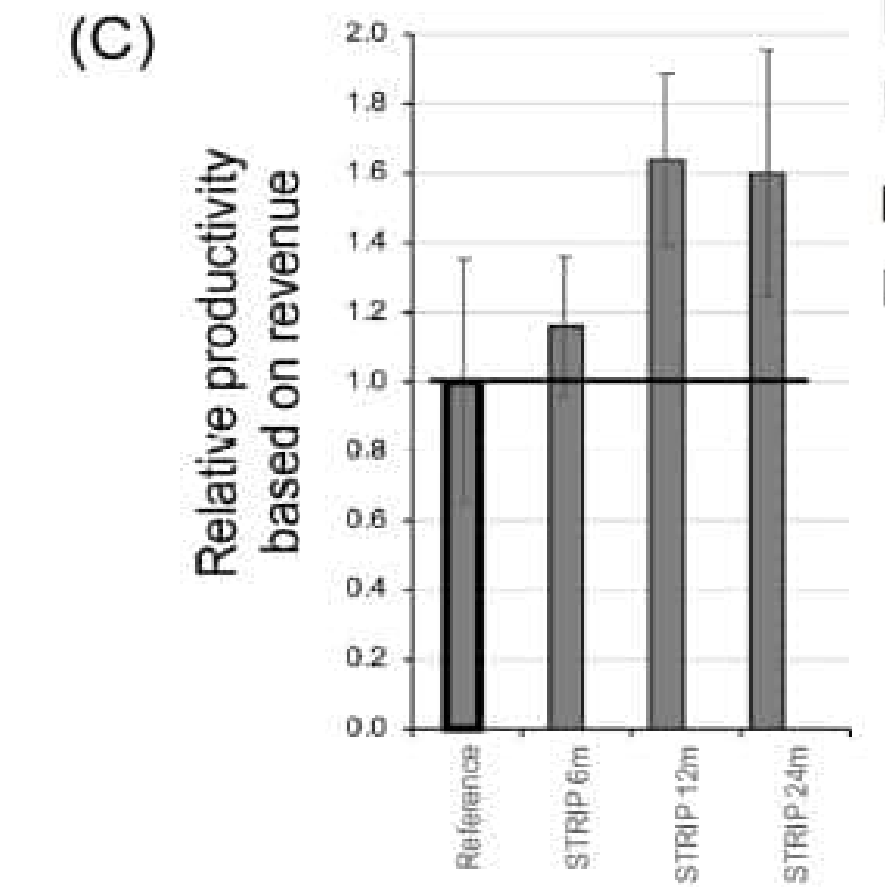
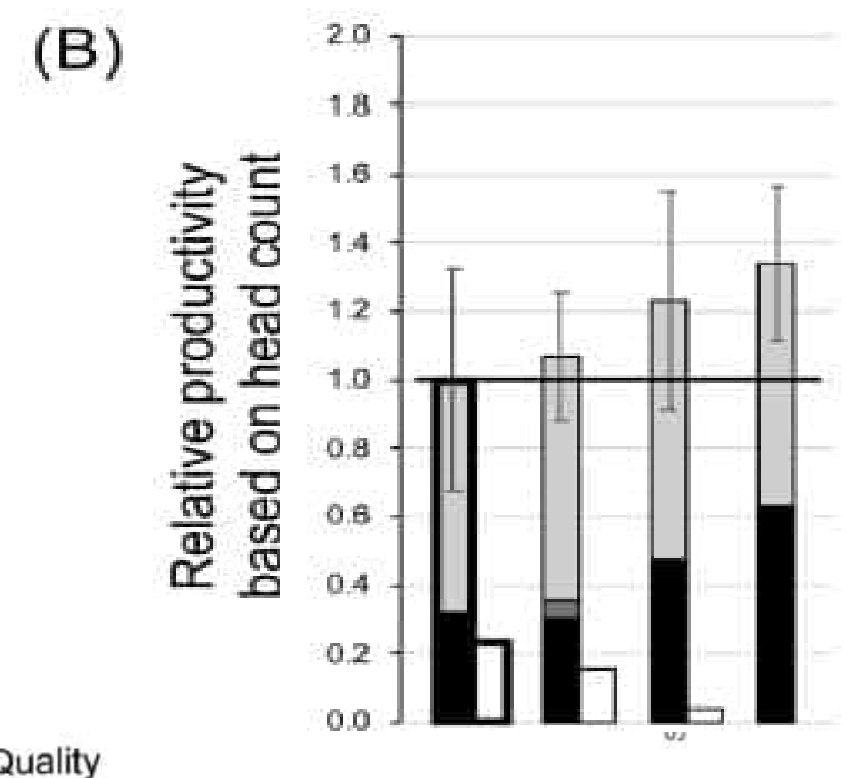
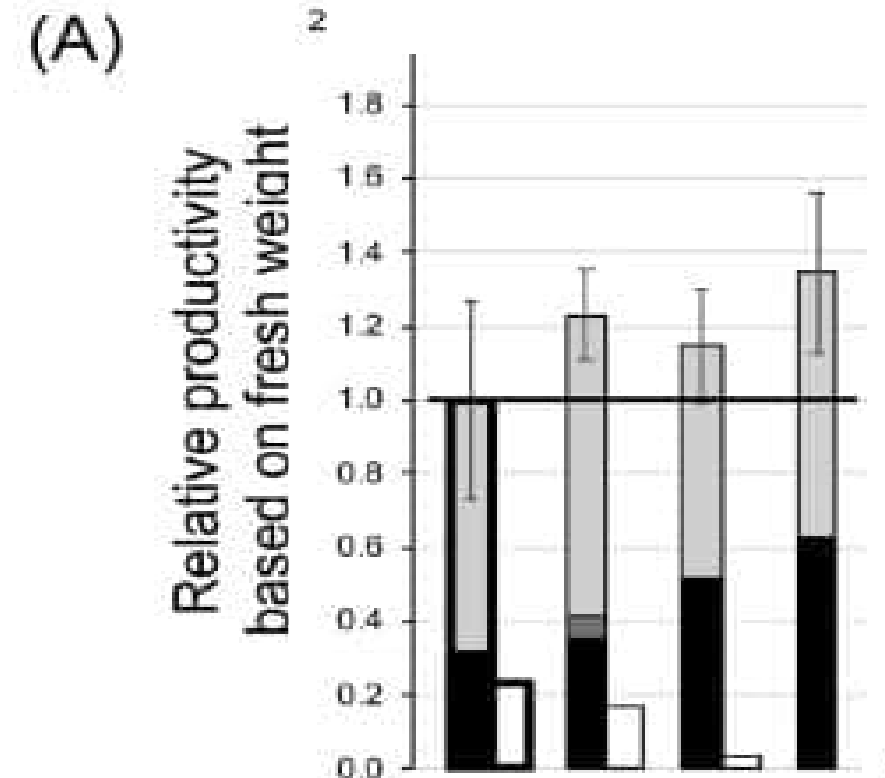
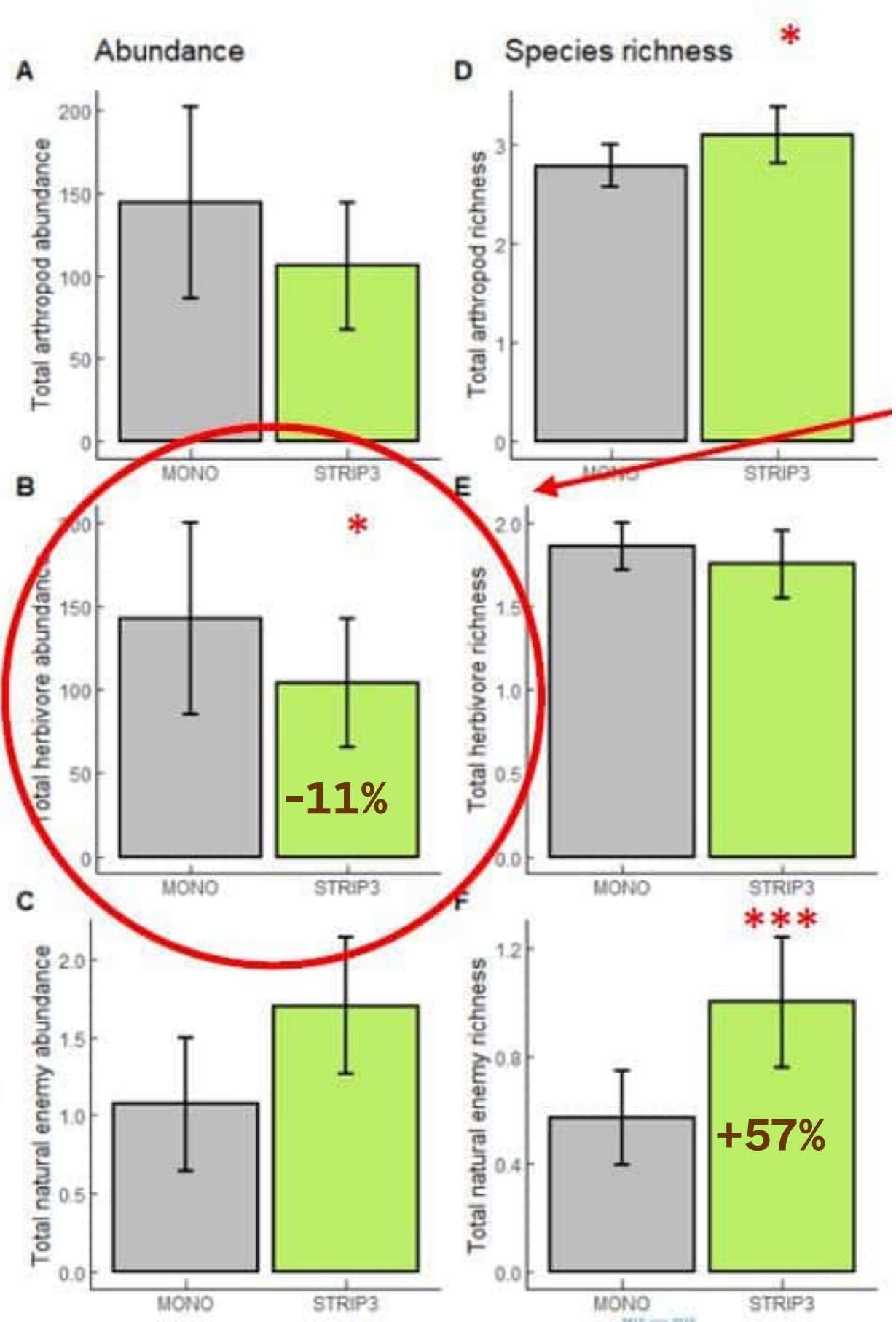
-> Gain global de 8% de hausse de rendement dans les bandes de 6 m vs les parcelles de 27 m



Impact des cultures voisines sur le rendement



➔ ravageurs dans les bandes alternées

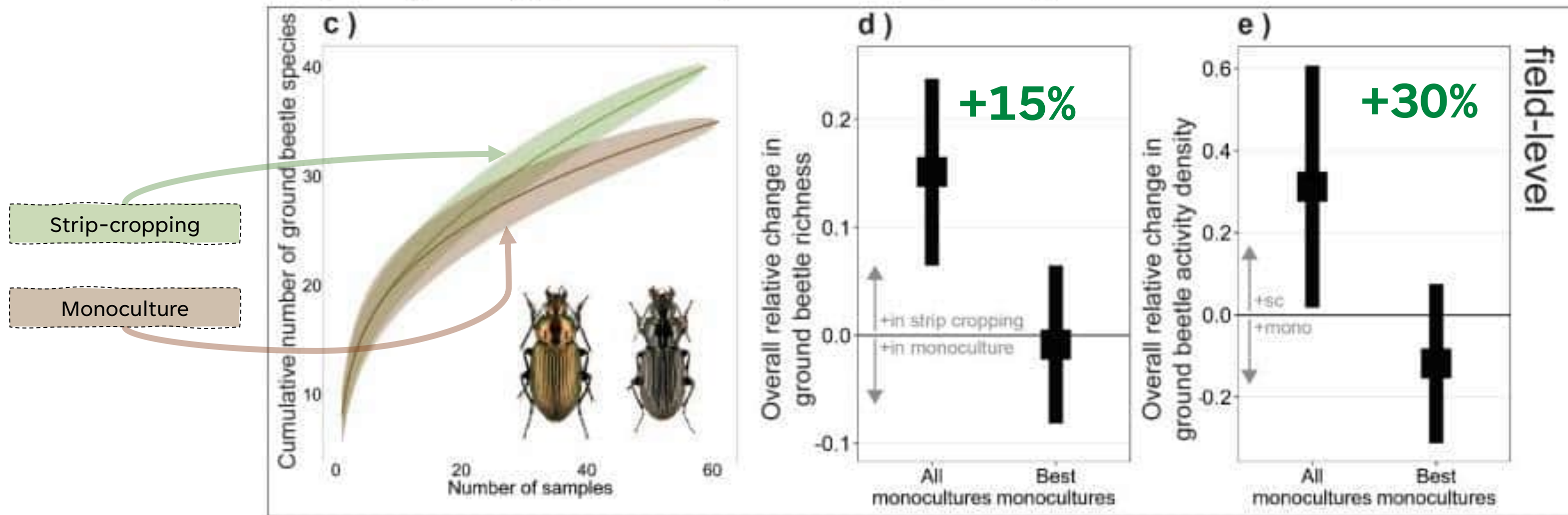
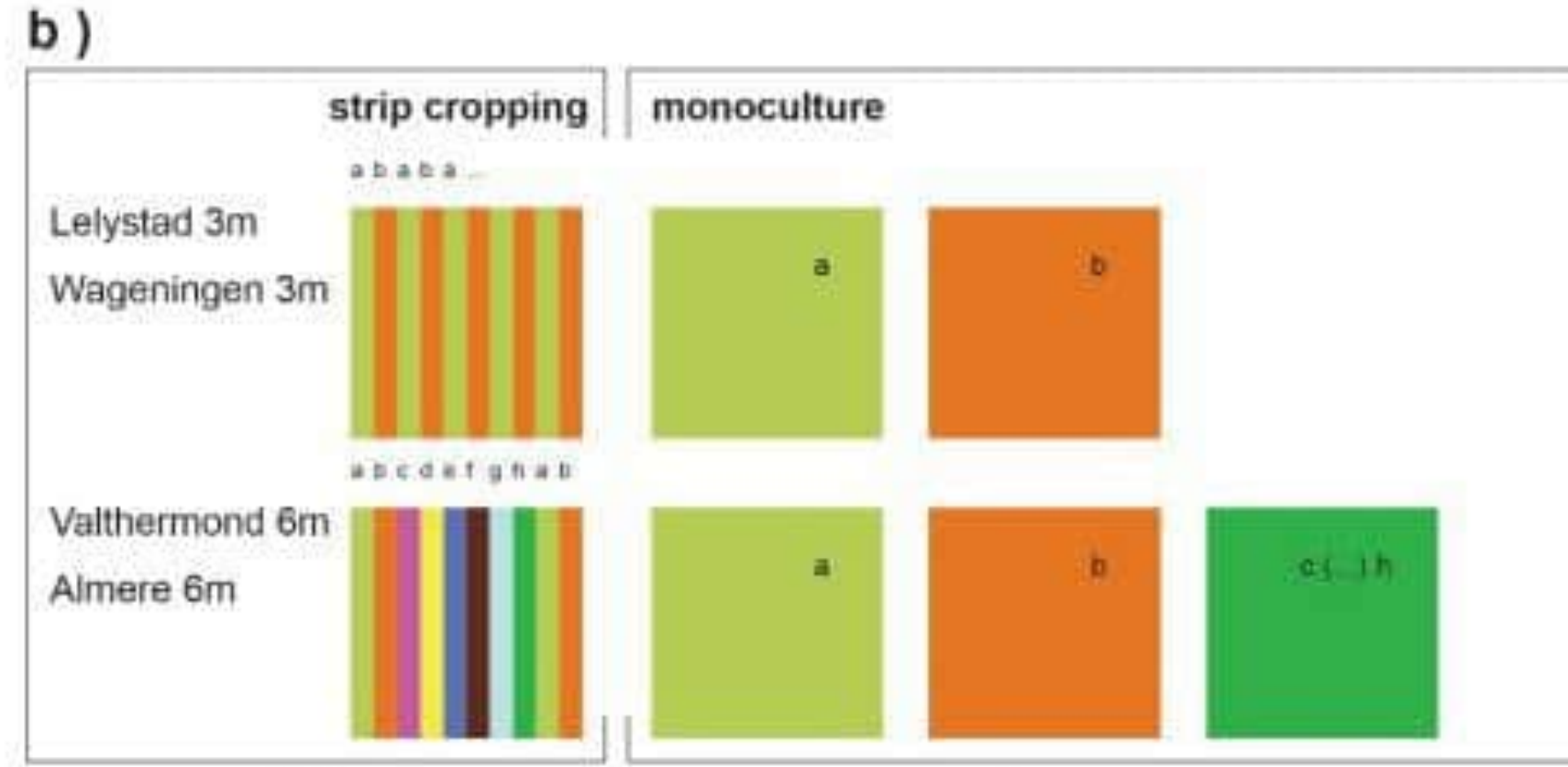


Quality

- Market Class I weighing between 0.80 and 1.50 kg/ cabbage
- Market Class II weighing between 0.35 and 0.80 kg/ cabbage
- Industry weighing more than 1.50 kg/ cabbage
- Unmarketable weighing less than 0.35 kg/ cabbage



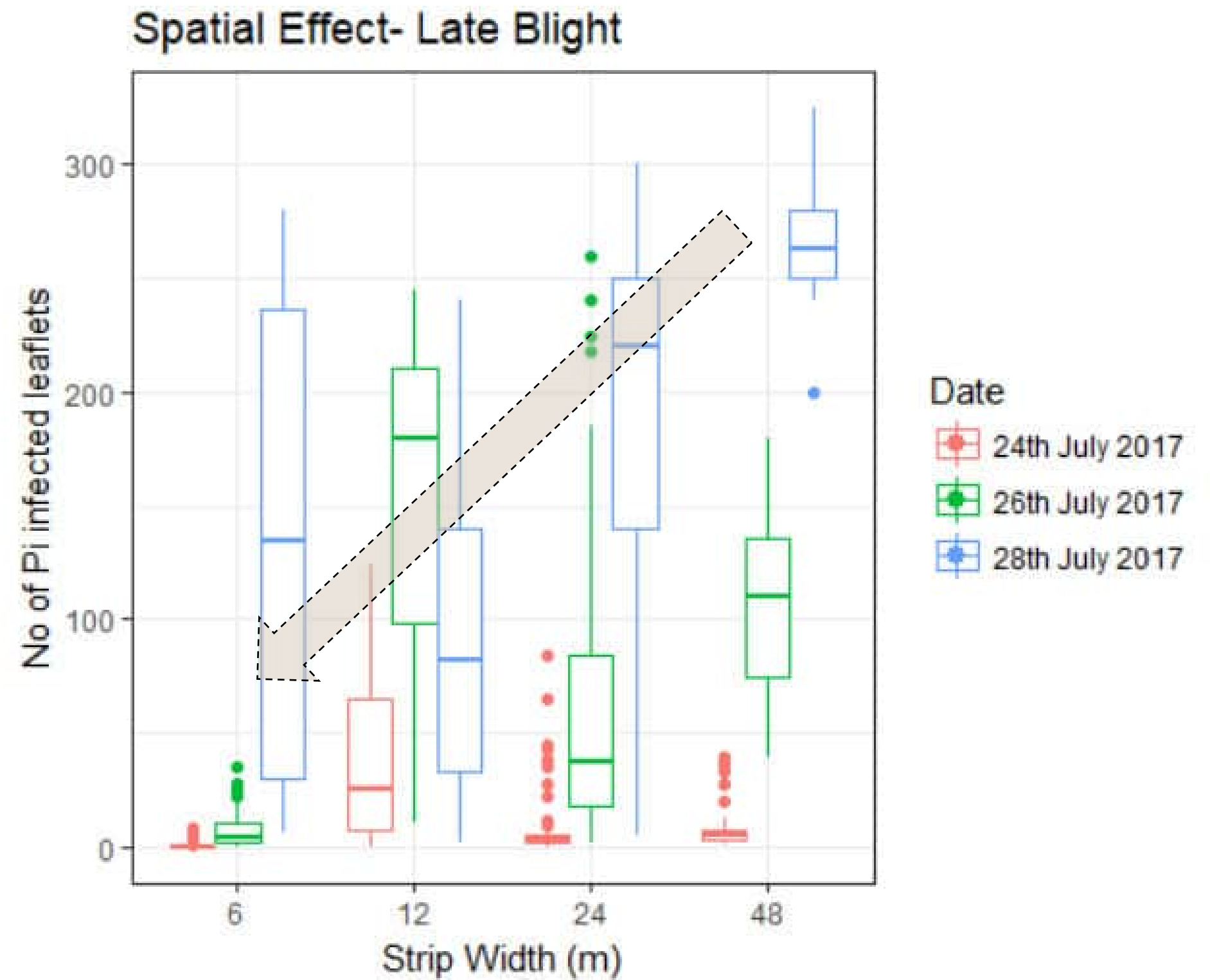
Les bandes alternées ↗ richesse et abondance des carabes



➤ De l'incidence des maladies dans les bandes alternées

Phytophthora infestans (Pi)

-51% à 6m vs 48 m



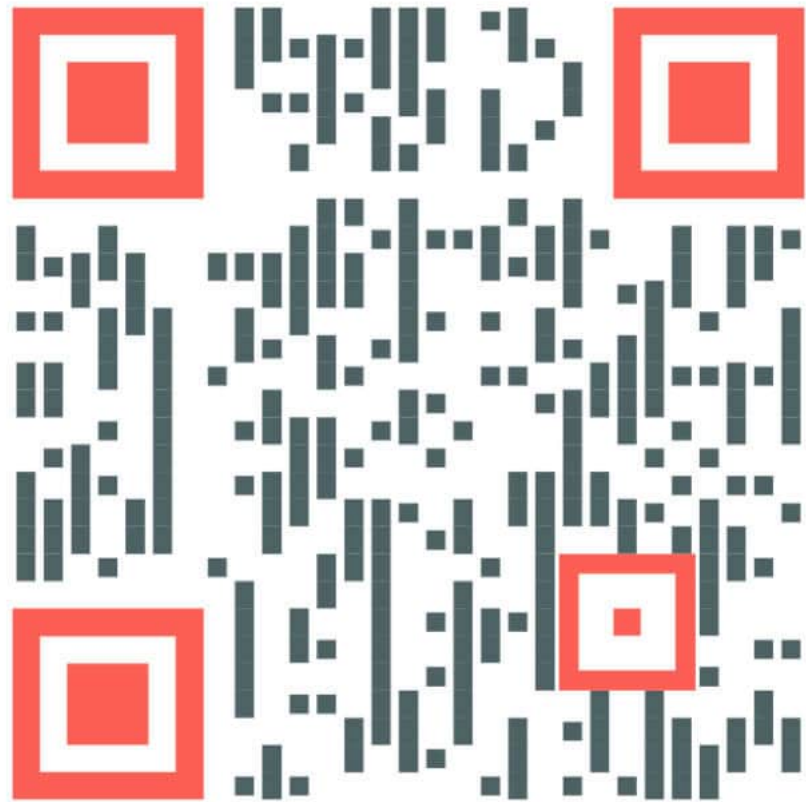


pour une ou deux semaines de plus

Conclusion

- Bandes alternées utilisées depuis des centaines d'années
- Possible d'adapter la stratégie à la machinerie actuelle
- Nombreux services écosystémiques
- Meilleure productivité et rentabilité
- Résilience face aux changements climatiques

Remerciements



6 capsules vidéo sur les
bandes alternées



La famille Dewavrin
Bernard Estevez, agr
UQAM
Marilou Goyer, M.Sc.
CDAQ, MAPAQ\$

Analyse économique des bandes alternées

Table 2: Change in variables of strip cropping compared to monocropping

| Crop | Onions | Potatoes | Barley | Beetroot | Beans | Average |
|---------------------|--------|----------|--------|----------|-------|---------|
| Revenue | | | | | | |
| Kg yields | -30% | 0% | -13% | -10% | -9% | -14% |
| Price/ kg | 49% | 0% | 0% | 0% | 0% | 7% |
| cash yield | 4% | 0% | -13% | -10% | -9% | -2% |
| By-product | -100% | 0% | 0% | 0% | 0% | -83% |
| Total money yield | 3% | 0% | -12% | -10% | -9% | -2% |
| Inputed costs | | | | | | |
| Seed | 58% | 3% | 0% | 0% | 0% | 14% |
| Fertilization | -25% | -25% | -25% | -50% | -18% | -33% |
| Crop protection | -67% | -82% | -70% | -45% | -67% | -69% |
| Fuel price | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Fuel liters | 6% | 1% | 7% | 3% | 4% | 4% |
| Fuel costs | 6% | 1% | 7% | 3% | 4% | 4% |
| labor price/h | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| labor hours | 29% | 6% | 30% | 143% | 0% | 39% |
| labor costs | 29% | 6% | 30% | 143% | 0% | 39% |
| Other costs | 15% | 0% | 0% | 0% | 0% | 1% |
| Total accrued costs | -3% | -13% | -11% | 17% | -17% | -4% |
| Profit | 7% | 9% | -14% | -50% | 11% | 0% |