



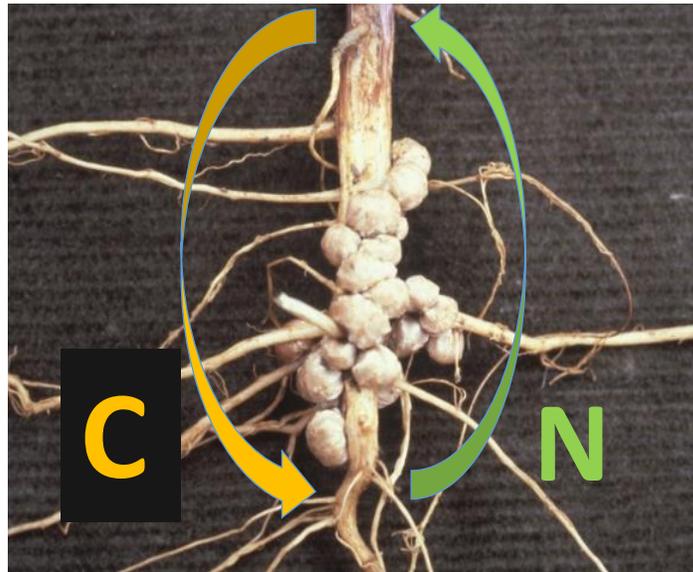
# Le déploiement des légumineuses à graines comme levier de la transition agroécologique des systèmes de culture

V. Biarnès  
Terres Inovia

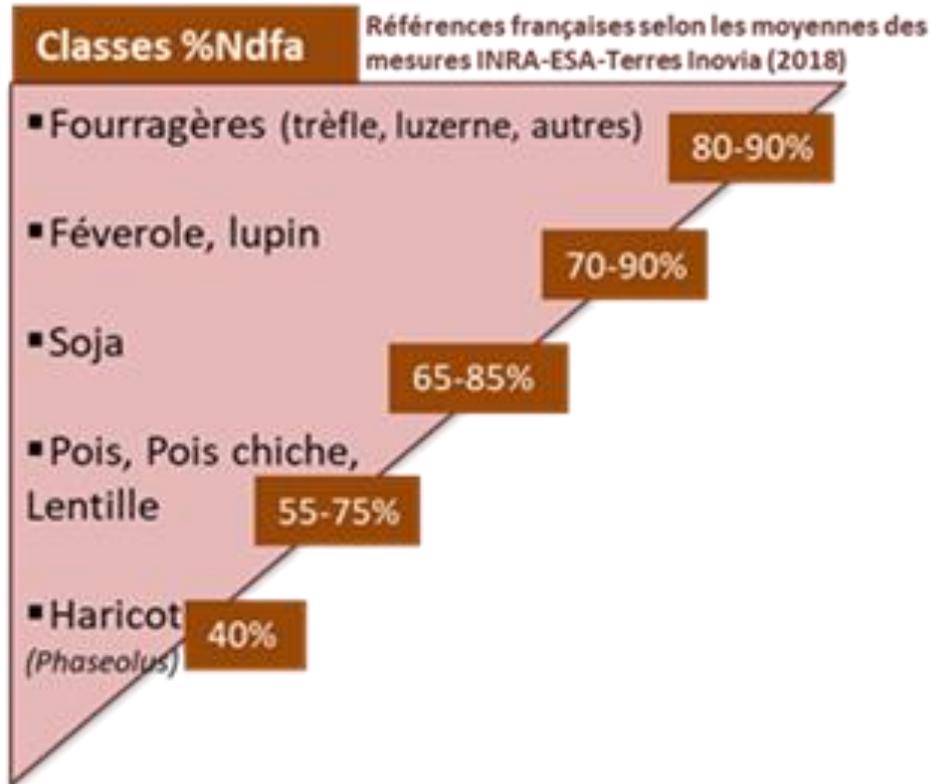


# Spécificité des légumineuses à graines : la fixation symbiotique de l'azote

- Aucun apport d'azote n'est nécessaire sur les légumineuses
- La nutrition azotée des légumineuses repose sur deux voies complémentaires d'acquisition de l'azote :
  - la fixation de l'azote de l'air grâce à une association symbiotique avec une bactérie qui induit la formation de nodosités
  - l'assimilation de l'azote minéral du sol par les racines :  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$

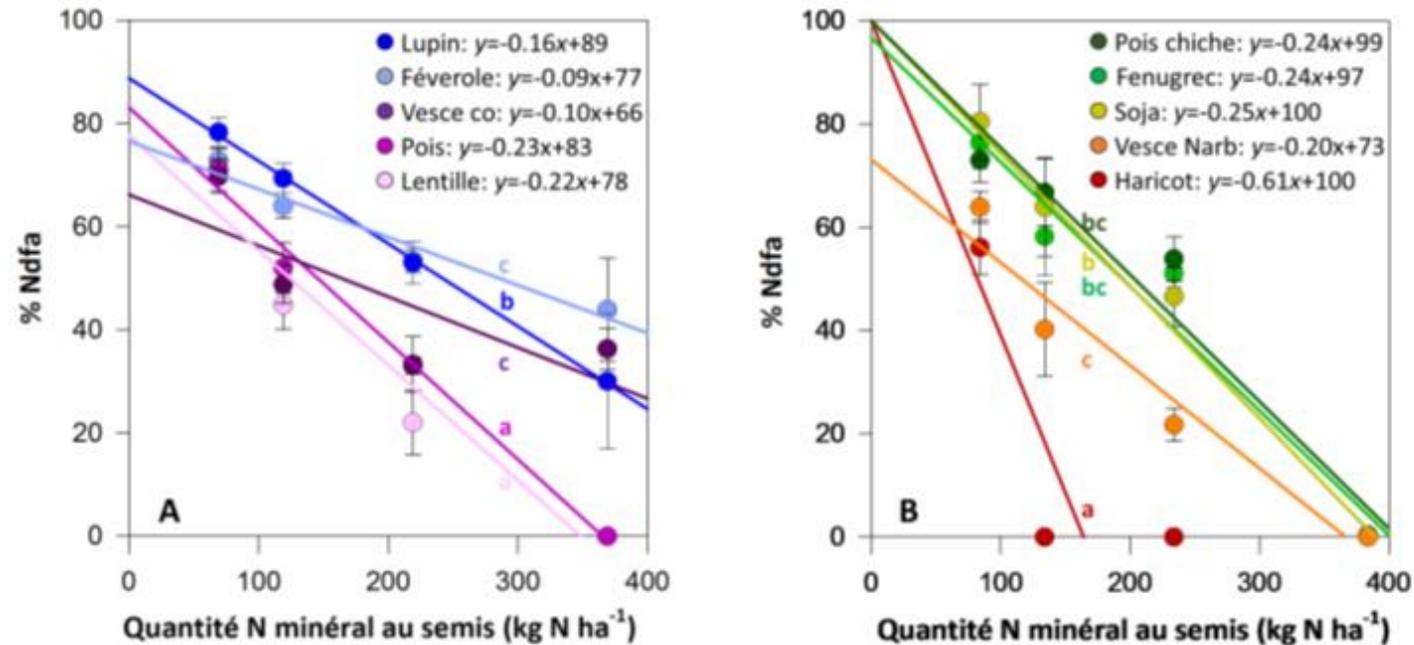


# Une part de l'azote issu de la fixation symbiotique variable en fonction des légumineuses



- Le pourcentage de fixation symbiotique par rapport au prélèvement total d'azote (%Ndfa) est le plus faible pour le haricot (40%)
- Pois chiche, lentille et pois ont un taux de fixation moyen de 55-75%.
- Féverole, lupin et soja ont des taux élevés d'azote fixé important (65 à 90%).
- Trèfle et luzerne ont un taux de fixation très élevé (90%).

# Différences de réponses entre espèces de légumineuses en présence de N minéral dans le sol



Source : thèse Maé Guinet, 2019)

La féverole paraît assez indifférente à la concentration en N minéral dans le sol et maintient un niveau élevé de fixation symbiotique alors que les autres cultures (pois, lentille, soja, pois chiche) y sont plus sensibles et réduisent notablement la fixation lorsque les concentrations en N minéral deviennent élevées.

# Introduire des légumineuses à graines dans les systèmes de culture : quels sont les services attendus ?

## 1. Déterminants clés



**Atténuer  
le changement  
climatique**

- Réduire les émissions de GES via la réduction de l'utilisation d'intrants azotés (davantage pour les légumineuses annuelles récoltées).
- Contribuer au retour de biomasse au sol si les couverts sont incorporés au sol (davantage les fourragères et les couverts)



**Favoriser  
et protéger  
la biodiversité**

- Favoriser la diversité fonctionnelle des zones cultivées
- Apporter des ressources florales et parfois extra-florales
- Entretenir/améliorer la pollinisation, avec des périodes de floraison souvent complémentaires à celles des autres cultures (continuité des ressources)
- Favoriser la micro- et méso-faune du sol (fertilité des sols)



**Améliorer  
la qualité  
de l'air, des sols  
et des eaux**

- Fournir une entrée d'azote renouvelable au système de production
- Restituer de l'azote aux cultures suivantes
- Limiter l'utilisation de fertilisants/phytosanitaires
- Réduire l'émission d'ammoniac, qui est source d'acidification de l'air et précurseur de particules fines, et source d'acidification des milieux naturels (eau, sols, etc.)
- Réduire à terme les risques de lixiviation dans la rotation (après avoir maîtrisé le risque souvent supérieur du premier automne après les annuelles de printemps, et en sachant que le retournement des pluriannuelles est un risque fort à gérer)
- Améliorer la structure du sol
- Favoriser l'activité biologique des sols (à tous les niveaux trophiques), une composante clé de la fertilité des sols

## 2. Services à attendre des LAG

**Réduction des  
émissions de GES**

- Culture
- Système

**Evolution de l'IFT**

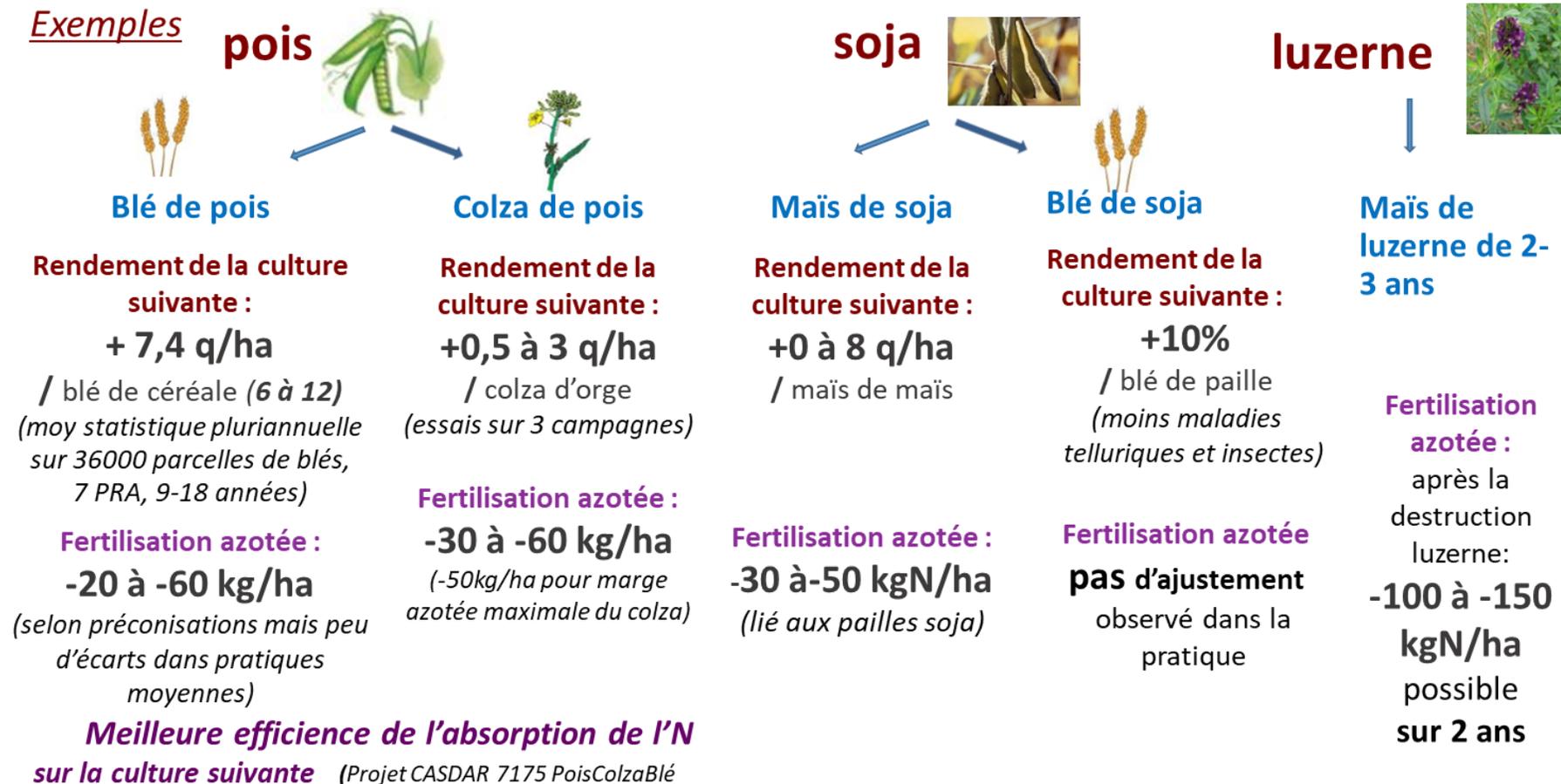
- Culture
- Système

**Risque moyen de  
lixiviation**

- Culture
- Système

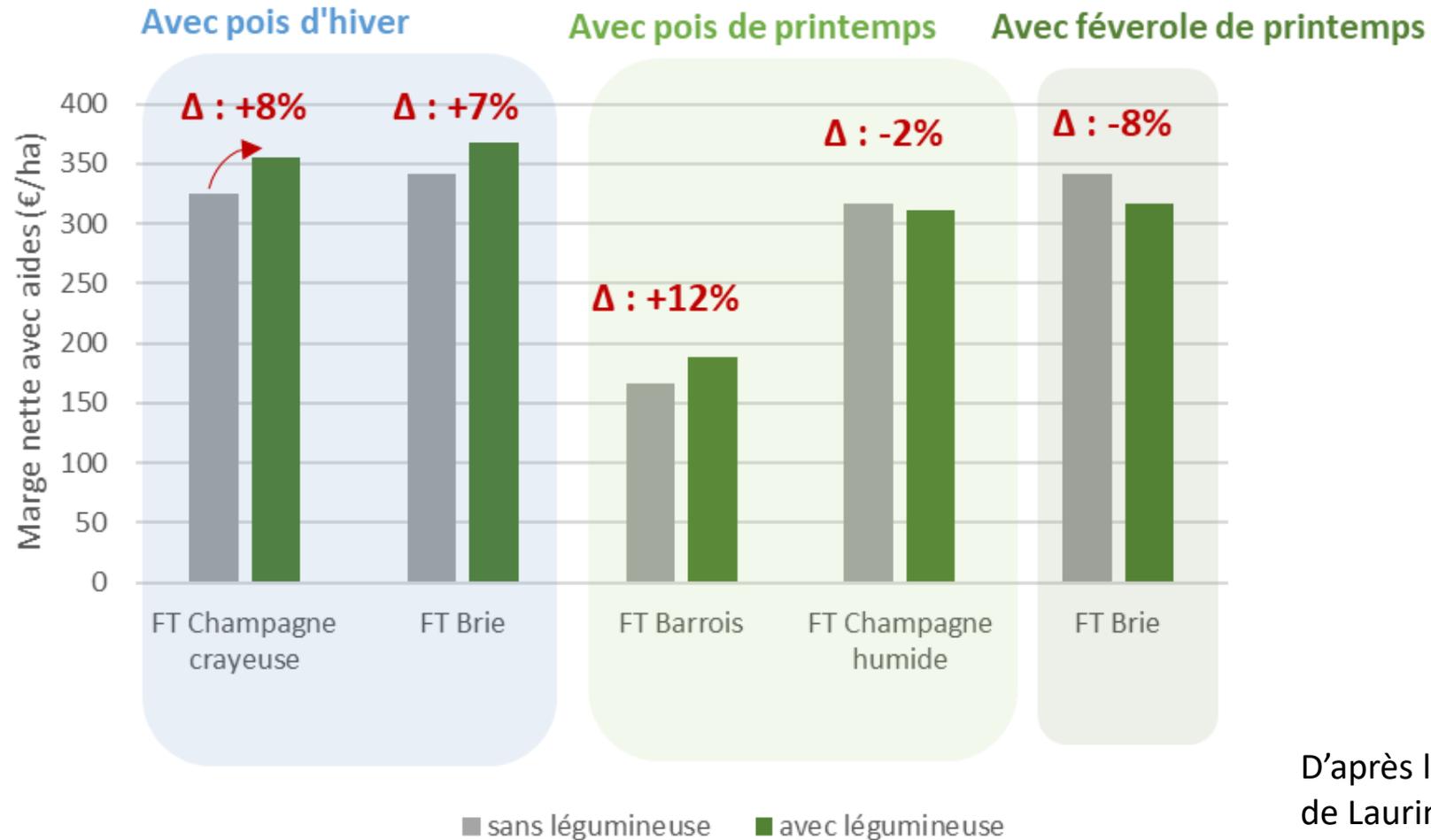
# Un effet précédent variable selon la légumineuse

## Effets précédents de légumineuses récoltées sur les performances des cultures suivantes



D'après les acquis présentés dans l'ouvrage Schneider et Huyghe, 2015

# Résultat économique de l'insertion d'une légumineuse à graines dans l'Est de la France

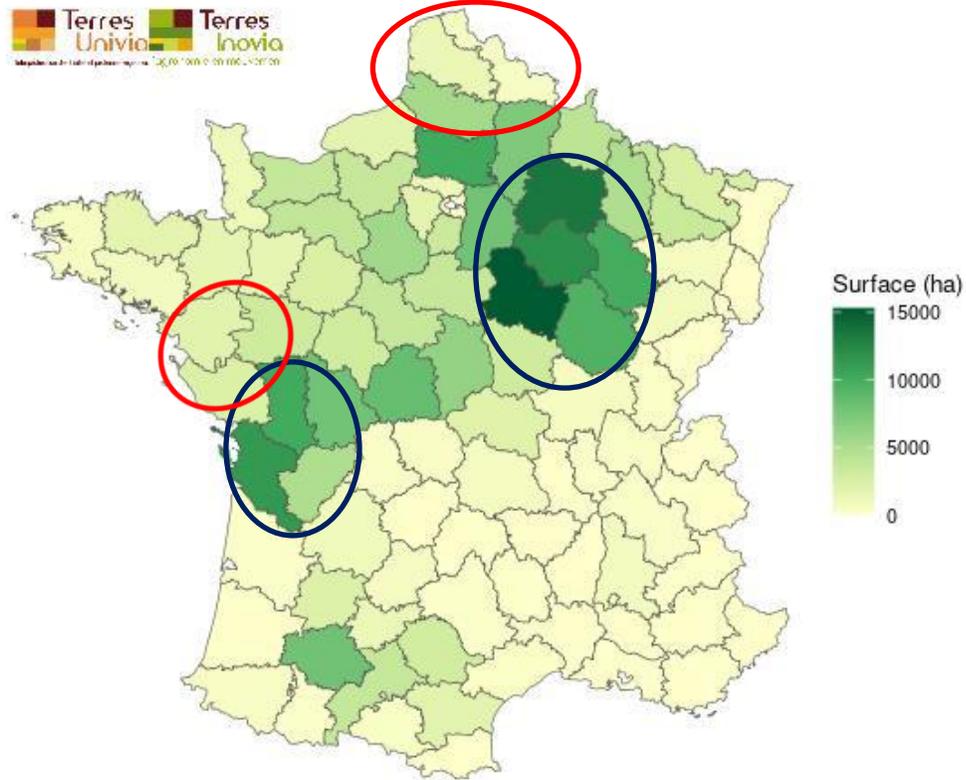


D'après le mémoire de fin d'étude de Laurine Brillault stage 2021 projet PEI PARTAGE

# Pois : un décalage des zones de production avec les zones à fort potentiel

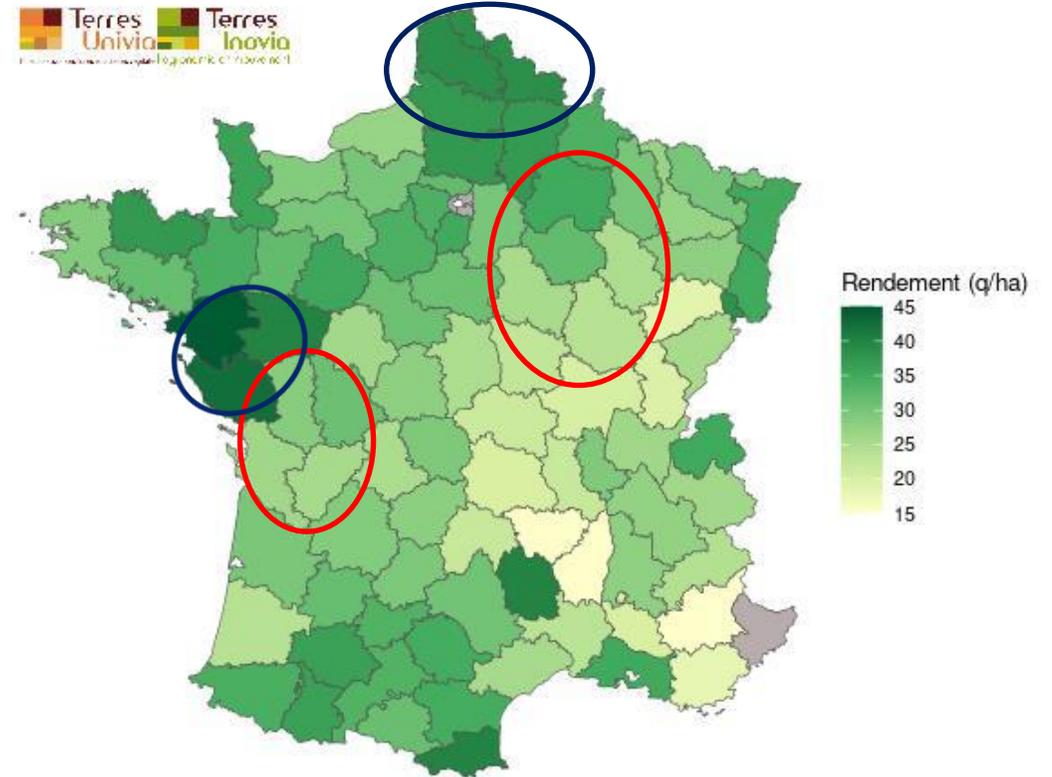
Surface (Total)  
Pois protéagineux - 2021

Surface totale = 245 662 ha



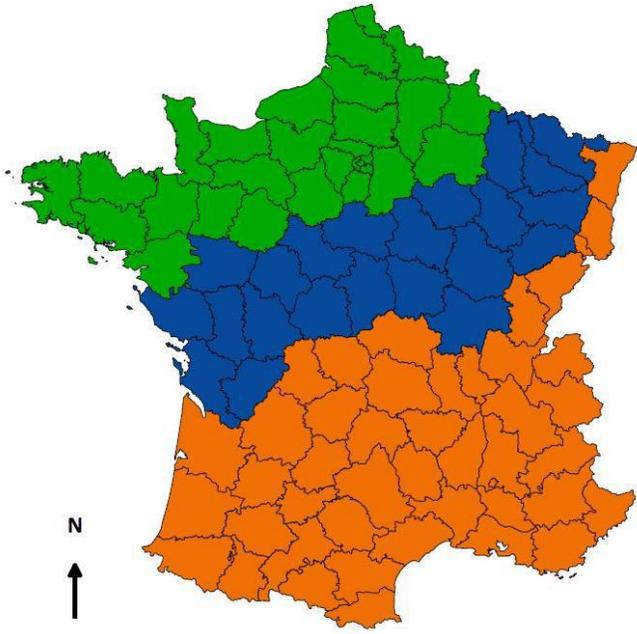
Terres Inovia et Terres Univia d'après les données d'Agreste\*  
(\*Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation)

Rendement (Total)  
Pois protéagineux - 2021



Terres Inovia et Terres Univia d'après les données d'Agreste\*  
(\*Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation)

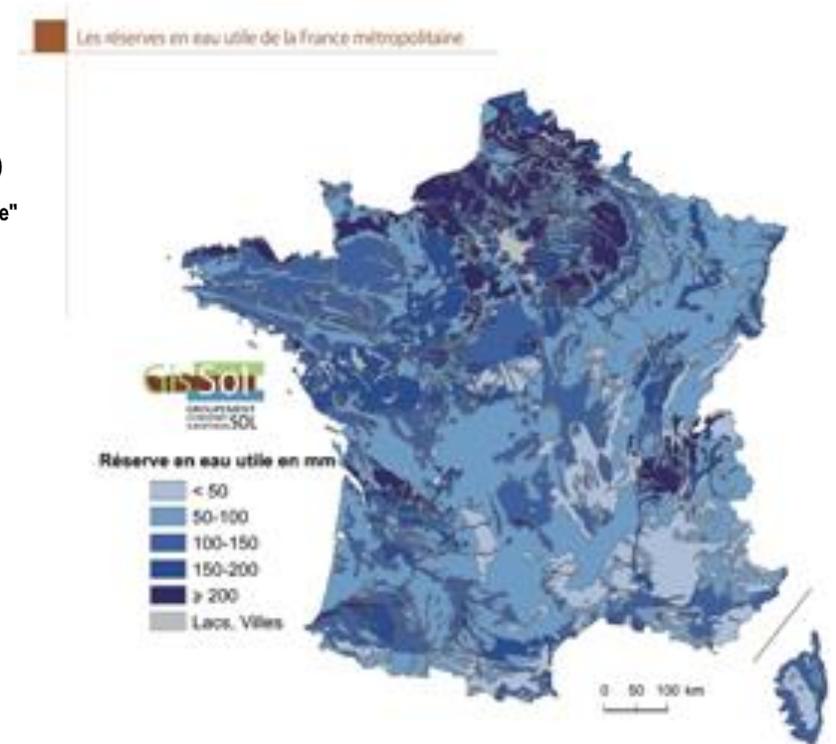
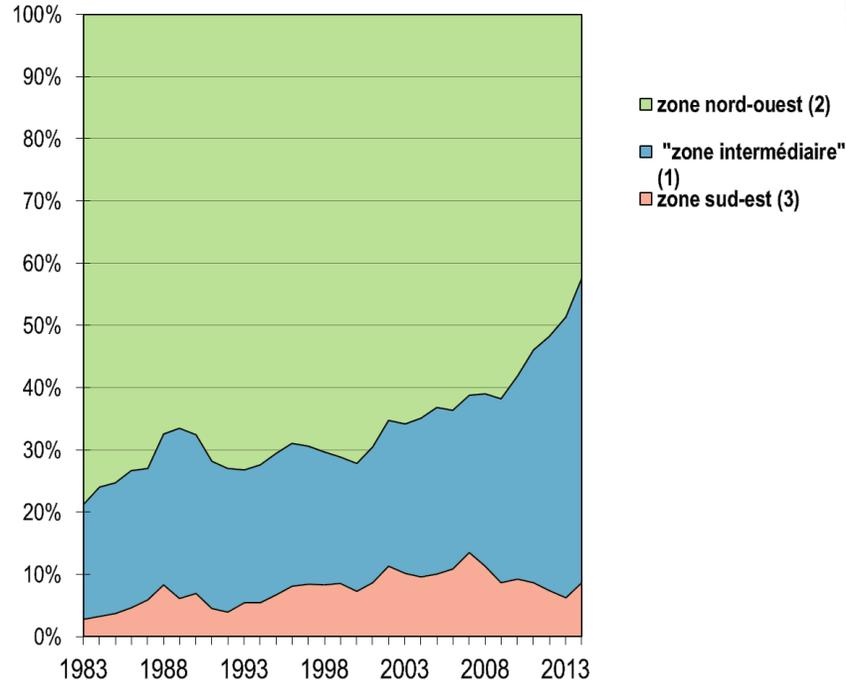
# Un déplacement des surfaces cultivées en pois vers des zones à moindre potentiel



Légende :

- Zone Nord-Ouest (2)
- Zone intermédiaire (1)
- Zone Sud-Est (3)

Evolution des surfaces cultivées en pois

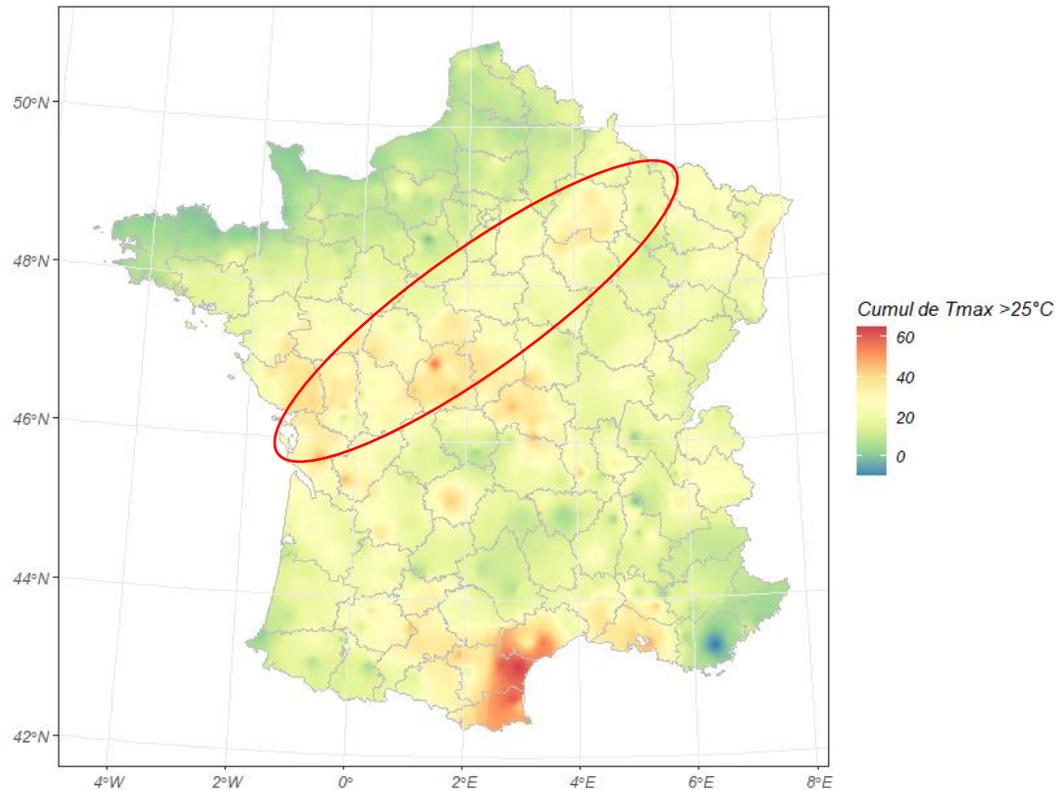


Abandon du pois dans zone Nord où RU élevée (Aphanomyces)  
Développement du pois d'hiver dans la zone intermédiaire

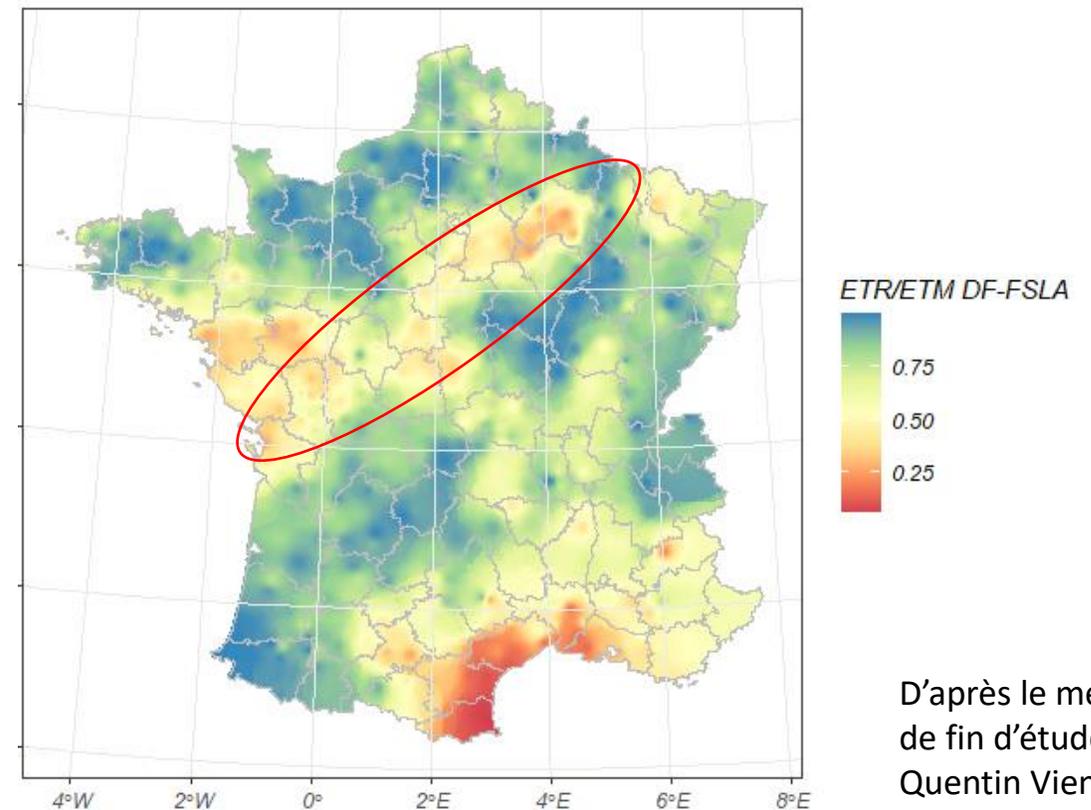
⇒ Des stress hydriques renforcés : plus précoces et plus intenses

# Des facteurs limitants climatiques très présents dans la principale zone de culture du pois en 2021

Écart à la normale 2001-2021 des cumuls de Tmax (base 25°C) du 20/05 au 20/06 en 2021



Ratio ETR/ETM sur DF-FSLA chez le pois en 2021 (RU = 100 mm)

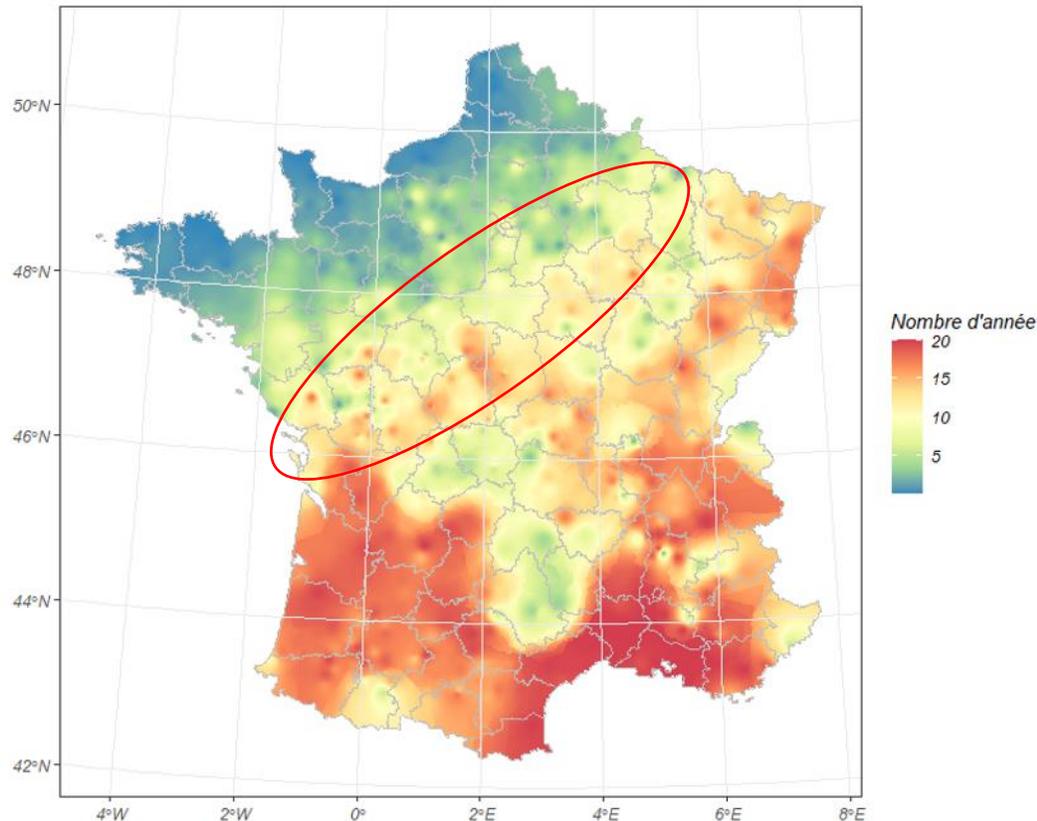


La zone où est principalement cultivé le pois (entourée en rouge) apparaît peu favorable car présence de **fortes températures (> 25°C)** et de **stress hydrique intenses** pendant la période de mise en place des graines

D'après le mémoire de fin d'étude de Quentin Vienne stage 2022 projet Plant2Pro ECODIV

# Analyse de la zone de culture du pois en pluriannuel

Fréquence des cumuls de Tmax (base 25°C) supérieur à 20 °C  
du 20/05 au 20/06 en France



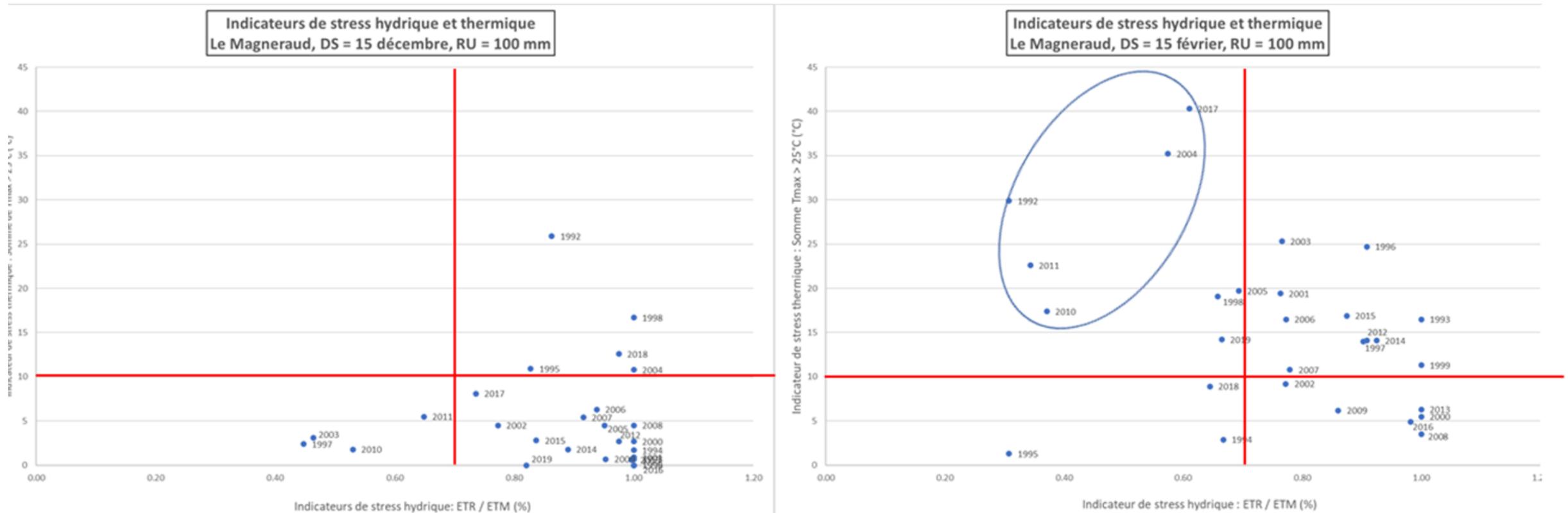
**Sur 20 ans**, la zone où est principalement cultivé le pois actuellement (entourée en rouge) apparaît peu favorable (fréquence élevée d'années avec des **fortes températures pendant la période sensible**).

➔ une **relocalisation de la zone de culture du pois vers le nord** pourrait s'envisager pour éviter ces températures élevées

D'après le mémoire de fin d'étude  
de Quentin Vienne stage 2022  
projet Plant2Pro ECODIV

# Avancement de la date de semis pour limiter les stress

## Comparaison d'indicateurs de stress pour deux dates de semis au Magneraud (17) (RU = 100 mm) de 1992 à 2019

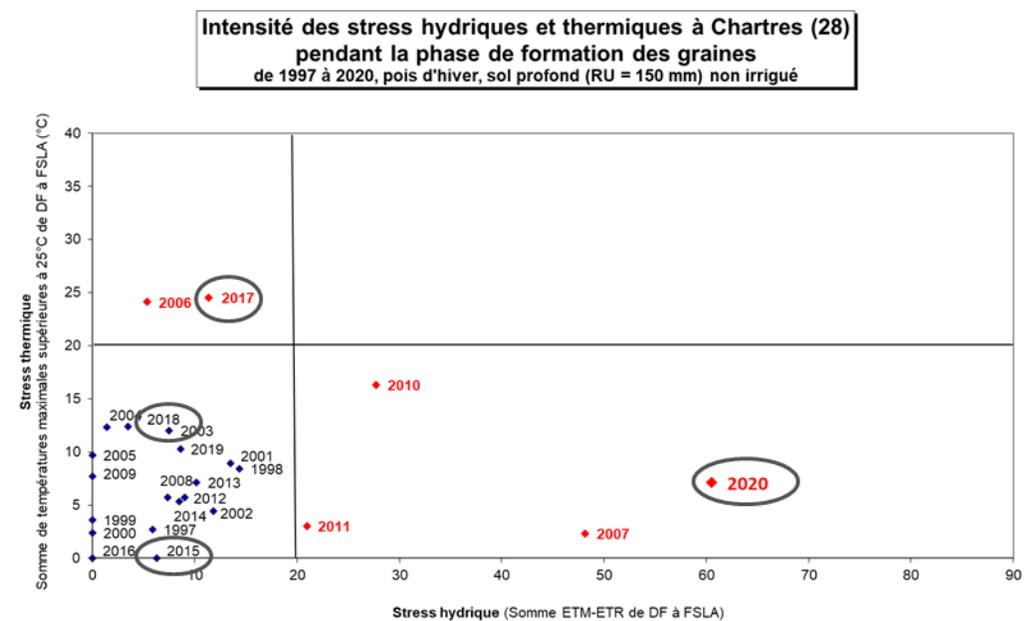
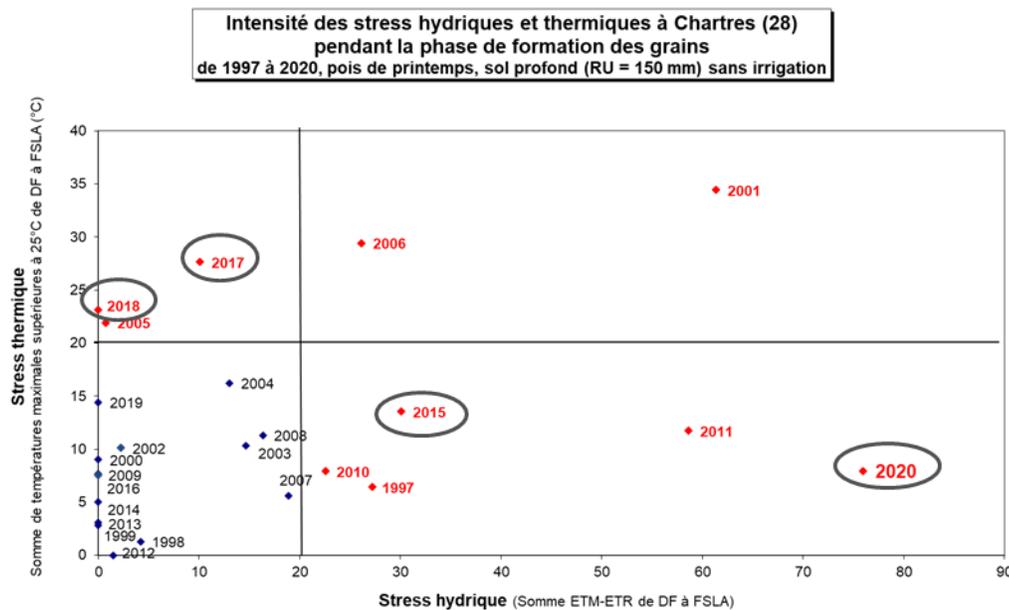


Date de semis du 15/12 : risque stress H = 1 année / 7 ; risque stress T = 1 année / 14

Date de semis du 15/02 : risque stress H = 1 année / 3 ; risque stress T > 1 année / 2 ; 5 années qui cumulent les 2 stress

# Pois d'hiver : moins impacté par les stress de fin de cycle que le pois de printemps

## Intensité des stress hydriques et thermiques pendant la formation des graines de 1997 à 2020



- 4 années récentes avec stress hydrique important ou fortes températures (2015, 2017, 2018 et 2020) pour le pois de printemps
- Des stress plus fréquents et plus intenses en pois de printemps par rapport au pois d'hiver (environ 1 année/2 contre 1 année/4 pour le poste de Chartres en sol profond)

# Un risque aphanomyces mieux maîtrisé

- Des variétés qui préservent le rendement vis-à-vis d'Aphanomyces : intérêt en parcelles faiblement infestées uniquement

1 : nulle à très faible : Astronaute, Safran, Kayanne (et les autres variétés de pois de printemps sauf 3)

2 : très faible

3 : faible : Poseidon, Kagnotte, Karakter

4 : faible à moyenne

5 : moyenne

6 : moyenne à bonne

7 : bonne

8 : bonne à très bonne

9 : très bonne

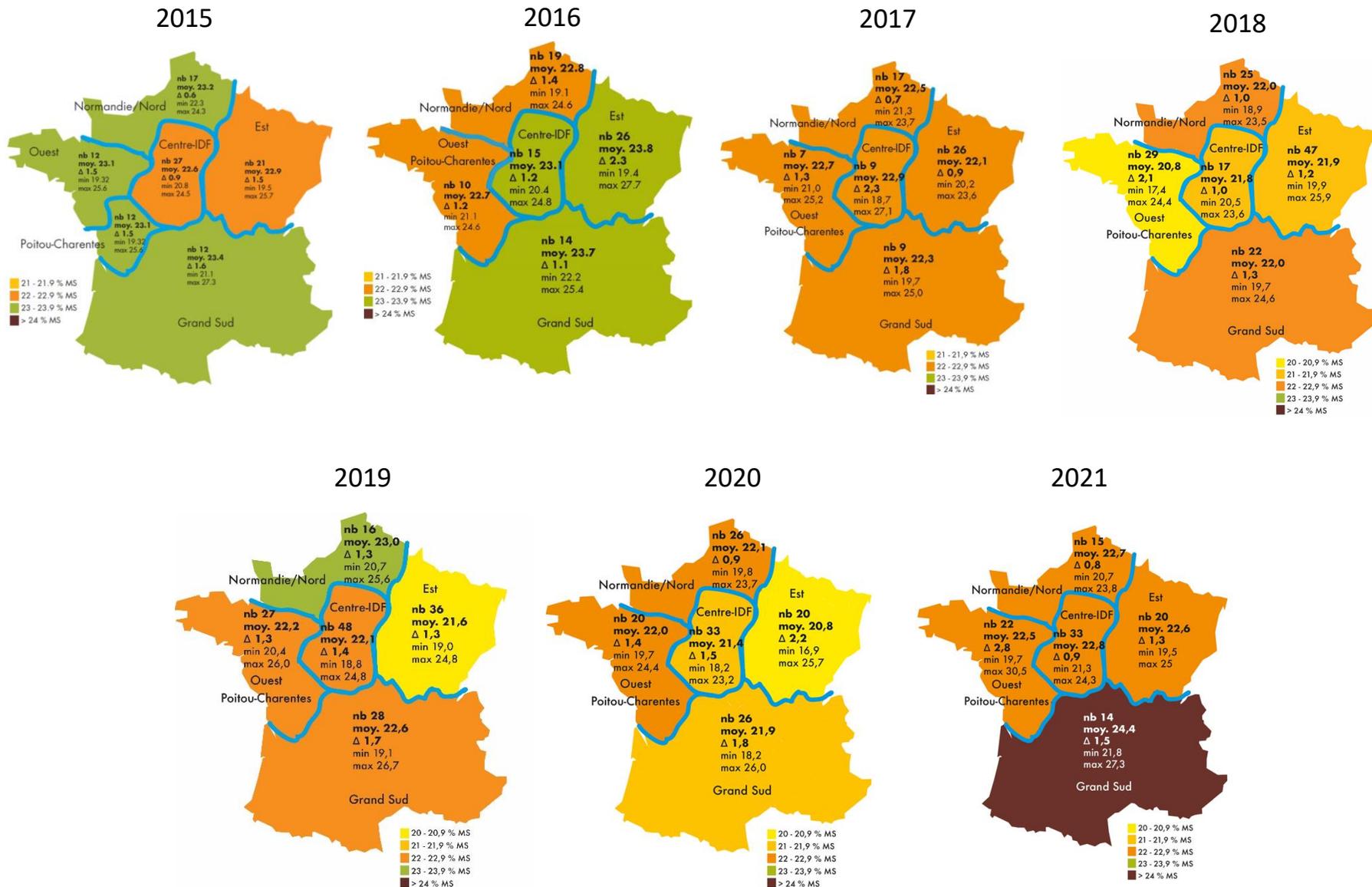


- Un outil d'évaluation du risque aphanomyces en fonction du type de sol et de l'historique de la parcelle : éva



éva évaluation  
du risque  
aphanomyces

# Un impact fort du milieu sur la teneur en protéines du pois



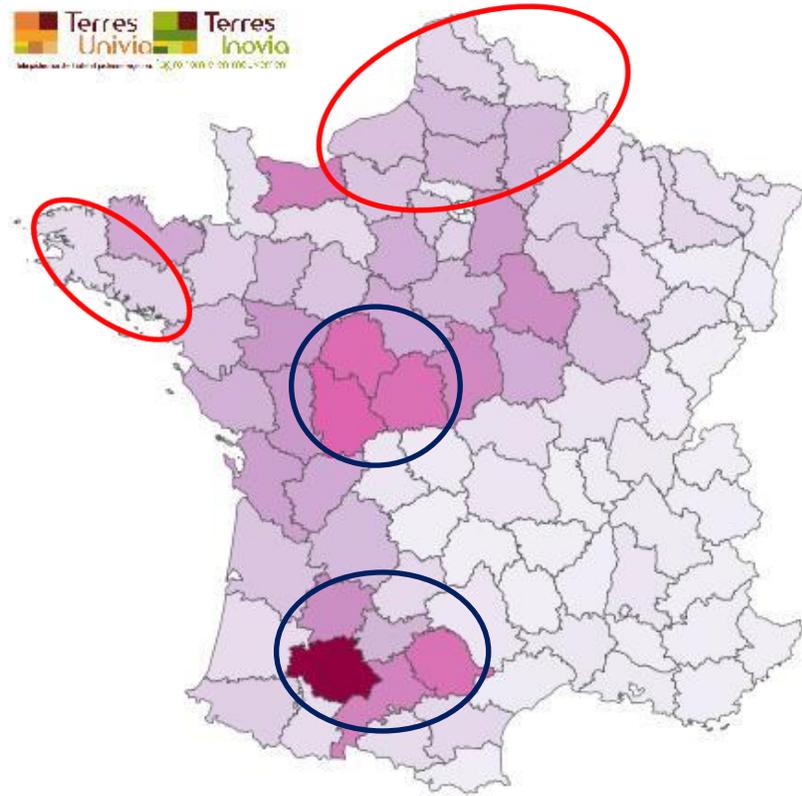
- Il existe un effet fort de l'année sur la teneur en protéines
- Chaque année, on constate un gradient entre régions :
  - Les valeurs les plus élevées et stables se situent plutôt dans la moitié nord de la France (Hauts de France, Normandie)
  - Au contraire, on constate souvent des valeurs plus faibles et plus variables dans le Centre-IDF, en Poitou-Charentes, dans le Grand Est et le Sud

D'après les enquêtes qualité des graines coordonnées par Terres Inovia et financées par Terres Univia

# Féverole : des zones de production déconnectées des zones à fort potentiel

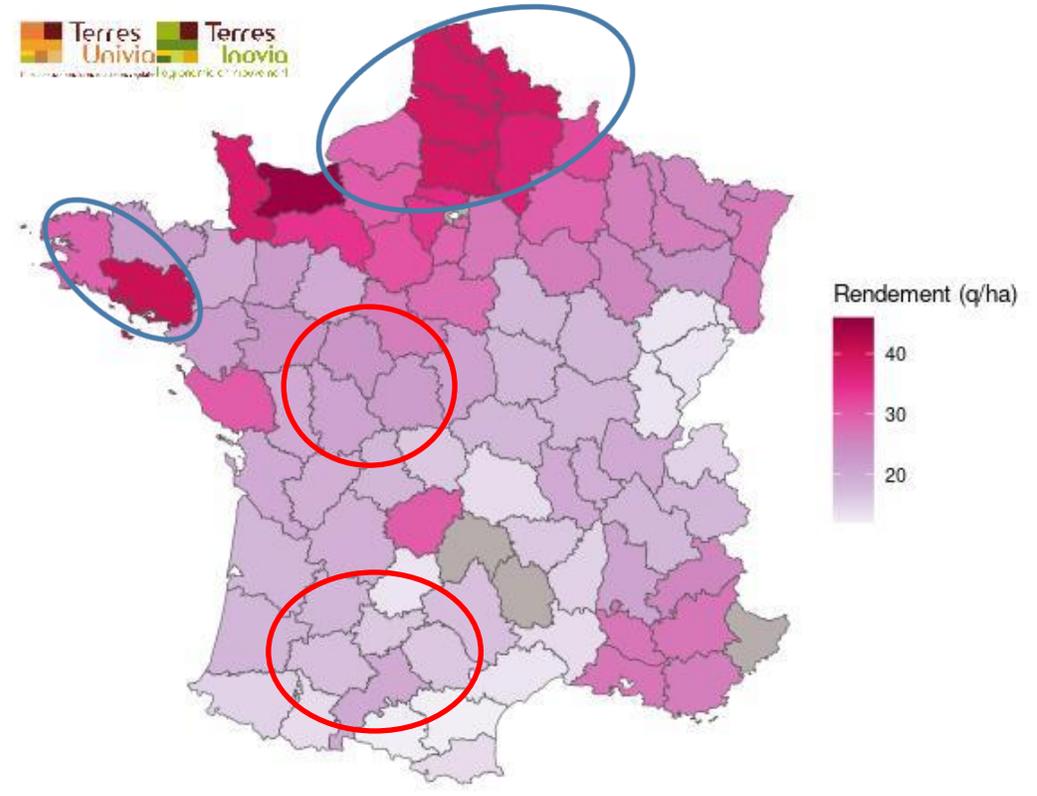
Surface (Total)  
Féverole - 2021

Surface totale = 84 469 ha



Terres Inovia et Terres Univia d'après les données d'Agreste\*  
(\*Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation)

Rendement (Total)  
Féverole - 2021



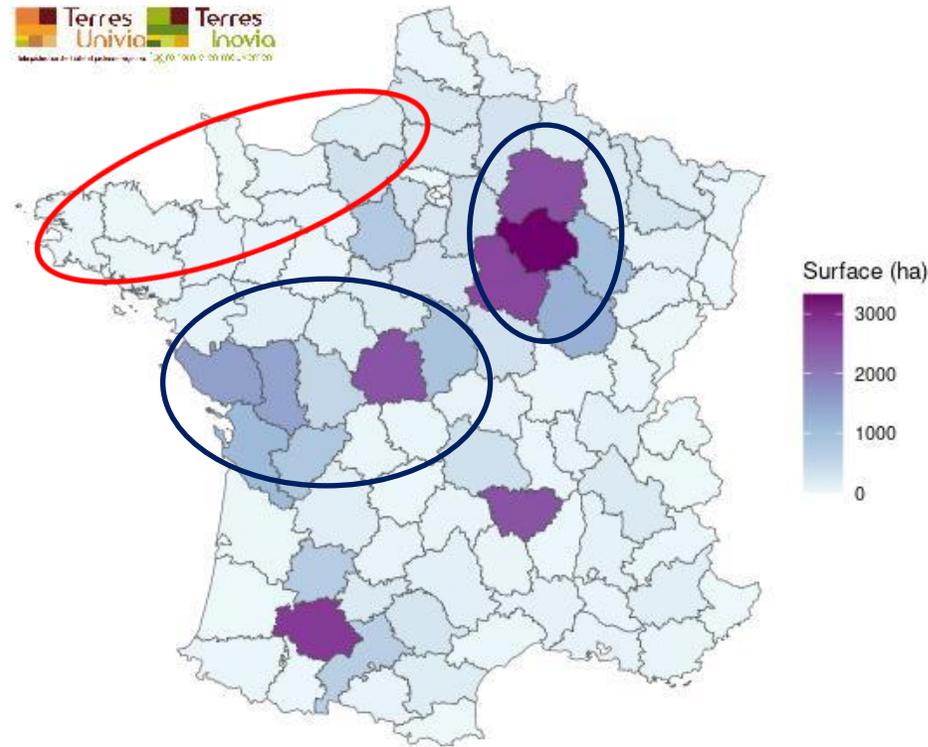
Terres Inovia et Terres Univia d'après les données d'Agreste\*  
(\*Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation)

# Lentille : rendements élevés dans zones de culture maïs extension possible vers des zones à bon potentiel

Surface (Total)  
Lentille - 2021

Surface totale = 34 839 ha

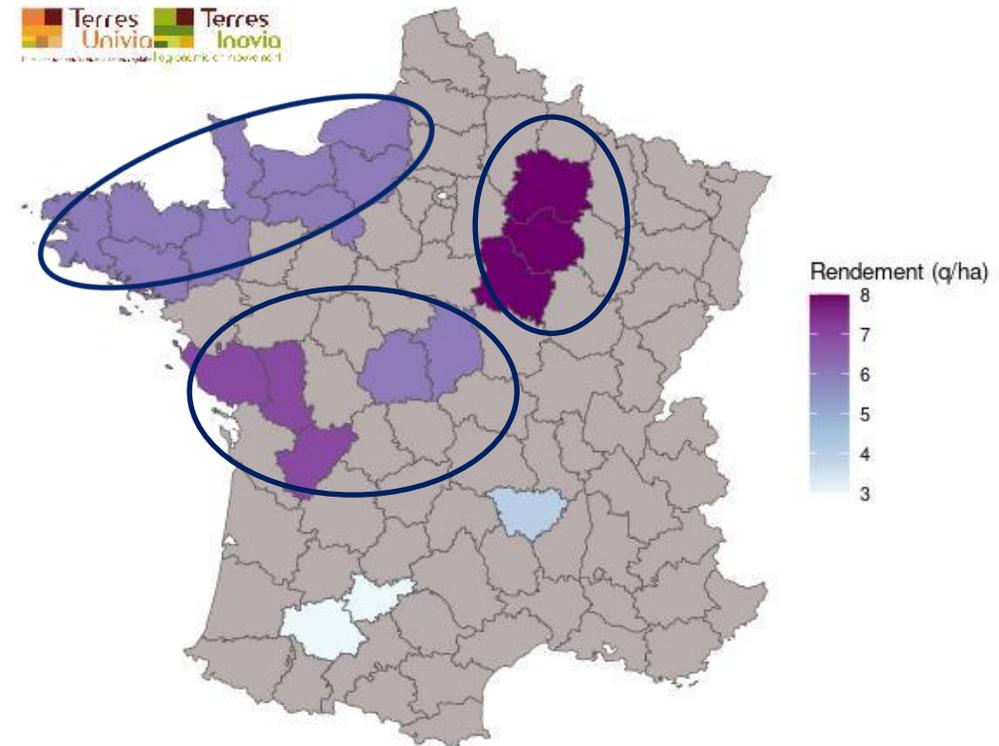
Terres Univia Terres Inovia  
Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation



Terres Inovia et Terres Univia d'après les données d'Agreste\*  
(\*Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation)

Rendement (Total)  
Lentille - 2021

Terres Univia Terres Inovia  
Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

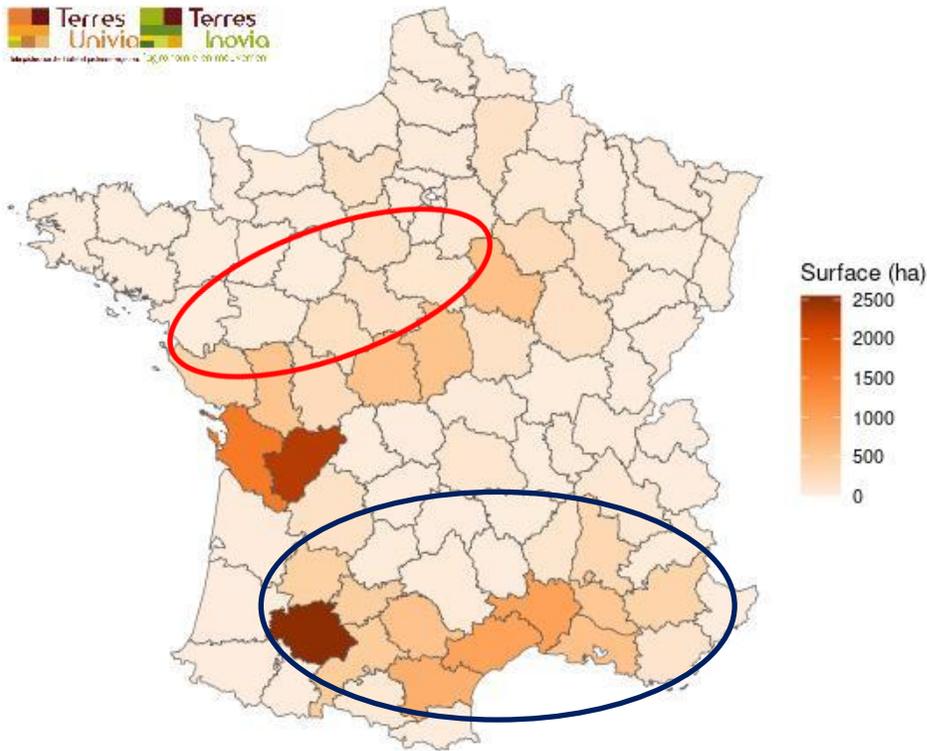


Terres Inovia et Terres Univia d'après les données d'Agreste\*  
(\*Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation)

# Pois chiche : rendements élevés dans bassins traditionnels du sud mais des zones à bon potentiel plus au nord

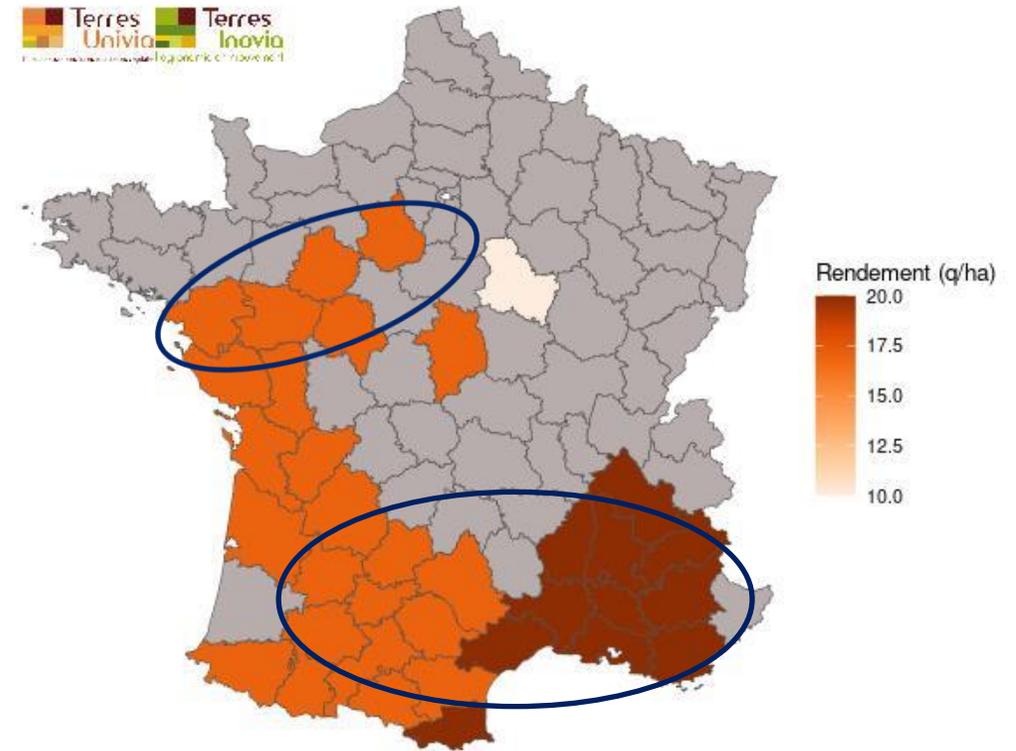
Surface (Total)  
Pois chiche - 2021

Surface totale = 18 972 ha



Dossiers PAC

Rendement (Total)  
Pois chiche - 2021



Estimations de Terres Inovia

# Lupin : rendements élevés dans les bassins traditionnels mais des zones à bon potentiel plus au nord

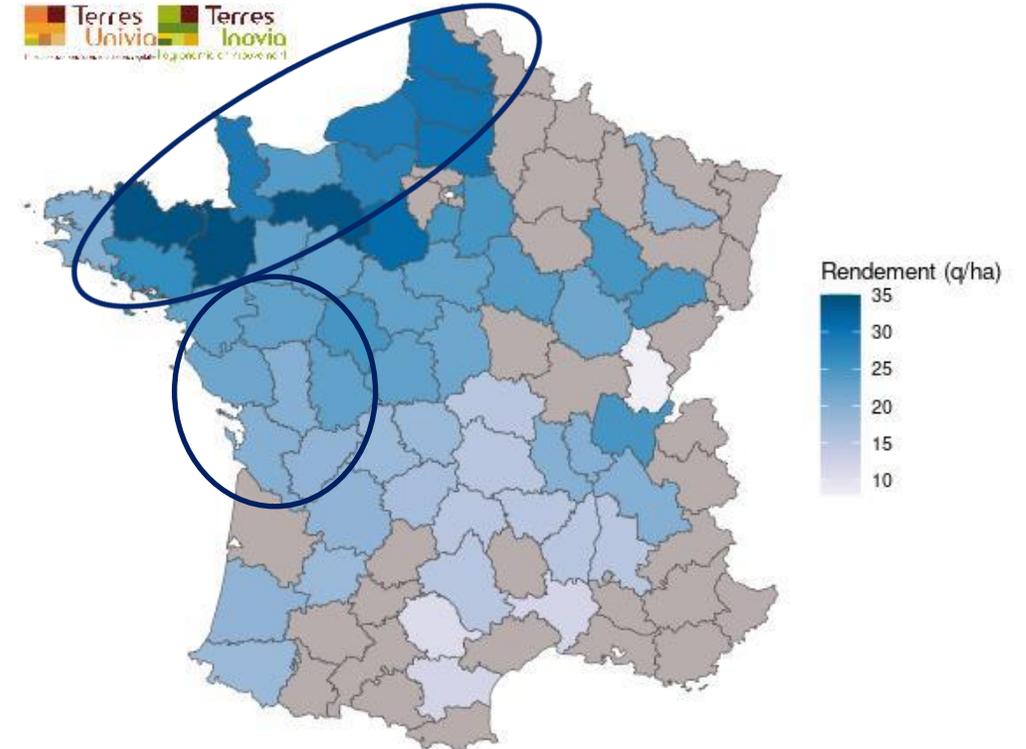
Surface (Total)  
Lupin - 2021

Surface totale = 6 579 ha



Terres Inovia et Terres Univia d'après les données d'Agreste\*  
(\*Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation)

Rendement (Total)  
Lupin - 2021

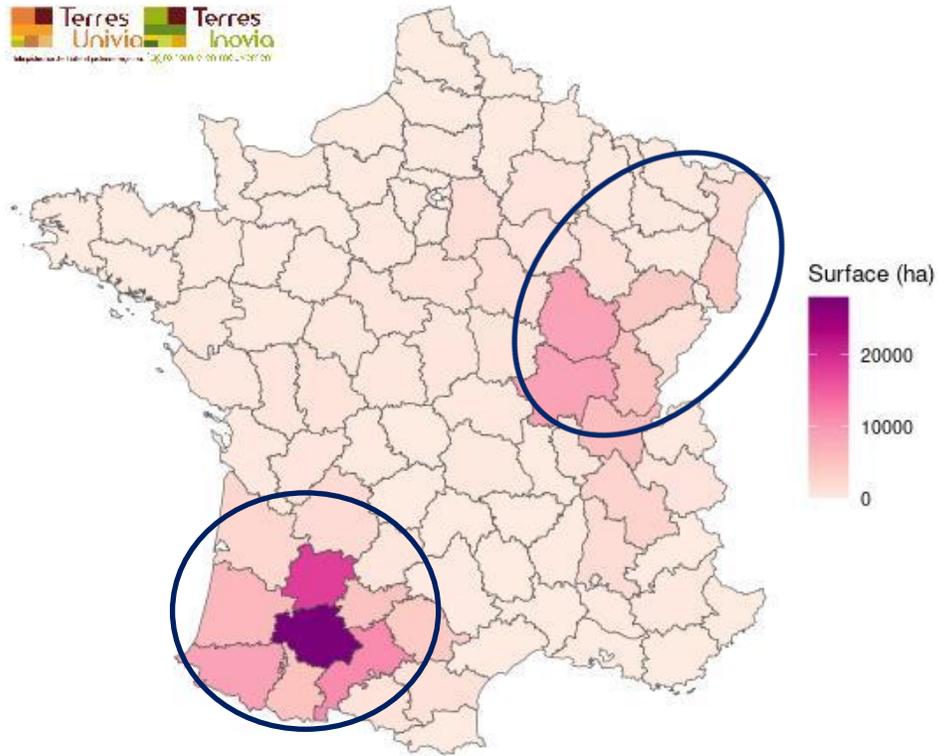


Terres Inovia et Terres Univia d'après les données d'Agreste\*  
(\*Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation)

# Soja : possibilité de développement dans plusieurs zones à bon potentiel mais nécessité d'avoir des variétés très précoces

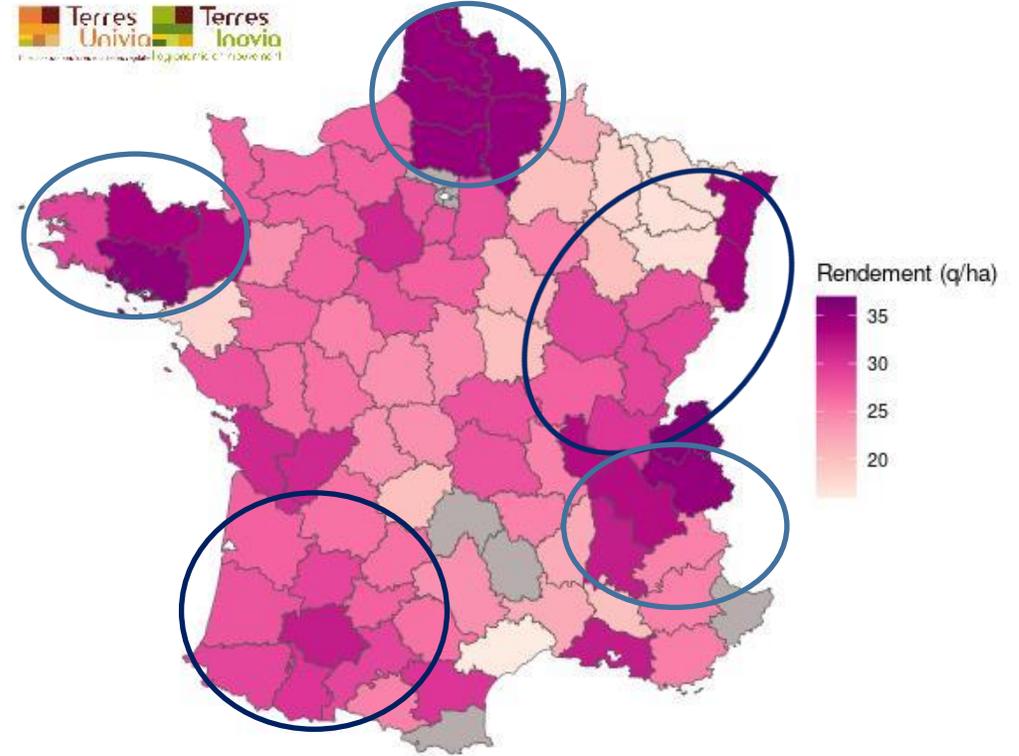
Surface (Total)  
Soja - 2021

Surface totale = 155 962 ha



Terres Inovia et Terres Univia d'après les données d'Agreste\*  
(\*Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation)

Rendement (Total)  
Soja - 2021



Terres Inovia et Terres Univia d'après les données d'Agreste\*  
(\*Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation)

# Conclusion

- De par leur propriété de pouvoir fixer l'azote de l'air, les légumineuses à graines peuvent contribuer à la transition agroécologique des systèmes de culture. Elles peuvent participer à la diversification des assolements et à l'autonomie protéique des élevages, tout en constituant une nouvelle source de protéines pour l'alimentation humaine
- Les principales zones de cultures actuelles pour le pois présentent de nombreux facteurs limitants (températures élevées et stress hydrique) qui limitent le rendement et la qualité des graines. Un avancement de la date de semis ou l'adoption d'un type hiver dans ces zones pourrait permettre de retrouver un potentiel de rendement plus élevé. Un retour plus au nord est également possible sous réserve de maîtriser le risque aphanomycès.
- Pour les autres cultures, les rendements dans les bassins traditionnels sont en général élevés mais un développement apparaît possible dans de nouveaux bassins, avec des potentiels élevés. Les conditions de culture dans ces nouveaux bassins restent cependant à préciser (facteurs limitants présents, variétés adaptées).
- Enfin, le choix d'une légumineuse doit se raisonner en combinant faisabilité agronomique avec les intérêts économiques (développement de filière locale) et environnementaux